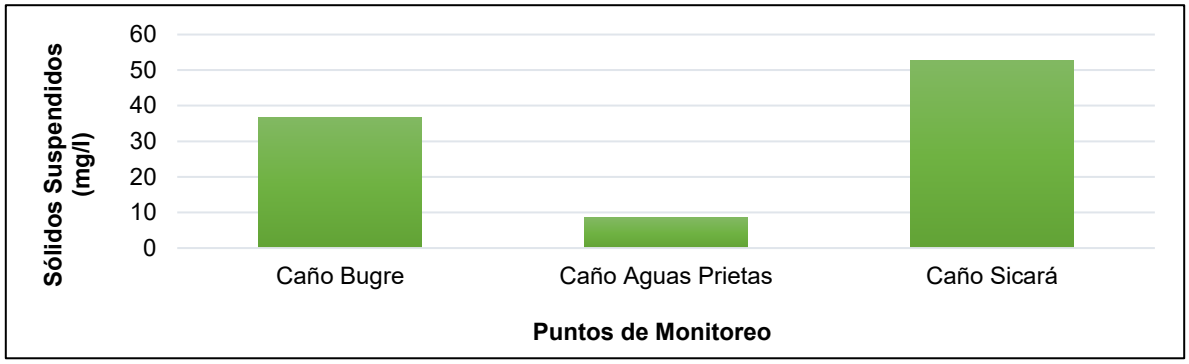
ÍNDICE							
Categoría	**Número de Documento**	**Fecha**	**Descripción**	**Observacion**	**Tomo**	**N° de Folio Inicio**	**N° de Folio Final**
Consultoría carpetas Ambiental			CONTINUACIÓN Informe final- calidad de agua - departamento de Córdoba		18	3401	3465
Consultoría carpetas Ambiental			Canteras de Materiales pétreos y arrastre		18	3466	3467
Consultoría carpetas Ambiental			Requisitos concesión de agua subterránea		18	3468	3469
Consultoría carpetas Ambiental			Requisitos permiso de vertimiento		18	3470	3471
Consultoría carpetas Ambiental			1. Listado de flora y fauna em veda		18	3472	3477
Consultoría carpetas Ambiental			GESTORES RCD		18	3478	3478
Consultoría carpetas Ambiental			Gestores_Respel_RAEE		18	3479	3479
Consultoría carpetas Ambiental			Cap.1 Delimitación		18	3480	3585
Consultoría carpetas Ambiental			Cap.2 SIG		18	3586	3600

CONTINUACIÓN Informe final- calidad de agua - departamento de Córdoba

Figura 67. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Caño Afluentes Rio Sinú

Monitoreo N°2



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno-N analizado en las estaciones de monitoreo, registró valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. por otra parte, las concentraciones de fósforo total-P registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l

Tabla 33. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Rio Sinú

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Caño Bugre	<3.00	<0.200
Caño Aguas Prietas	<3.00	0.252
Caño Sicará	<3.00	<0.200

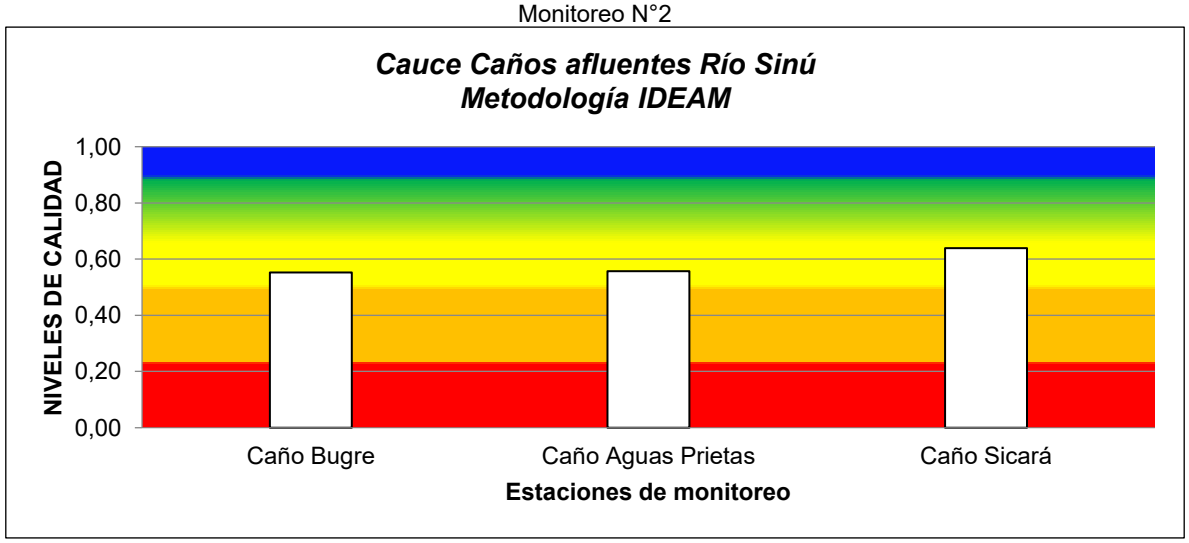
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

INDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA

El índice de Calidad de Agua-ICA para las estaciones localizados en los caños afluentes al Río Sinú, se registraron valores comprendidos en el intervalo 0,55 a 0,64 con clasificación Regular.

Figura 68. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Caño Afluentes Rio Sinú

Monitoreo N°2

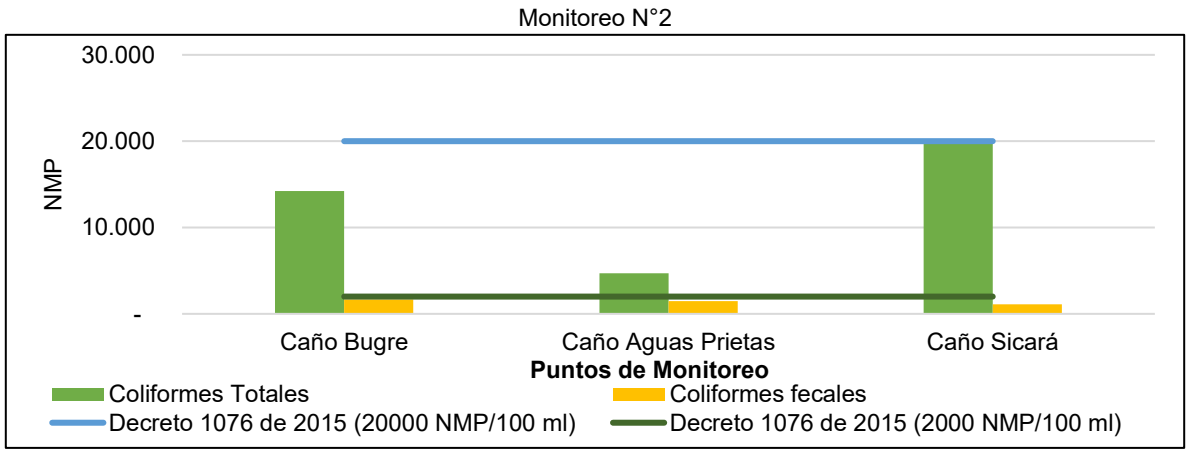


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Se registraron concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales ajustables al criterio de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico, definido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

Figura 69. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Caño Afluentes Rio Sinú



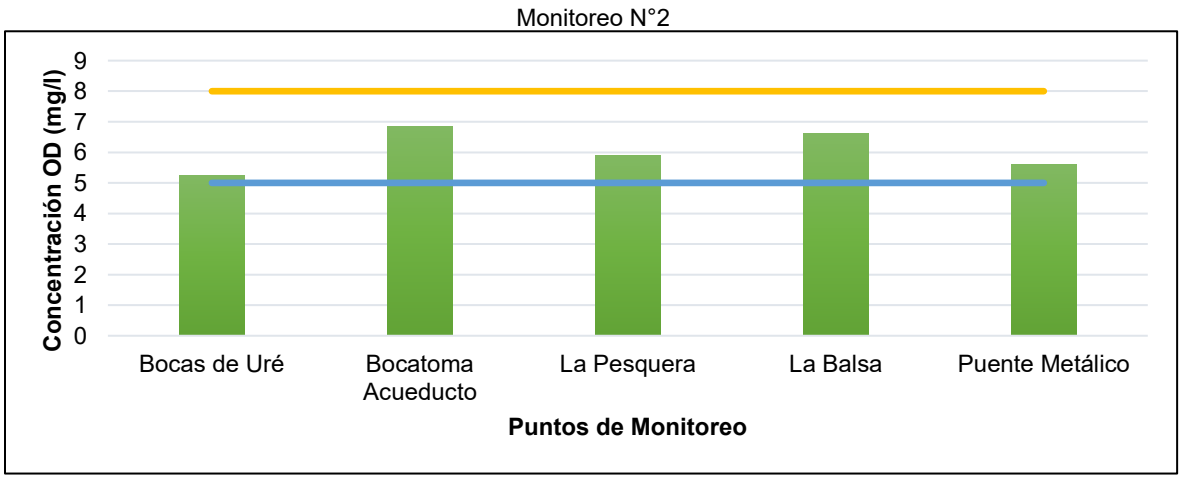
Fuente: Equipo técnico, 2021.

10.3 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DEL RÍO SAN JORGE

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto registro concentraciones entre 5 y 9 que de acuerdo a los criterios de calidad definidos en los diferentes usos establecidos en la sección 9 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), son adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

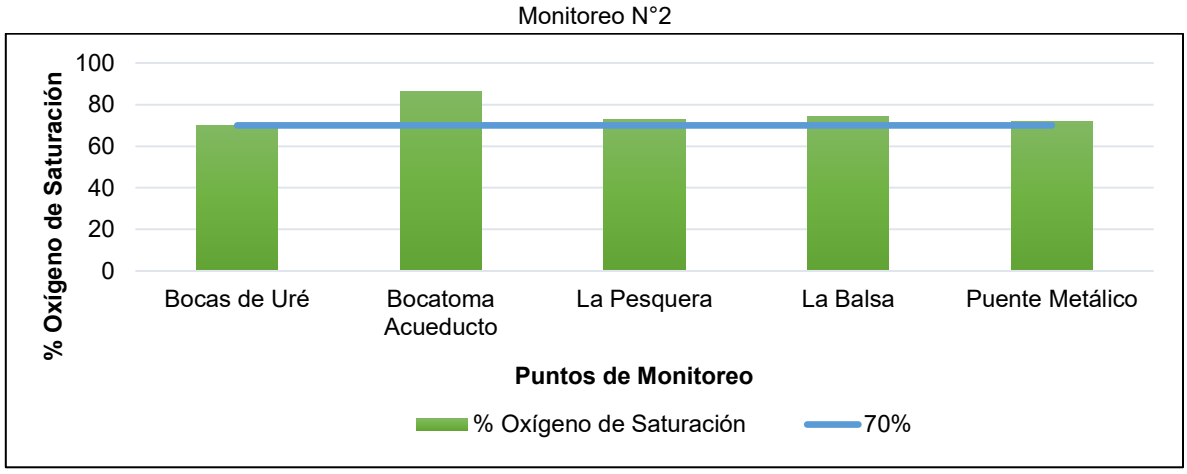
Figura 70. Concentración de oxígeno Disuelto – Río San Jorge



Fuente: Equipo técnico, 2021.

Conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación en los puntos de monitoreo de calidad de agua del Río San Jorge presentó valores superiores al 70 %.

Figura 71. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Río San Jorge

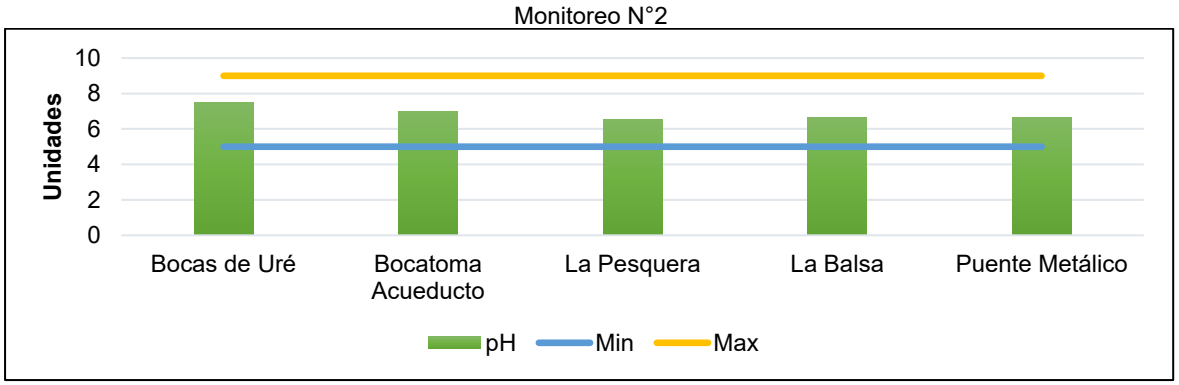


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH presentó condiciones entre ligeramente alcalinos y ligeramente acido, con valores en un rango entre 7,48 y 6,5.

Figura 72. Valores de pH – Río San Jorge

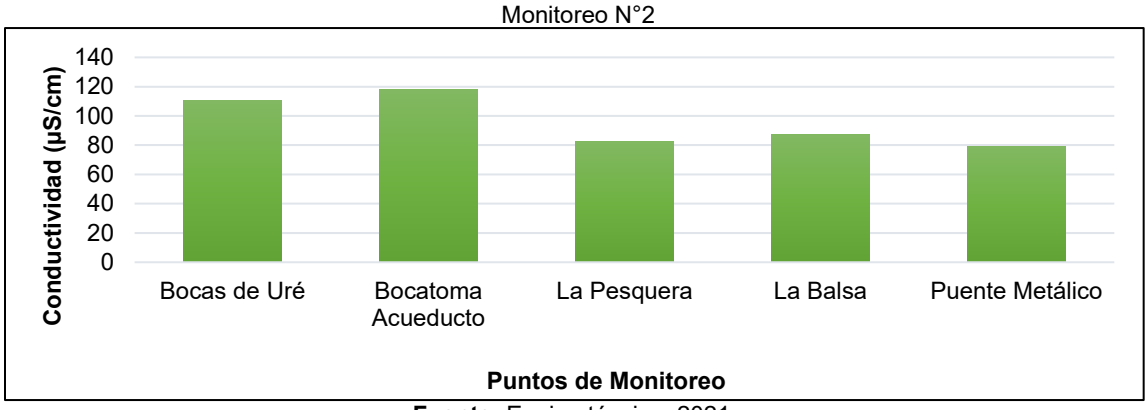


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Durante el segundo monitoreo del año 2021, a lo largo del cauce del Río san Jorge se reportaron valores constantes y tendenciales, típicos de aguas superficiales, presentando valores inferiores a 120 µS/cm.

Figura 73. Conductividad – Rio San Jorge

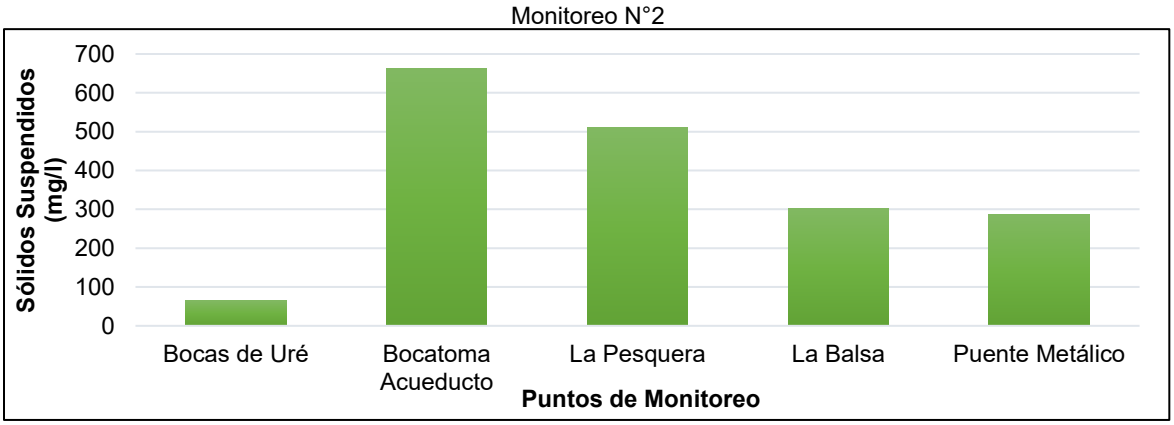


Fuente: Equipo técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Se registraron concentraciones con rango de valores entre 662 y 286 mg/l en las estaciones localizadas en el cauce del Río San Jorge. Para el caso del punto de monitoreo en Bocas de Uré ubicado en el municipio de San José de Uré, se registró un valor de 66 mg/l.

Figura 74. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Caño Afluentes Rio Sinú



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno total analizado en durante los tres monitoreos registraron valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l, mientras que las concentraciones de fosforo total se registraron en valores inferiores 0,50 mg P/l, a excepción de la estación La Pesquera, La Balsa y Puente Metálico durante el monitoreo.

Tabla 34. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Rio San Jorge
Monitoreo N°2

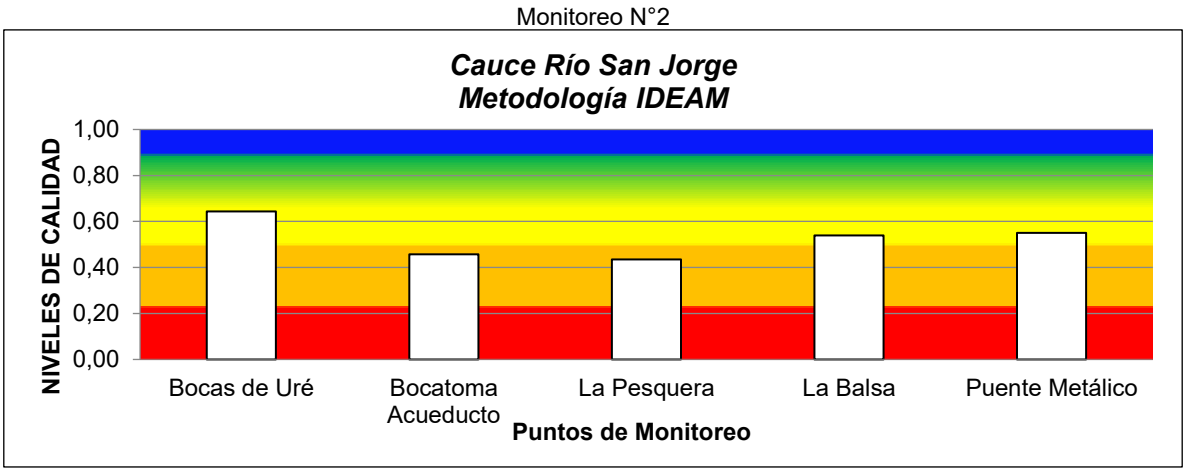
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Bocas de Uré	<3.00	<0.200
Bocatoma Acueducto	<3.00	<0.200
La Pesquera	<3.00	<0.200
La Balsa	<3.00	<0.200
Puente Metálico	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

INDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA

Los índices de Calidad de Agua-ICA determinados en las estaciones de monitoreo localizadas en el cauce principal del Río San Jorge, durante el año 2021, se determinaron en diferentes intervalos entre 0.44 a 0.64 con clasificación Regular y Aceptable.

Figura 75. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Rio San Jorge

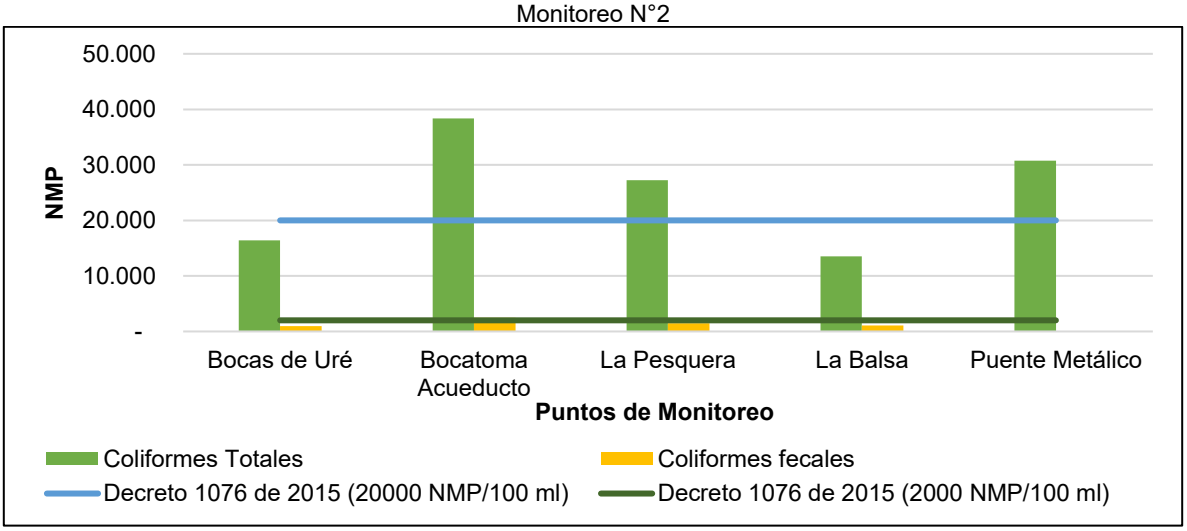


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el monitoreo No.2, en las estaciones de monitoreo de calidad de agua del Río San Jorge, en las estaciones Bocatoma acueducto, La Pesquera y Puente Metálico, registraron concentraciones de coliformes totales superiores a los límites permisibles, definidos en los criterios de calidad de agua para destinación de consumo humano y doméstico con tratamiento previo, definido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, evidenciando de éste modo la injerencia de las descargas de aguas residuales (Minambiente, 2015).

Figura 76. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Rio San Jorge



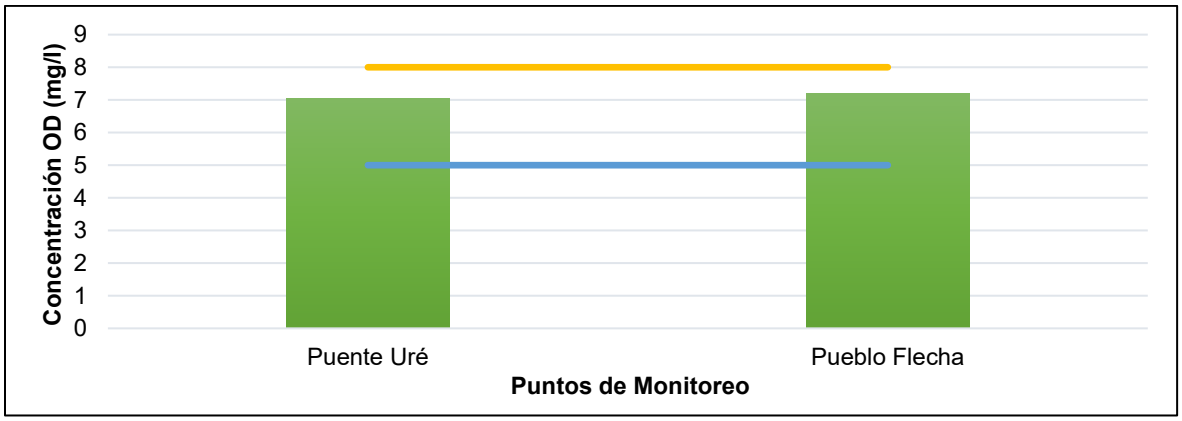
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

10.4 PUNTOS DE MONITOREO DE LA QUEBRADA URÉ.

OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto monitoreado en las dos estaciones localizadas en la quebrada Uré, sobre el tramo receptor de las descargas de las aguas residuales provenientes de la actividad de explotación y beneficio del ferroníquel, registraron concentraciones de 7,05 y 7,2 mg/l respectivamente. De acuerdo a esta condición, las concentraciones de oxígeno disuelto registrados garantizan el desarrollo de especies de peces y organismos acuáticos.

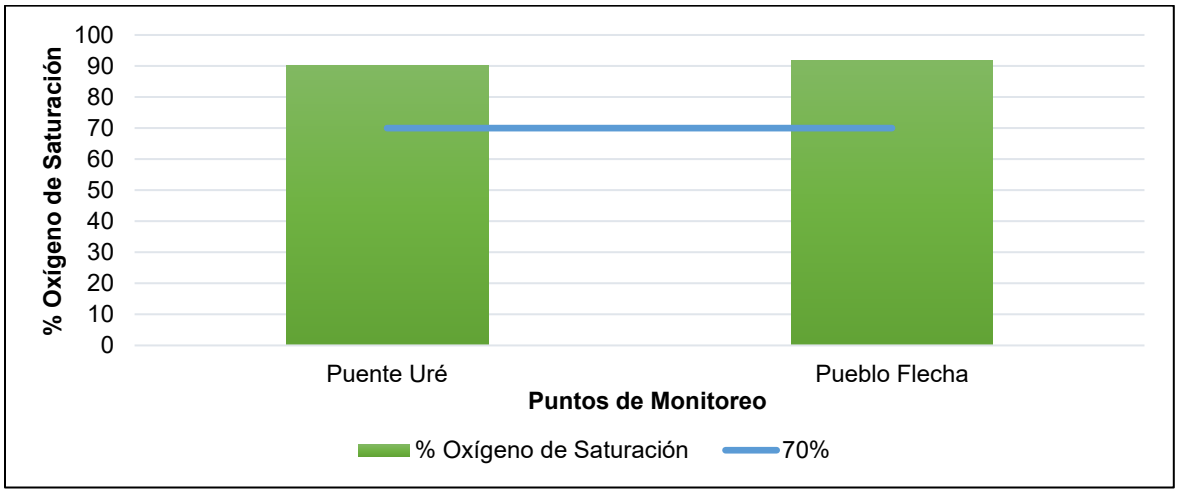
Tabla 35. Concentración de oxígeno Disuelto – Quebrada Uré Monitoreo N°2



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

En referencia a la temperatura tomada in situ y a la concentración de oxígeno disuelto determinado mediante el método de Modificación de azida, el comportamiento de este parámetro registró valores superiores a 70% (Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, en el artículo 2.2.3.3.9.8).

Figura 77. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Quebrada Uré Monitoreo N°2

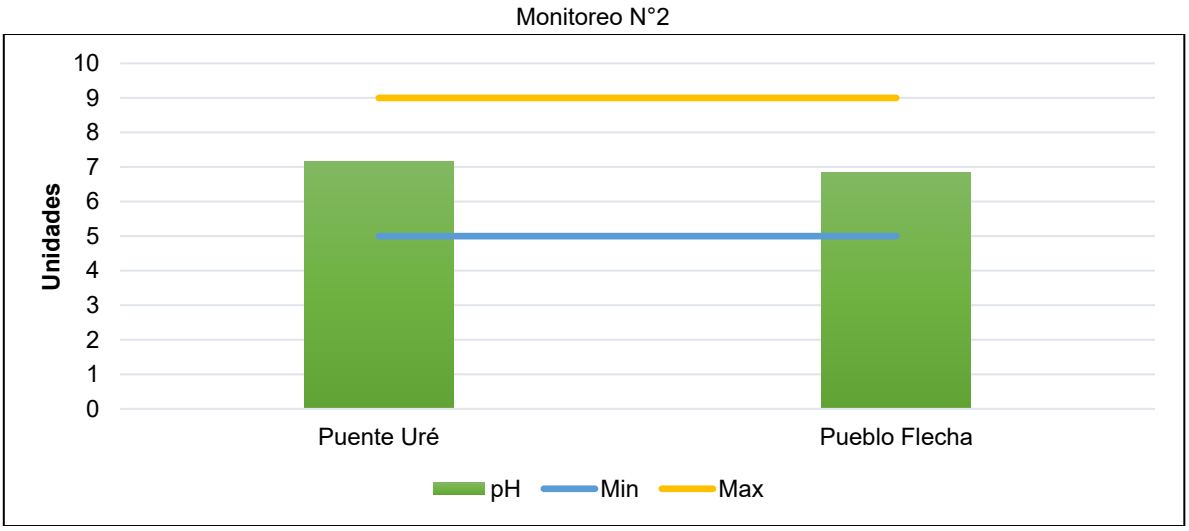


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

pH

El pH del tramo de la quebrada Uré evaluada por medio los dos puntos de monitoreo, durante el transcurso del Monitoreo N°2 - 2021, registraron valores entre ligeramente ácidos y alcalinos, con reporte de 7,15 y 6,85.

Figura 78. Valores de pH – Quebrada Uré

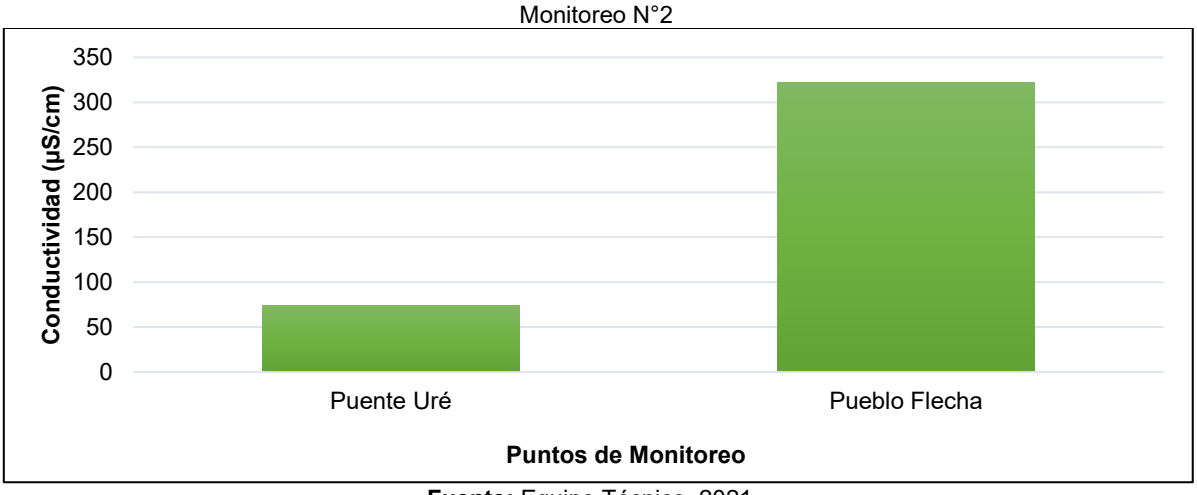


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre la quebrada Uré, registró valores inferiores a 350 µS/cm.

Figura 79. Conductividad – Quebrada Uré



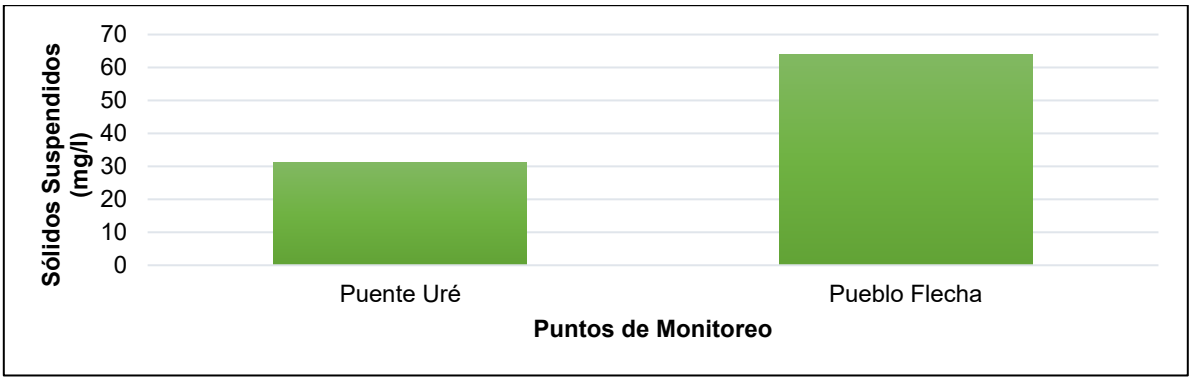
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de los Sólidos Suspendidos Totales - SST durante el monitoreo, registró concentraciones inferiores a 70 mg/l.

Figura 80. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Quebrada Uré

Monitoreo N°2



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno total analizado en durante los monitoreos de la quebrada Uré, registraron valores inferiores al límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l, mientras que las concentraciones de fosforo total se registraron en valores inferiores 0,50 mg P/l

Tabla 36. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Quebrada Uré

Monitoreo N°2

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente Uré	<3.00	<0.200
Pueblo Flecha	<3.00	<0.200

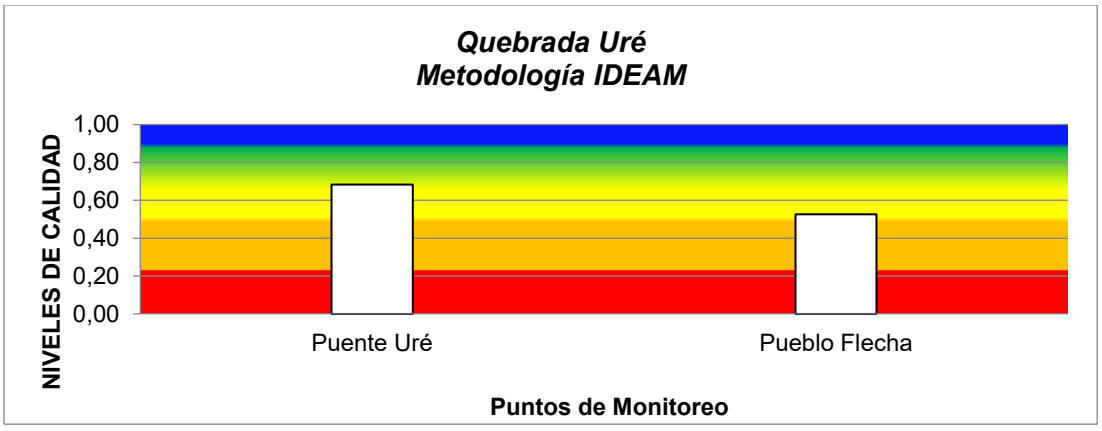
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

El comportamiento de la calidad del agua de la quebrada Uré, a partir de los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos implementados por la metodología elaborada por el IDEAM, registró un rango de valores comprendido en el intervalo 0,58 y 0,68 de clasificación regular.

Figura 81. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Quebrada Uré

Monitoreo N°2

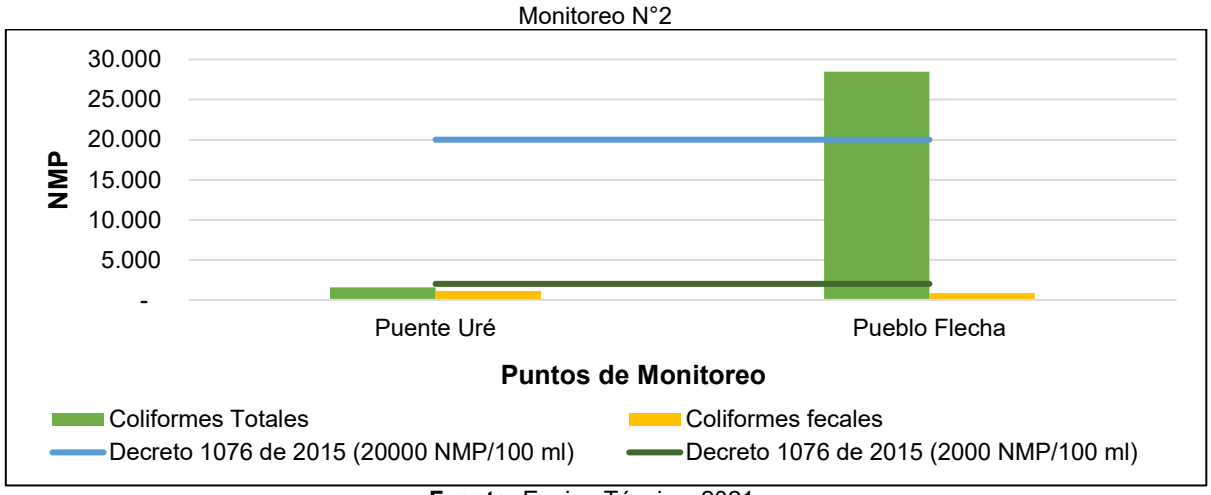


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

El punto localizado en Pueblo Flecha ubicado aguas arriba de las descargas de aguas residuales provenientes del proceso de explotación y beneficio del ferroníquel realizado por Cerro Matoso S.A., se registraron concentraciones de coliformes totales superiores a los límites máximos permisibles definidos en los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo.

Figura 82. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Quebrada Uré



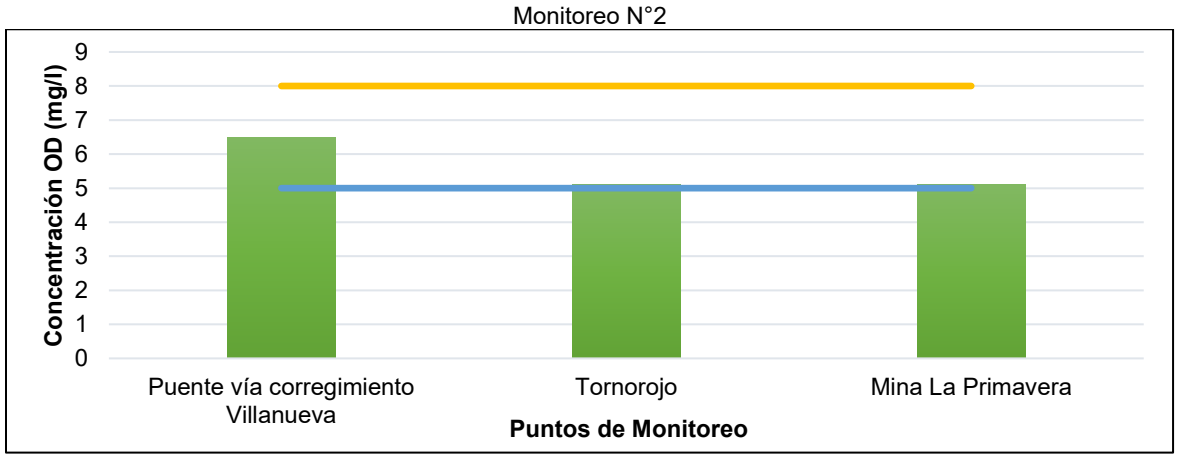
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

10.5 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL RÍO SAN PEDRO

OXÍGENO DISUELTO

El monitoreo de calidad de agua en el Río San Pedro, registró concentraciones que según lo definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), condiciones factibles para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

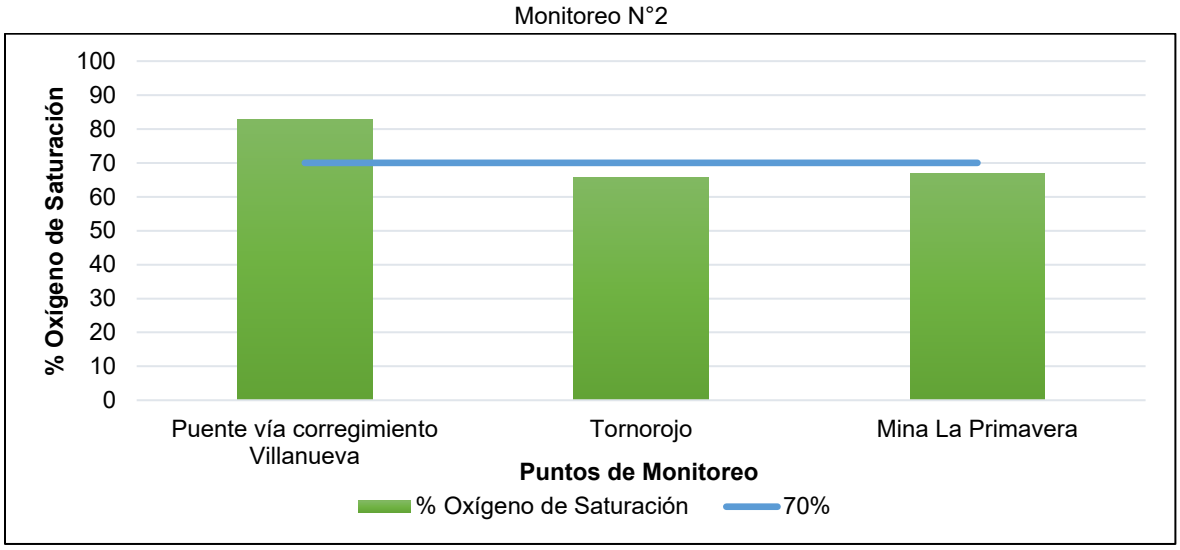
Figura 83. Concentración de oxígeno Disuelto – Río San Pedro



Fuente: Equipo técnico, 2021.

A partir de los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto y de las temperaturas analizadas in situ, conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación durante el monitoreo, presentó valores entre de 65% y 82%.

Figura 84. Porcentaje de oxígeno de saturación – Río San Pedro

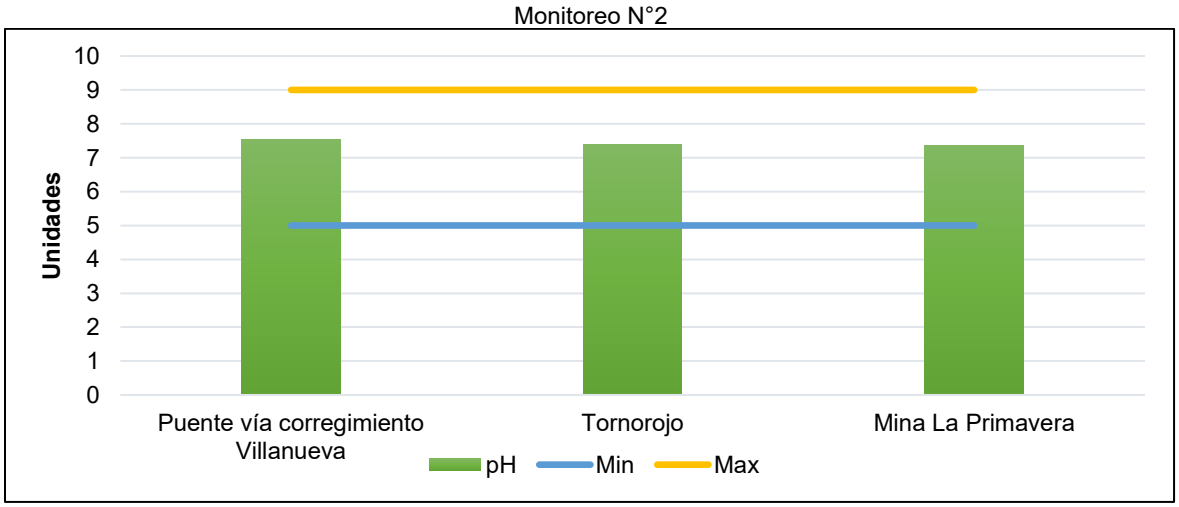


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH del cauce principal del Río San Pedro, en el transcurso del monitoreo realizado, registró condiciones ligeramente alcalinas con valores entre 7,4 a 7,5.

Figura 85. Valores de pH – Río San Pedro

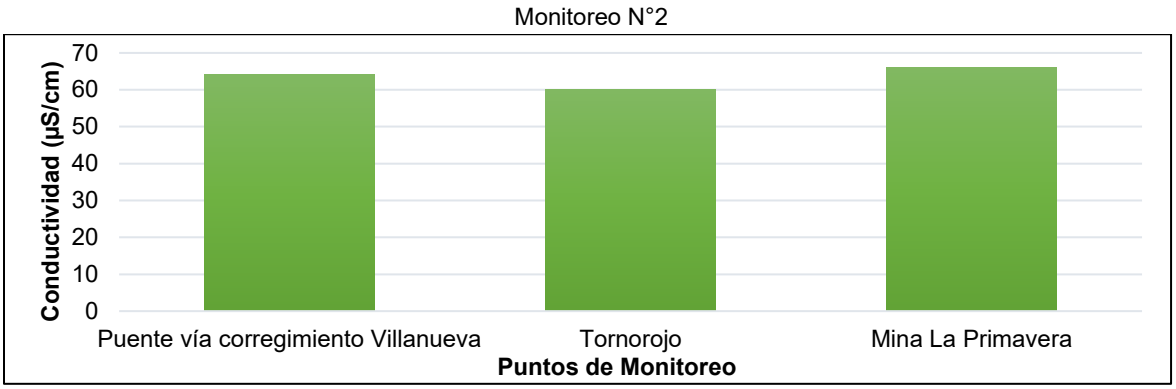


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre el Río San Pedro, registró valores inferiores a 100 µS/cm.

Figura 86. Conductividad – Río San Pedro

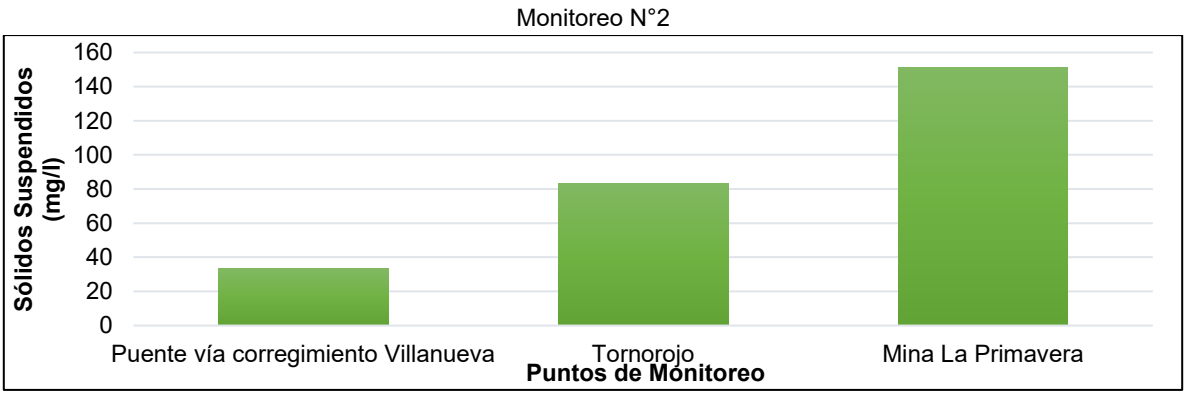


Fuente: Equipo técnico, 2021.

SOLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de solidos suspendidos durante el monitoreo, variaron en un rango entre 33 y 160 mg/l en las estaciones.

Figura 87. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Río San Pedro



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO

Las concentraciones obtenidas del nitrógeno-N durante para la segunda jornada de monitoreo en el 2021, presentando valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. En tanto a las concentraciones de fósforo total-P, se registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 37. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Río San Pedro
Monitoreo N°2

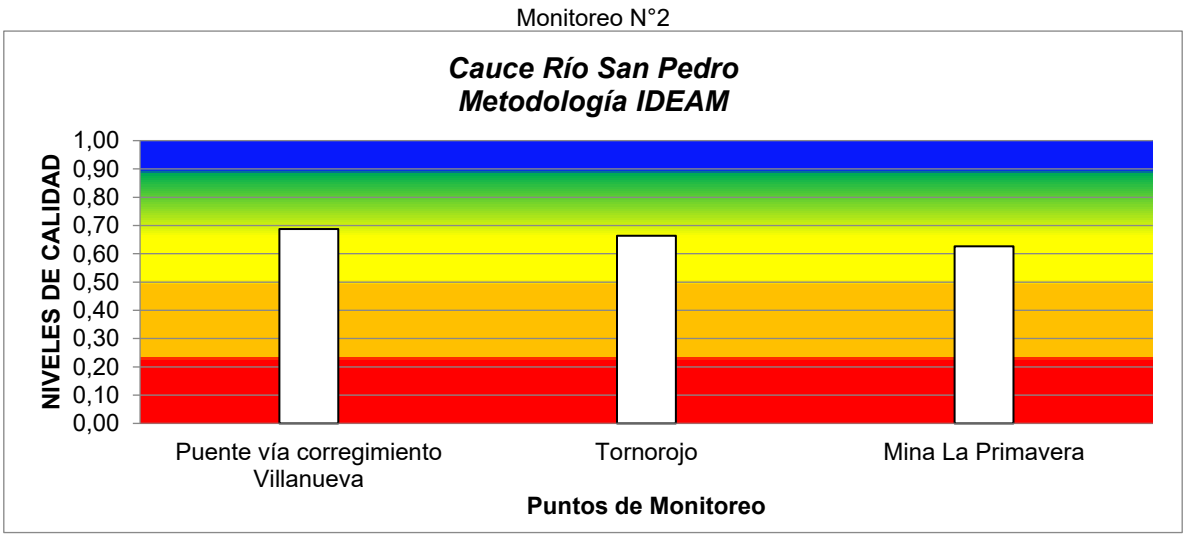
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente vía corregimiento Villanueva	<3.00	<0.200
Tornorojo	<3.00	<0.200
Mina La Primavera	<3.00	<3.00

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua del Río San Pedro, durante el monitoreo No. 2 presentó valores de calificación regular con un rango que vario entre 0,63 y 0,69.

Figura 88. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Río San Pedro

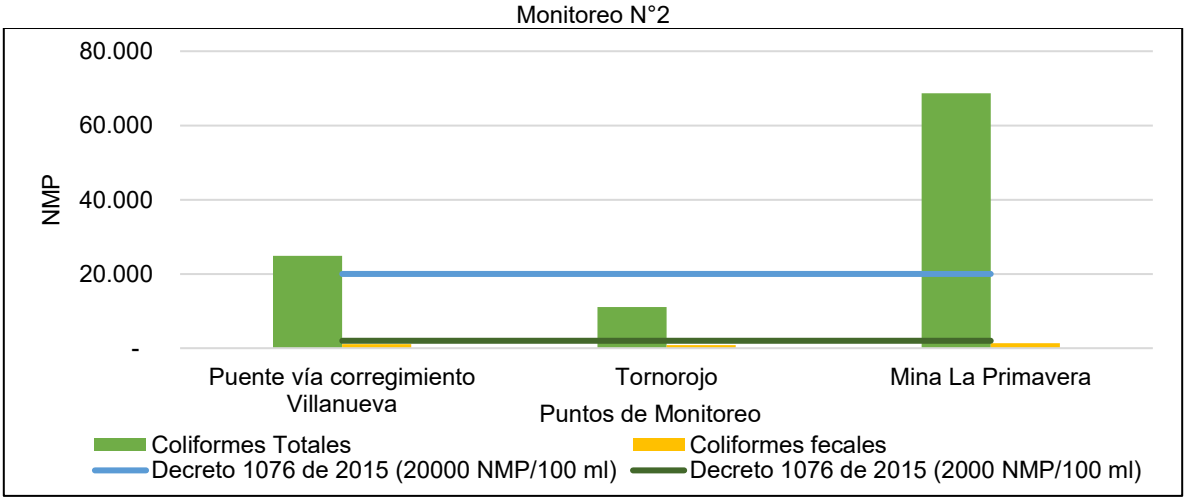


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el monitoreo No.2 se registraron en valores de coliformes totales superiores a los límites máximos permisibles en los puntos ubicados en el puente corregimiento Villa Nueva y Mina la primavera. Es de resaltar que el tramo evaluado sobre el Río San Pedro, se ubica la estructura de captación del sistema de acueducto convencional del área urbana del municipio de Puerto Libertador. Por lo tanto, se recomienda el seguimiento al Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua por parte de la secretaría de Desarrollo a la Salud, teniendo en cuenta la categoría del municipio.

Figura 89. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Río San Pedro



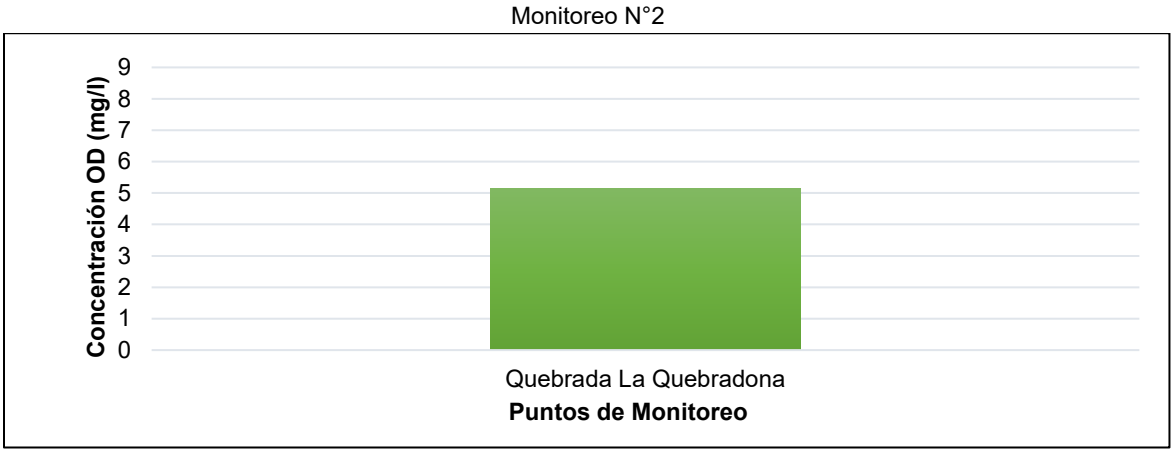
Fuente: Equipo técnico, 2021.

10.6 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE LA QUEBRADA LA QUEBRADONA

OXÍGENO DISUELTO

El punto de monitoreo de calidad de agua en la quebrada la Quebradona, registró concentraciones que según lo definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, tiene condiciones aceptables para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

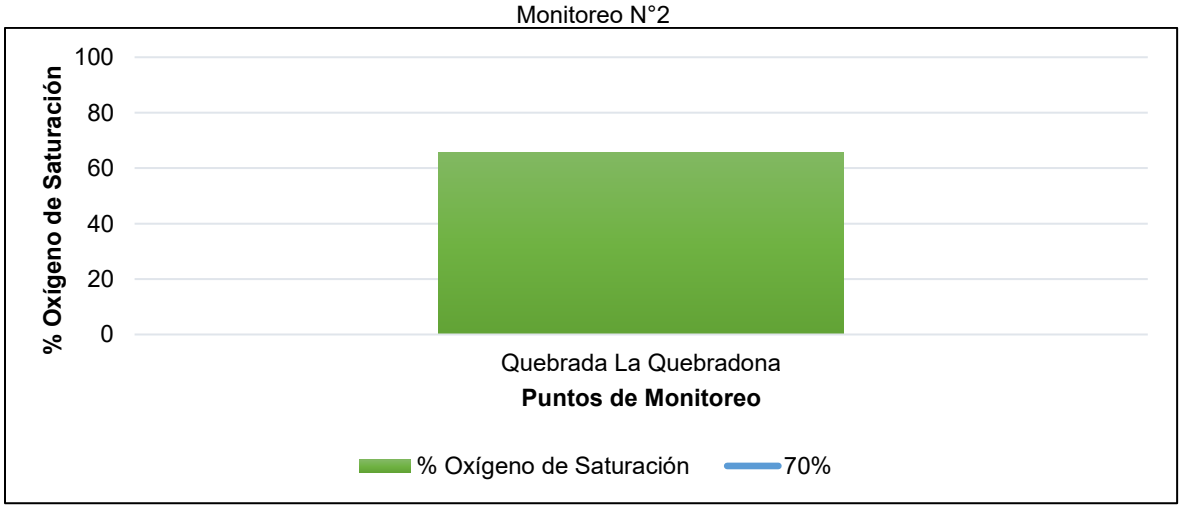
Figura 90. Concentración de oxígeno Disuelto – Quebrada La Quebradona



Fuente: Equipo técnico, 2021.

A partir de los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto y de las temperaturas analizadas in situ, conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación durante el monitoreo, presentó valor menor al 70%

Figura 91. Porcentaje de oxígeno de saturación – Quebrada La Quebradona

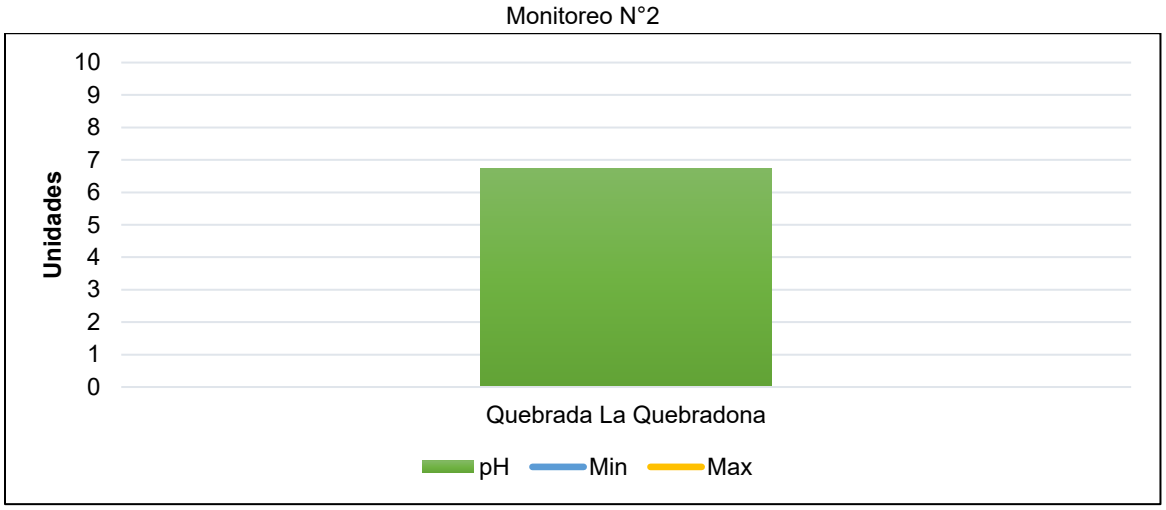


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH del cauce de la Quebrada La Quebradona, en el transcurso del monitoreo realizado, registró condiciones ligeramente ácido con valor de 6,7.

Figura 92. Valores de pH – Quebrada La Quebradona

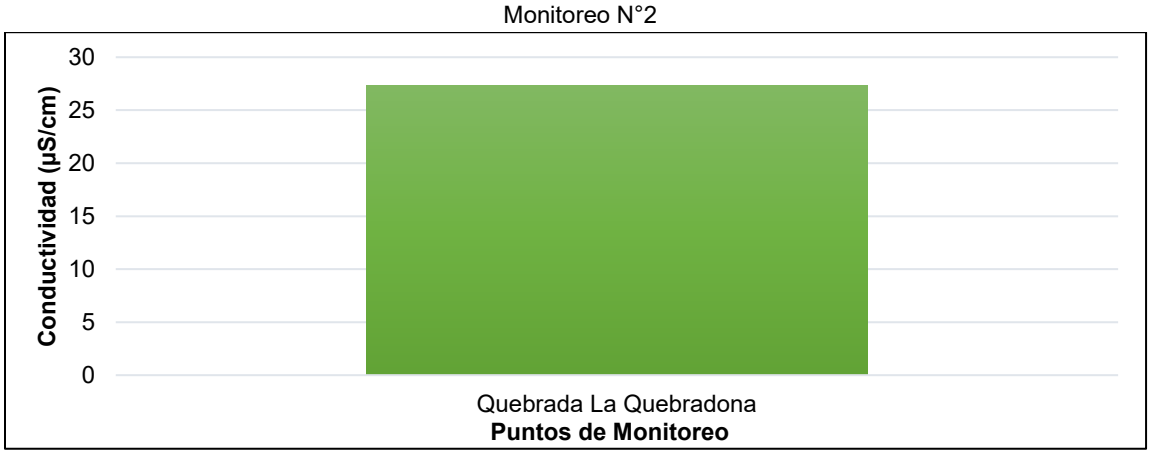


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre la Quebrada La Quebradona, registró valores inferiores a 50 µS/cm.

Figura 93. Conductividad – Quebrada La Quebradona



Fuente: Equipo técnico, 2021.

SOLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de SST durante el monitoreo, fueron menor de 25 mg/l en la Quebrada La Quebradona.

Figura 94. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Quebrada La Quebradona

Monitoreo N°2



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO

Las concentraciones obtenidas del nitrógeno-N durante para la segunda jornada de monitoreo en el 2021, presentando valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. En tanto a las concentraciones de fósforo total-P, se registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 38. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Quebrada La Quebradona

Monitoreo N°2

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Quebrada La Quebradona	<3.00	<0.200

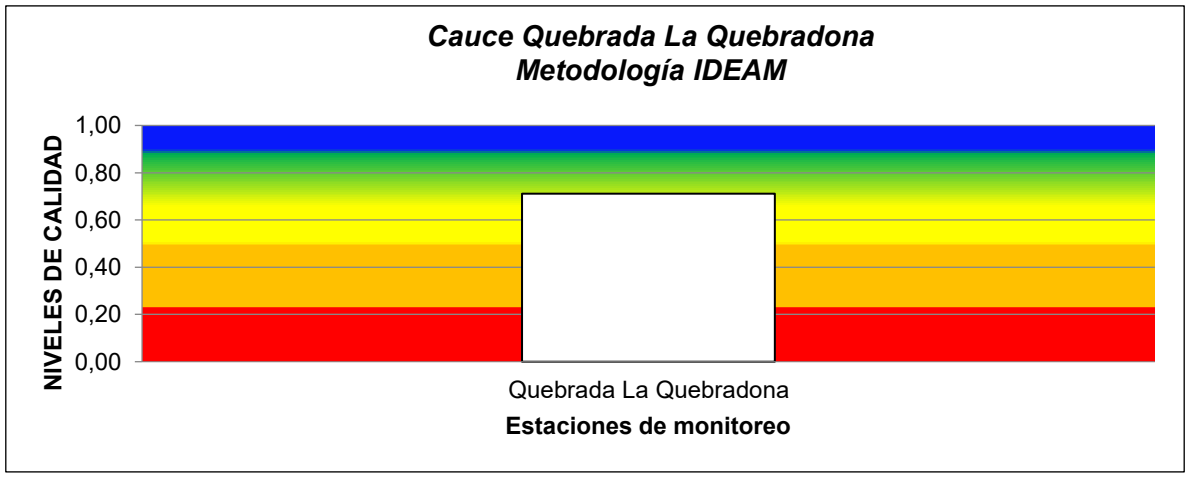
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua en la Quebrada La Quebradona, durante el monitoreo No. 2 presentó valores de calificación Aceptable.

Figura 95. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Quebrada La Quebradona

Monitoreo N°2

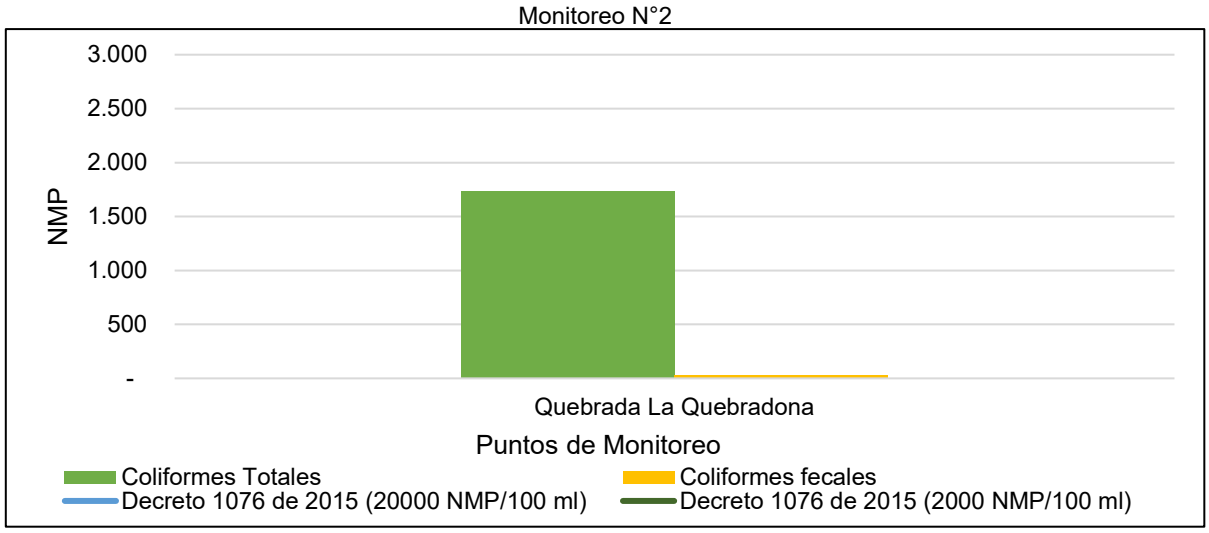


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el monitoreo No.2 se registraron en valores de coliformes totales y fecales de 1733 y 33 respectivamente.

Figura 96. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Quebrada La Quebradona



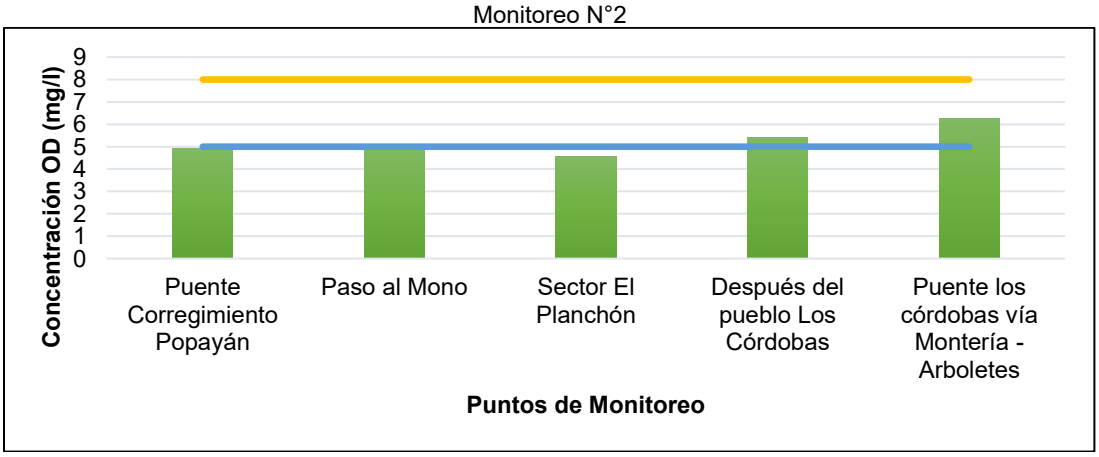
Fuente: Equipo técnico, 2021.

10.7 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DEL RÍO CANALETE

OXÍGENO DISUELTO

Las concentraciones de oxígeno disuelto, determinado a través del método de modificación de azida, codificado en SM 4500-O G en el STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, registraron condiciones de hipoxia de acuerdo a los criterios de calidad definidos en los diferentes usos establecidos en la sección 9 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, en tres puntos del Rio canalete.

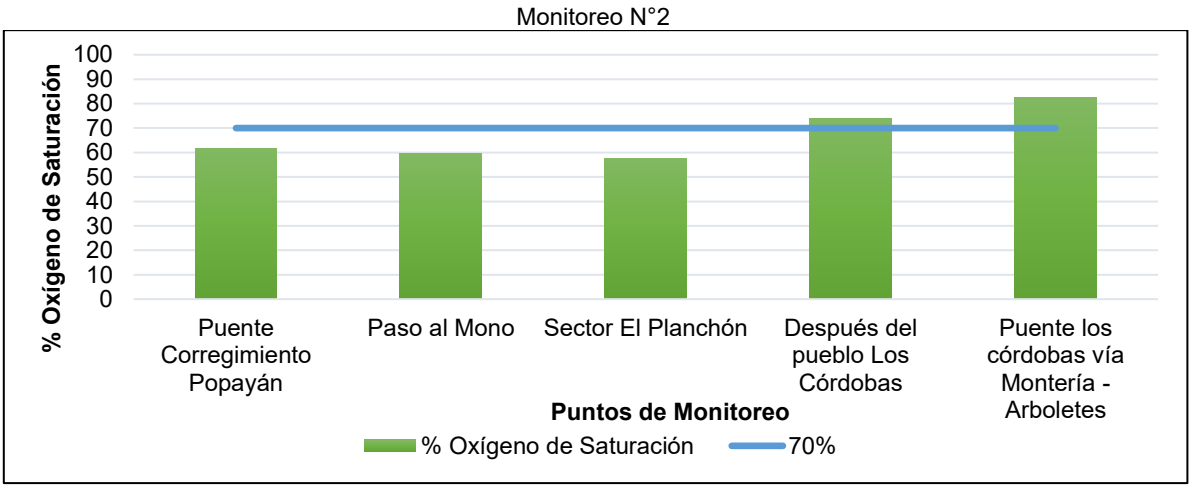
Figura 97. Concentración de oxígeno Disuelto – Río Canalete



Fuente: Equipo técnico, 2021.

El porcentaje oxígeno de saturación a lo largo del monitoreo, en las estaciones de monitoreo de calidad de agua del Río Canalete de Puente corregimiento Popayán, Paso el mono y Sector el planchón se presentaron valores por debajo del 70%.

Figura 98. Porcentaje de oxígeno de saturación – Río Canalete

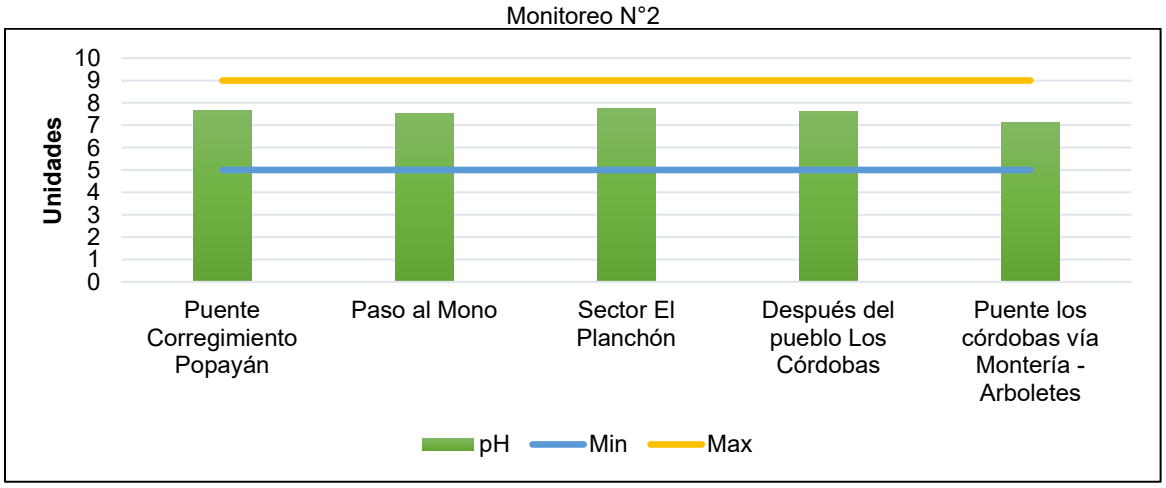


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

La red de monitoreo de calidad de agua en el cauce del Río Canalete para el segundo monitoreo del 2021, presento valores de pH en las diferentes estaciones con condiciones ligeramente alcalinos.

Figura 99. Valores de pH – Río Canalete



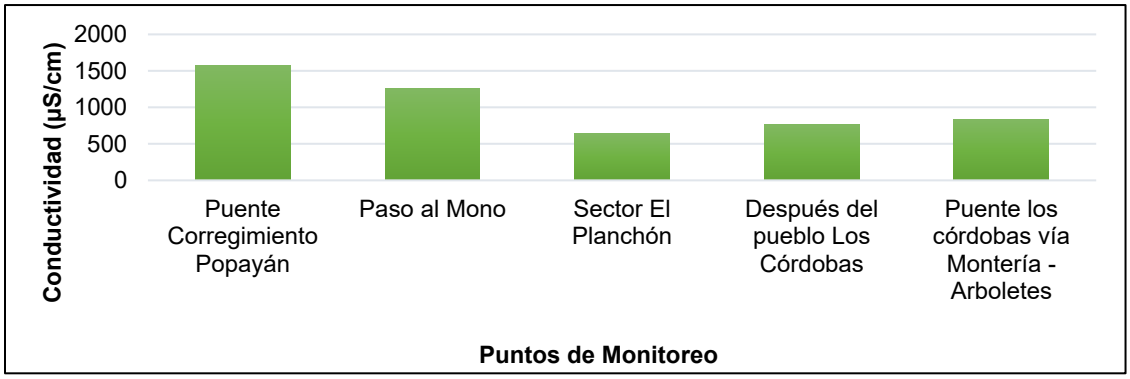
Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los registros de conductividad eléctrica en el Río Canalete, durante el año 2021, registraron igual comportamiento en conductividades superiores a los 600 µS/cm.

Figura 100. Conductividad – Río Canalete

Monitoreo N°2



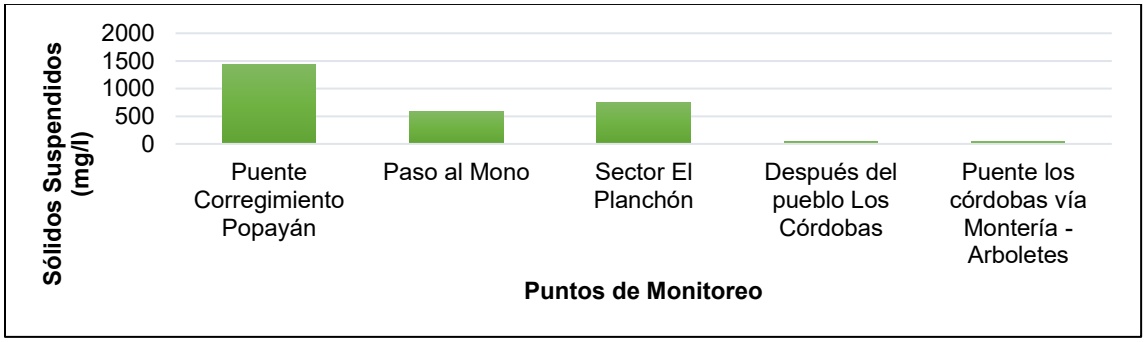
Fuente: Equipo técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las mayores concentraciones de SST se registraron en la estación Puente Corregimiento Popayán, mientras que en las demás estaciones se presentaron en valores entre 40 y 750 mg/l.

Figura 101. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Río Canalete

Monitoreo N°2



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FÓSFORO

Las concentraciones de nitrógeno-N en el Río Canalete analizado en las estaciones de monitoreo registraron valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. Por otra parte, las concentraciones de fósforo total-P registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 39. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Río Canalete
Monitoreo N°2

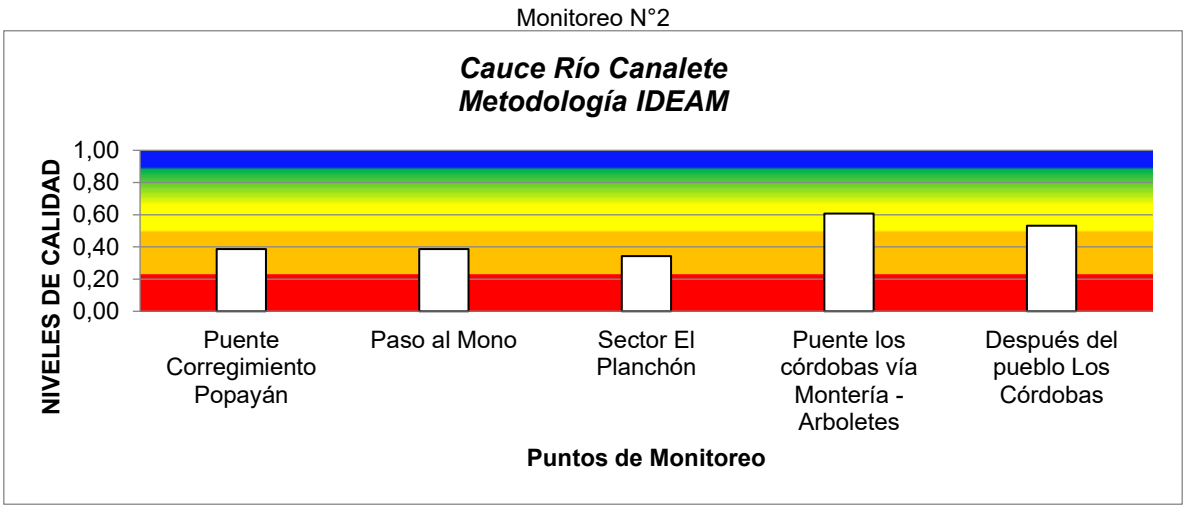
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente Corregimiento Popayán	<3.00	<0.200
Paso al Mono	<3.00	<0.200
Sector El Planchón	<3.00	0.213
Después del pueblo Los córdobas	<3.00	<0.200
Puente los córdobas vía Montería - Arboletes	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua-ICA en las estaciones de monitoreo localizadas en el cauce principal del Río Canalete, registraron valores de clasificación Mala para los puntos ubicados en el Puente corregimiento Popayán, Paso el mono y Sector el planchón.

Figura 102. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Río Canalete

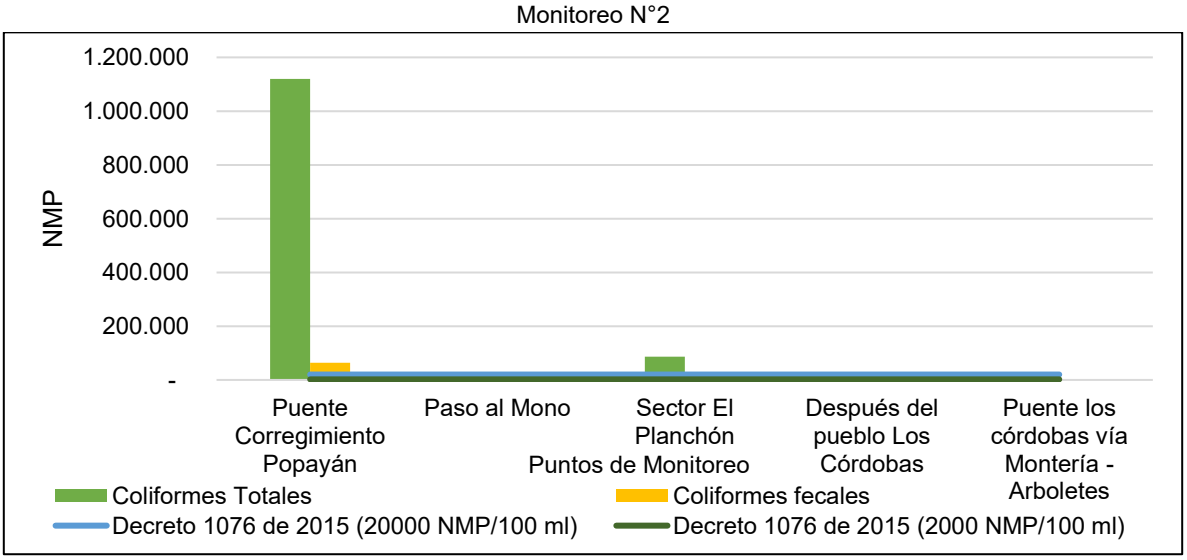


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Se registraron concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales por encima del criterio de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico, definido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), a excepción del monitoreo en la estación Paso al Mono, Después del pueblo Los córdobas y Puente los córdobas vía Montería – Arboletes.

Figura 103. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Río Canalete



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

11 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS DEL DEPARTAMENTO – MONITOREO N°2

11.1 ACUÍFERO CERRITO

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo N°2 realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero el cerrito se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ y $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$, presentando características de aguas dulces o continentales. Para el caso del índice $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$ los valores entre 0,2 y 9,2 para aguas con características oceánicas.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Puerto Libertador, San José de Uré y Buenavista.

Tabla 40. Índices Hidrogeoquímicos - Acuífero Cerrito
Monitoreo N°2

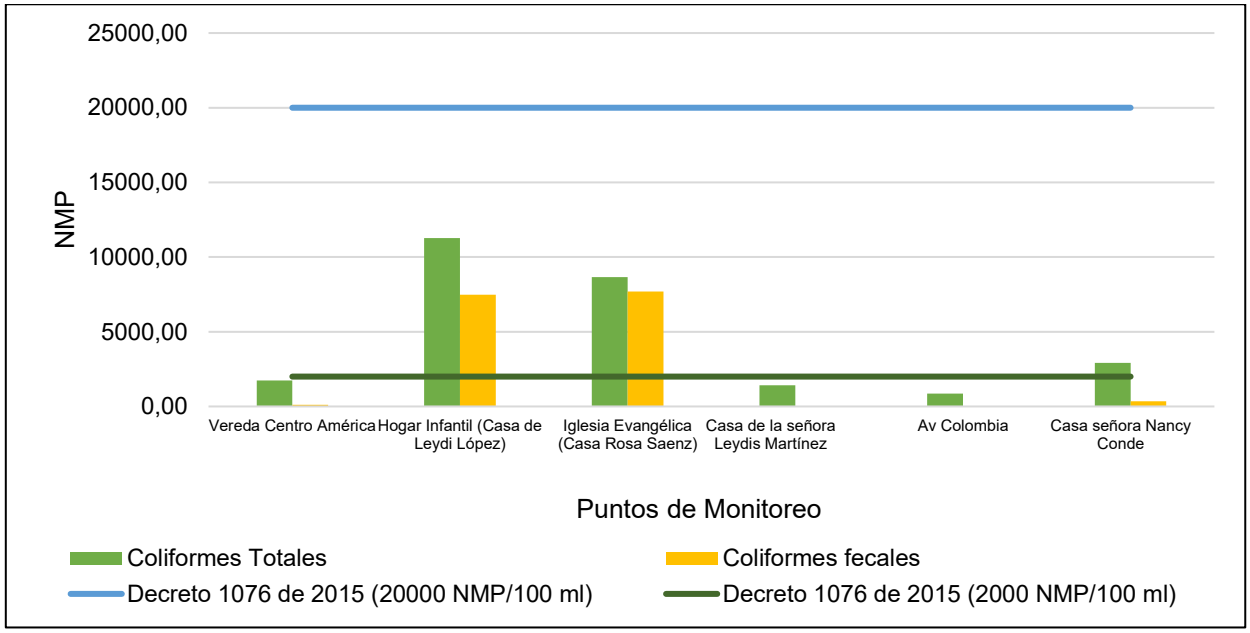
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{Na^{+}}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Vereda Centro América	Puerto Libertador	0,30	0,11	1,06	0,20	1,29	-0,37
Hogar Infantil (Casa de Leydi López)	San José de Uré	0,32	0,03	1,84	0,62	0,36	-0,30
Iglesia Evangélica (Casa Rosa Sáenz)	San José de Uré	0,21	0,08	1,27	0,71	0,50	-0,59
Casa de la señora Leydis Martínez	Montelíbano	4,16	0,16	3,17	9,20	0,10	0,31
Av Colombia	Buenavista	0,18	1,17	0,96	0,11	0,74	-0,41
Casa señora Nancy Conde	Planeta Rica	0,46	0,18	1,41	0,91	0,29	0,02

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Las concentraciones de coliformes totales se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos hasta 20.000 microorganismos/100 ml para coliformes totales. Para el caso de Coliformes Fecales los valores en los puntos ubicados en Hogar infantil (Casa de Leydi López) e Iglesia evangélica (Casa Rosa Sáenz), fueron superiores a lo establecido en el decreto (2.000 microorganismos/100 ml)

Gráfico 1. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Cerrito
Monitoreo N°2



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

11.2 ACUÍFERO BETULIA

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo N°2 realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Betulia se presentaron valores entre 0,01 y 60 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ y $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor positivo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Ayapel.

Tabla 41. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Betulia
Monitoreo N°2

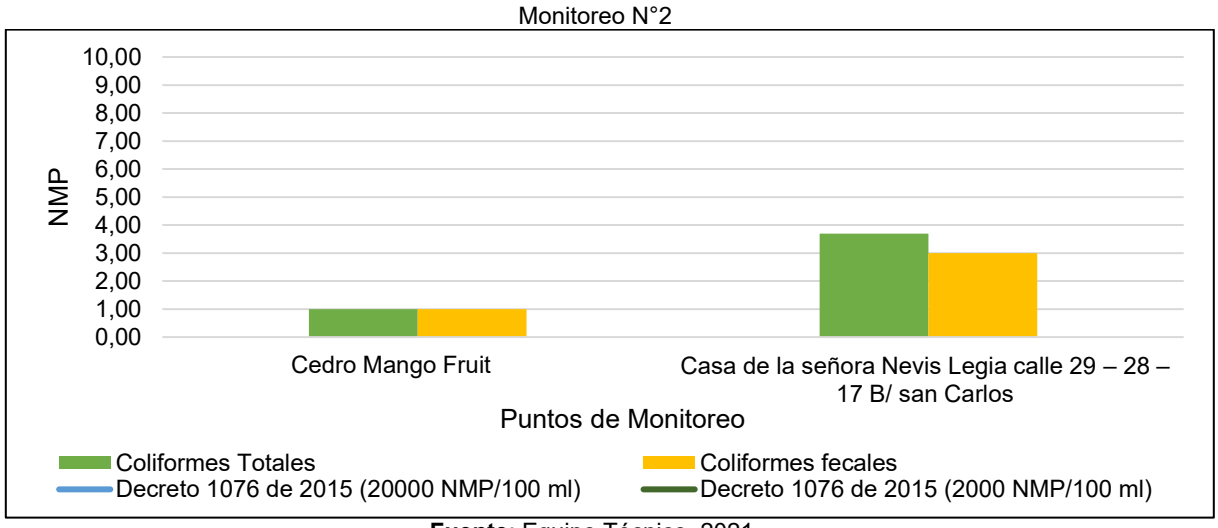
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Cedro Mango Fruit	Ayapel	0,30	0,06	4,45	1,12	0,74	0,71
Casa de la señora Nevis Legia calle 29 – 28 – 17 B/ san Carlos	Ayapel	60,83	0,01	4,27	29,27	0,03	0,53

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Las concentraciones de coliformes totales se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos en hasta 20.000 microorganismos/100 ml para coliformes totales y 2.000 microorganismos/100 ml para coliformes fecales.

Figura 104. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Betulia



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

11.3 ACUÍFERO ARENAS MONAS

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo N°2 realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Arenas Monas se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Canalete, Los córdobas y Puerto Escondido.

Tabla 1. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Arenas Monas
Monitoreo N°2

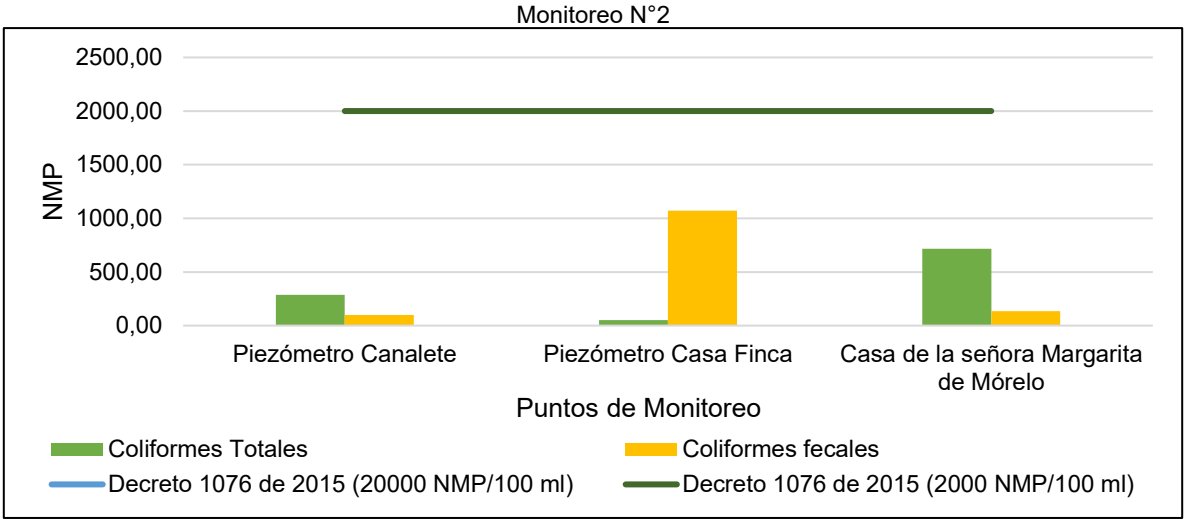
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Piezómetro Canalete	Canalete	0,35	0,05	0,59	0,33	2,09	-1,36
Piezómetro Casa Finca	Los córdobas	0,09	0,30	2,06	0,15	0,34	-1,50
Casa de la señora Margarita de Mórelo	Puerto Escondido	0,39	0,03	2,09	0,78	1,30	-0,54

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos en hasta 20.000 microorganismos/100 ml para coliformes totales y 2.000 microorganismos/100 ml para coliformes fecales.

Figura 105. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Arenas Monas



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

11.4 ACUÍFERO RÍO SINÚ

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo N°2 realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Río Sinú se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Santa Cruz de Lorica, Ciénaga de Oro y Montería

Tabla 42. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Río Sinú
Monitoreo N°2

Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Pozo Agua La Bendición	Tierralta	1,28	0,15	3,98	0,93	0,53	0,30
Finca	Santa Cruz de Lorica	0,15	0,04	1,82	1,39	1,00	-0,46
Tangaras	Ciénaga de Oro	0,25	0,10	0,65	0,22	1,87	-3,40
IE Barrio Prieto	Ciénaga de Oro	0,13	0,04	0,30	0,17	1,92	-2,27
Loma Grande	Montería	0,23	0,05	1,20	1,27	0,45	-0,14

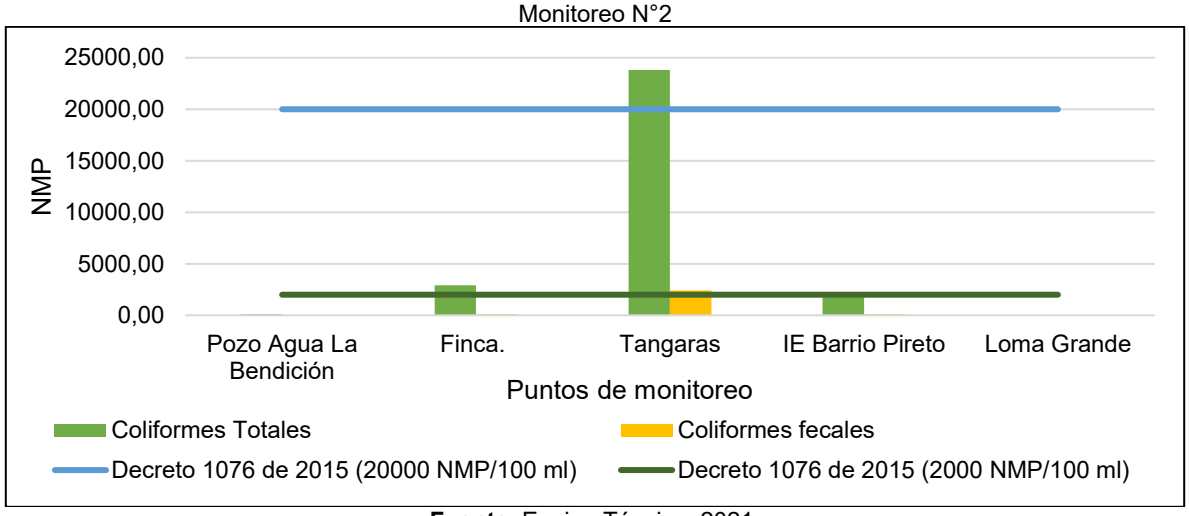
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), excepto en el punto ubicado en el municipio de Cienaga de Oro denominado Tangaras.

Figura 106. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Río Sinú

Monitoreo N°2



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

11.5 ACUÍFERO SINCELEJO

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo N°2 realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Sincelejo se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl}^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Sahagún.

Tabla 43. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Sincelejo
Monitoreo N°2

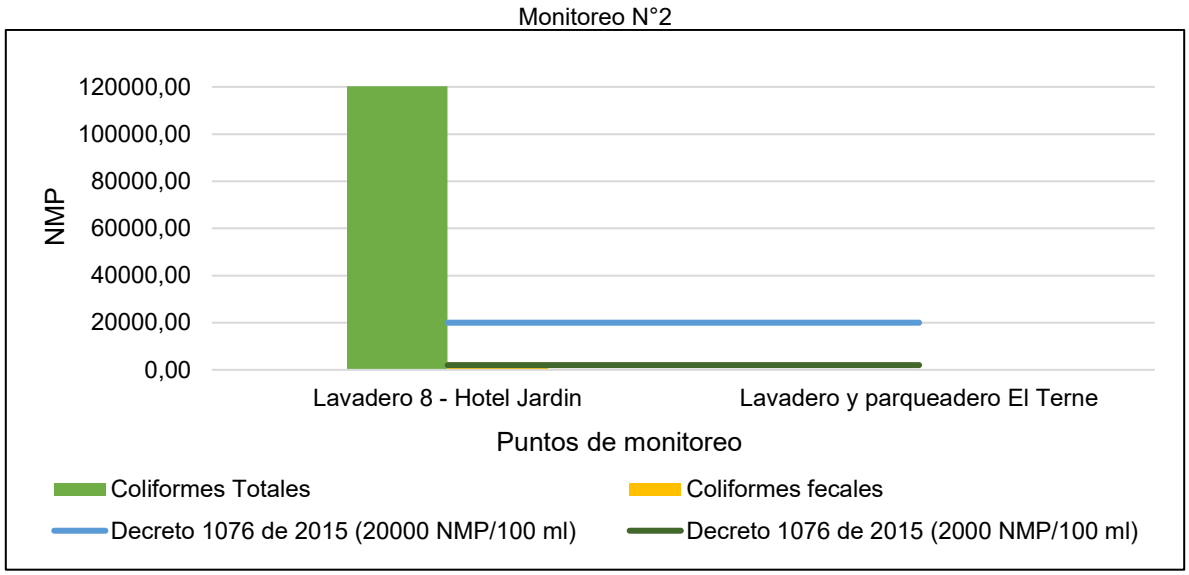
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}\mathrm{Mg}^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl}^{-}}$
Lavadero 8 - Hotel Jardín	Chinú	0,71	0,27	0,73	0,44	0,07	0,04
Lavadero y parqueadero El Terne	Sahagún	0,67	0,05	1,63	0,26	0,65	-0,56

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

En el punto ubicado en Chinú, se registraron valores de coliformes totales por encima de los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos en hasta 20.000 NMP/100 ml.

Figura 107. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Sincelejo



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

12 SEDIMENTOS

Con el fin de identificar los impactos generados en las características de calidad del agua, se procedió al monitoreo y análisis de los parámetros fisicoquímicos en los sedimentos de las estaciones de monitoreo en igual frecuencia de los monitoreos y análisis de calidad de agua.

A través de la Tabla 41, se muestran los resultados reportados en el transcurso del monitoreo N°2, evidenciando las mayores concentraciones sobre las estaciones localizadas en el Río San Jorge, a la altura de la Bocatoma del acueducto del área urbana del municipio de Montelíbano y del corregimiento La Balsa, municipio de la Apartada. En relación a las concentraciones de mercurio, en el transcurso de los tres monitoreos, registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método. En relación a los valores de pH se determinaron entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos en intervalos 6,2 a 7,9.

Tabla 44. Concentraciones de Arsénico y Mercurio monitoreado en los sedimentos de las estaciones de monitoreo de calidad de agua localizadas

Punto de monitoreo	Municipio	Arsénico (mg As/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Ph
Puente vía corregimiento Villanueva	Puerto Libertador	0,610	<0,200	6,66
Tornorojo	Puerto Libertador	0,5	<0,200	6,71
Bocas de Uré	San José de Uré	0,5	<0,200	7,11

Pueblo Flecha	San José de Uré	0,5	<0,200	6,7
Puente Uré	San José de Uré	0,5	<0,200	6,86
Bocatoma Acueducto	Montelíbano	1,18	<0,200	7,9
La Balsa	La Apartada	0,954	<0,200	7,60
La Pesquera	Montelíbano	0,954	<0,200	7,52
Puente Metálico	La Apartada	1,04	<0,200	7,61

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

13 RESULTADOS DEL TERCER MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

13.1 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DEL RÍO SINÚ

OXÍGENO DISUELTO.

Durante la ejecución de la segunda jornada de monitoreos de calidad de agua del Río Sinú, el oxígeno disuelto, mediante el método de modificación de azida, codificado en SM 4500-O G en el STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, reportaron valores ajustados a los criterios de calidad definidos en los diferentes usos establecidos en la sección 9 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

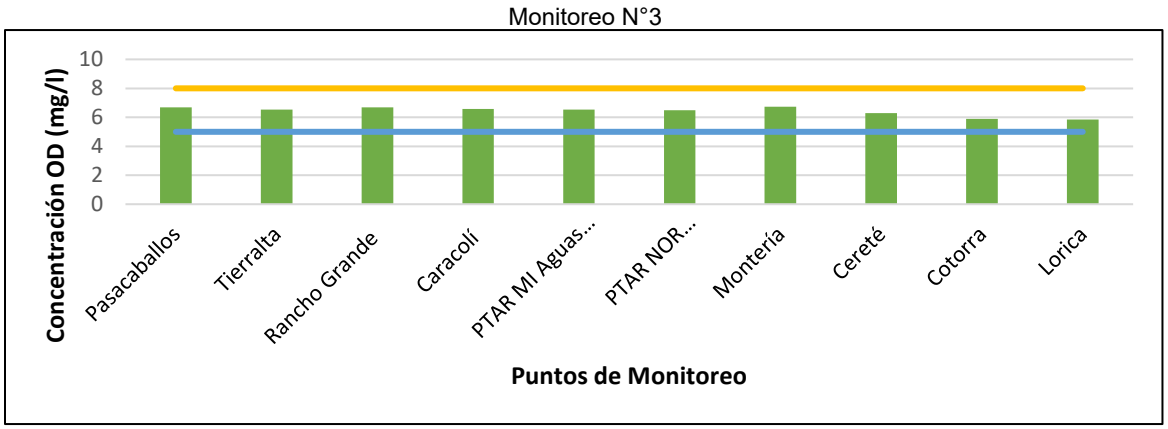
Tabla 45. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

Concentración OD (mg/L)	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0 - 5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5 - 8	Aceptable	Concentraciones de OD adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8 -12	Buena	
> 12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Fuente: (Guillermo Goyenola - RED MAPSA, 2007)

De igual manera, en referencia a las diferentes condiciones presentadas en los ecosistemas acuáticos, la concentración de oxígeno disuelto se presenta en concentraciones aceptables con un rango de valores entre 5,8 mg/l – 6,9 mg/l.

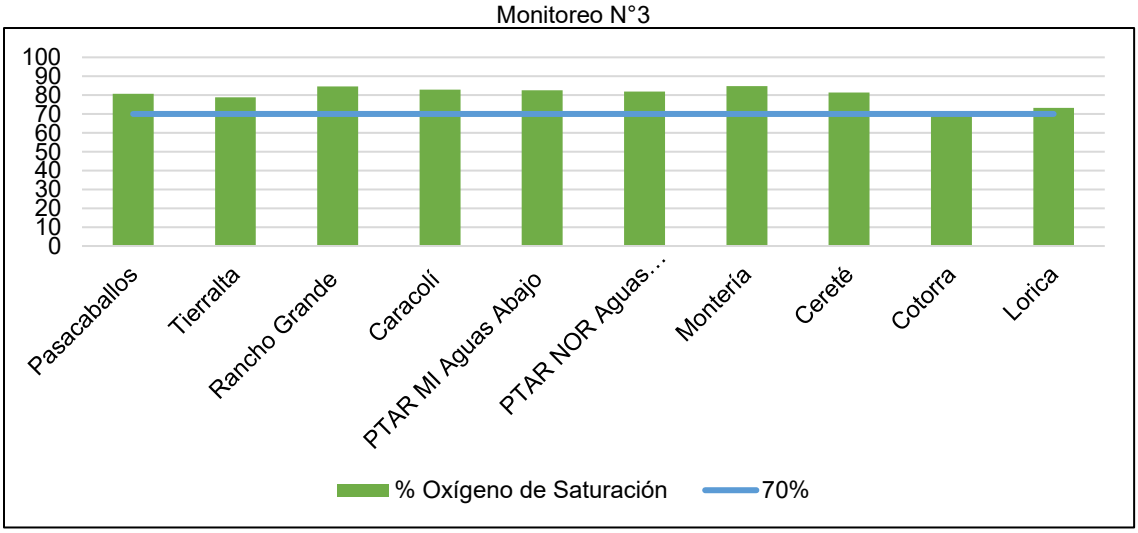
Figura 108. Concentración de oxígeno Disuelto – Rio Sinú



Fuente: Equipo técnico, 2021.

De acuerdo al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación a lo largo del monitoreo presentó valores superiores al 70 %.

Figura 109. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Rio Sinú

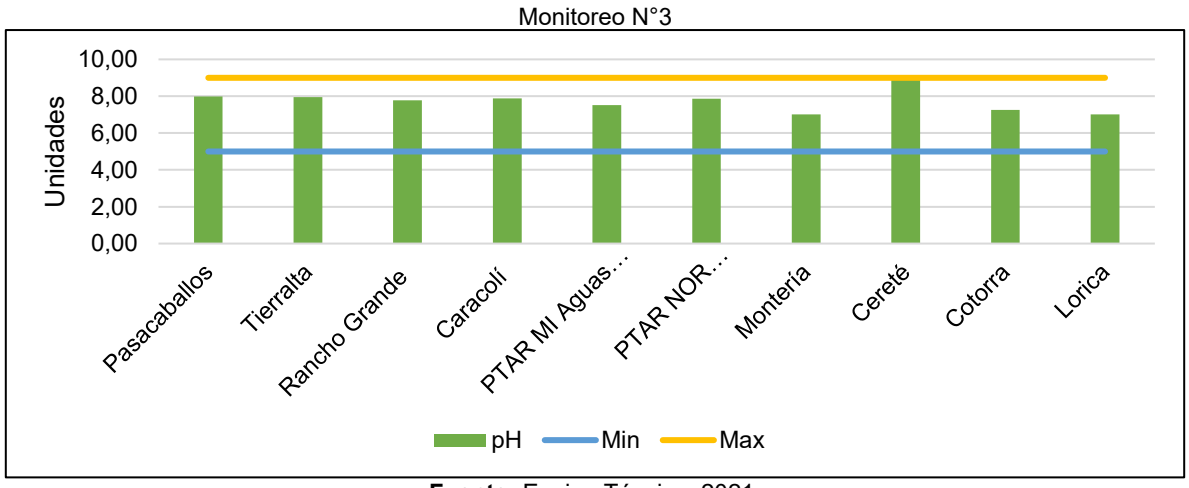


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH presentado en los puntos de monitoreo del Río Sinú, registraron valores ligeramente alcalinos con un rango entre 7 y 9 que de acuerdo el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 se encuentra dentro del rango 5 a 9 admisible para consumo humano.

Figura 110. Valores de pH – Rio Sinú

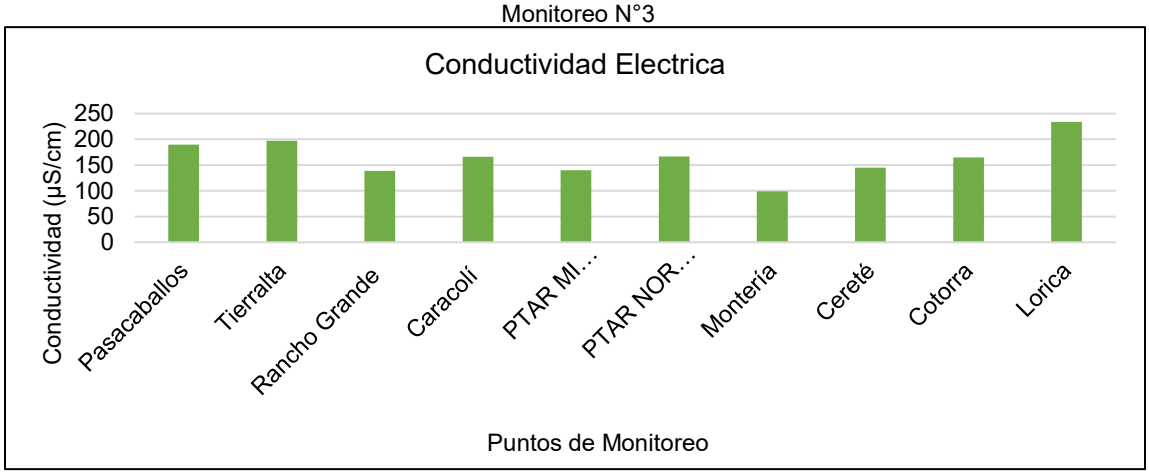


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro durante el monitoreo N°3 realizado sobre el cauce principal del Río Sinú durante el año 2021, presentó valores mayormente en el intervalo entre 90 µS/cm y 250 µS/cm.

Figura 111. Conductividad – Rio Sinú



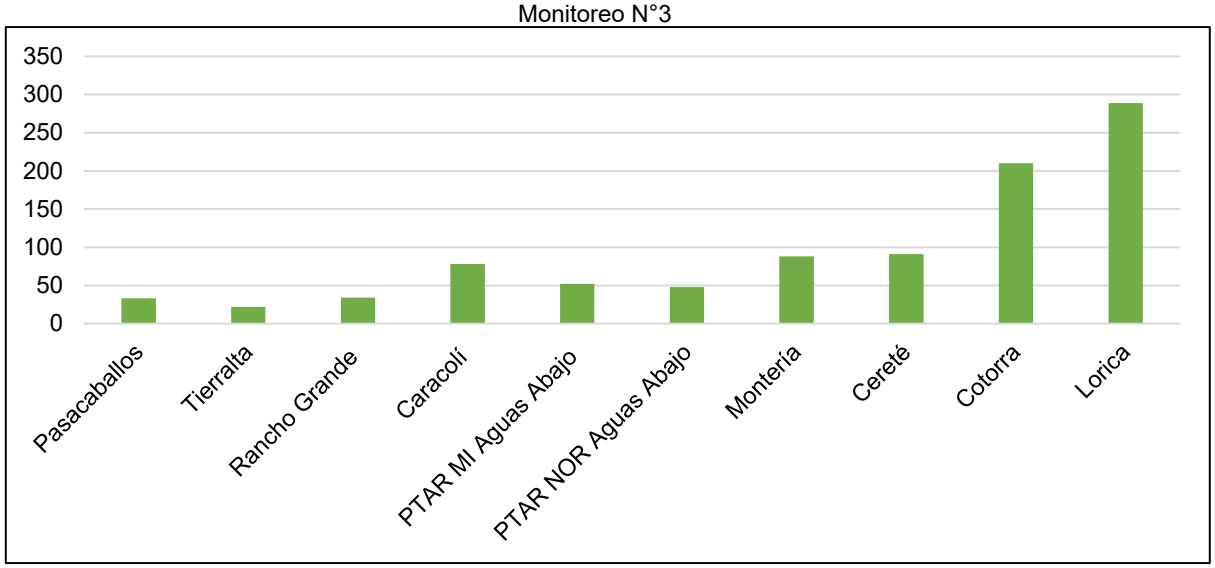
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

SOLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Durante el monitoreo se registraron concentraciones de solidos suspendidos con valores inferiores a 140 mg/L, siendo este un valor ajustado teniendo en cuenta los niveles de turbidez históricos y la presencia de precipitaciones en el Río Sinú.

Figura 112. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Rio Sinú

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

De acuerdo a la Tabla 43, el nitrógeno-N analizado en las estaciones durante la primera jornada de monitoreo en el 2021, registró valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. Mientras que los valores de fósforo total-P registro valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 46. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Rio Sinú
Monitoreo N°3

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Pasacaballos	<3.00	<0.200
Tierralta	<3.00	<0.200
Rancho Grande	<3.00	<0.200
Caracolí	<3.00	<0.200
PTAR MI Aguas Abajo	<3.00	<0.200
PTAR NOR Aguas Abajo	<3.00	<0.200
Montería	<3.00	<0.200
Cereté	<3.00	<0.200
Cotorra	<3.00	<0.200
Lorica	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

INDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA

El cálculo del ICA se realizó a partir de los siguientes parámetros: Oxigeno de saturación, Conductividad eléctrica, Solidos suspendidos, pH, fosforo y nitrógeno. De acuerdo a esto se obtuvieron valores de ICA entre 0,44 y 0,67 que de acuerdo con lo estipulado en el decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, se encuentra dentro del rango Regular.

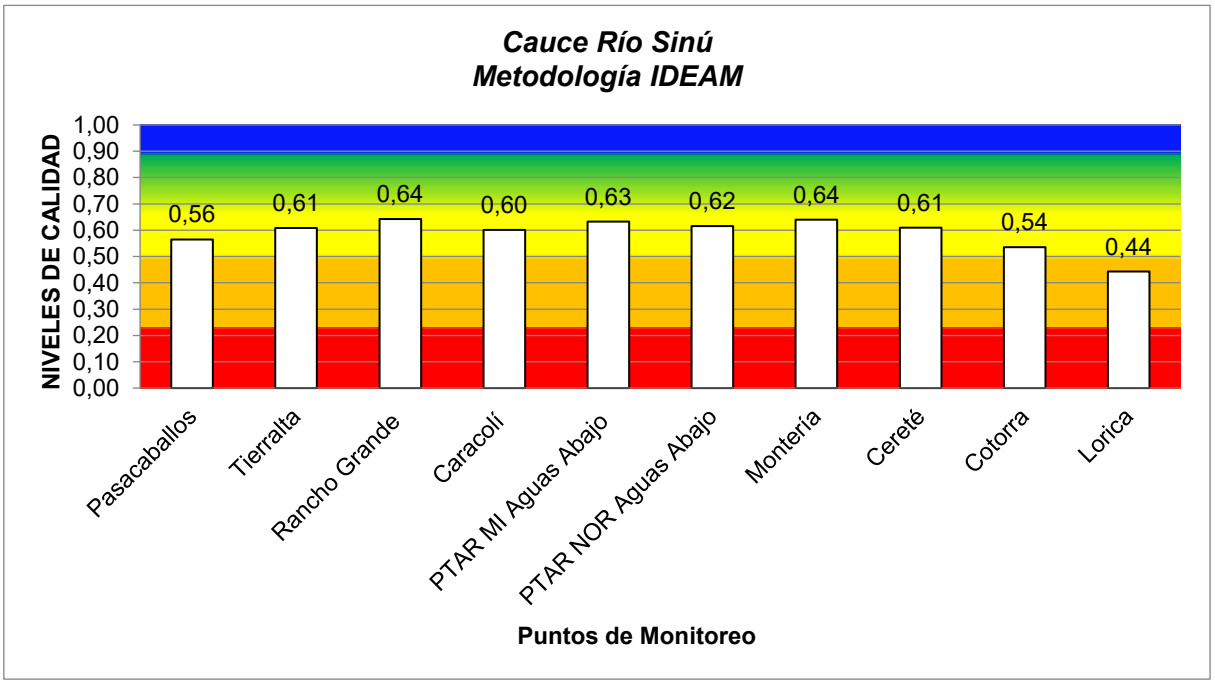
Tabla 47. Clasificación índice ICA

Valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0-0,25	Muy Mala	Rojo
0,26-0,50	Mala	Naranja
0,51-0,70	Regular	Amarillo
0,71-0,90	Aceptable	Verde
0,91-1	Buena	Azul

Fuente: Metodología de cálculo ICA, IDEAM

Figura 113. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Rio Sinú

Monitoreo N°3

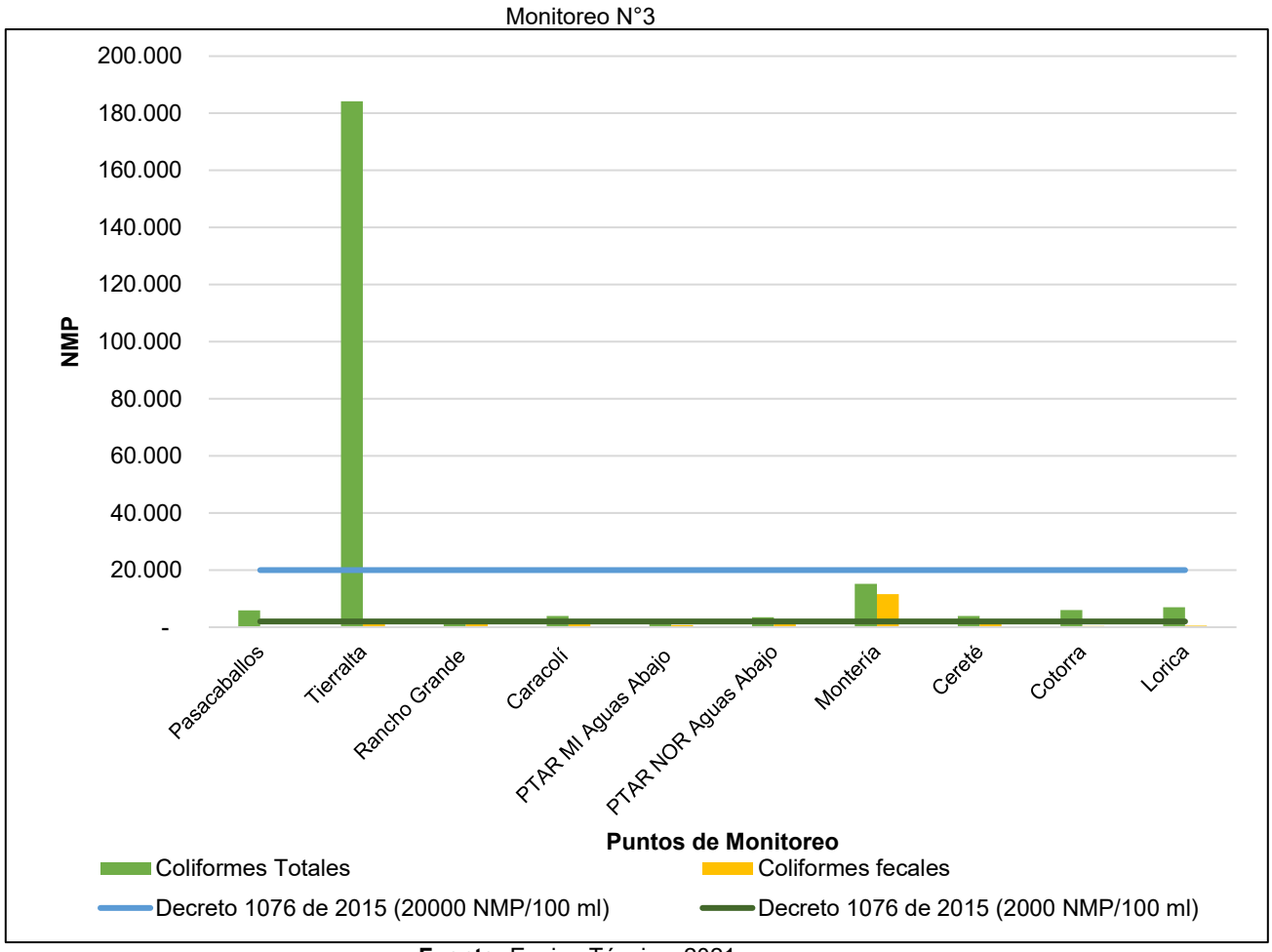


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES FECALES Y COLIFORMES TOTALES

Se registraron en concentraciones de coliformes totales ajustadas a los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo, definido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), excepto por el punto ubicado en Tierralta donde el valor supera los 180.000 NMP/100 ml. Para el caso de los coliformes fecales, el punto Montería presento valores por encima del límite establecido (11580 NMP/100 ml).

Figura 114. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Rio Sinú

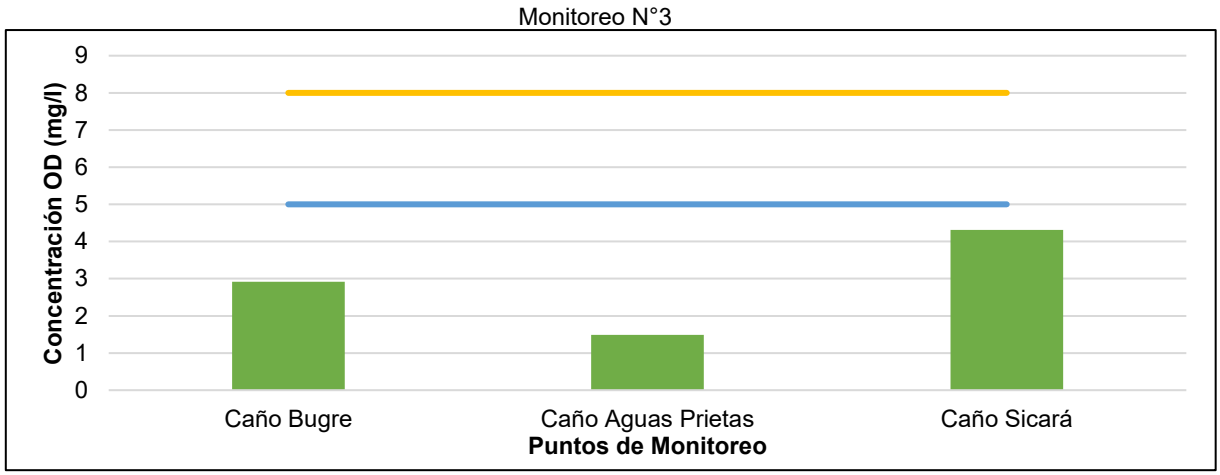


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

13.2 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE LOS CAÑOS AFLUENTES DEL RÍO SINÚ. OXÍGENO DISUELTO

Los valores de oxígeno disuelto en los caños aferentes al Río Sinú registraron concentraciones en el rango de 1 y 4,3; lo cual, de acuerdo a los criterios de calidad para destinación en la conservación de fauna y flora, según lo definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), se ajusta a una condición de hipoxia que conlleva a la desaparición de organismos y especies sensibles.

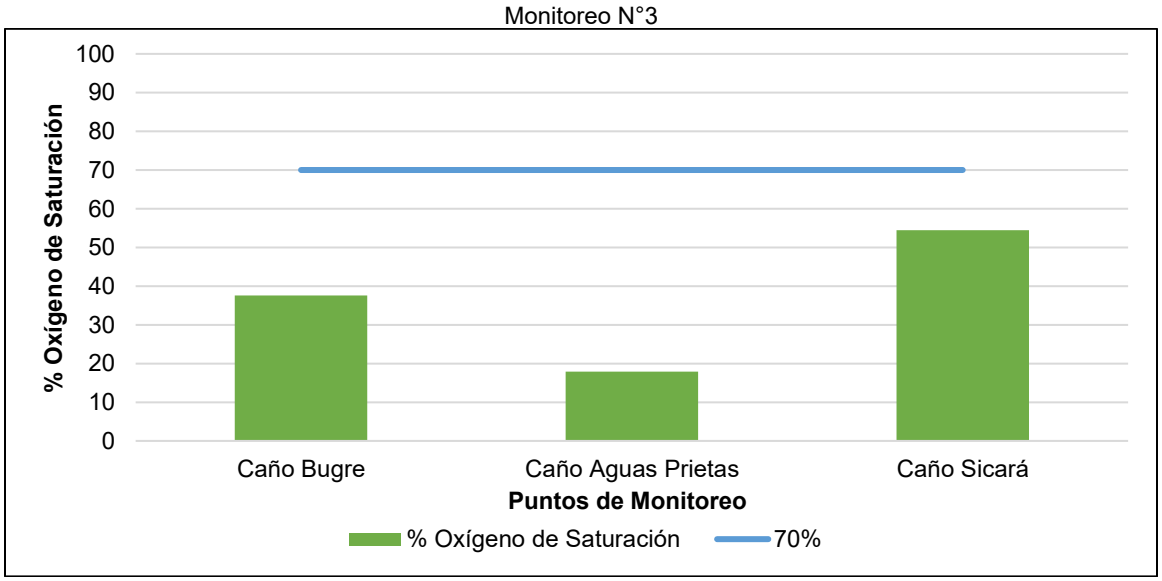
Figura 115. Concentración de oxígeno Disuelto – Caño Afluentes Río Sinú



Fuente: Equipo técnico, 2021.

De acuerdo a la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura tomada in situ, el porcentaje de oxígeno de saturación registró valores inferiores al límite permisible (70%) de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, en el artículo 2.2.3.3.9.8.

Figura 116. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Caño Afluentes Río Sinú

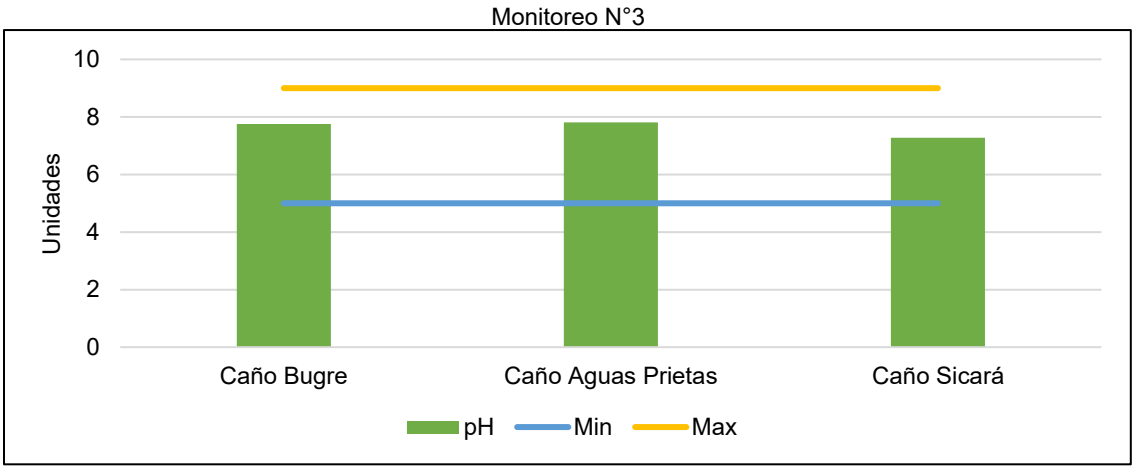


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El comportamiento del pH en los caños afluentes al Río Sinú durante la tercera jornada de monitoreo en el año 2021, registraron valores ligeramente alcalinos entre 7,2 y 7,8.

Figura 117. Valores de pH – Caño Afluentes Río Sinú

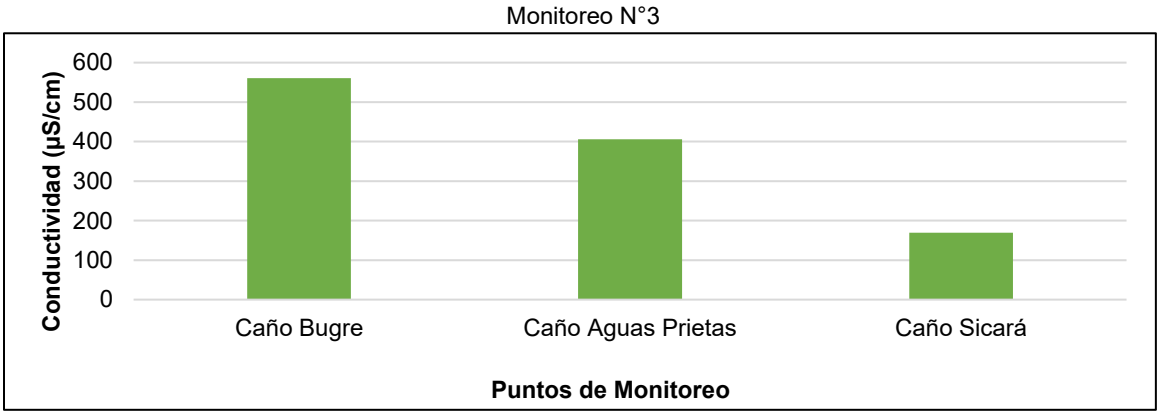


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica durante el tercer monitoreo registró valores entre 150 µS/cm y 570 µS/cm, siendo la estación localizada sobre el cauce principal del caño Bugre la de mayores valores.

Figura 118. Conductividad – Caño Afluentes Rio Sinú



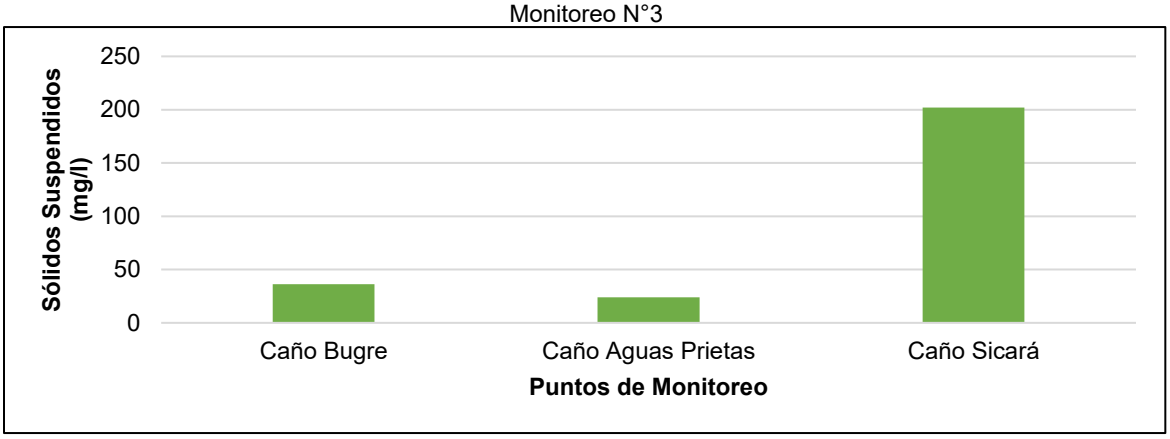
Fuente: Equipo técnico, 2021

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de los sólidos Suspendidos totales registrados durante el tercer monitoreo de calidad del agua en los caños afluentes al Río Sinú, registraron valores inferiores a 200 mg/l.

Figura 119. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Caño Afluentes Rio Sinú

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno-N analizado en las estaciones de monitoreo, registró valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. por otra parte, las concentraciones de fósforo total-P registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l

Tabla 48. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Rio Sinú
Monitoreo N°3

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Caño Bugre	<3.00	<0.200
Caño Aguas Prietas	<3.00	0.252
Caño Sicará	<3.00	<0.200

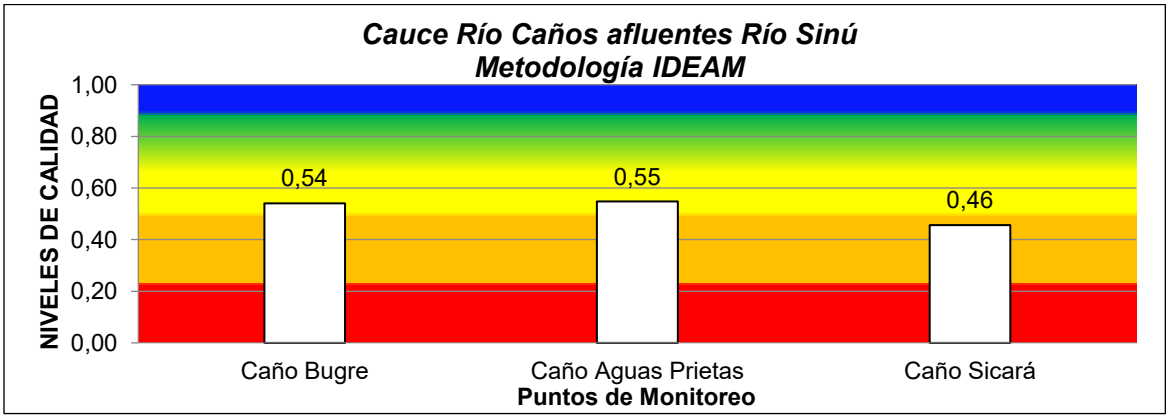
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

INDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA

El índice de Calidad de Agua-ICA para las estaciones localizados en los caños afluentes al Río Sinú, se registraron valores de 0,45 a 0,55 con clasificación Regular. Con excepción del punto ubicado en caño Sicará con clasificación mala.

Figura 120. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Caño Afluentes Rio Sinú

Monitoreo N°3

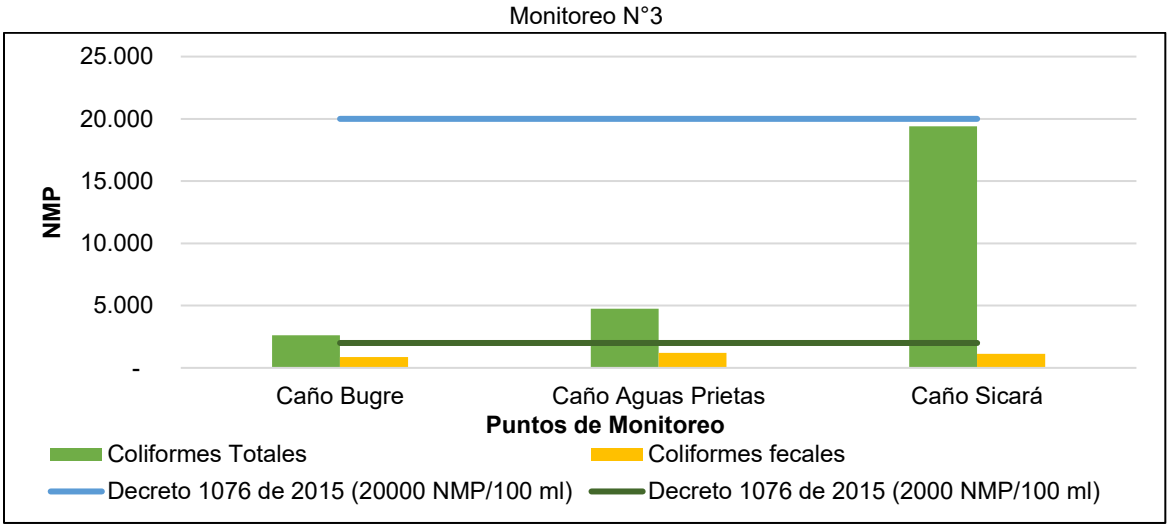


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Se registraron concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales ajustables al criterio de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico, definido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

Figura 121. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Caño Afluentes Rio Sinú



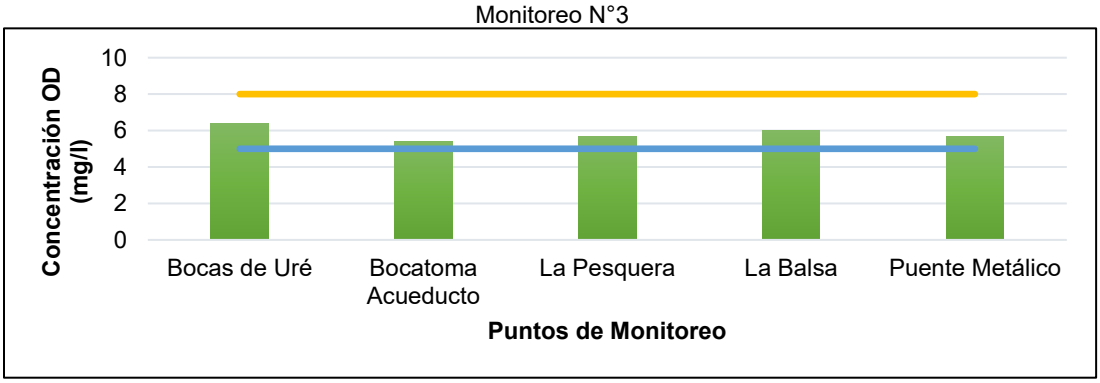
Fuente: Equipo técnico, 2021.

13.3 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DEL RÍO SAN JORGE

OXÍGENO DISUELTO

Se registraron valores de Oxígeno disuelto entre 5 y 7, donde de acuerdo a los criterios de calidad definidos en los diferentes usos establecidos en la sección 9 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), son adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

Figura 122. Concentración de oxígeno Disuelto – Río San Jorge

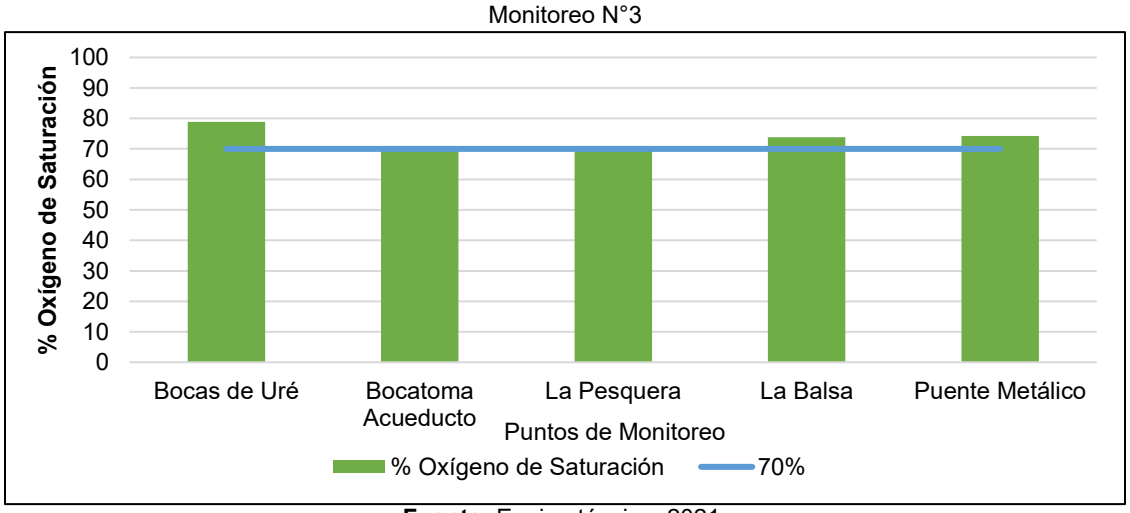


Fuente: Equipo técnico, 2021.

Conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de

saturación en los puntos de monitoreo de calidad de agua del Río San Jorge presentó valores superiores al 70 %

Figura 123. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Río San Jorge

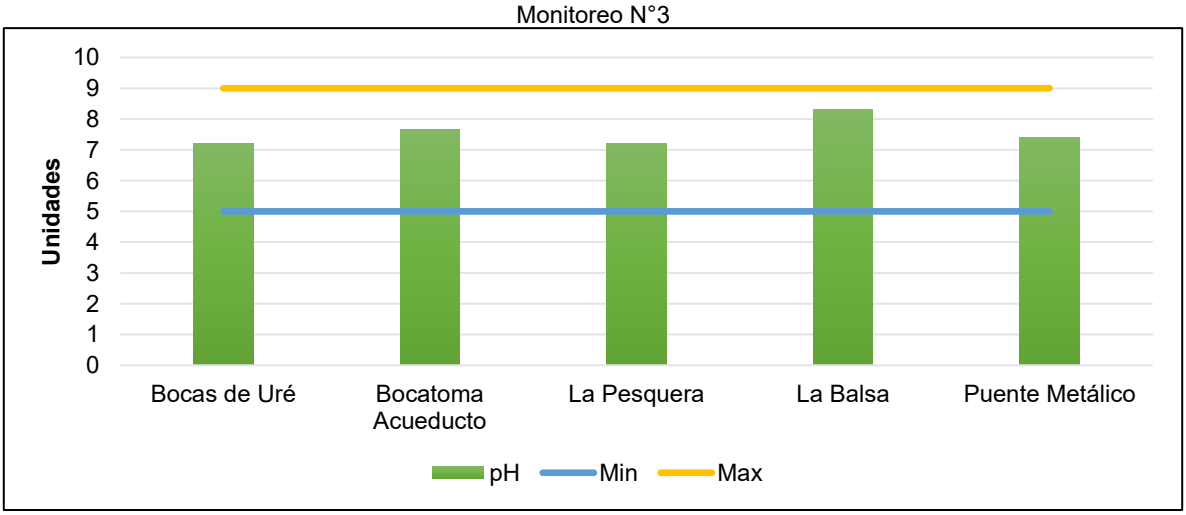


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

Durante el tercer monitoreo realizado en el cauce del Río San Jorge, el pH presentó condiciones ligeramente alcalinas, con valores en un rango entre 7 y 9.

Figura 124. Valores de pH – Río San Jorge

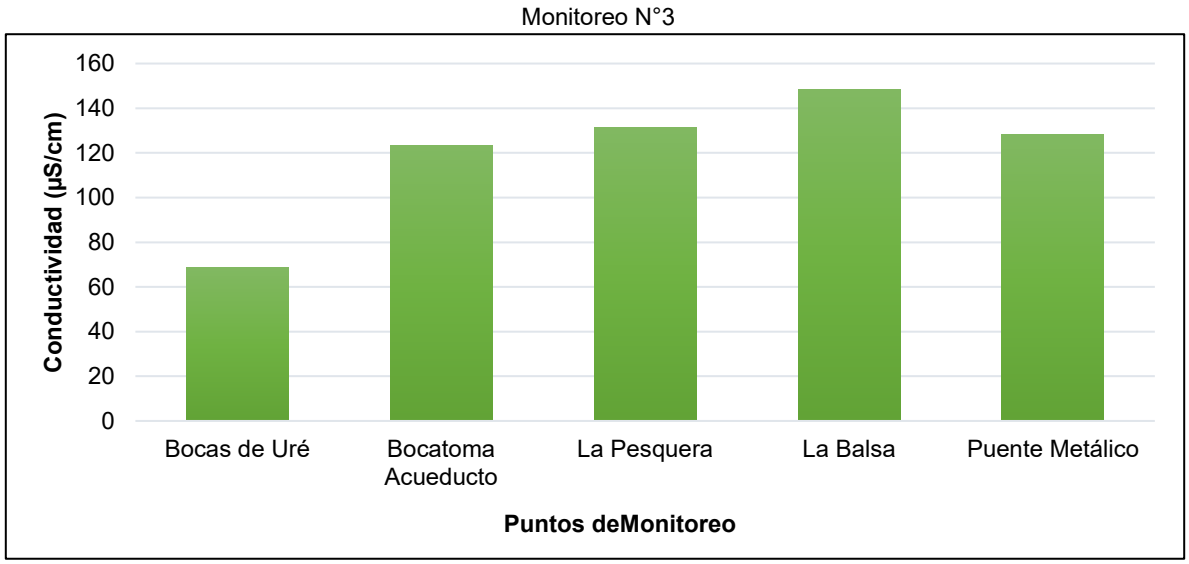


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Durante el tercer monitoreo del año 2021, a lo largo del cauce del Río san Jorge se reportaron valores inferiores a 150 µS/cm.

Figura 125. Conductividad – Rio San Jorge

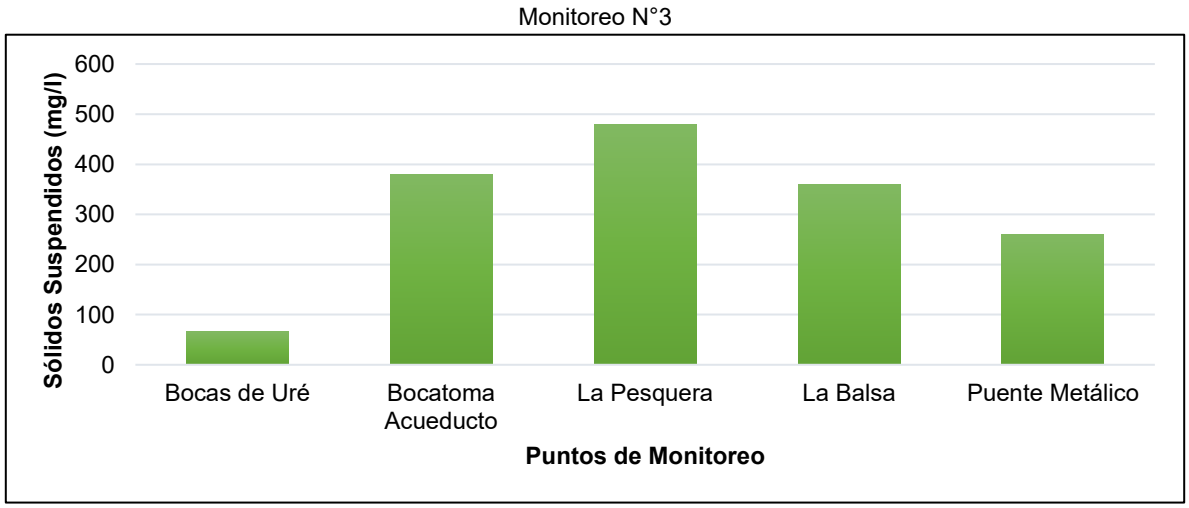


Fuente: Equipo técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Se registraron concentraciones con rango de valores entre 480 y 260 mg/l en las estaciones localizadas en el cauce del Río San Jorge. Para el caso del punto de monitoreo en Bocas de Uré ubicado en el municipio de San José de Uré, se registró un valor de 66 mg/l.

Figura 126. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Caño Afluentes Rio Sinú



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno total analizado en durante los tres monitoreos registraron valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l, mientras que las concentraciones de fosforo total se registraron en valores inferiores 0,50 mg P/l, a excepción de la estación La Pesquera, La Balsa y Puente Metálico durante el monitoreo.

Tabla 49. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Rio San Jorge
Monitoreo N°3

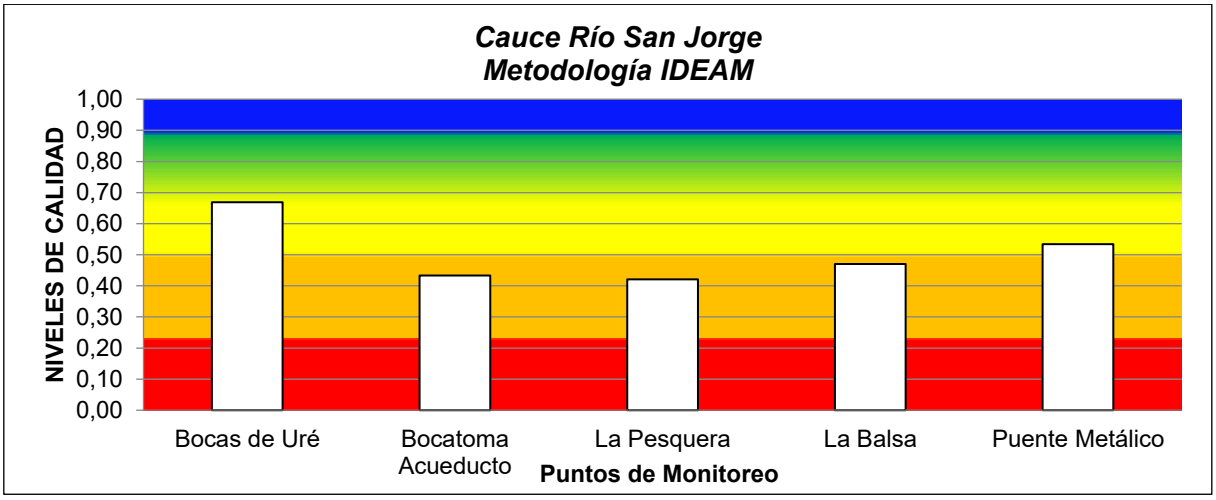
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Bocas de Uré	<3.00	<0.200
Bocatoma Acueducto	<3.00	<0.200
La Pesquera	<3.00	<0.200
La Balsa	<3.00	<0.200
Puente Metálico	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

INDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA

Los índices de Calidad de Agua-ICA determinados en las estaciones de monitoreo localizadas en el cauce principal del Río San Jorge, se determinaron en intervalos que van entre 0,42 y 0,67 con clasificación Regular y Aceptable.

Figura 127. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Rio San Jorge
Monitoreo N°3

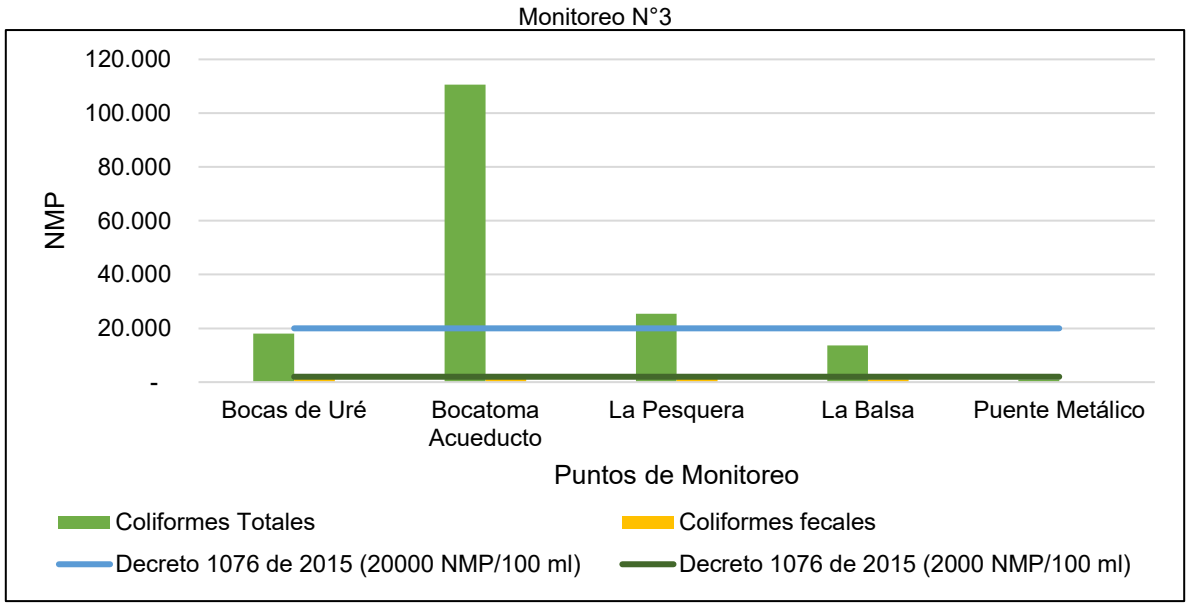


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el monitoreo No.3, en las estaciones de monitoreo de calidad de agua del Río San Jorge, para los puntos Bocatoma acueducto y La Pesquera, registraron concentraciones de coliformes totales superiores a los límites permisibles, definidos en los criterios de calidad de agua para destinación de consumo humano y doméstico con tratamiento previo, definido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, evidenciando de éste modo la injerencia de las descargas de aguas residuales (Minambiente, 2015).

Figura 128. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Rio San Jorge

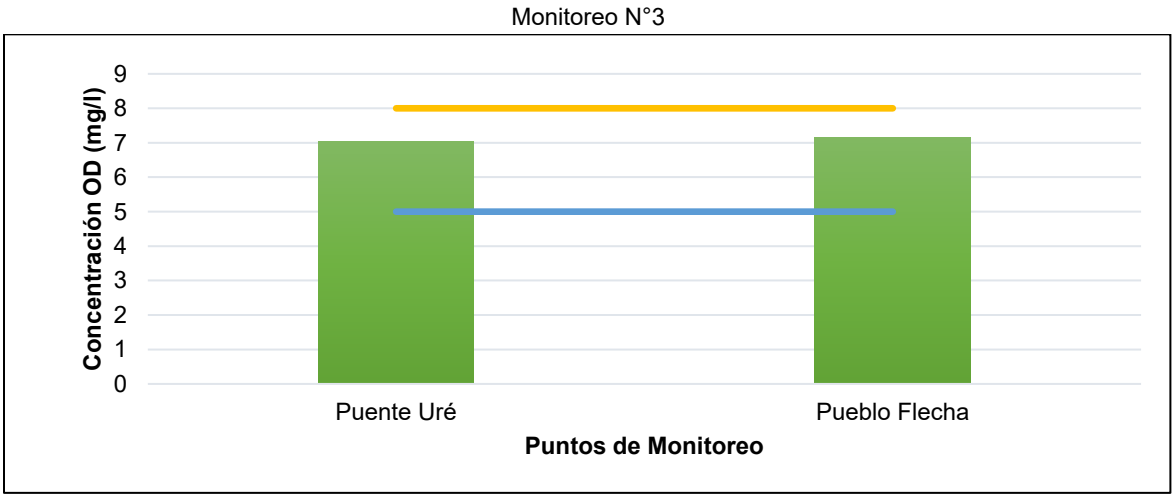


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

13.4 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DE LA QUEBRADA URÉ. OXÍGENO DISUELTO

La concentración de oxígeno disuelto en las dos estaciones localizadas en la quebrada Uré, registraron concentraciones de 7,05 y 7,15 mg/l respectivamente. De acuerdo a esta condición, las concentraciones de oxígeno disuelto garantizan el desarrollo de especies de peces y organismos acuáticos.

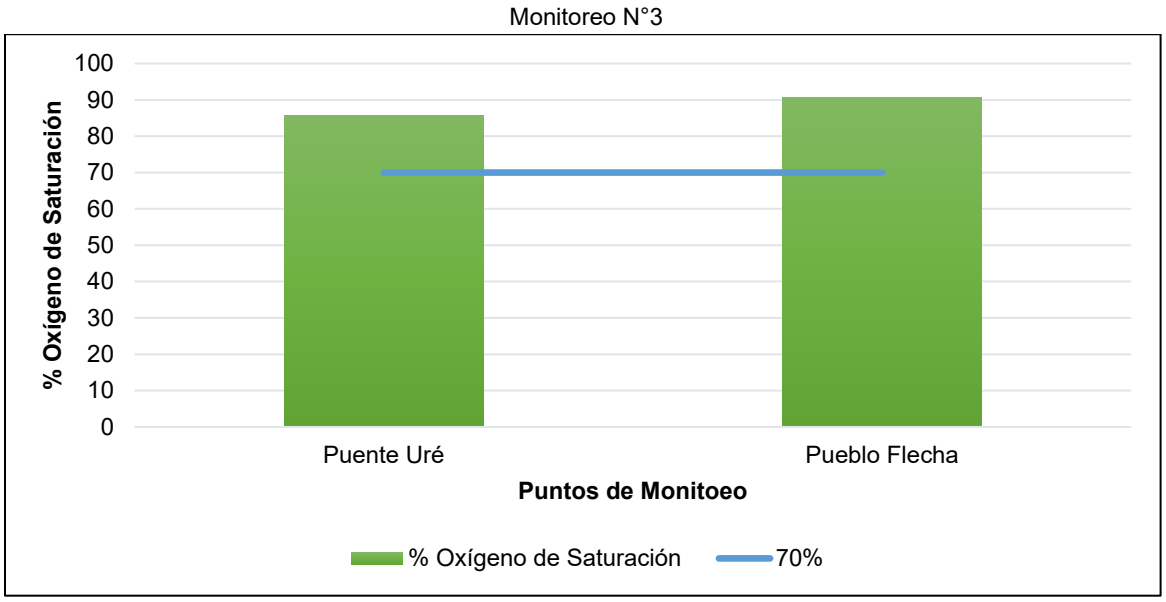
Figura 129. Concentración de oxígeno Disuelto – Quebrada Uré



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

En referencia a la temperatura tomada in situ y a la concentración de oxígeno disuelto determinado mediante el método de Modificación de azida, el comportamiento de este parámetro registró valores superiores a 70% (Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, en el artículo 2.2.3.3.9.8)

Figura 130. Porcentaje de oxígeno de Saturación – Quebrada Uré

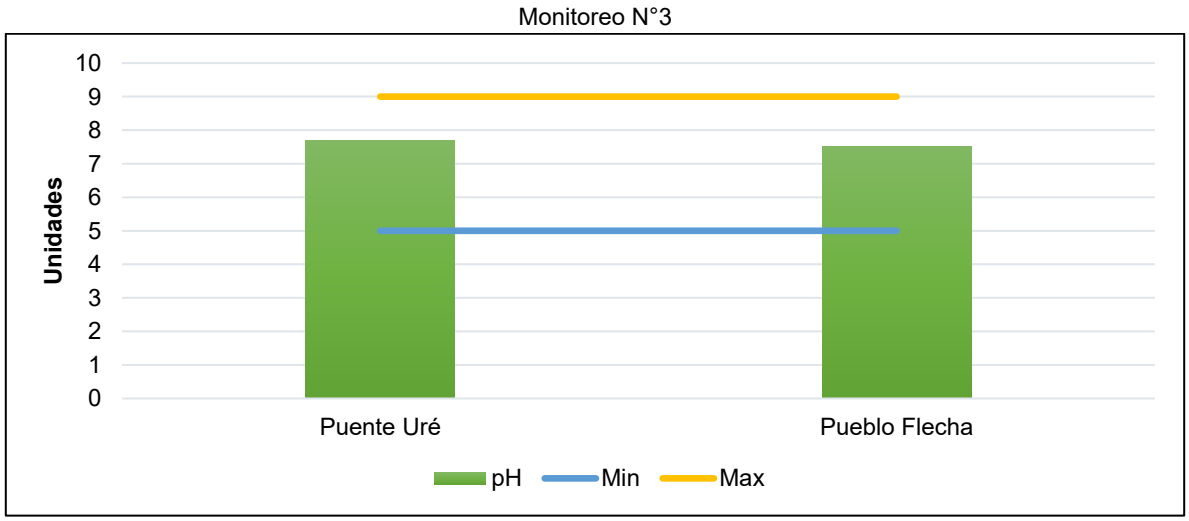


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

pH

El pH del tramo de la quebrada Uré evaluada por medio los dos puntos de monitoreo, durante el transcurso del tercer monitoreo, registraron valores ligeramente alcalinos, con reporte de 7,51 y 7,68.

Figura 131. Valores de pH – Quebrada Uré



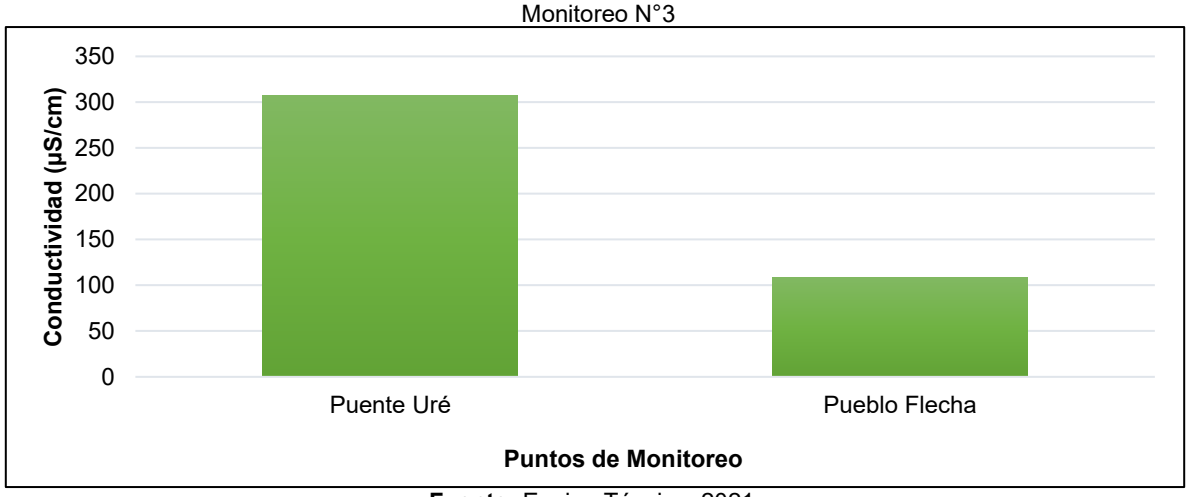
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre la quebrada Uré, registró valores inferiores a 310 µS/cm.

Figura 132. Conductividad – Quebrada Uré

Monitoreo N°3



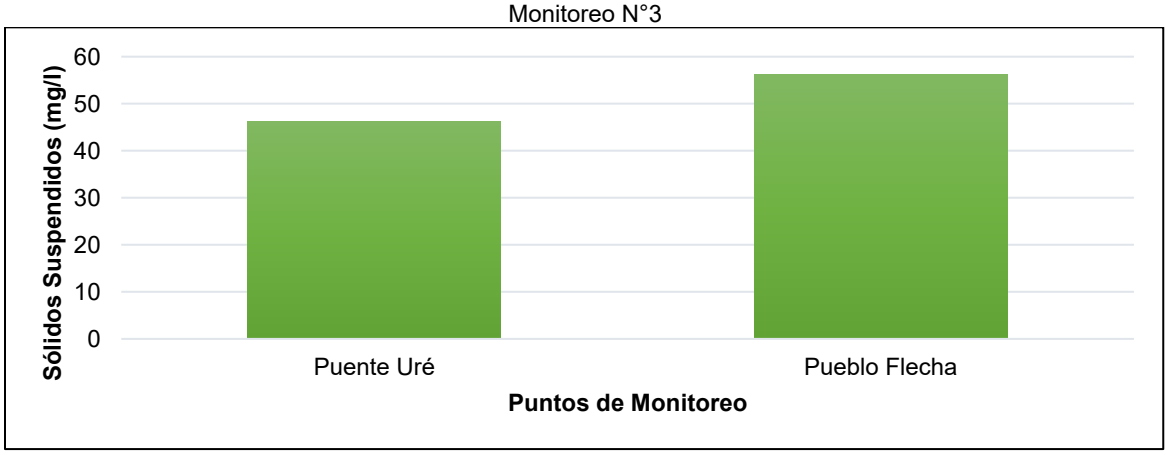
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de los Sólidos Suspendidos Totales - SST durante el monitoreo, registró concentraciones inferiores a 60 mg/l.

Figura 133. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Quebrada Uré

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO TOTAL

Las concentraciones de nitrógeno total analizado en durante los monitoreos de la quebrada Uré, registraron valores inferiores al límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l, mientras que las concentraciones de fosforo total se registraron en valores inferiores 0,50 mg P/l

Tabla 50. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total - Quebrada Uré
Monitoreo N°3

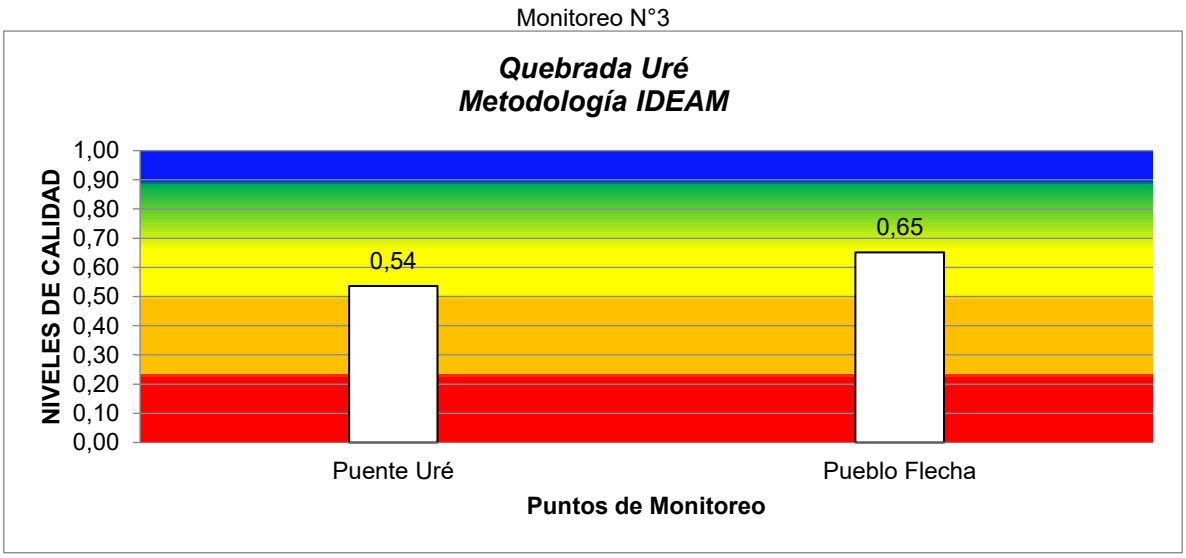
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente Uré	<3.00	<0.200
Pueblo Flecha	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

El comportamiento de la calidad del agua de la quebrada Uré durante el tercer monitoreo realizado, registró valores 0,54 y 0,65 de clasificación regular.

Figura 134. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Quebrada Uré

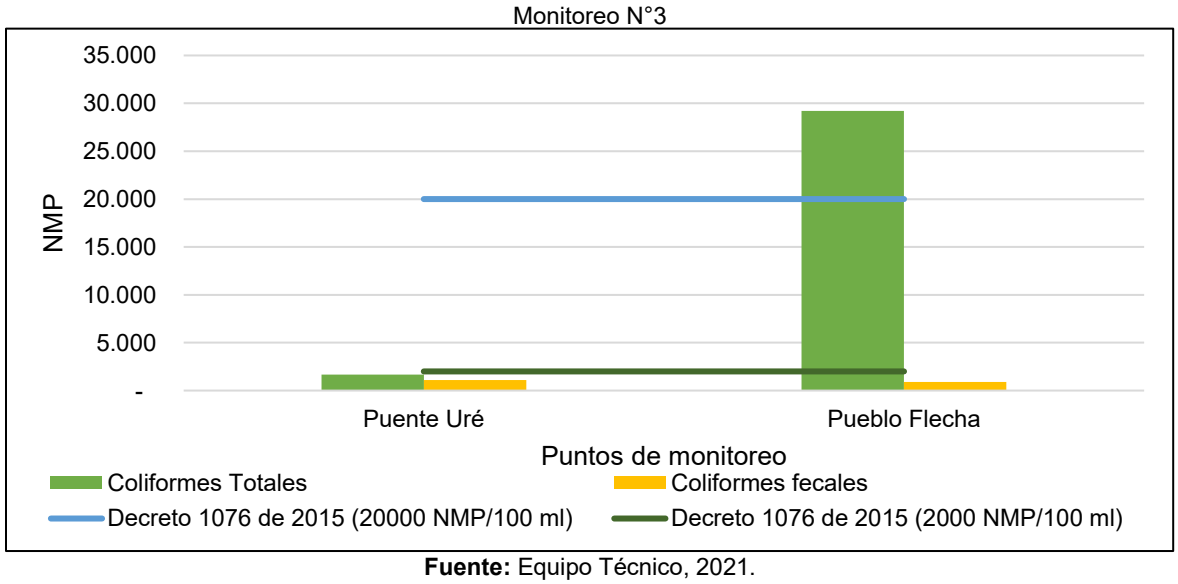


Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

El punto localizado en Pueblo Flecha ubicado se registra concentraciones de coliformes totales superiores a los límites máximos permisibles definidos en los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo.

Figura 135. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Quebrada Uré



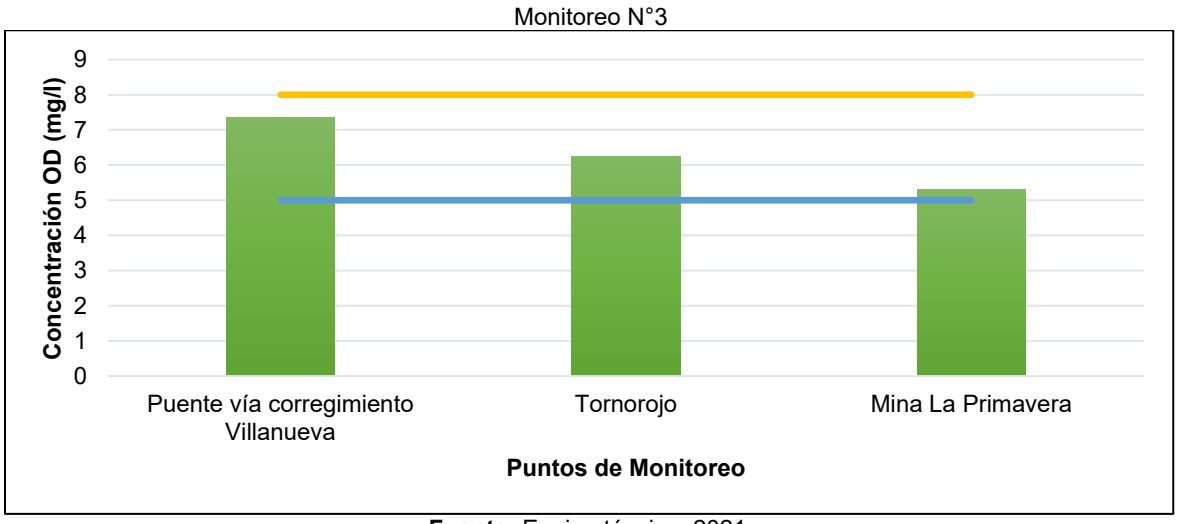
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

13.5 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE EL CAUCE DEL RÍO SAN PEDRO

OXÍGENO DISUELTO

El monitoreo de calidad de agua en el Río San Pedro, registró un rango de concentraciones que según lo definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), son condiciones factibles para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

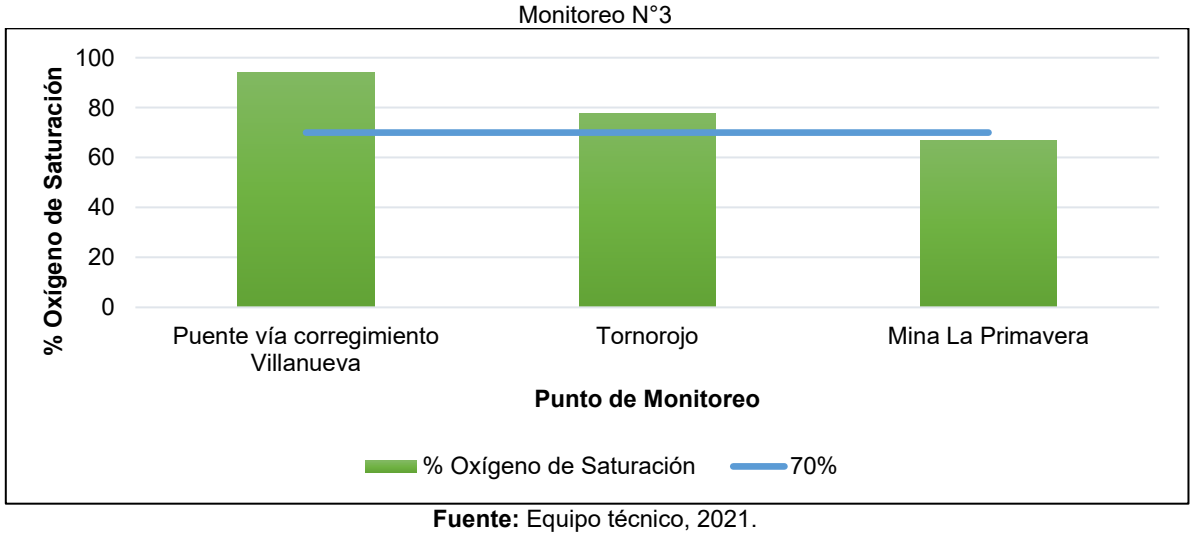
Figura 136. Concentración de oxígeno Disuelto – Río San Pedro



Fuente: Equipo técnico, 2021.

A partir de los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto y de las temperaturas analizadas in situ, conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación durante el monitoreo, presentó valores entre de 65% y 95%

Figura 137. Porcentaje de oxígeno de saturación – Río San Pedro

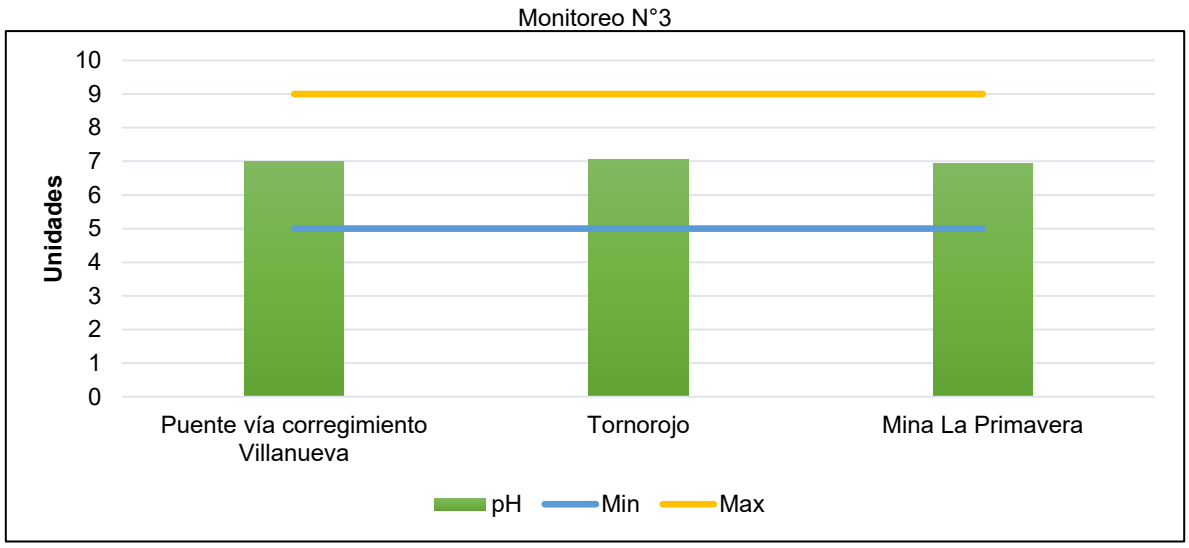


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH del cauce principal del Río San Pedro, en el transcurso del tercer monitoreo realizado, registró condiciones neutras con valores entre 6,9 a 7.

Figura 138. Valores de pH – Río San Pedro

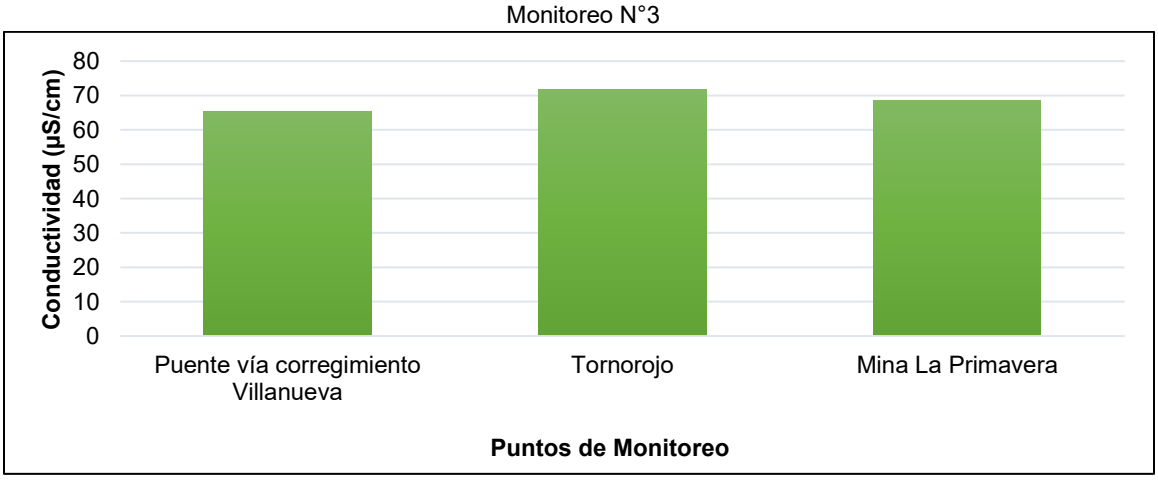


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre el Río San Pedro, registró valores inferiores a 75 µS/cm.

Figura 139. Conductividad – Río San Pedro



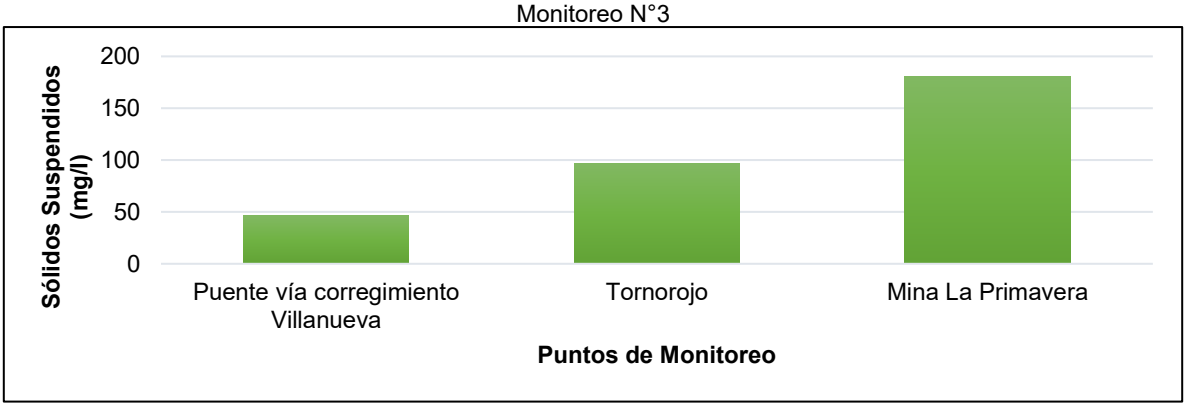
Fuente: Equipo técnico, 2021.

SOLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de solidos suspendidos durante el tercer monitoreo, variaron en un rango entre 46 y 180 mg/l en las estaciones ubicadas en el Rio San Pedro.

Figura 140. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Río San Pedro

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO

Las concentraciones obtenidas del nitrógeno-N durante para la segunda jornada de monitoreo en el 2021, presentando valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. En tanto a las concentraciones de fósforo total-P, se registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 51. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Río San Pedro
Monitoreo N°3

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente vía corregimiento Villanueva	<3.00	<0.200
Tornorojo	<3.00	<0.200
Mina La Primavera	<3.00	<0.200

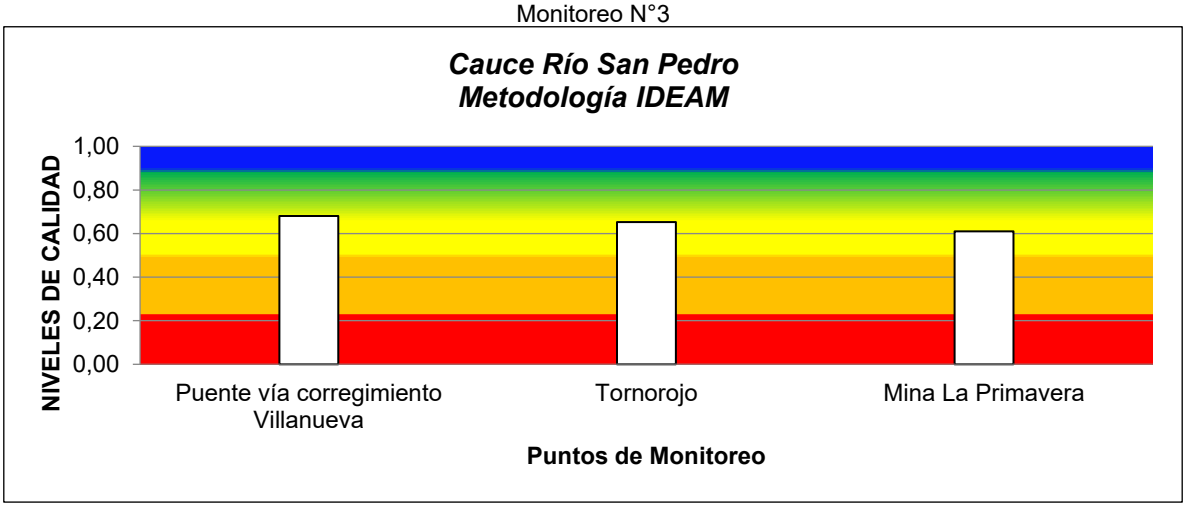
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua del Río San Pedro, durante el tercer monitoreo presentó valores de calificación regular con un rango que vario entre 0,61 y 0,68.

Figura 141. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Río San Pedro

Monitoreo N°3

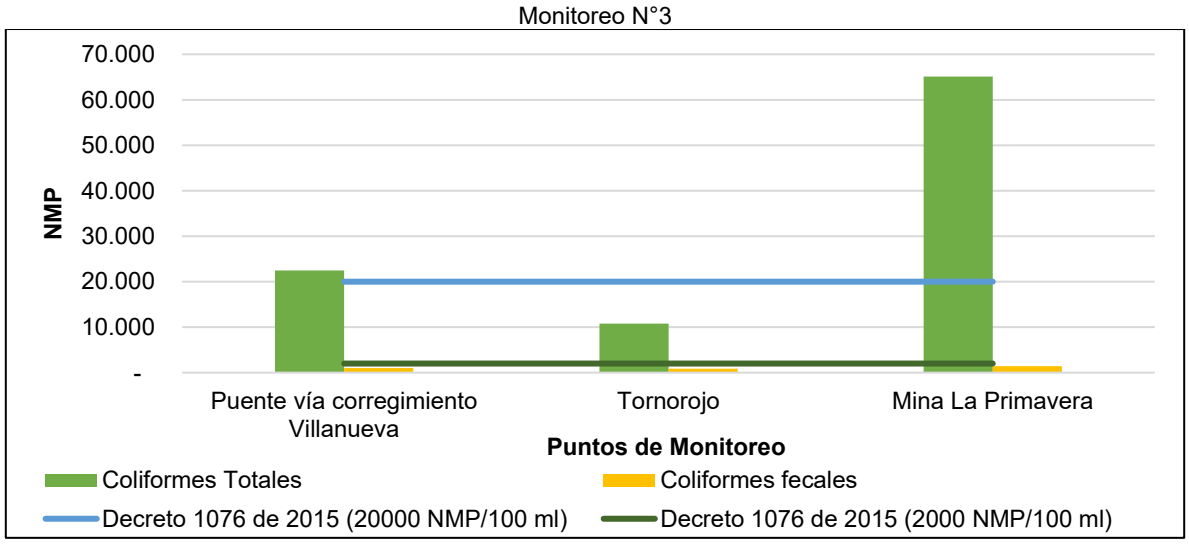


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el monitoreo No.2 se registraron en valores de coliformes totales superiores a los límites máximos permisibles en los puntos ubicados en el puente corregimiento Villa Nueva y Mina la primavera. Es de resaltar que el tramo evaluado sobre el Río San Pedro, se ubica la estructura de captación del sistema de acueducto convencional del área urbana del municipio de Puerto Libertador. Por lo tanto, se recomienda el seguimiento al Mapa de Riesgo de la Calidad del Agua por parte de la secretaría de Desarrollo a la Salud, teniendo en cuenta la categoría del municipio.

Figura 142. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Río San Pedro



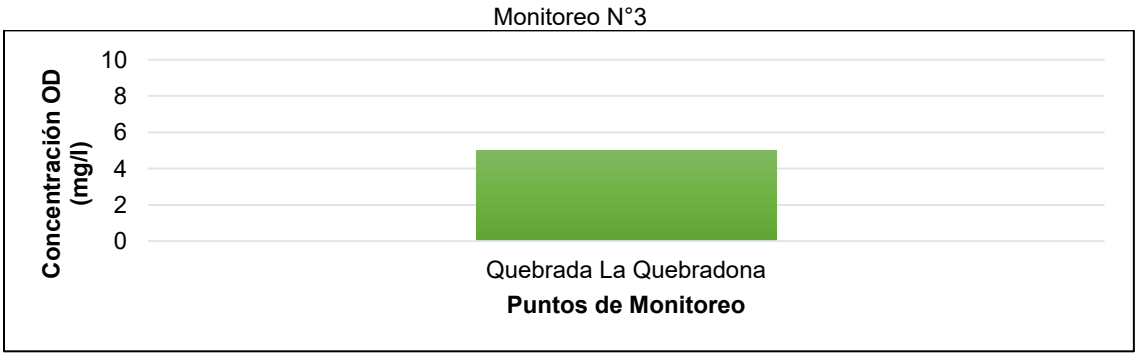
Fuente: Equipo técnico, 2021.

13.6 PUNTOS DE MONITOREO SOBRE LA QUEBRADA LA QUEBRADONA

OXÍGENO DISUELTO

Según lo definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, las concentraciones de oxígeno disuelto en este punto presentan condiciones aceptables para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.

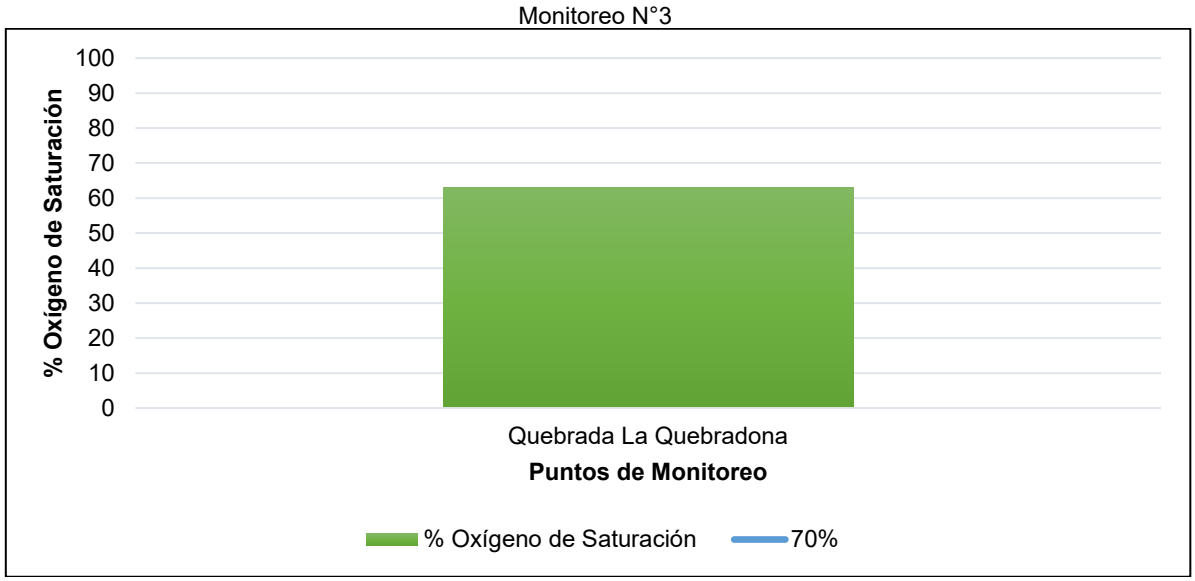
Figura 143. Concentración de oxígeno Disuelto – Quebrada La Quebradona



Fuente: Equipo técnico, 2021.

El porcentaje de oxígeno de saturación durante el monitoreo, el cual, conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, presentó valor menor al 70%.

Figura 144. Porcentaje de oxígeno de saturación – Quebrada La Quebradona

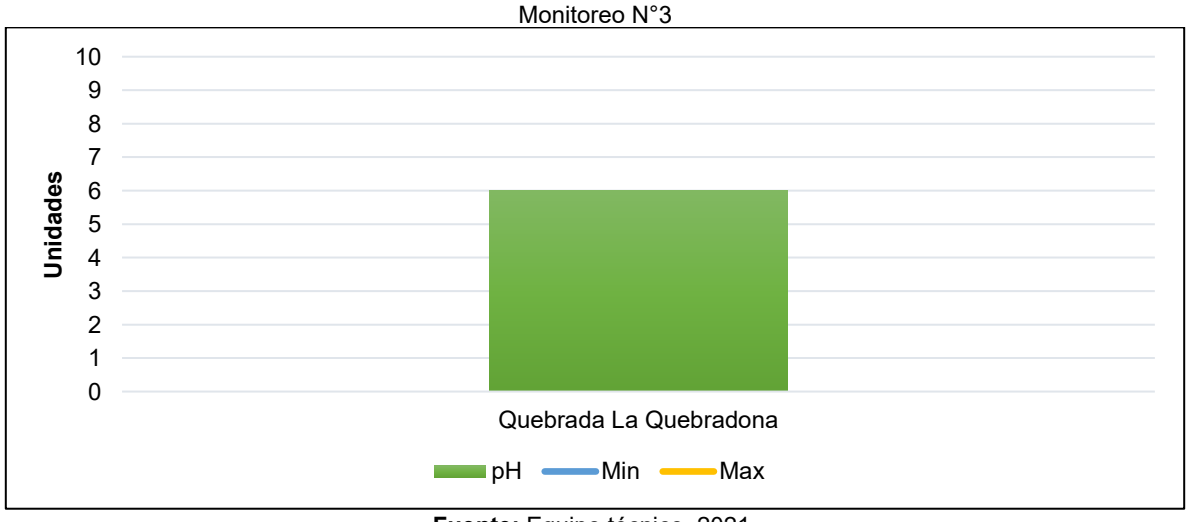


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

El pH durante el tercer monitoreo realizado sobre el cauce de la Quebrada La Quebradona, registró condiciones ligeramente ácido con valor de 6.

Figura 145. Valores de pH – Quebrada La Quebradona

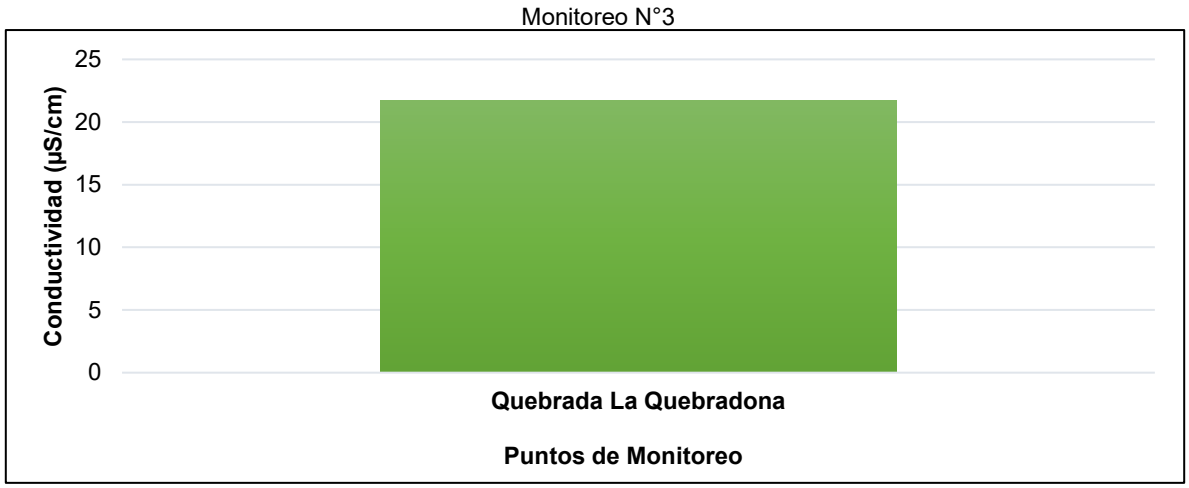


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El comportamiento de este parámetro a lo largo del tramo del monitoreo sobre la Quebrada La Quebradona, registró valores inferiores a 30 µS/cm.

Figura 146. Conductividad – Quebrada La Quebradona

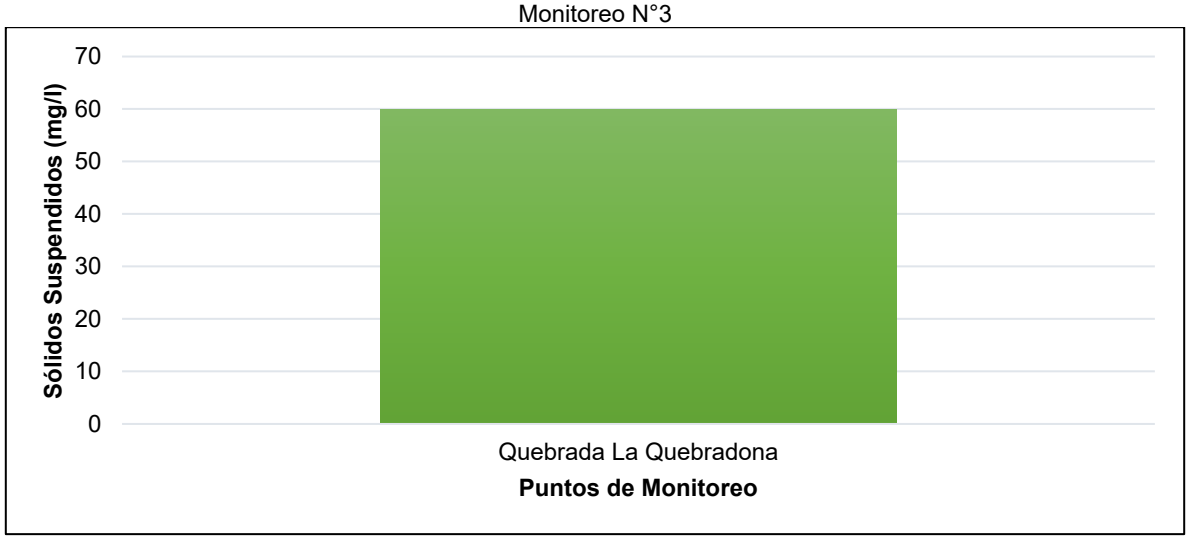


Fuente: Equipo técnico, 2021.

SOLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las concentraciones de SST durante el monitoreo, fueron menor de 25 mg/l en la Quebrada La Quebradona.

Figura 147. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Quebrada La Quebradona



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FOSFORO

Las concentraciones obtenidas del nitrógeno-N durante para la segunda jornada de monitoreo en el 2021, presentando valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. En tanto a las concentraciones de fósforo total-P, se registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 52. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Quebrada La Quebradona Monitoreo N°3

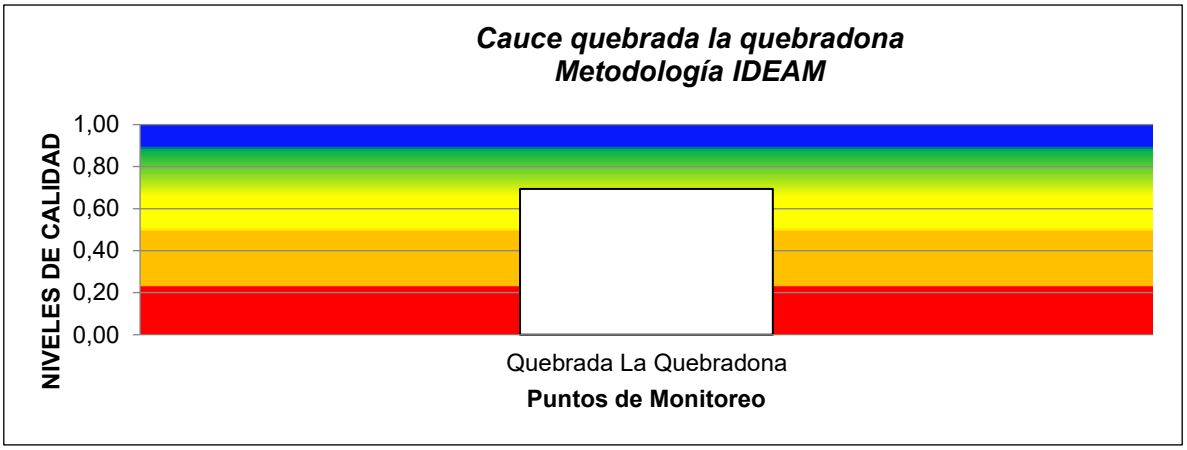
Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Quebrada La Quebradona	<3.00	<0.200

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua en la Quebrada La Quebradona, durante el tercer monitoreo realizado presentó valores de calificación regular.

Figura 148. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Quebrada La Quebradona Monitoreo N°3

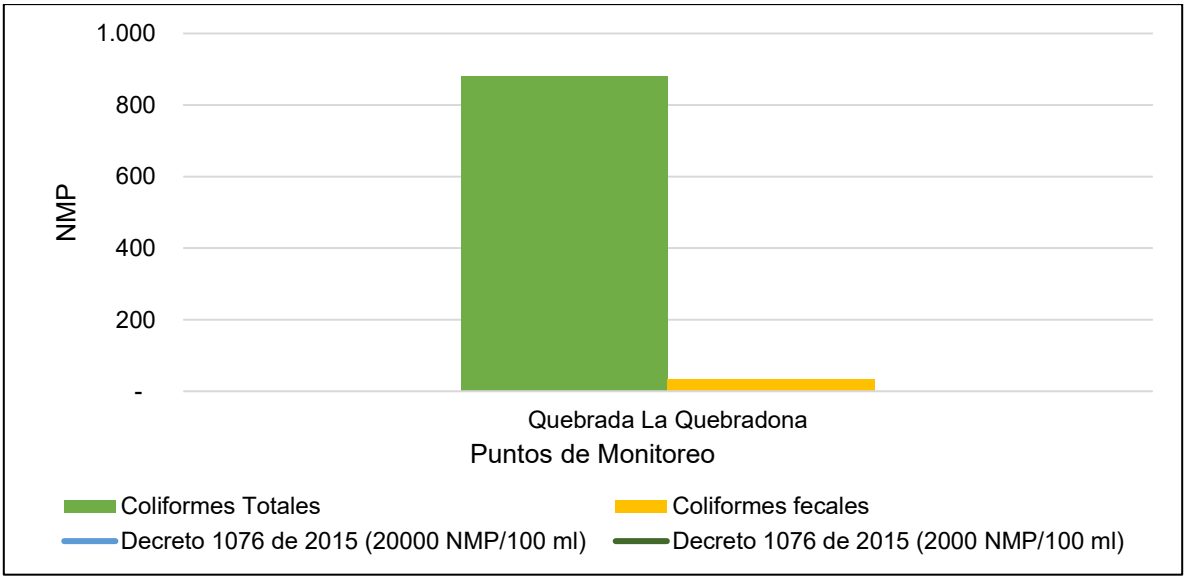


Fuente: Equipo técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Durante el tercer monitoreo se registraron en valores de coliformes totales y fecales de 880 y 30 respectivamente.

Figura 149. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Quebrada La Quebradona Monitoreo N°3



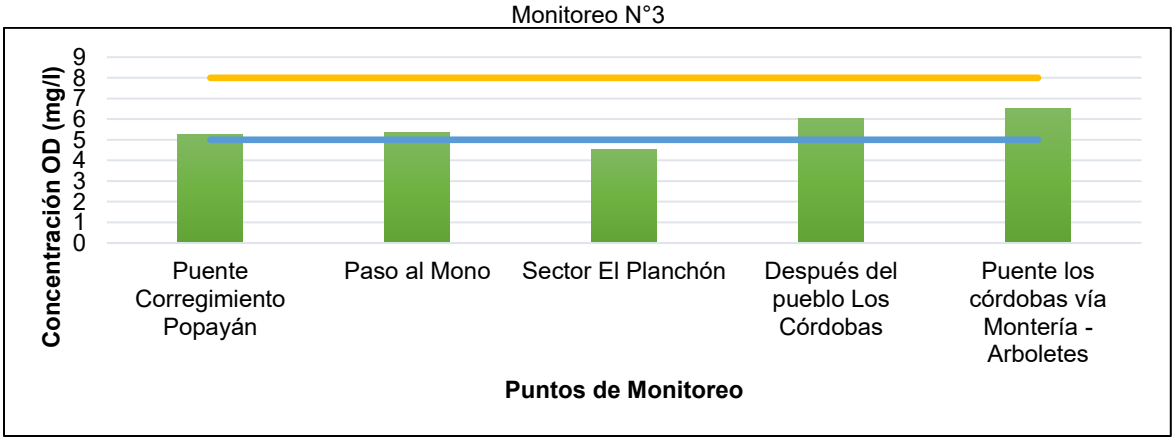
Fuente: Equipo técnico, 2021.

13.7 RESULTADOS DEL TERCER MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ESTACIONES DEL RÍO CANALETE

OXÍGENO DISUELTO

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el tercer monitoreo, en las estacione implementadas para la determinación de calidad de agua del Río Canalete, registraron concentraciones aceptables excepto por el punto denominado sector planchón donde presenta valor de 4,5 (Condición de Hipoxia)

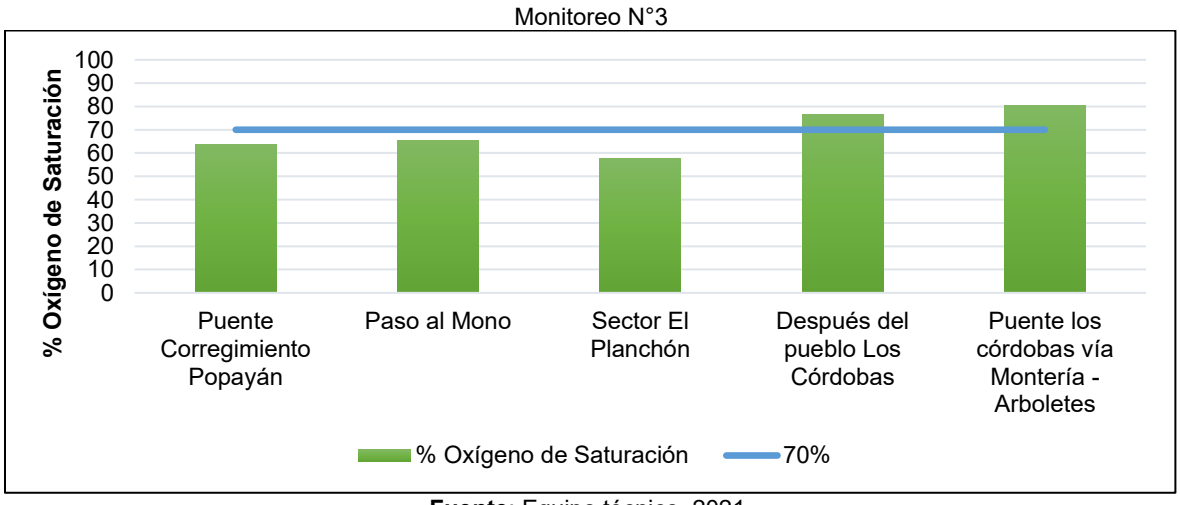
Figura 150. Concentración de oxígeno Disuelto – Río Canalete



Fuente: Equipo técnico, 2021.

El oxígeno de saturación a lo largo del monitoreo, en las estaciones de monitoreo de calidad de agua del Río Canalete de Puente corregimiento Popayán, Paso el mono y Sector el planchón se presentaron valores por debajo del 70%.

Figura 151. Porcentaje de oxígeno de saturación – Río Canalete

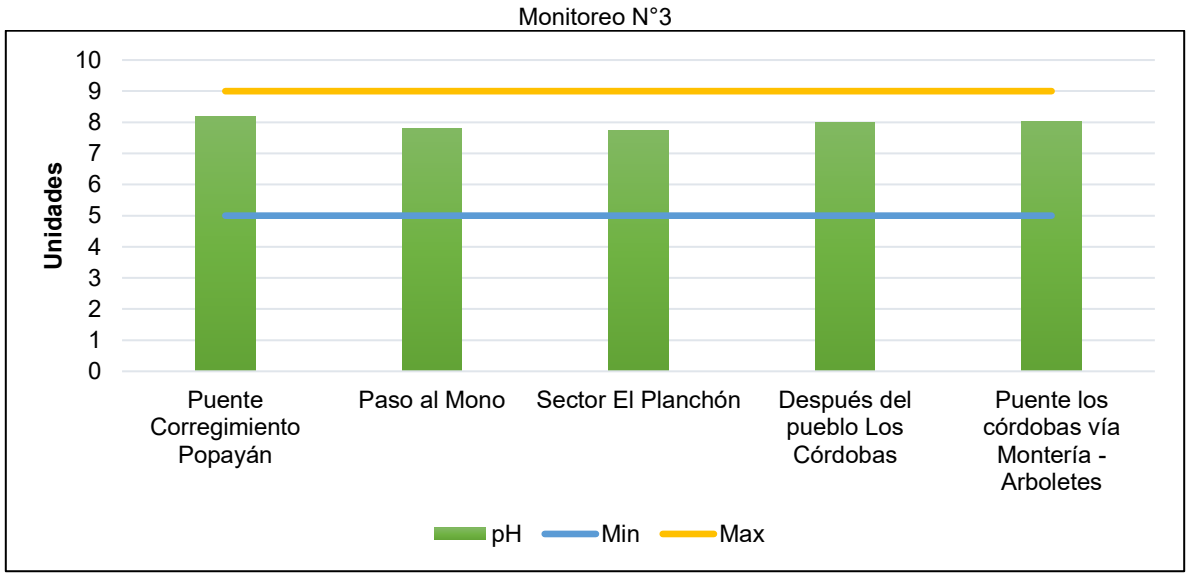


Fuente: Equipo técnico, 2021.

pH

La red de monitoreo de calidad de agua en el cauce del Río Canalete para el tercer monitoreo del 2021, presento valores de pH en las diferentes estaciones con condiciones ligeramente alcalinos.

Figura 152. Valores de pH – Río Canalete

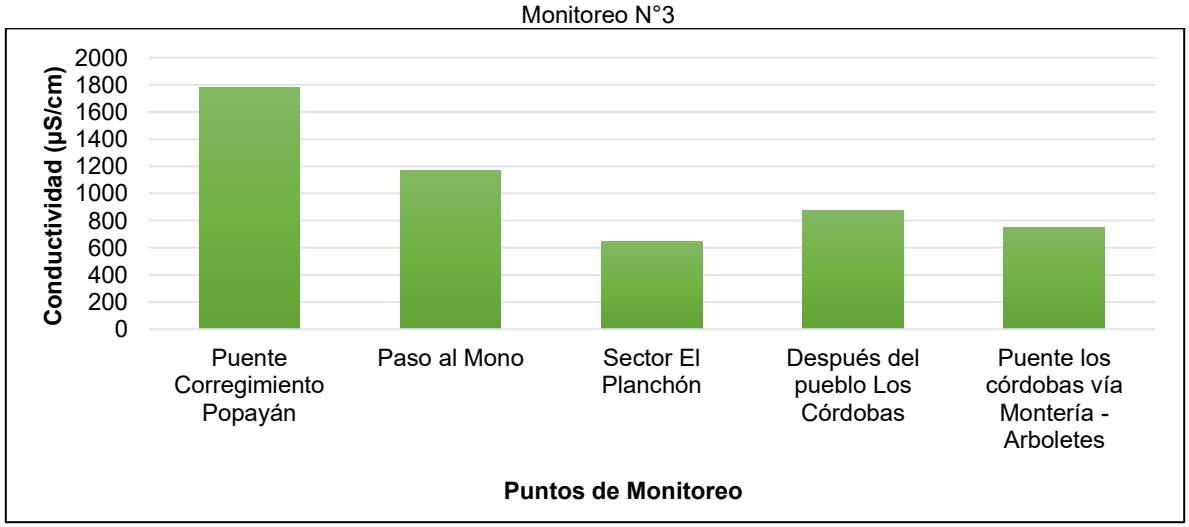


Fuente: Equipo técnico, 2021.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Los registros de conductividad eléctrica en el Río Canalete, durante el tercer monitoreo del año 2021, registraron comportamiento en conductividades entre 1800 y 600 µS/cm.

Figura 153. Conductividad – Río Canalete



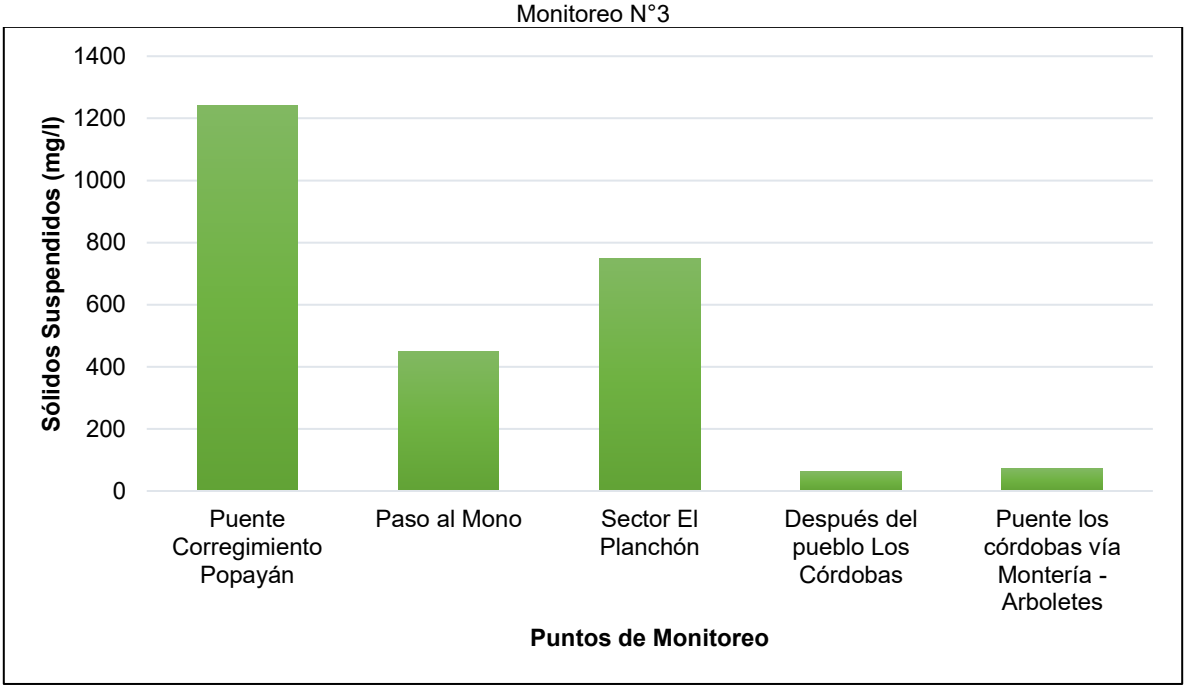
Fuente: Equipo técnico, 2021.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS (SST)

Las mayores concentraciones de SST se registraron en la estación Puente Corregimiento Popayán, mientras que en las demás estaciones se presentaron en valores entre 70 y 800 mg/l.

Figura 154. Concentración de Sólidos Suspendidos Totales – Río Canalete

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo técnico, 2021.

NITRÓGENO Y FÓSFORO

Las concentraciones de nitrógeno-N en el Río Canalete analizado en las estaciones de monitoreo registraron valores inferiores al Límite de Cuantificación del Método-LCM, fijado en 3 mg N/l. Por otra parte, las concentraciones de fósforo total-P registraron valores inferiores a 0,50 mg P/l.

Tabla 53. Concentraciones de Fósforo Total y Nitrógeno Total – Río Canalete
Monitoreo N°3

Punto de Monitoreo	Nitrógeno Total (mg N/l)	Fosforo Total (mg P/l)
Puente Corregimiento Popayán	<3.00	<0.200
Paso al Mono	<3.00	<0.200
Sector El Planchón	<3.00	0.213
Después del pueblo Los córdobas	<3.00	<0.200
Puente los córdobas vía Montería - Arboletes	<3.00	<0.200

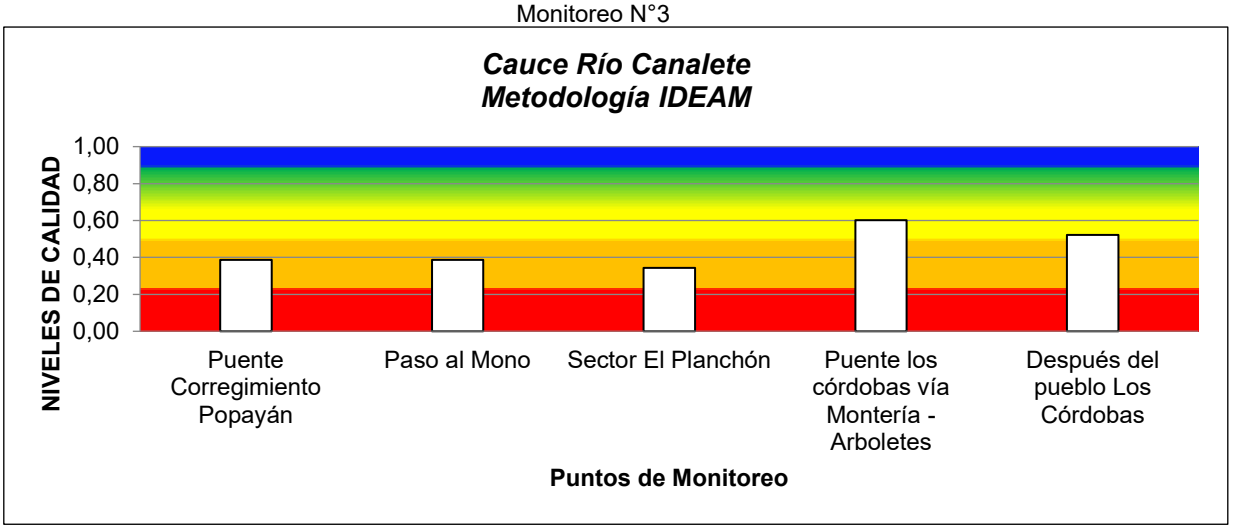
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA

Los índices de Calidad de Agua-ICA en las estaciones de monitoreo localizadas en el cauce principal del Río Canalete, registraron valores de clasificación Mala para los puntos ubicados en el Puente corregimiento Popayán, Paso el mono y Sector el planchón.

Figura 155. Índice de calidad de agua en el departamento de Córdoba – Río Canalete

Monitoreo N°3



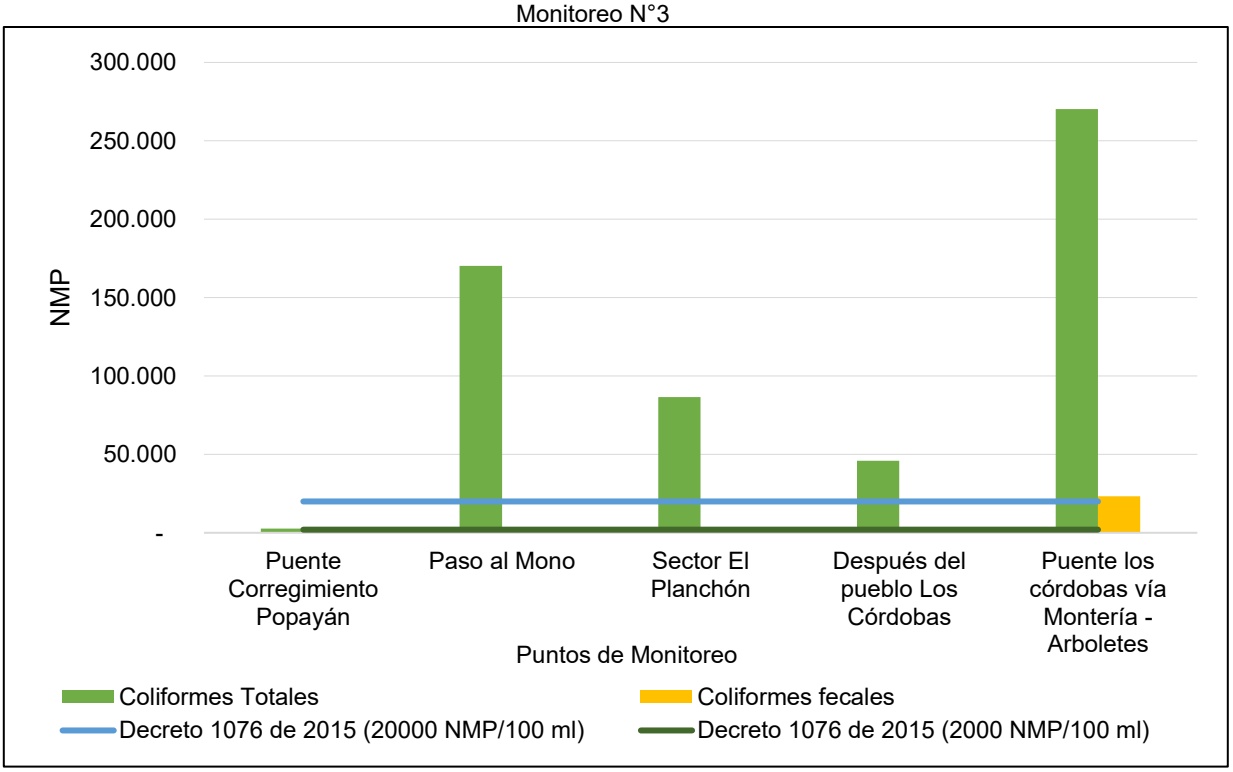
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Se registraron concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales por encima del criterio de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico, definido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), a excepción del punto ubicado en puente corregimiento Popayán.

Figura 156. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Río Canalete

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

14 RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LOS PRINCIPALES ACUÍFEROS DEL DEPARTAMENTO

14.1 ACUÍFERO CERRITO

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el tercer monitoreo realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero el cerrito se presentaron valores entre 0,1 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ y $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$, presentando características de aguas dulces o continentales. Para el caso del índice $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$ los valores entre 0,2 y 9,2 para aguas con características oceánicas.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl}^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Puerto Libertador, San José de Uré y Buenavista.

Tabla 54. Índices Hidrogeoquímicos - Acuífero Cerrito
Monitoreo N°3

Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{Na^{+}}{Ca^{2+}\mathrm{Mg}^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl}^{-}}$
Vereda Centro América	Puerto Libertador	0,31	0,11	1,05	0,21	1,05	-0,11
Hogar Infantil (Casa de Leydi López)	San José de Uré	0,27	0,03	1,61	0,64	0,30	-0,24
Iglesia Evangélica (Casa Rosa Sáenz)	San José de Uré	0,16	0,08	0,99	0,78	0,47	-0,75
Casa de la señora Leydis Martínez	Montelíbano	3,64	0,10	4,04	1,12	0,74	-5,56
Av Colombia	Buenavista	0,18	0,96	1,12	0,24	0,74	-0,55
Casa señora Nancy Conde	Planeta Rica	0,58	0,17	1,73	1,49	0,27	0,15

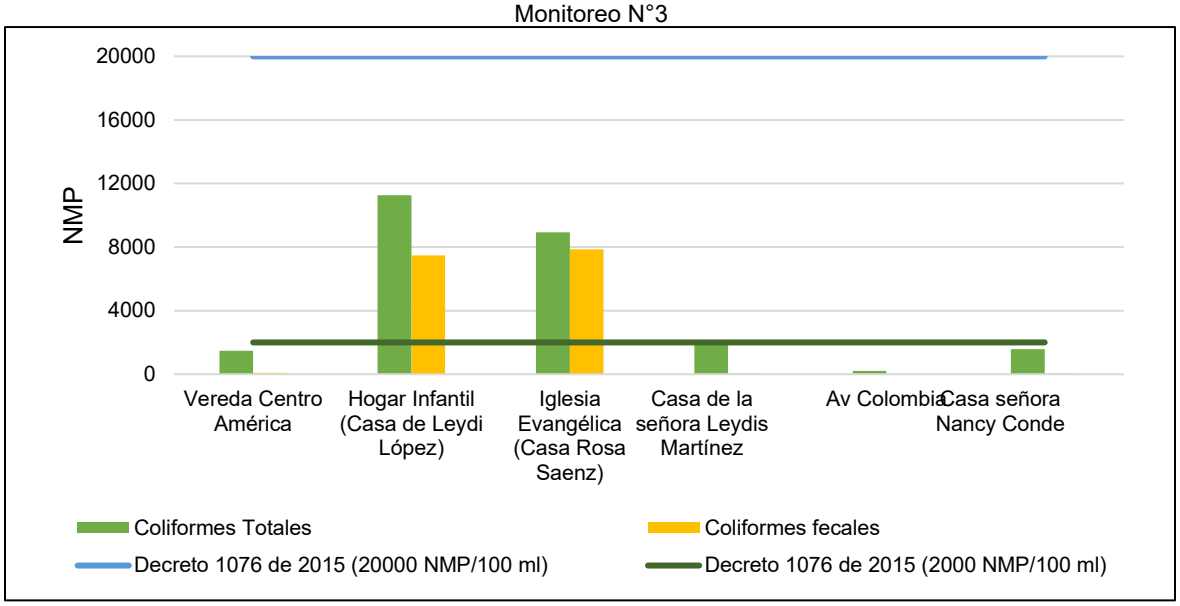
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Las concentraciones de coliformes totales se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos hasta 20.000 NMP/100 ml para coliformes totales. Para el caso de Coliformes Fecales los valores en los puntos ubicados en Hogar infantil (Casa de Leydi López) e Iglesia evangélica (Casa Rosa Sáenz), fueron superiores a lo establecido en el decreto (2.000 NMP/100 ml).

Figura 157. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Cerrito

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

14.2 ACUÍFERO BETULIA

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el monitoreo realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Betulia se presentaron valores entre 0,01 y 60 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ y $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl^{-}}}$ el valor positivo nos indica la presencia de altos contenidos de cloruro que causan salinidad del agua.

Tabla 55. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Betulia

Monitoreo N°3

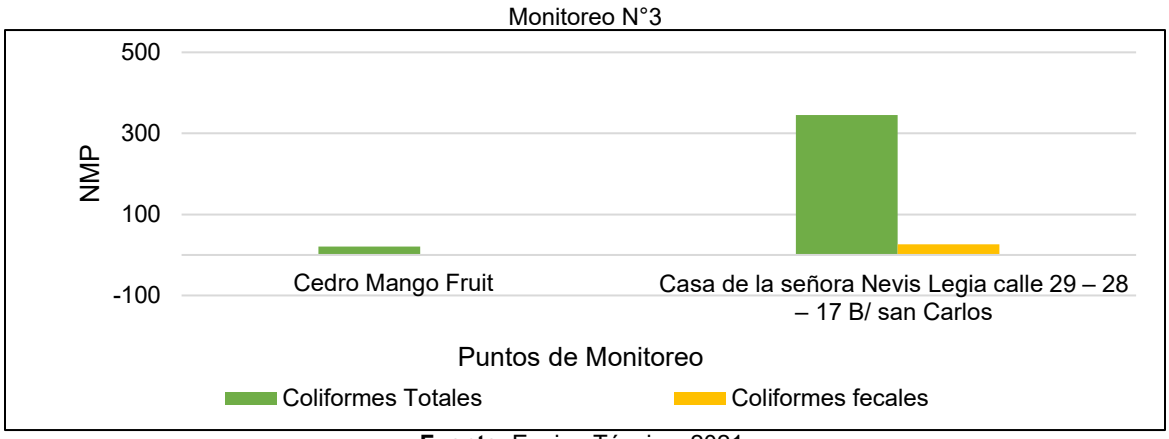
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}\mathrm{Mg^{2+}}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl^{-}}}$
Cedro Mango Fruit	Ayapel	0,13	0,06	2,28	0,94	0,74	0,67
Casa de la señora Nevis Legia calle 29 – 28 – 17 B/ san Carlos	Ayapel	39,69	0,01	4,94	26,75	0,03	0,49

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Las concentraciones de coliformes totales se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), establecidos en hasta 20.000 microorganismos/100 ml para coliformes totales y 2.000 microorganismos/100 ml para coliformes fecales.

Figura 158. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Betulia



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

14.3 ACUÍFERO ARENAS MONAS

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el tercer monitoreo realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Arenas Monas se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Canalete, Los córdobas y Puerto Escondido.

Tabla 56. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Arenas Monas

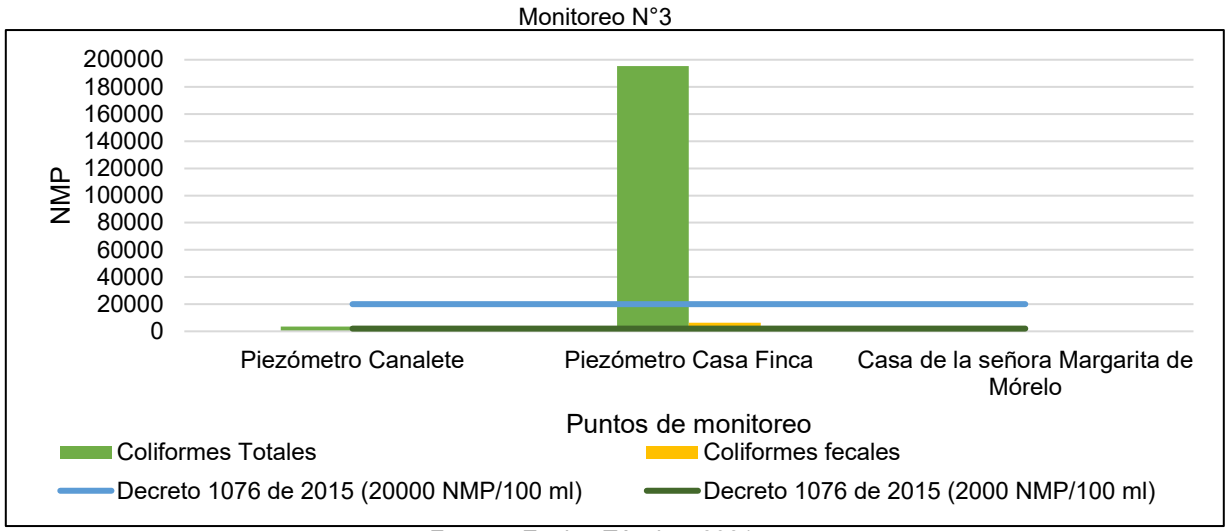
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Piezómetro Canalete	Canalete	0,03	0,03	0,73	0,41	1,68	-1,01
Piezómetro Casa Finca	Los córdobas	0,36	0,26	1,50	0,27	0,19	-0,38
Casa de la señora Margarita de Mórelo	Puerto Escondido	0,33	0,03	1,91	0,70	1,33	-0,74

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Se registraron en valores ajustados a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), excepto para el punto ubicado en Los Córdobas denominado Piezómetro Casa Finca, en el cual el valor de coliformes totales y coliformes fecales fueron de 195300 NMP/100 ml y 6350 NMP/200 ml respectivamente.

Figura 159. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Arenas Monas



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

14.4 ACUÍFERO RÍO SINÚ

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el tercer monitoreo realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Río Sinú se presentaron valores entre 0,01 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl^{-}}}$ el valor negativo denota terreno formados por rocas volcánicas, condición presentada en las estaciones ubicados en los municipios de Santa Cruz de Lorica, Ciénaga de Oro y Montería

Tabla 57. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Río Sinú

Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}\mathrm{Mg^{2+}}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{\mathrm{Cl^{-}}}$
Pozo Agua La Bendición	Tierralta	0,13	0,09	1,02	0,71	0,47	-0,64
Finca	Santa Cruz de Lorica	0,13	0,04	1,85	1,21	1,16	-0,68
Tangaras	Ciénaga de Oro	0,23	0,22	0,26	1,94	1,48	-1,56
IE Barrio Prieto	Ciénaga de Oro	0,09	0,04	0,24	0,17	2,12	-2,53
Loma Grande	Montería	0,23	0,04	1,72	1,39	0,47	-0,16

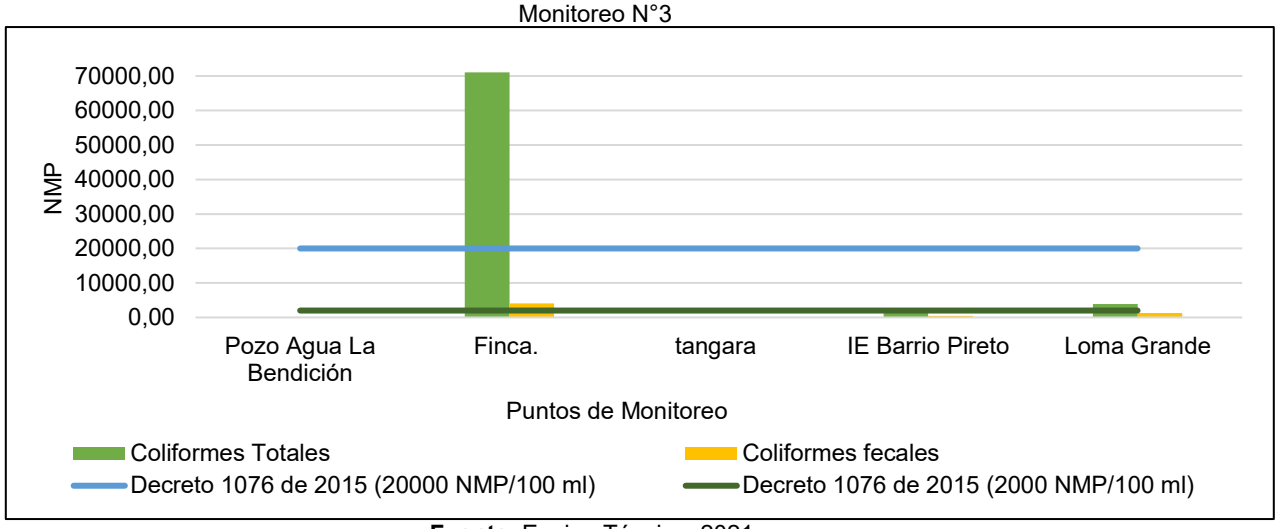
Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Se registraron en el municipio de Lorica valores de coliformes totales y fecales de 71080 NMP/100 ml y 4120 NMP/100 ml, los cuales sobrepasan los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

Figura 160. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Río Sinú

Monitoreo N°3



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

14.5 ACUÍFERO SINCELEJO

ÍNDICES HIDROGEOQUÍMICOS

Durante el tercer monitoreo realizado en los puntos ubicados sobre el acuífero Sincelejo se presentaron valores entre 0,1 y 5 conforme a los índices $\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$, $\frac{K^{+}}{Na^{+}}$ y $\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$, presentando características de aguas dulces o continentales.

En referencia al índice $\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$ el valor positivo nos indica la presencia de altos contenidos de cloruro, en presencia de sodio y magnesio.

Tabla 58. Índice hidrogeoquímicos - Acuífero Sincelejo

Monitoreo N°3

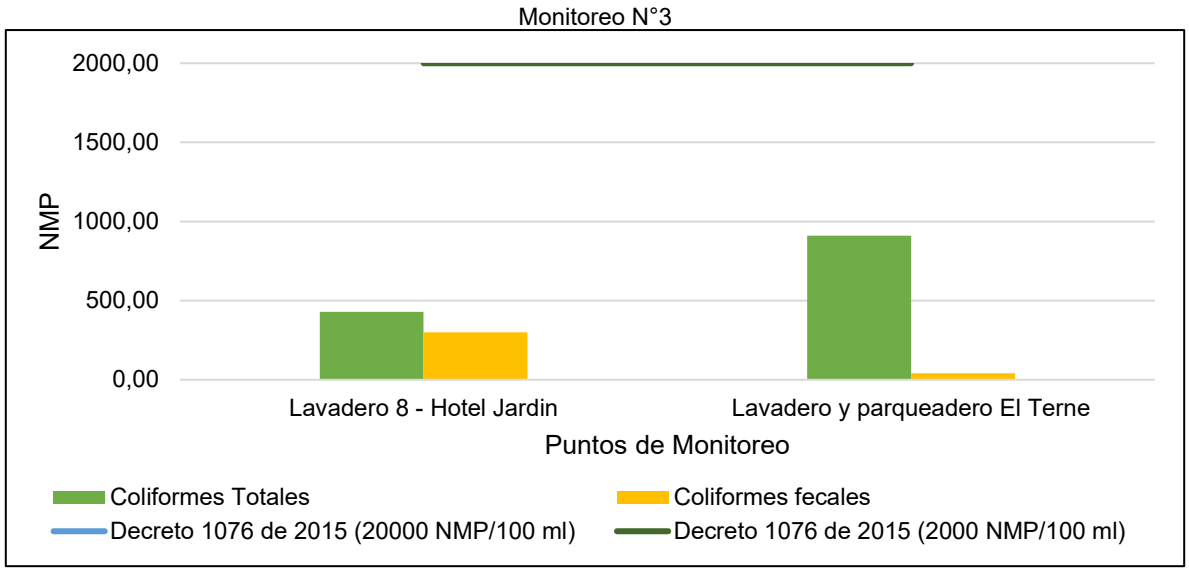
Nombre punto de monitoreo	Municipio	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{Na^{+}}$	$\frac{(Na^{+})}{Ca^{2+}Mg^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-}\ (Na^{+}+Ca^{2+})}{Cl^{-}}$
Lavadero 8 - Hotel Jardín	Chinú	0,38	0,31	0,68	0,44	0,07	0,02
Lavadero y parqueadero El Terne	Sahagún	0,57	0,05	1,13	0,70	0,26	0,32

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Se registraron valores de coliformes totales y fecales ajustados a lo establecido en los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015).

Figura 161. Concentraciones de Coliformes Totales y fecales – Acuífero Sincelejo



Fuente: Equipo Técnico, 2021.

15 SEDIMENTOS TERCER MONITOREO

Durante el tercer monitoreo, se evidencian las mayores concentraciones sobre las estaciones localizadas en el Río San Jorge, a la altura de la Bocatoma del acueducto del área urbana del municipio de Montelíbano y del corregimiento La Balsa, municipio de la Apartada. En relación a las concentraciones de mercurio, en el transcurso de los tres monitoreos, registraron valores inferiores al límite de cuantificación del método. En relación a los valores de pH se determinaron entre ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos en intervalos 6,5 a 7,9.

Tabla 59. Concentraciones de Arsénico y Mercurio monitoreado en los sedimentos de las estaciones de monitoreo de calidad de agua localizadas

Punto de monitoreo	Municipio	Arsénico (mg As/Kg)	Mercurio (mg Hg/Kg)	Ph
Puente vía corregimiento Villanueva	Puerto Libertador	0,61	0,2	6,72
Tornorojo	Puerto Libertador	0,5	0,2	6,52
Bocas de Uré	San José de Uré	0,5	0,2	7,02
Pueblo Flecha	San José de Uré	0,5	0,2	6,52
Puente Uré	San José de Uré	0,5	0,2	6,92
Bocatoma Acueducto	Montelíbano	1,34	0,2	7,97
La Balsa	La Apartada	0,932	0,2	7,72
La Pesquera	Montelíbano	0,896	0,2	7,41
Puente Metálico	La Apartada	1,34	0,2	7,78

Fuente: Equipo Técnico, 2021.

16 TENDENCIA DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA 2021

16.1 ESTACIONES CUENCA RÍO SINÚ

En la **tabla 60,** en la cual se muestran los diferentes datos de ICA para la Cuenca del Río Sinú se evidencia una tendencia regular ajustándose los datos en el rango (0,51-0,70) en las 10 estaciones monitoreadas a lo largo del afluente. De manera general, los valores de ICA para el primer monitoreo presentan datos de calidad aceptables en cinco de las diez estaciones.

Tabla 60. Índices ICA Cuenca Río Sinú.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	CUENCA	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Río Sinú	Pasacaballos	Cuenca alta	0,79	0,62	0,56
Río Sinú	Tierralta	Cuenca alta	0,78	0,66	0,61
Río Sinú	Rancho Grande	Cuenca media	0,61	0,67	0,64
Río Sinú	Caracolí	Cuenca media	0,60	0,65	0,6
Río Sinú	PTAR MI Aguas Abajo	Cuenca media	0,68	0,66	0,63
Río Sinú	PTAR NOR Aguas Abajo	Cuenca media	0,67	0,66	0,62
Río Sinú	Montería	Cuenca media	0,74	0,64	0,64
Río Sinú	Cereté	Cuenca media	0,68	0,55	0,61
Río Sinú	Cotorra	Cuenca baja	0,74	0,62	0,54
Río Sinú	Lorica	Cuenca baja	0,73	0,62	0,44

16.2 ESTACIONES CAÑOS AFLUENTES RÍO SINÚ

Para los caños afluentes del río Sinú, se presenta una tendencia similar en los resultados de ICA ajustándose la gran mayoría de valores en el rango de regular (0,51-0,70) para las tres estaciones monitoreadas **Ver tabla 61**.

Tabla 61. Índices ICA Cuenca afluentes río Sinú.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	MUNICIPIO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Río Sinú	Caño Bugre	Cerete	0,61	0,55	0,54
Río Sinú	Caño Aguas Prietas	Cienaga de Oro	0,58	0,56	0,55
Río Sinú	Caño Sicará	San Bernardo	0,74	0,64	0,46

16.3 ESTACIONES RÍO SAN JORGE

Para las cinco estaciones ubicadas en el río San Jorge, se presentan una distribución de datos heterogéneos para los tres monitoreos, presentándose valores predominantes en el rango de regular a mala. Es importante resaltar, que las estaciones Bocatoma Acueducto y La pesquera ubicada en el municipio de Montelíbano, en dos de los tres monitoreos presentan valores de ICA malos.

Tabla 62. Índices ICA río San Jorge.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Río San Jorge	Bocas de Uré	Montelíbano	0,75	0,64	0,67
Río San Jorge	Bocatoma Acueducto	Montelíbano	0,63	0,46	0,43
Río San Jorge	La Pesquera	Montelíbano	0,77	0,44	0,42
Río San Jorge	La Balsa	la Apartada	0,66	0,54	0,47
Río San Jorge	Puente Metálico	la Apartada	0,72	0,55	0,53

16.4 ESTACIONES QUEBRADA URÉ

En las tres jornadas de monitoreo realizadas sobre puntos ubicados en la Quebrada Uré, se registraron valores de ICA en el rango entre 0,51 – 0,70 clasificándose como regulares; solamente para el primer monitoreo realizado en la estación Puente Uré con un valor de 0,82 se clasifico como aceptable.

Tabla 63. Índices ICA Quebrada Uré.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	MUNICIPIO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Q. Uré	Puente Uré	San Jose de Uré	0,82	0,68	0,54
Q. Uré	Pueblo Flecha	San Jose de Uré	0,67	0,53	0,65

16.5 ESTACIONES RÍO SAN PEDRO

En el cauce del río San Pedro se cuentan con tres estaciones de monitoreo, para el primer monitoreo se obtuvieron valores ICA en el rango de aceptable (0,71 – 0,90), mientras que los otros dos monitoreos los valores obtenidos se encuentran en el rango de regular (0,51 – 0,70).

Tabla 64. Índices ICA río San Pedro

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	MUNICIPIO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Río San Pedro	Puente vía corregimiento Villanueva	Puerto Libertador - Villa Nueva	0,82	0,69	0,68
Río San Pedro	Tornorojo	Puerto Libertador - Tornorojo	0,76	0,66	0,65
Río San Pedro	Mina la Primavera	Puerto Libertador	0,73	0,63	0,61

16.6 QUEBRADA LA QUEBRADONA

La estación quebrada la Quebradona ubicada en el municipio de Ayapel, para las dos primeras jornadas de monitoreo presento valores de ICA aceptables (0,71 – 0,90), mientras que para el tercer monitoreo los valores de ICA disminuyeron un poco clasificándose en el rango de regular.

Tabla 65. Índices ICA río Quebrada la Quebradona.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	MUNICIPIO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Q. La quebradona	Q. La quebradona	Ayapel	0,80	0,71	0,69

16.7 ESTACIONES CUENCA CANALETE

En los tres monitoreos realizadas en las cinco estaciones ubicadas en la cuenca del Río Canalete, se presentaron valores heterogéneos de ICA a lo largo de los monitores. Para las estaciones Después del pueblo Los córdobas y Puente los córdobas vía Montería – Arboletes, los valores se encuentran en el rango de regular con valores que varían entre 0,52 y 0,67. Por otra parte, para las otras tres estaciones predominan valores por debajo 0,50 indicando una clasificación **MALA.**

Tabla 66. Índices ICA Cuenca Canalete.

CAUCE	NOMBRE PUNTO DE MONITOREO	MUNICIPIO	ICA		
			Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3
Canalete	Después del pueblo Los Córdobas	Los Córdobas	0,67	0,53	0,52
Canalete	Puente los córdobas vía Montería - Arboletes	Los Córdobas	0,58	0,61	0,6
Canalete	Puente Corregimiento Popayán	Canalete	0,67	0,39	0,39
Canalete	Paso al Mono	Canalete	0,73	0,39	0,39
Canalete	Sector El Planchón	Puerto Escondido	0,57	0,34	0,34

Teniendo en cuenta las diferentes estaciones monitoreadas siendo estas: Cuenca Río Sinú – afluentes, Cuenca Río San Jorge – afluentes, Cuenca Río San Pedro, Quebrada Uré, Rio San Pedro, Quebrada la Quebradona y Cuenca Río Canalete, los valores de calidad de agua se encuentran predominantemente en el rango de Regular (0,51 – 0,70). A diferencia de la cuenca del Río Canalete en la cual la calidad del agua presenta valores en tres puntos monitoreados por debajo de 0,50 clasificándose como calidad **Mala.**

17 CONCLUSIONES

La Corporación Autónoma regional de Los Valles del Sinú y San Jorge mediante convenio 002 con la Universidad de Córdoba, realizaron la implementación de la red de monitoreo para el año 2021, en la cual se monitorean parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para los cuerpos de agua superficiales y subterráneas.

Mediante la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua en el departamento de Córdoba, se generan insumos que permiten tomar acciones preventivas, de control y mitigación de las fuentes hídricas, además de esto, permite conocer el estado en que se encuentran los diferentes cuerpos aguas en cada uno de los municipios que hacen parte integral de la red de Monitoreo.

Teniendo en cuenta, los resultados obtenidos en cada uno de los ciclos de monitoreo en las fuentes hídricas superficiales y subterráneas se puede concluir que:

- Al revisar los valores obtenidos de ICA para las diferentes estaciones de monitoreo, se deja en evidencia que la Cuenca del Río Canalete es la que menor condiciones presenta, con valores inferiores 0,50.

- Para la cuenca del río San Jorge, las estaciones Bocatoma Acueducto y La pesquera ubicada en el municipio de Montelíbano, en dos de los tres monitoreos presentaron valores de ICA malos, menores a 0,50.

- La estación quebrada la Quebradona ubicada en el municipio de Ayapel, para las dos primeras jornadas de monitoreo presento valores de ICA aceptables (0,71 – 0,90), mientras que para el tercer monitoreo los valores de ICA disminuyeron un poco clasificándose en el rango de regular.

- Para el primer monitoreo, el punto de monitoreo Montería ubicado a 100 m de la PTAR Nororiental presenta valores por encima del límite permisible 11.340 NMP siendo el límite establecido de 2000NMP/100L. Es importante aclarar que se encuentra en la zona de mezcla del vertimiento, por lo tanto, es admisible este tipo de valores.

- En las estaciones de monitoreo de calidad de agua del Río San Jorge, en las estaciones Bocatoma acueducto, La Pesquera y Puente Metálico, registraron concentraciones de coliformes totales superiores a los límites permisibles para el primer monitoreo.

- Se presentan tres puntos de monitoreo ubicados en la Cuenca del Río Canalete con valores muy elevados de coliformes totales, por encima del límite permitido 20.000 NMP/100L siendo estos puntos: puente los Córdobas vía Montería – Arboletes (272.300 NMP), paso el Mono (173.290 NMP) y después del pueblo los Córdobas (48.840 NMP).

18 BIBLIOGRAFIA

Acevedo, R., Castillo, M., & Severiche, C. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos del Agua. Cartagena.

Feria, J. J., & Marrugo, J. L. (2006). Modelazación de la calidad del agua del Río Sinú: Coeficientes de desoxigenación y reaireación. Montería, Colombia.

FUNSOSTENIBLE, C. y. (2018). INFORME FINAL CONVENIO DE COOPERACIÓN PARA ACTIVIDADES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.

Guillermo Goyenola - RED MAPSA. (Junio de 2007). OXÍGENO DISUELTO - Guía para la utilización de las Valijas Viajeras. Recuperado el 9 de Marzo de 2018, de http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/OD.pdf

IDEAM. (2007). Procedimiento Estandar de Operación Nitrógeno Total en agua por le metodo semi-micro Kjeldahl-electrodo de amoniaco. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.

Minambiente. (2015). Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

Anexo Estudio ambiental
INFORMACIÓN CVS
Anexo Respuesta CVS a INVIAS
Canteras de Materiales pétreos y arrastre

Beneficiario	Proyecto	Municipio	Título minero	Resolución	Fecha	Tipo de material
Héctor Fernandez Vargas	Cantera Villa Cielo	Montería	IHU-09311X	1,9700	12/02/2014	Materiales de construcción (Recebo)
Henry Ardila Moreno	Villa Lina	Planeta Rica	FIU-103	1,1131	8/03/2007	Arenas, arcillas
Jaime Andrés Gutierrez Garcés	Cantera La Fontana	Montería	LJM-16161	1,6511	25/09/2012	Materiales de construcción
Aristides Ortega	Cantera El Prieto	Puerto Escondido	GJ6-152	1,2059	18/02/2008	Materiales de construcción (Recebo)
Dalila Cabrales De Silgado	Cantera La Ceiba	Tierralta	KLT-10591	2,2880	15/12/2016	Materiales de construcción
ASOMAN	ASOMAN	Montería	ILS-16201X	1,9553	5/12/2013	Material de arrastre
Henry Ardila Moreno	Cantera San Miguel	Planeta Rica	GEB-112	1,8045	28/05/2013	Materiales de construcción
Jose David Ramos Puello	Cantera San José	Lorica	GLU-111	1,2581	19/09/2008	Materiales de construcción (Balasto)
Roque Rafel Janne Miguel	Cantera El Esfuerzo	Lorica	KBH-16551	1,4652	28/10/2010	Materiales de construcción (Recebo)
Jesús Alfonso Acevedo Palacios	Cantera La Salada	Los Córdobas	JBT-08001X	1,4301	30/06/2010	Materiales de construcción
Efraín José Silado Cabrales	Cantera Rio Nuevo	Valencia	HIJ-14051	1,4670	10/11/2010	Material de arrastre
Maria Teresa Restrepo Calonge	Cantera El Papayo	Cienaga de Oro	JGT-10431	1,9287	29/08/2013	Materiales de construcción
Jorge Dumar Habib	Cantera Arroyo San Miguel	San Carlos	FJC-081	0,9820	19/12/2005	Materiales de construcción
Carmen Martínez Garcés	Villa Carmen	Montería	EJF-091	00.0305 Mod por 1.3502 Mod 1.6590 Mod por 2.5154	15/02/1996 Mod. 20/08/2009 Mod. 29/10/2012 Mod. 24/09/2018	Materiales de construcción
Jorge Dumar Habib	Material de arrastre Arroyo Las Flechas	San Carlos	FJC-082	1,0049	28/02/2006	Material de arrastre Arroyo Las Flechas
Rosa María Ganem Bechara	Cantera Chicoral	Montería	GAJ-091	1,5049	24/02/2011	Materiales de construcción (Arena, gravas)
Sociedad Soluciones San Martín	Cantera San Martín	Montelibano	SE8-08252	2,6876	20/12/2019	Materiales de construcción
Minerales y Calizas San Jorge SAS	Cantera El Rayo II	Montelibano	OLR-14131	2,6332	1/08/2019	Calizas
Jorge Mendoza Vergara	Cantera JOMEVE	Cienaga de Oro	IDI-14571	1.4862 Mod. 1.5382 Mod 2.7065	28/12/2010 Mod. 28/06/2011 Mod. 24/02/2020	Materiales de construcción (recebo)
Concesión Ruta al Mar S.A.S.	Cantera Lorica	Lorica	QKN-08401	27031	10/02/2020	Materiales de construcción
Rafael Arcadio Díaz Caraballo	Cantera Las Balsas	Cienaga de Oro	FD2-152	1,5503	22/07/2011	Materiales de construcción
Camilo Antonio Solano Arana - Victor Augusto Solano Arana	Cantera Santa Isabel	Montería	DB4-151	1,5502	22/07/2011	Caliza

Rocío Mendez De Kerguelén	Cantera Loma Grande	Montería	CCD-081	0,4040	5/11/1996	Materiales de construcción
Fiorentina Ltda	Cantera La Siberia	Montería	1,6978	1,9531	19/11/2013	Caliza
Concesión Ruta al Mar	Cerro Malagana	Cienaga de Oro	RFL-15081	2,4154	15/12/2017	Materiales de construcción
Concesión Ruta al Mar	Cantera Carrizal	San Carlos	RF2-08251	2,3462	22/06/2017	Materiales de construcción
Concesión Ruta al Mar	Cantera Lorica II	Lorica	UAH-10471	2,7499	23/09/2020	Materiales de construcción
Juan David Bello Montes - Linda Lucía Figueroa Díaz	Cantera El Porvenir	San Andrés de Sotavento	RGQ-10361	2,7753	30/12/2020	Materiales de construcción
Carlos Mario Henao Montoya - Elohim Ernesto Grajales Olsen	Cantera Las Lajas	Los Córdobas	OL5-09551	2,7898	12/03/2021	Materiales de construcción
TANURIN S.A.S.	Cantera Tanurin	Momil	GKM-082	2,8468	4/10/2021	Caliza
Juan David Bello Montes	Cantera Cabrero	Tierralta	RHB-15221	2,9254	10/05/2022	Materiales de construcción (Arena, gravas)
EDGAR EMILIO VILLALBA ELJACH	Cantera Morindo	Los Córdobas	NFL-14471	2,8791	7/01/2022	Materiales de construcción
LUZ ESTHER NEGRETE BEDOYA	Cantera Mimbres	Cienaga de Oro	OCD-16591	2,7848	12/02/2021	Materiales de construcción (Arena, gravas)

Anexo Estudio ambiental
INFORMACIÓN CVS
Anexo Respuesta CVS a INVIAS
Requisitos concesión de agua subterránea

Cordial saludo,

El decreto único reglamentario 1076 de 2015 establece en su artículo **2.2.3.2.16.13 Aprovechamientos**, que "*Los aprovechamientos de aguas subterráneas, tanto en predios propios como ajeno, requieren concesión de la Autoridad Ambiental competente con excepción de los que utilicen para usos domésticos en propiedad del beneficiario o en predios que éste tenga posesión o tenencia*", por lo anterior para poder realizar la captación de aguas subterráneas por medio de pozo profundo, debe contar previamente con el permiso de Concesión de aguas Subterráneas debidamente otorgado por la CAR – CVS.

De esta manera es importante manifestarle que, la documentación requerida para dar inicio al trámite de concesión de aguas subterráneas en la CAR CVS es la siguiente:

+ Formato Único Nacional de solicitud de Concesión de Aguas Subterráneas totalmente diligenciado.
+ Documento de identidad del solicitante.
+ Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante.

Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses).
Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.
Propietario del inmueble: Certificado de tradición y libertad (expedición no superior a 3 meses).
Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario o poseedor.
Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal.

+ Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
+ Registro Único Tributario – RUT (expedición no superior a 3 meses).
+ Cámara de Comercio
+ Certificado uso del suelo (Planeación Municipal)
+ Documento de descripción del Proyecto. (Teniendo en cuenta caudal captado e Información sobre la destinación que se le dará al agua).
+ Características hidrogeológicas de la zona e relación de otros aprovechamientos de aguas subterráneas dentro del área que determine la autoridad ambiental competente.
+ Información técnica del pozo (diámetro, profundidad, tipo de material, equipo de bombeo, y datos de diseño), estudios técnicos de prospección (Sondeos eléctricos verticales, informe de la perforación (Si se tiene).
+ Croquis de la ubicación del predio y del pozo.
+ Inventario de puntos de agua: pozos, aljibes o manantiales, ubicados en un radio de un (1) kilómetro del sitio de ubicación del pozo, describiendo su ubicación, características técnicas, caudal, uso; esta información será dispuesta sobre cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC a escala 1:25.000, con sus respectivas coordenadas.
+ Costos de construcción, mantenimiento anual y operación anual del pozo.
+ Ensayo de bombeo a caudal constante con recuperación, con caudal de prueba igual o mayor al solicitado en concesión y duración mínima de 24 horas, se deberá presentar datos de campo respecto a niveles de agua, caudal y registro fotográfico.

+ Resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua, que contemple los siguientes parámetros: conductividad, temperatura, cloruros, pH, dureza, alcalinidad, sulfatos y fosfatos, coliformes totales y fecales. (Laboratorio certificado por el IDEAM)
Programa de Uso eficiente y ahorro del agua - PUEAA
CD, con la información técnica y diseños

Cualquier inquietud e información adicional, podrá ser consultada con la Ingeniera Luisa Atencio Petro al 312 893 02 93 – 789 06 05 ext. 125, o al correo: luisa_atencio@ventanillacvs.com – cvs@cvs.gov.co

Reiterando nuestro compromiso de trabajo por una Córdoba, Territorio Sostenible

Cordialmente,

Anexo Estudio ambiental
INFORMACIÓN CVS
Anexo Respuesta CVS a INVIAS
Requisitos permiso de vertimiento

PERMISO DE VERTIMIENTO

- Formato Único Nacional de Solicitud de Permiso de Vertimientos totalmente diligenciado.
- Concepto sobre uso del suelo expedido por la secretaria de Planeación municipal.
- Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.
- Tarjeta profesional del apoderado para realizar el trámite.
- Certificado existencia y representación legal para caso de persona jurídica.
- Registro único tributario-RUT
- Cedula de ciudadanía del representante legal.
- Certificado actualizado del Registrador de Instrumentos Públicos y Privados sobre la propiedad del inmueble, o la prueba idónea la posesión o tenencia.
- Fuente de abastecimiento de agua indicando la cuenca hidrográfica a la cual pertenece.
- Plano del Sistema de Tratamiento donde se identifique origen, cantidad y localización georreferenciada de las descargas al cuerpo de agua o al suelo.
- Caracterización actual del vertimiento existente de conformidad con la norma vigente.
- Ubicación, descripción de la operación del sistema, memorias técnicas y diseño de ingeniería conceptual y básica, planos de detalle sistema de tratamiento condiciones de eficiencia del sistema de tratamiento que se adoptará.
- Programa de Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Evaluación ambiental del vertimiento – EAV.
- Plan de gestión del riesgo para manejo del vertimiento. – PGRMV.
- Plan de contingencia (Para el caso de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas).
- Costos de Inversión del Sistema de tratamiento de las Aguas Residuales.
- Fuente de abastecimiento agua indicando la cuenca hidrográfica a la cual pertenece.
- Costos de inversión del sistema de tratamiento de las aguas residuales
- Costos de operación anual del sistema de tratamiento de las aguas residuales.
- Costos de mantenimiento anual del sistema de tratamiento de las aguas residuales.

DOCUMENTOS ADICIONALES PARA VERTIMIENTO AL SUELO

1. Infiltración: Resultados y datos de campo de pruebas de infiltración calculando la tasa de infiltración.

2. Sistema de disposición de los vertimientos. Diseño y manual de operación y mantenimiento del sistema de disposición de aguas residuales tratadas al suelo,

incluyendo el mecanismo de descarga y sus elementos estructurantes que permiten el vertimiento al suelo.

3. Área de disposición del vertimiento. Identificación del área donde se realizará la disposición en plano topográfico con coordenadas magna sirgas, indicando como mínimo: dimensión requerida, los usos de los suelos en las áreas colindantes y el uso actual y potencial del suelo donde se realizará el vertimiento del agua residual doméstica tratada, conforme al Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica y los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes.

4. Plan de cierre y abandono del área de disposición del vertimiento. Plan que define el uso que se le dará al área que se utilizó como disposición del vertimiento. Para tal fin, las actividades contempladas en el plan de cierre deben garantizar que las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo permiten el uso potencial definido en los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes y sin perjuicio de la afectación sobre la salud pública.

EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO

Se identifican los impactos y se evalúan

Se debe modelar en caso sea el vertimiento al agua.

¿Qué es un plan de gestión de riesgos? Se trata de **un tipo de plan definido por cada organización para saber cómo actuar ante una posible eventualidad**. Establece así las medidas que debemos adoptar, las labores, recursos y actuaciones concretas para reducir los daños que se puedan producir.

De forma simplificada, **gestionar riesgos significa** a) identificar lo que puede, en algún momento futuro, afectar a su empresa, y; b) prepararse para hacer frente a estos efectos. A partir de eso, tenemos algunas posibilidades de acción, que pueden ser:

- eliminar la posibilidad de que ocurra el riesgo (prevenir, evitar);
- reducir la probabilidad de que suceda (mitigar);
- tercerizar los efectos de ese riesgo (transferir);
- aceptar que el riesgo puede suceder.

El plan de Contingencia entra en una situación en la que no es posible eliminar el riesgo. Se utiliza en situaciones en las que, por más que reduzca la probabilidad de que ocurra el riesgo, **siempre habrá una posibilidad (aunque pequeña y bien monitoreada) de incidencia.** De esta forma, incluso actuando preventivamente, hay que hacer más.

Anexo Estudio ambiental
INFORMACIÓN CVS
Anexo Respuesta CVS a INVIAS
1. Listado de flora y fauna em veda

De las 78 especies focales registradas para Departamento, 8 se encuentran en Peligro Critico (CR) de amenaza, 15 especies en Peligro (EN) y 27 en categoría Vulnerable (VU); es decir que 50 de ellas se encuentran en estado de amenaza, y los 28 restantes se encuentran en riesgo bajo de amenaza.

La Corporación ha trabajado con 37 especies focales, lo que equivale a un 47% de esta fauna, formulando e implementando planes de manejo y estrategias de conservación, con la participación de las comunidades, quienes han sido un factor primordial en estos procesos como difusores y actores en los ecosistemas, generando un impacto positivo en la preservación de la fauna.

De las 37 especies trabajadas, 21 se encuentran en categoría de amenaza en Peligro Critico (CR), En Peligro (EN), y/o Vulnerable (VU), y para ellas se han adelantado las siguientes acciones:

Especie	Categoría	Plan de Manejo formulado	Plan de Manejo implementado	Plan de Acción – Conservación	Actividades/Acciones de manejo
Titi cabeciblanco (*Saguinus oedipus*)	**CR**	X			Plan de manejo. Experiencia piloto de reintroducción de un grupo familiar. Plan de Acción, estrategias de conservación y educación ambiental.
Caimán aguja (*Crocodylus acutus*)		X			Plan de manejo. Educación ambiental, de la mano de los antiguos cazadores, manejo ex situ (cautiverio) y del hábitat natural y liberación en caño Salado
Periquito pintado del Sinú (*Pyrrhura subandina)*				X	Plan de Conservación y estrategias en el hábitat

Paujil pico azul *(Crax alberti*)				X	Plan de Conservación e identificación de amenazas
Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata)*				X	Verificación en campo de las tortugas marinas en el departamento de Córdoba y entrevistas con las comunidades. Diagnóstico sobre la situación de las tortugas marinas en el departamento de Córdoba.
Tortuga Caguama (*Caretta caretta)*					
Manatí antillano (*Trichechus manatus*)	**EN**	X	X		Plan de Conservación y Manejo, educación ambiental, rehabilitación y liberación
Tortuga de río (*Podocnemis lewyana*)		X	X		Plan de manejo y conservación, programa de reproducción ex situ, liberación de neonatos por la comunidad de Caño Viejo, estrategias de conservación y educación ambiental.

Tortuga Carranchina (*Mesoclemmys dalhi*)		X			Plan de conservación, manejo, redescubrimiento de la especie, conocimiento de historia natural e identificación de amenazas, estrategias de conservación y educación ambiental.
Guacamaya verde limón (*Ara ambiguus=Ara ambigua*)				X	Plan de Conservación y estrategias en el hábitat
Tortuga Verde (*Chelonia mydas)*				X	Verificación en campo de las tortugas marinas en el departamento de Córdoba y entrevistas con las comunidades. Diagnóstico sobre la situación de las tortugas marinas en el departamento de Córdoba.
Nutria (*Lontra longicaudis*)	**VU**	X	X		Plan de Conservación y Manejo, educación ambiental y conocimiento historia natural y protocolo manejo en cautiverio

Delfín (*Sotalia fluviatilis guianensis*)				X	Conocimiento de historia natural y socialización con comunidades e instituciones. Distribución, uso de hábitat y abundancia relativa de los delfines costero en la zona sur del golfo de Morrosquillo. Diagnóstico y acciones de conservación.
Mono aullador negro (*Alouatta palliata*)				X	Plan de conservación, redescubrimiento de la especie, conocimiento de historia natural y estrategias de conservación y educación ambiental.
Morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*)					Programa de Conservación y Manejo ex situ
Hicotea (*Trachemys callirostris*)		X	X		Plan de Conservación, manejo y estrategias de incubación y liberación en la comunidad, estrategias de conservación y educación ambiental.
Guacamaya verde (*Ara militaris*)				X	Plan de Conservación y estrategias en el hábitat
Cotorra cariamarilla (*Pionopsitta pyrilia*)				X	Plan de Conservación y estrategias en el hábitat

Chavarri (*Chauna chavarria*)				X	Plan de Conservación e identificación de amenazas, monitoreo de poblaciones.
Cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*)				X	Estudio poblacional en Cispatá
Bocachico (*Prochilodus magdalenae*)				X	Repoblamiento y fomento

Sin embargo, existen otras especies que se encuentran en categorías de bajo riesgo o amenazadas por su uso, que requieren de medidas de conservación para prevenir que sus poblaciones naturales se vean afectadas producto de las actividades antrópicas, lo cual puede conllevar a que nuevas especies asciendan de categoría de amenaza por su riesgo. En relación a este grupo de especies, la CVS ha priorizado acciones educativas y estrategias de conservación para 16 especies, resaltando lo siguiente:

Especie	**Categoría**	**Actividades/Acciones de manejo**
Babilla *(Caiman crocodilus fuscus)*	**LC**	Plan de acción para la conservación y evaluación de la abundancia y distribución de en sectores aledaños a la ciénaga de Lorica, departamento de Córdoba.
Perezoso de tres uñas (*Bradypus variegatus*)	**NT**	Diagnóstico de abundancia, caracterización y preferencia de hábitat para las especies en dos fragmentos de bosque seco tropical en el departamento de Córdoba, Colombia.
Perezoso de dos uñas *(Choloepus hoffmanni)*	**LC**	
Puma (*Puma concolor*)	**LC**	Evaluación de los aspectos de ecología poblacional y del hábitat de las especies de felinos y magnitud, distribución y naturaleza de la problemática humanos-felinos en el departamento de córdoba
Jaguar (*Panthera onca*)	**NT**	
Pisingo (*Dendrocygma autumnalis*)	**LC**	Diagnóstico y monitoreo de poblaciones a través de métodos científicos para promover su conservación.
Pato colorado (*Anas cyanoptera)*		
Chiguiro *(Hydrochoerus isthmius)*	**LC**	Estrategias de conservación y monitoreos de poblaciones.
Barraquete *(Spatula discors)*	**LC**	
Boa *(Boa constrictor)*	**LC**	Estudio para generar conocimiento de las serpientes

Mapaná *(Bothrops asper)*	**LC**	registradas por las comunidades locales y realizar la caracterización de 4 de ellas en la cuenca del río Sinú. Plan de manejo para las especies de serpientes
Candelilla negra *(Cleia cleia)*	**LC**	
Candelilla roja *(Corallus ruschenbergii)*	**LC**	
Iguana (*Iguana iguana*)	**LC**	Caracterizar la especie a lo largo de la cuenca del río Sinú, identificando áreas de hábitat y principales amenazas.
Armadillo (*Dasypus, Cabassous y Priodontes*)	**LC**	Caracterizar la población de armadillos y oso hormiguero in inmediaciones de la zona de presencia de la hormiga loca.
Hormigueros (*Tamandua, Myrmecophaga y Cyclopes*)	**LC**	

En este sentido, a la fecha contamos con la formulación de 7 planes de manejo y 8 planes de acción para la conservación de las especies focales del Departamento, los cuales han sido adelantados con la participación de la comunidad, teniendo en cuenta que la única forma de hacer conservación es con trabajo y compromiso comunitario.

Anexo Estudio ambiental
INFORMACIÓN CVS
Anexo Respuesta CVS a INVIAS
GESTORES RCD

GESTORES RCD INSCRITOS ANTE LA CVS								
NOMBRE	**IDENTIFICACIÓN**	**ACTIVIDAD GESTOR RCD**	**DOMICILIO PRINCIPAL**	**TELÉFONO DOMICILIO PRINCIPAL**	**CORREO ELECTRÓNICO DOMICILIO PRINCIPAL**	**UBICACIÓN SITIO PROYECTO**	**TELÉFONO DE CONTACTO**	**CORREO ELECTRÓNICO DE CONTACTO**
SIEMPRE LIMPIO DEL CARIBE S.A.S. E.S.P.	NIT: 901.142.664-8	Almacenamiento y disposición final	Carrera 53 No. 76 - 239 oficina 402 Barranquilla, Atlántico	(5)3689222	siemprelimpiodelcaribesasesp@gmail.com	Parque Ambiental Verde "Los Cerros", Predio La Montañita, corregimiento Patio Bonito, municipio de Montería, departamento de Córdoba	3218286307 3208092407	director.proyectos@siemprelimpio.co
HAGO SERVICIOS Y SOLUCIONES S.A.S.	NIT: 901.287.390-8	Aprovechamiento y disposición final	Carrera 10B No. 27D - 61 Barrio Tierra Linda Sincelejo, Sucre	3008371893 3008053649	hernan_mandalay@hotmail.com	Predio Mandalay, corregimiento El Porvenir, municipio de San Antero, departamento de Córdoba	3008371893 3008053649	hagoservisoluciones@gmail.com
CANTERA SAN JOSÉ DE LORICA S.A.S	NIT: 901449753-4	Disposición final de los Residuos de Construcción y Demolición -RCD	Carrera 9 N° 61A -33 Montería (Cordoba)	3186039898 3008039898	canterasanjose@gmail.com	Corregimiento de San Sebastián, Vía a momol entrada a san sebastian, Lorica, Córdoba	3186039898 3008039898	canterasanjose@gmail.com

Gestores_Respel_RAEE

INFORMACIÓN GESTORES RESIDUOS PELIGROSOS Y RAEE CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE CVS

A. DATOS DE LA EMPRESA					B. ACTIVIDADES AUTORIZADAS (Señale con una equis (X) la actividad autorizada por la A.A).						C. CAPACIDAD INSTALADA (Indique la capacidad instalada por actividad en toneladas/año)						D. INSTRUMENTOS VIGENTES (Señale con una equis (X) el instrumento por el cual se le otorgó autorización, licencia o permiso ambiental).			E. PERMISOS (Señale con una equis (X) si adicionalmente a la Licencia cuenta con otros permisos ambientales.)		
1. Nombre (Razón social)	2. Municipio	3. Departamento	4. Dirección	5. NIT o cédula	6. Almacenamiento (Respel)	7. Aprovechamiento, Valorización, Reciclaje (Respel)	8. Tratamiento (físico, químico, biológico) (Respel)	9. Disposición en relleno / celda de seguridad	10. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE autorizados	11. Almacenamiento de Sustancias Químicas	12. Capacidad Instalada (Ton/año)						12. Licencia Ambiental	13. Plan de Manejo Ambiental	14. Número y fecha (Resolución o Auto Administrativo)	15. Emisiones	16. Vertimientos	17. Otros
											6	7	8	9	10	11						
ECOFUEGO S. A. S.	Planeta Rica	Córdoba	KM 34 VIA MONTERIA-PLANETA RICA	900371873	x		x		x	x			3942 Ton/año				x	x	Resolución 1-5272 del 27 de mayo de 2011	x		
BIORESIDUOS	Montería	Córdoba	CALLE 29 N°7-43	41703251	x		x						1642,5 Ton/año				x	x	Resolución 1-5976 del 14 de Febrero de 2012	x	x	
JCG MANDALAY	San Antero	Córdoba	Km 2 vía El Porvenir	78709631	x		x										x	x	Resolución 2-1440 del 25 de Septiembre de 2015		x	
ALQUILER Y SUMINISTROS S.A. S	Cereté	Córdoba	Cereté	900542731	x		x										x	x	Resolución 2-2904 del 26-12-16		x	

Nota: Si requiere más filas las puede adicionar.

Cap.1 Delimitación

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO SINU



REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINU Y DEL SAN JORGE – CVS-



FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO – FONADE - CONVENIO 192026

MONTERIA, MAYO DE 2004

Cuerpo Directivo

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINU Y DEL SAN JORGE –CVS-

JAIME GARCÍA EXBRAYAT – Director General CVS

MARÍA ISABEL TORO QUIJANO – Asesora Dirección General

DANIEL PLATA AVENDAÑO– Subdirector de Gestión Ambiental CVS

FARID SAKER GARCÍA – Subdirector de Planeación

JHON COBOS TÉLLEZ – Secretario General CVS

LUIS SOTOMAYOR– Jefe Control Interno

RAFAEL ESPINOSA – Jefe División de Calidad Ambiental

PEDRO MENDOZA VIAÑA – Jefe División Forestal y Participación Comunitaria

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINU Y DEL SAN JORGE – FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO

Equipo Técnico Proyecto:

Aldo S. Rincón Ruiz –Ingeniero Civil, MIC en Ingeniería Civil - Director Proyecto

Mauricio Rojas Laserna – Ingeniero Civil, MIC en Ingeniería Civil, MSc en Hidroinformatica - Especialista en Recursos Hídricos

Mauricio Gallego Silva – Ingeniero Civil, MSc en Estructuras – Especialista en Amenaza Sísmica

Luisa Fernanda Pinzón Flores – Ingeniera Ambiental y Sanitaria, Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Edgar Luciano Bueno – Geólogo – Especialista en Manejo y Conservación de Suelos – Geólogo

Edgardo Pérez Lora – Ingeniero Sanitario

Carlos Alberto Negrete Montes – Sociólogo

José Alfonso Castañeda – Biólogo Marino

Jairo Ricaurte – Ingeniero Agrónomo

Angela Cristina Paternina Oliveros – Ecóloga

Edelberto Baena – Economista

Jorge Eliécer Ibarra – Ingeniero Civil

Omar Dario Lozano Flores – Ingeniero Civil

Carlos Augusto Torres Henao – Geólogo

Marcela Patricia Reyes Diago - Geólogo

AGRADECIMIENTOS

A la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES, a través del Jefe del Parque Nacional Natural Paramillo Dr. Antonio Martínez Negrete.

A la UNIVERSIDAD DE CORDOBA, al departamento de Geografía

A la GOBERNACIÓN DE CORDOBA, a la Secretaria de Agricultura

A la EMPRESA URRA S.A. E.S.P, al grupo ambiental

A la UNIVERIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Al INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI, a la Subdirección de Geografía

Al PLAN DE ORDENAMIENTO PESQUERO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO SINU

A los Municipios de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú, a sus ALCALDES y Directores de las UMATAS

A las comunidades indígenas y campesinas y ONG's de los municipios con área de influencia en la cuenca

A todas las personas que facilitaron y apoyaron el trabajo de campo y el desarrollo de este estudio.

CAPITULOS DEL DIAGNOSTICO

1. DELIMITACION, EXTENSIÓN, LOCALIZACIÓN Y SITUACIÓN AMBIENTAL

2. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICO

3. CARACTERIZACIÓN FISICO BIOTICA

4. CARACTERIZACIÓN POLÍTICO INSTITUCIONAL Y SOCIOECONOMICA DE LA CUENCA

5. INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE LOS ECOSISTEMAS

6. CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HIDRICO

7. INVENTARIO DETALLADO DE LOS USUARIOS Y USOS ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA CUENCA

8. INVENTARIO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE PARA LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y DOMESTICAS

9. INVENTARIO MINERO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO SINU

10. AMENAZAS NATURALES

11. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

12. CARTOGRAFIA

CARTOGRAFIA

La cartografía del presente estudio se encuentra conformada por los siguientes planos:

Mapa No. 1	Mapa de Localización del Área del Proyecto (1/1)
Mapa No. 2	Cartografía Básica Existente (4/4)
Mapa No. 3	Imagen de Satélite (4/4)
Mapa No. 4	Guía Cartográfica (1/1)
Mapa No. 5	Climatología (1/1)
Mapa No. 6	Geología (4/4)
Mapa No. 7	Geomorfología (4/4)
Mapa No. 8	Cobertura de la Tierra (4/4)
Mapa No. 9	Uso Actual del Suelo (4/4)
Mapa No. 10	Clases Agrológicas y Suelos (4/4)
Mapa No. 11	Uso Potencial del Suelo (4/4)
Mapa No. 12	Conflictos por Uso del Suelo (4/4)
Mapa No. 13	División Político Administrativa y Aspectos Socioeconómicos (1/1)
Mapa No. 14	Aspectos Bióticos (1/1)
Mapa No. 15	Inventario del Recurso Hídrico Superficial (4/4)
Mapa No. 16	Calidad del Recurso Hídrico (1/1)
Mapa No. 17	Mapa de Infraestructura (1/1)
Mapa No. 18	Mapa de Cobertura de Servicios Públicos (1/1)
Mapa No. 19	Inventario Minero y Plantaciones Forestales (1/1)
Mapa No. 20	Amenaza Sísmica (1/1)
Mapa No. 21	Amenaza por Inundación (4/4)
Mapa No. 22	Amenaza por Remoción en Masa (4/4)
Mapa No. 23	Unidades Ecológicas del Paisaje (4/4)
Mapa No. 24	Zonificación Ambiental (4/4)

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge ha dado inicio a un proceso de ordenación de las cuencas del departamento de Córdoba, y en tal sentido ha direccionado sus esfuerzos al establecimiento de la línea base ambiental del departamento en todos sus componentes temáticos bajo la plataforma de un sistema de información geográfico que contribuya a la conformación del sistema de información ambiental regional. Dentro del marco previsto por el Plan de Acción Trianual, la CVS ha dado inicio a las fases de aprestamiento y diagnóstico de las cuencas hidrográficas de los ríos Sinú, San Jorge y Canalete.

La cuenca hidrográfica del río Sinú ha sido estudiada en varias oportunidades de manera regional, principalmente en sus zonas media y baja y gracias al desarrollo del proyecto hidroeléctrico Urrá I cuenta con un nivel de información bastante aceptable en varios de sus componentes. Sin embargo, muchos de estos estudios datan de hace varias décadas y los mas recientes se encuentran en escalas generales y no cubren la totalidad de la cuenca del río Sinú.

Por otra parte, posterior a la puesta en marcha de operación de la hidroeléctrica no se cuenta con un documento que evalúe de manera integral la interrelación de los recursos naturales y el efecto que ha tenido Urrá dentro de los ecosistemas existentes en la cuenca. En este sentido la conformación de la línea base ambiental para las condiciones actuales de la cuenca hidrográfica del río Sinú reúne varios aspectos que antes no eran relevantes y constituyen la base fundamental para la elaboración del diagnóstico ambiental de la cuenca incorporando la identificación de conflictos e impactos ambientales para propósitos de establecer una zonificación ambiental.

La CVS, mas allá de cumplir con un requerimiento de ley como lo es el Decreto No.1729 de Agosto 6 de 2002, pretende en virtud de los proyectos de ordenamiento de cuencas convertirse en el eje de información ambiental para los usuarios del departamento y de igual manera establecer los sistemas adecuados para el monitoreo de los recursos naturales del departamento.

Este documento constituye el inicio de una gran tarea en la que esperamos se involucren la academia y todas las organizaciones públicas y privadas con área de influencia en la cuenca, asumimos el liderazgo como Corporación Ambiental y continuaremos el proceso con la retroalimentación y concertación como fase siguiente al diagnóstico elaborado.

JAIME GARCIA EXBRAYAT
Director General - CVS

PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El decreto No.1729 de Agosto 6 de 2002 y las Guías Técnico Científicas presentadas en el año 2004 por el IDEAM para el desarrollo de los procesos de ordenamiento de cuencas, proporcionan de manera general e indican como abordar las fases, etapas y actividades para la realización de los POMCA.

Dentro de las guías se identifican como actividades del diagnóstico la determinación de:

1. Aspectos generales
    a. Delimitación, extensión, localización y situación ambiental de la cuenca identificando especialmente las zonas de páramo, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos.
    b. Vías de comunicación

2. Caracterización del subsistema físico-biótica de la cuenca
    a. Fisiografía y geomorfología
    b. Sistema Hidrográfico
    c. Meteorología
    d. Zonas de Vida
    e. Geología regional
    f. Recurso Suelo
    g. Clasificación edafológica
    h. Clasificación de tierras según su aptitud de uso
    i. Hidrología e Hidrogeología: distribución, estado (en cantidad y calidad) y dinámica de las aguas superficiales y subterráneas
    j. Identificación de riesgos, amenaza y vulnerabilidad

3. Aspectos del subsistema socio económico y cultural. La información recolectada debe ser útil para los propósitos de la ordenación, en este sentido se descartan muchos elementos empleados en los diagnósticos convencionales y se hace énfasis en la información necesaria únicamente, así:
    a. Organización comunitaria y presencia institucional: Tipos de organizaciones (JAC, JAA u otra), estado legal de la organización, presencia institucional y actores que participan activamente en proyectos de la cuenca.
    b. Análisis socio-económico en el cual se determina la distribución de la población urbana y rural, por edad y sexo, se localizan las

cabeceras municipales, centros urbanos y concentraciones rurales de población (caseríos), se determina la densidad de población por municipios, corregimientos, y cuando se cuente con suficiente información, por veredas. También se analiza la estabilidad de la población, así como su dinámica poblacional: comunidades receptoras y expulsoras de población. Otros aspectos a analizar incluyen población económicamente activa, ingreso, empleo, Necesidades Básicas Insatisfechas (N.B.I) y determinación del Índice de Calidad de Vida por municipios y corregimientos

c. Descripción de servicios públicos como acueducto, alcantarillado, recolección de residuos sólidos y análisis de cobertura de servicios públicos.
d. Infraestructura física para actividades productivas y domésticas.
e. Educación: Tipo de entidades, modalidad, estudiantes por niveles, niveles de escolaridad, número, y caracterización de los programas de educación ambiental en los mismos.
f. Información de predios: Tamaño de predios, distribución de predios, tipo de tenencia de la tierra en áreas de interés ambiental, relación del tamaño de predios con los usos principales en los agroecosistemas.
g. Servicios ambientales: Aquí se emplean indicadores para cuantificar los consumos de leña, recurso hídrico, de territorio para disponer residuos sólidos, caudales de vertimientos líquidos y fuentes receptoras, e identificar si existen prácticas de reciclaje y su funcionamiento.
h. Aspectos culturales: Identificar minorías étnicas, recuperar conocimientos ancestrales, identificar procesos productivos endógenos, prácticas de agricultura orgánica, conocer la historia de la región, etc.

4. Inventario urbano: Identificación de actividades productivas y de los impactos del asentamiento sobre el ecosistema receptor, cuantificación de los servicios ambientales demandados por la cabecera y los caseríos rurales. En el ámbito urbano se debe:

    a. Identificar las corrientes impactadas por vertimientos, su capacidad de auto depuración o determinación del tipo de sistema de tratamiento de las aguas residuales en el cuerpo receptor e identificar sitios de conflicto por uso del agua.

b. Caracterización de los tipos y sitios de vertimiento y su impacto en la proliferación de vectores de enfermedades y malos olores.
c. Fuentes fijas o móviles de gases, material particulado y emisiones de ruido, que afecten a la comunidad vecina.
d. Manejo de residuos sólidos, tóxicos y peligrosos en hospitales, centros de salud, matadero.
e. Disposición final de residuos sólidos, si se trata de relleno sanitario, evaluar el manejo de lixiviados y el impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales

5. Inventario rural:

a. Caracterización de microcuencas abastecedoras de acueductos municipales y veredales
b. Definir el uso de los recursos naturales renovables del territorio en términos de ecosistemas
c. Identificación de usos y coberturas del suelo, distribución de las actividades productivas y extractivas e identificación de los sitios críticos derivadas de las mismas.
d. Relación existente entre los usos y coberturas con el tamaño de los predios.
e. Identificar la oferta y los usos del recurso hídrico tanto superficial como subterráneo
f. Identificación de tramos críticos de corrientes que ameritan ser reglamentados
g. Localización y caracterización de áreas de interés ambiental y ecosistemas estratégicos como bosques, humedales, páramos, zonas de recarga de acuíferos, microcuencas abastecedoras de acueducto y caracterización de las mismas en términos de oferta de servicios ambientales
h. Delimitar zonas con condiciones naturales especiales (aguas termales o minerales, fumarolas, volcanes activos, volcanes de lodo, etc)
i. Zonificación en unidades ecosistémicas de planeación: en la cual se relacionan usos y coberturas, tamaños de predios, áreas de interés ambiental y geomorfología para determinar unidades socioeconómicas y ambientales homogéneas, útiles para la planificación en las siguientes fases, llámense estas unidades de ecología del paisaje (UEP), unidades homogéneas de tierra (UHT), zonas de vida, gradientes altitudinales, etc.

j. Cuantificación de la demanda de recursos naturales para desarrollar las actividades productivas, y el impacto sobre el ecosistema receptor
k. Balances oferta vs. demanda, cálculo de índices y definición de indicadores de "línea base".
l. Identificación de entidades territoriales ubicadas en el área de la cuenca y de ecosistemas de interés ambiental compartidos, que ameritan manejo integrado entre diferentes entes y naciones.
m. Definir con la comunidad las áreas de conservación y los mecanismos para su protección.
n. Tipo de amenazas naturales, duración, frecuencia y persistencia (en términos de restricción temporal o permanente y de las zonas y comunidades afectadas directa e indirectamente)
o. Restricciones culturales, político-administrativas, institucionales y naturales

Si bien muchas de estas actividades se encuentran previstas dentro de los elementos del diagnóstico mencionados en el Articulo 11 del decreto No.1729, el orden y secuencia es bien diferente y el enfoque inicialmente propuesto en el decreto difiere un poco de lo contemplado en las guías.

Sin embargo, y tal como lo mencionan las Guías Técnico Científicas, el documento de diagnóstico debe considerarse como una herramienta multipropósito, útil a la gestión ambiental, debe recolectar información primaria, cuando así sea necesario, y no debe ser paramétrico, principalmente debe ser dinámico y flexible.

La experiencia desarrollada por la CVS arroja esta conclusión primordial a la hora de interpretar los resultados y es el dinamismo y flexibilidad del documento, ya que si bien se presenta información primaria en distintas áreas temáticas, no fue posible abordar con detalle aspectos considerados en el decreto y que hacen parte principalmente del componente biótico, particularmente el inventario de flora y fauna y la carencia de información de los usos actuales y potenciales de estos recursos.

De igual manera y sobre la marcha del proyecto se encontraron componentes temáticos sin ningún tipo de información y que hubiera sido importante describir en el diagnóstico y que hacen referencia al impacto sobre el recurso suelo por la utilización de agroquímicos, la disminución de la calidad del recursos suelo debido a las variaciones del nivel freático como producto del desecamiento de humedales y la posible influencia de URRA, los cuales requerirán estudios mas detallados a fin de concluir con exactitud acerca de la problemática.

No obstante, y en virtud de la flexibilidad del documento, la CVS ha iniciado proyectos paralelos tendientes a completar la información que se presenta en el presente estudio y que tienen que ver particularmente con los inventarios de flora y fauna de los humedales del departamento de Córdoba, el monitoreo de pesticidas en distintos sitios de la cuenca del río Sinú y otras actividades que mas adelante enriquecerán con información este documento

De otra parte el diagnóstico incorporó otras situaciones ambientales de interés para la cuenca que no fueron resaltadas como de importancia dentro de las guías y que para nuestra cuenca si lo son: Caso concreto lo constituye el análisis del sector minero y para una mejor calidad de la información se realizó un inventario de las actividades mineras existentes en la cuenca con una evaluación ambiental de cada uno de estos sitios y que constituye un capítulo adicional del diagnóstico y un preámbulo al ordenamiento minero ambiental del Departamento.

También se dio especial importancia al Sistema de Información Geográfico desarrollado para el proyecto y que constituyó la herramienta fundamental para el análisis de los resultados y para la presentación de los mismos, por tal motivo se presenta un capítulo relacionado con el SIG y con la base cartográfica desarrollada para el análisis integral de la cuenca, ya que como es de conocimiento general nunca antes se había abordado un proyecto que incorporará la caracterización de todas la cuenca, incluyendo el sector perteneciente al departamento de Antioquia.

Para tal fin fue necesario el desarrollo de cartografía base, curvas de nivel e hidrografía, lo cual se realizó mediante el procesamiento digital de imágenes de satélite e información de radar. Procesos que igual se explican en el capítulo de SIG.

Finalmente y sobrepasando los requerimientos del decreto se elaboró un análisis detallado de amenaza por inundación bajo las nuevas condiciones de la cuenca, de movimientos en masa y de amenaza sísmica, los cuales pueden ser vistos como una contribución de la CVS a los procesos de ordenamiento territorial de los municipios de la cuenca, dado el detalle y proceso de su elaboración.

El capítulo 11 presenta la descripción general de las unidades para el establecimiento de la zonificación ambiental de la cuenca y la descripción de las mismas, sin embargo estas deben tomarse a manera de propuesta, ya que el documento definitivo debe originarse de la socialización del diagnóstico y de la fase de prospección siguiente.

De igual manera el capítulo concerniente con la "IDENTIFICACION DE CONFLICTOS DE USO Y DETERMINACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SOBRE LOS RECURSOS NATURALES POR EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES" se construirá concertadamente con los actores de la cuenca en la fase de prospección, ya que dicha fase se desarrollará desde la construcción participativa de la problemática ambiental existente en la cuenca, partiendo de la línea base establecida por el diagnóstico; labor que debe ser realizada de manera sectorizada dada la multiplicidad de actores, distribución de recursos naturales, conflictos e impactos existentes en la cuenca hidrográfica del río Sinú.

Capitulo 1. Delimitación

TABLA DE CONTENIDO

1 DELIMITACION, EXTENSION, LOCALIZACION Y SITUACION AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO SINÚ 5

1.1 DELIMITACION 5
1.2 EXTENSION 5
1.3 LOCALIZACION 6
1.4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO SINU 6
1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO DEL RÍO SINÚ 8
1.4.2 VIAS DE COMUNICACION 11
1.5 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 12
1.5.1 HIDROGRAFÍA 17
1.5.1.1 Hidrografía proveniente del nudo de Paramillo que tributa al Sinú 18
1.5.1.2 Hidrografía que tributa al río Sinú en embalse de URRA I 19
1.5.1.3 Hidrografía que tributa al río Sinú aguas abajo del embalse de URRA 19
1.5.2 CLIMA 20
1.5.2.1 Precipitación 20
1.5.2.2 Temperatura 21
1.5.2.3 Humedad Relativa 21
1.5.2.4 Brillo Solar 22
1.5.2.5 Evapotranspiración Potencial 22
1.5.2.6 Pisos Térmicos 22
1.5.2.7 Clasificación Climática de Thornwaite 23
1.5.2.8 Zonas de Vida de Holdridge 24
1.5.3 ASPECTOS FÍSICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 24
1.5.3.1 Geomorfología 24
1.5.3.2 Geología 29
1.5.3.3 Minerales Metálicos 30
1.5.3.4 Materiales de Construcción 31
1.5.4 ASPECTOS BIÓTICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 32
1.5.4.1 Ecosistemas 32
1.5.4.2 Flora 36
1.5.4.3 Fauna 39
1.5.4.4 Cobertura de la Tierra 43
1.5.4.5 Uso Potencial del Suelo 48
1.5.4.6 Uso Actual del Suelo 49
1.5.4.7 Conflictos por Uso del Recurso Suelo 50
1.5.5 RECURSO HÍDRICO 55
1.5.5.1 Oferta del Recurso Hídrico Superficial 55

1.5.5.2 Calidad Del Recurso Hídrico Superficial 56
1.5.5.3 Estimación De Recursos Hídricos Subterráneos 58
1.5.5.4 Demanda del Recurso Hídrico en la cuenca Hidrográfica del río Sinú 59
1.5.6 AMENAZAS NATURALES 61
1.5.6.1 Inundaciones 61
1.5.6.2 Deslizamientos 62
1.5.6.3 Sismicidad 68
1.5.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 69
1.5.7.1 Estructura Demográfica y Densidad Poblacional en la Cuenca del Río Sinú. 69
1.5.7.2 Población y Densidad Poblacional, por Subregión, Zonas y Municipios de la Cuenca del Río Sinú. 70
1.5.7.3 Comunidades Indígenas. 71
1.5.7.4 Migración en la Cuenca del Río Sinú 72
1.5.7.5 Sector Salud 72
1.5.7.6 Sector Educación 74
1.5.7.7 Servicios Básicos 75
1.5.7.8 Análisis de Tenencia de la Tierra para la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú 82
1.5.7.9 Análisis de la Económia Existente en la Cuenca del Río Sinú 84
1.6 PROBLEMATICA AMBIENTAL 88

INDICE DE TABLAS

TABLA NO. 1 EXTENSIÓN DE LAS PRINCIPALES CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL PAÍS.....6
TABLA NO. 2 DISTRIBUCIÓN DEL TERRITORIO EN EL ÁREA GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO SINÚ...9
TABLA NO.3 PRINCIPALES CORRIENTES QUE DRENAN AL SINÚ AGUAS ABAJO DEL EMBALSE DE URRA.20
TABLA NO.4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ CARTOGRAFIADAS A ESCALA 1:100000.....27
TABLA NO. 5 PROVINCIAS Y DISTRITOS BIOGEOGRÁFICOS PRESENTES EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ ..32
TABLA NO.6 BIOMAS PRESENTES EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ.....33
TABLA NO.7 COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 48
TABLA NO.8 USO ACTUAL DEL SUELO EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 50
TABLA NO.9 ÁREAS EN CONFLICTO DE USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 54
TABLA NO.10 VOLÚMENES DE RESERVAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ....59
TABLA NO.11 RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 59
TABLA NO.12 DEMANDA DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 60
TABLA NO.13. PROCESOS DE EROSIÓN HÍDRICA Y SU CONTRIBUCIÓN A LA INESTABILIDAD DEL TERRENO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ. 66
TABLA NO.14 POBLACIÓN PROYECTADA, ÁREA Y DENSIDAD POBLACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 71
TABLA NO. 15 TASA DE ANALFABETISMO NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y CUENCA DEL RÍO SINÚ. 2003. 74
TABLA NO.16 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO URRA.....80
TABLA NO.17 INFRAESTRUCTURA DE GAS NATURAL EXISTENTE EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ.....81
TABLA NO.18 COEFICIENTES DE GINI PARA LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO SINÚ Y PARA LA CUENCA. 83

INDICE DE FIGURAS

FIGURA NO.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 7
FIGURA NO.2 RED VIAL EXISTENTE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ 15
FIGURA NO. 3 A Y 3 B COMPARACIÓN DEL APORTE DE CADA GRUPO DE VEGETACIÓN AL TOTAL POR ZONAS EN LA CUENCA DEL RÍO SINÚ. A VALORES ABSOLUTOS, B PORCENTAJES 38
LA FIGURA NO.4 ILUSTRA EL RENDIMIENTO HÍDRICO A LO LARGO DEL CAUCE DEL RÍO SINÚ AGUAS ABAJO DEL EMBALSE.....56
FIGURA NO.5. EROSIÓN LAMINAR Y EN SURCOS PRESENTES EN LA VÍA CUCHARAL – BUENOS AIRES..64
FIGURA NO.6. EROSIÓN EN SURCOS Y CÁRCAVAS PRESENTES AL NORTE DE LORICA Y SAN ANTERO ...65
FIGURA NO.7. EROSIÓN LATERAL PRESENTE EN ALGUNAS QUEBRADAS.....67
FIGURA NO.8. EROSIÓN LATERAL PRESENTES EN EL RÍO SINÚ. SECTOR COTORRA. 67
FIGURA NO.9. POBLACIÓN TOTAL 2003 POR GRUPOS DE EDAD PARA LA CUENCA DEL RÍO SINÚ 70
FIGURA NO.10 DISTRIBUCIÓN TOTAL DEL ÁREA EN HECTÁREAS DEDICADAS A AGRICULTURA EN LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA DEL RÍO SINÚ.....85

1 DELIMITACION, EXTENSION, LOCALIZACION Y SITUACION AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO SINÚ

1.1 DELIMITACION

La cuenca hidrográfica del río Sinú, geográficamente limita al Norte con el Océano Atlántico, al Oriente con la serranía de San Jerónimo, al occidente con la Serranía de Abibe y al sur con el Nudo de Paramillo. Políticamente limita al oriente con los municipios de Palmito, Sincelejo y Sampués en el departamento de Sucre y los municipios de San Andrés de Sotavento, Chinu, Sahagún, Planeta Rica y Montelibano en el departamento de Córdoba. Al Sur limita con los municipios de Dabeiba y Peque en el departamento de Antioquia y al Occidente con los municipios de los Córdobas y Canalete y con los municipios de San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Dabeiba en Antioquia.

Las autoridades ambientales presentes en la cuenca hidrográfica del río Sinú son: La UAESPNN[1] en el PNN Paramillo ubicado en la zona alta de la cuenca; la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge -CVS- con jurisdicción en el departamento de Córdoba y la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE- en el departamento de Sucre.

En el capítulo de cartografía se presentan los aspectos de localización, limites y el componente temático de la cuenca a escala 1:100000.

1.2 EXTENSION

La cuenca hidrográfica del Río Sinú tiene un área aproximada de 1'395.244 Hectáreas de las cuales el 93% corresponde al departamento de Córdoba; el 6% a Antioquia y el 1% al departamento de Sucre.

El perímetro de la cuenca del río Sinú es de 857.077 kilómetros que se extienden por las divisorias de aguas que la limitan.

Dentro del contexto hidrográfico Nacional la cuenca del río Sinú es una de las más representativas, y en la Costa Atlántica es la cuenca mas extensa propia de un

[1] UAESPNN Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Perteneciente al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

departamento. En la tabla No. 1 se puede observar su extensión comparada con la de las cuencas de los ríos más importantes del País.

Tabla No. 1 Extensión de las principales cuencas hidrográficas del país

Cuenca Hidrográfica	Extensión (Km^2)
Río Magdalena	257438
Río Guaviare	166168
Río Caquetá	199203
Río Meta	103052
Río Putumayo	53165
Río Atrato	35702
Río Vaupés	37748
Río Sinú	13952

1.3 LOCALIZACION

La cuenca se localiza en el sector occidental de la Costa Atlántica Colombiana en jurisdicción de los departamentos de Córdoba, Sucre y Antioquia; su posición espacial de acuerdo con las coordenadas geográficas del IGAC origen Bogotá son: El punto localizado más al sur, corresponde a la coordenada 1'280.927.73 m Norte y el punto localizado más al Norte hacia la desembocadura se localiza en 1'536.123.46 m Norte; a su vez se limita la cuenca en sus extremos Este – Oeste entre las coordenadas Este 731.071.24 m y 856.429.09 m.

En la Figura No.1 se presenta la localización de la cuenca hidrográfica del río Sinú,

1.4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO SINU

El Río Sinú nace en el área de páramo del Nudo de Paramillo en el municipio de Ituango, Departamento de Antioquia en la cota 3700 m.s.n.m, desde donde desciende hasta su desembocadura directamente en la zona del delta de Tinajones a través de tres bocas denominadas Mireya, Medio y Corea localizadas en el municipio de San Bernardo del Viento.

La longitud total del cauce desde su nacimiento hasta su desembocadura es de 437.97 kilómetros y atraviesa territorios de los municipios de Ituango, Tierralta, Valencia, Montería, Cereté, San Pelayo, Cotorra, Lorica y San Bernardo del Viento.

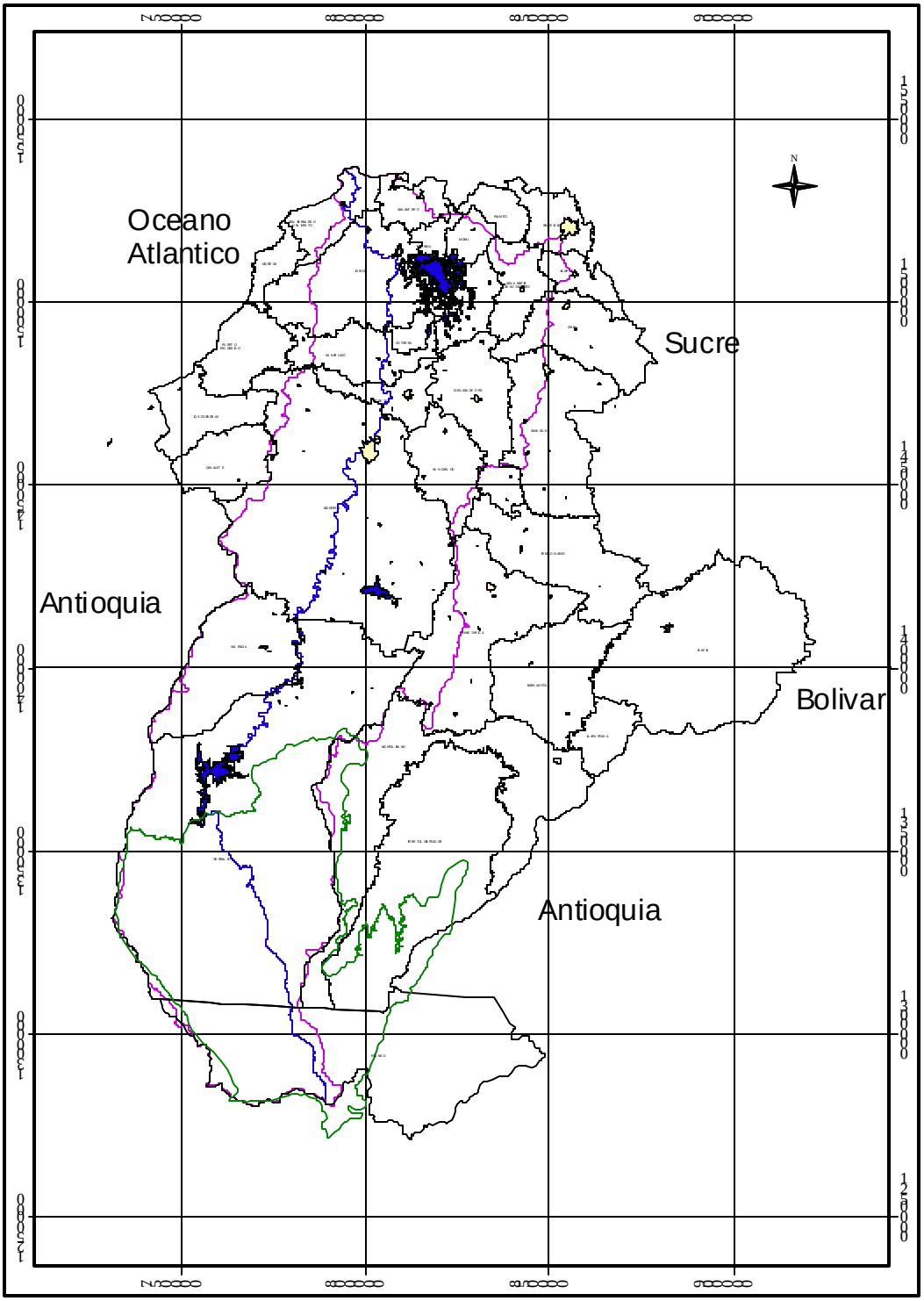


Figura No.1 Localización General de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú

La cuenca hidrográfica del río Sinú ocupa un área de 1'395.244 Hectáreas que representa el 55.7% del territorio del Departamento de Córdoba, el cual tiene un área de 2'506.822 hectáreas y en ella se localiza cerca del 76.2 % de la población total del Departamento. La pendiente promedio del cauce es de 0.85 % y es una corriente de orden 7 a escala 1:100000 según el sistema de clasificación de Horton.

La CVS dentro del Departamento ha sectorizado la cuenca del Río Sinú teniendo en cuenta la ubicación y características físicas y bióticas de la cuenca en tres subregiones: Alto, medio y bajo Sinú.

El Alto Sinú está conformado por los municipios de Tierralta y Valencia; el Medio Sinú por Montería, San Carlos, Cereté, San Pelayo y Ciénaga de Oro y el Bajo Sinú a su vez lo conforman el Bajo Sinú Sabanero, Bajo Sinú Costanero y Bajo Sinú Cienaguero.

El Bajo Sinú Cienaguero está conformado por los municipios de Cotorra, Chimá, Momil, Purísima y Lorica; el Bajo Sinú Sabanero por Chinú, San Andrés de Sotavento y Sahagún y el Bajo Sinú costanero lo conforma San Bernardo y San Antero.

Los municipios que integran los territorios de la cuenca hidrográfica del Río Sinú en el Departamento de Córdoba son de sur a norte: Tierralta, Montelibano, Valencia, Planeta Rica, Montería, Canalete, Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro, San Pelayo, Cotorra, Sahagún, Chinú, San Andrés de Sotavento, Chimá, Momil, Purísima, Lorica, San Bernardo del Viento y San Antero; en el Departamento de Sucre, Sampués y Sincelejo y en el Departamento de Antioquia el municipio de Ituango. En la Tabla No. 2 se presenta el área perteneciente a la cuenca de cada uno de estos municipios; donde se puede apreciar que gran parte del territorio de la cuenca hidrográfica del río Sinú se localiza en los municipios de Tierralta y Montería.

1.4.1 DESCRIPCIÓN DEL RECORRIDO DEL RÍO SINÚ

El río Sinú inicia su recorrido en el sector de Páramo del Parque Nacional Natural Paramillo, en el Departamento de Antioquia municipio de Ituango. Desde esta área encuentra una densa red de tributarios que conforman un curso notable hacia los 3200 m.s.n.m; a partir de allí y hacia el Km 30 recibe las aguas del río Sinucito; sobre el Km 70.8 se encuentra con la quebrada El Rubio, y en el Km 79 recibe el aporte del río Manso, uno de los principales afluentes del Sinú.

Continuando el recorrido, hacia el kilómetro 101 el río Sinú recibe las aguas del río Esmeralda que nace hacia los 3000 m.s.n.m y recoge los caudales de la zona central de la cuenca, incluyendo las del río Antazales.

En el Km 116 el río Sinú se encuentra con el río Verde, el cual nace en la cota 2400 m.s.n.m y desde allí recoge los caudales de las quebradas Mutatá, El Tajuán, Borrascosa, El Bosque, La Clara, La Estrella, la Luna, Saiza y Chocó, entre otras. Ambos conforman el área del Embalse de Urrá I, el cual se utiliza para el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica de Urrá.

Tabla No. 2 Distribución del territorio en el área geográfica de la cuenca del río Sinú

Municipio	Área del municipio en la cuenca (Ha)	Sectorización	Área Total del municipio (Ha)	% de área del municipio localizado en la cuenca	% del área de la cuenca en cada municipio
ITUANGO	83576,2	Otros Municipios	235433,01	35,50	6,0
TIERRALTA	478440,8	Alto Sinú	483798,6072	98,89	34,3
VALENCIA	89811,1	Alto Sinú	92489,22	97,10	6,4
SAN CARLOS	40709,0	Medio Sinú	44787,31	90,89	2,9
MONTERIA	297702,2	Medio Sinú	315413,53	94,38	21,3
CERETE	27624,2	Medio Sinú	27759,75	99,51	2,0
SAN PELAYO	35946,0	Medio Sinú	42860,72	83,87	2,6
COTORRA	9034,7	Bajo Sinú Cienaguero	9034,7	100,00	0,6
CHINU	12440,2	Bajo Sinú Sabanero	60209,36	20,66	0,9
CHIMA	32564,1	Bajo Sinú Cienaguero	32564,05	100,00	2,3
SAMPUES	5294,5	Otros Municipios	20225,49	26,18	0,4
SAN ANDRES DE SOTAVENTO	27792,4	Bajo Sinú Sabanero	31826,59	87,32	2,0
MOMIL	13391,1	Bajo Sinú Cienaguero	16059,51	83,38	1,0
PURISIMA	9491,9	Bajo Sinú Cienaguero	10097,39	94,00	0,7
LORICA	83453,5	Bajo Sinú Cienaguero	101922,10	81,88	6,0
SAN BERNARDO DEL VIENTO	15676,5	Bajo Sinú Costanero	31328,78	50,04	1,1
MONTELIBANO	7140,5	Alto Sinú	179365,57	3,98	0,5
PLANETA RICA	32340,4	Bajo Sinú Sabanero	125239,27	25,82	2,3
CANALETE	795,0	Otros Municipios	39797,12	2,00	0,1
CIENAGA DE ORO	52867,7	Medio Sinú	65188,88	81,10	3,8
SAHAGUN	21370,7	Bajo Sinú Sabanero	96049,97	22,25	1,5
SAN ANTERO	15477,4	Bajo Sinú Costanero	22172,16	69,81	1,1
SINCELEJO	1970,7	Otros Municipios	27571,80	7,15	0,1

Dentro del área del embalse de Urrá I, el río Sinú recibe los aportes de las quebradas Naín, Urrá, Tucurá y Chibogadó**,** entre otras.

Siguiendo el antiguo curso, el río Sinú recorre aproximadamente 25 Km dentro del embalse y continua su trayecto recogiendo pequeños afluentes como la quebrada Tay en el Km 154, la quebrada Lorenzo en el Km 180 y la quebrada Juí en el Km 190.

Posteriormente recibe las aguas de la quebrada Peña (Km 201), quebrada Aguas Prietas (Km 215), quebrada los Pescados (Km 216), quebrada Matamoros (Km 222), quebrada Machena (Km 240), quebrada El Cucharo (Km 243), quebrada El Caney (Km 250.3), quebrada Alemania (Km 256). En el Km 263.5 el Río Sinú recoge los aportes del Caño Betancí, quien a su vez drena las aguas de la Ciénaga Betancí y la Quebrada Las Flores.

La Ciénaga Betancí es alimentada por un gran número de afluentes que drenan hacia este sector conformando una área de drenaje particular y que sólo se comunica con el río Sinú mediante el caño Betanci. Entre los principales tributarios de la Ciénaga se encuentran los arroyos los Pegados, el León, Caño Vieja, las Fuentes, Viagual, las Lomitas y las quebradas Arroyoncito y Betancí, entre otras.

Continuando con el recorrido, el río Sinú recibe los aportes de las quebradas La Cantera (Km 267), Palmito (Km 270.3) y el arroyo San Jerónimo (Km 291.7). Entre el Km 312 y el 320 el río Sinú atraviesa la ciudad de Montería y en el Km 327 se bifurca en el Brazo de Lara y el curso del Caño Bugre, el cual actualmente drena directamente hacia la ciénaga Grande del Bajo Sinú.

Paralelo al curso del Sinú se encuentran varios paleocauces entre ellos El Caño Vidrial, el cual conduce las aguas de la gran mayoría de afluentes de la margen izquierda del río Sinú. Entre los que se cuentan los arroyos El Pantano, No Hay Como Dios, las quebradas San Roque, San Rafael, Monaflaca, Agua Delgada, La Mora, Casablanca, El Limón, Arroyondito, Cuba, Aguasblancas, Sincelejito, Ay el Coco, Caño el Codo, Cañada El Naranjal, Caño Madrid, Arroyo El Barroso, Arroyo El Diluvio y el Brazo Cañaveral.

Algunos de estos afluentes ya no drenan directamente al Sinú sino que lo hacen a través de la red de canales que se han habilitado en la margen izquierda, principalmente entre los sectores de caño Viejo y la ciénaga de la Pacha.

En la margen derecha del río Sinú, y a partir de la ciudad de Montería se establece una red de drenaje que recoge las aguas que provienen de la serranía de San Jerónimo y que drenan hacia el caño Aguas Prietas y éste a la Ciénaga Grande del Bajo Sinú; el Aguas Prietas se conecta con el curso del río Sinú hacia el Km 388, en el municipio de Lorica.

De igual manera sobre la margen derecha el canal colector del antiguo INAT recoge las aguas de otros afluentes provenientes de la serranía de San Jerónimo como los arroyos El Mamón, Mocholo, Trementino, Boca La Ciénaga, El Pital, Grande y el caño Remedia Pobres, igualmente el canal de drenaje principal del INAT drena las aguas lluvias de la ciudad de Montería.

Otros aportes al curso del Río Sinú aguas abajo de Lorica son: El caño El Retiro (Km 407), arroyo La Doctrina (Km 407.5), Caño Mochita (413.6), y Caño Grande (Km 429).

Políticamente el Río Sinú nace en el municipio de Ituango, en el Departamento de Antioquia y penetra al departamento de Córdoba por el Municipio de Tierralta hacia el Km 38; pasa por el casco urbano de Tierralta en el Km 188.22 y por el poblado de Las Palomas en el Km 248.97. Entra al municipio de Montería en el Km 218.8, recorre su casco urbano en aproximadamente 7.9 Km entre los kilómetros 312.34 y 320.24; cruza por Los Garzones en el Km 327 donde también sale del municipio de Montería. Recorre el municipio de Cereté hasta el Km 342.2 donde empieza el municipio de San Pelayo; hacia el Km 350, el río Sinú pasa por el casco urbano de este municipio.

En el municipio de Lorica atraviesa los corregimientos de Los Gómez en el Km 367.66, Nariño en el 379.4; en el Km 413 inicia su recorrido en el municipio de San Bernardo del Viento y hacia el Km 413 cruza el casco urbano hasta el Km. 419.4, para finalmente desembocar en Tinajones en el Km 437.9.

1.4.2 VIAS DE COMUNICACION

La cuenca del río Sinú gradualmente ha ido incrementando sus redes de comunicación; si bien inicialmente la infraestructura vial se localizaba principalmente en el área del Medio y Bajo Sinú, debido a las características productivas de la zona, hoy por hoy se ha establecido un estrecho vínculo con otros municipios vecinos de la cuenca incluso a través de vías establecidas en el Alto Sinú.

La Figura No.2 muestra la infraestructura vial existente para la cuenca del río Sinú.

La red vial principal conformada en la cuenca del río Sinú, hace parte de la red troncal Nacional. En el sector entre Sahagún y Chinú, la Troncal Noroccidental que proviene de Medellín y que se dirige a Cartagena atraviesa áreas de la cuenca; de esta troncal se deriva el ramal que desde la Y pasa por el municipio de Cienaga de Oro, Cereté hasta Montería; y otro ramal que parte en cercanías de Planeta Rica y conecta con la ciudad de Montería; de Montería se desprenden vías principales hacia Tierralta en un recorrido de 79 Km, y hacia Arboletes en un recorrido de 66 Km.

Por otra parte se encuentra la vía que partiendo de Cereté se dirige hacia San Pelayo, Lorica y San Andrés de Sotavento, la cual conecta con Coveñas y Tolú en el Departamento de Sucre

Adicionalmente en la cuenca del río Sinú existe un gran número de carreteables que interconectan las veredas y corregimientos de los diversos municipios existentes en la cuenca.

1.5 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ

Dentro del territorio de la cuenca hidrográfica del río Sinú las áreas donde mayor intervención ha existido son las subregiones del Medio y Bajo Sinú, es allí donde se requieren proyectos de recuperación acordes con los impactos generados por el hombre y las necesidades actuales de los pobladores de estas zonas (pescadores del medio y bajo Sinú).

La zona de menor intervención de la cuenca la constituye el Alto Sinú, principalmente el área del Parque Nacional Natural Paramillo, la cual es la más rica en biodiversidad y oferta del recurso natural, debido a su estatus jurídico y a la inaccesibilidad de la zona. Aun así, se han identificados frentes de intervención localizados en distintos sectores y que poco a poco avanzan destruyendo uno de los ecosistemas más ricos de la región Caribe. Dentro de estos frentes se identifican los siguientes sectores:

- Sector Manso- Tigre: Corresponde al área bañada por los ríos Sinú, Manso y Tigre. Representaban antes del desplazamiento forzado unas 13 veredas,

distribuidas en tres corregimientos. Culturalmente son dominantes los campesinos de origen costeño-sabanero.

- Sector Cruz Grande - Florida: Se localiza en la parte norte-occidente del Parque, en la jurisdicción del municipio de Tierralta, sobre las microcuencas de las quebradas Cruz Grande e Iguaná. Culturalmente dominan los campesinos costeños-sabaneros.

- Sector Antazales y Galilea: Corresponde a un enclave de campesinos antioqueños localizados en la parte alta del río Esmeralda, en jurisdicción del municipio de Ituango.

- Sector Sinucito: Es un enclave de campesinos antioqueños localizados sobre la parte alta del río Sinú, aguas arriba de la vereda Puerto Fuerte. Para el año de 1991 los funcionarios del PNN Paramillo realizaron un censo poblacional, el cual arrojó para esta vereda del Parque un total de 131 habitantes, distribuidos en 16 familias, 44 niños, 38 jóvenes y 49 adultos.

- Sector Indígena: Corresponde a las áreas que ocupan los Resguardos Embera-Katíos del Alto Sinú y Yaberaradó Polines. Estos grupos pertenecen a las Etnias Embera-Katíos.

El área del Parque Nacional Natural Paramillo se constituye en la despensa hídrica para el Departamento y la existencia de una gran área de bosque primario aun garantiza la oferta de bienes y servicios ambientales en los recursos de flora, fauna y paisajísticos, sin embargo los procesos de colonización se mantienen y existen áreas con bastante intervención en las que se ha cambiado totalmente el uso de la tierra. Mediante la interpretación de imágenes de satélite se han identificado las zonas donde se evidencia un cambio en la cobertura vegetal natural, lo cual ilustra los procesos de colonización sobre el Parque Paramillo.

Es importante mencionar que dentro del área del Parque Nacional Natural Paramillo se produce cerca del 75% del total de la oferta superficial de la cuenca hidrográfica del río Sinú y que en el resto de territorio de la cuenca (aproximadamente 75%) solo se produce el 25 % de la oferta.

Desafortunadamente las condiciones de seguridad del área del PNN Paramillo no permiten el desarrollo periódico de programas y proyectos de investigación acerca del estado de los recursos naturales o la evaluación de otros aspectos de gran interés ambiental.

Fuera del área del Parque, la oferta ambiental existente en la cuenca es aun diversa en cada uno de los recursos, sin embargo, el avance continuo de las actividades antrópicas la afectan considerablemente y es así como hoy en día se evidencian procesos de deterioro e intervención en su sistema hídrico, lo cual modifica las condiciones de calidad y oferta del recurso hídrico deteriorando el ecosistema integral de la cuenca.

De igual manera, varios de sus recursos se ven continuamente afectados por el uso al que actualmente se destinan; por ejemplo el recurso suelo es periódicamente explotado bajo distintas condiciones y el cambio de uso al que ha sido sometido evidencia muchas veces su precaria condición.

Otros recursos como la flora y fauna han disminuido considerablemente en la cuenca media y baja debido principalmente al avance de la frontera agrícola y pecuaria y a la intervención con obras civiles de la red de drenaje que intercomunicaba los humedales con los caños y drenajes aportantes, y el drenaje que alguna vez existió desde el río Sinú a estas ciénagas y viceversa.

Con respecto a la problemática ambiental existente en materia de saneamiento básico en la cuenca, se requiere de un importante trabajo interinstitucional para mejorar las coberturas e inversiones en manejo integral de residuos sólidos y alcantarillados, puesto que la contaminación hídrica generada por la inadecuada disposición de residuos líquidos en cuerpos de agua, está asociada en su gran mayoría a vertimientos domésticos provenientes de las redes de alcantarillado de los asentamiento urbanos de la cuenca, y a algunos vertimientos industriales.

La disposición de los residuos sólidos se hace de forma inapropiada en botaderos, sin ningún tipo de manejo ambiental, contaminando el medio ambiente circundante, especialmente el recurso suelo e hidrogeológico; algunos de estos se localizan en áreas próximas a zonas urbanas afectando directamente la salud de los pobladores de las zonas urbanas de la cuenca.

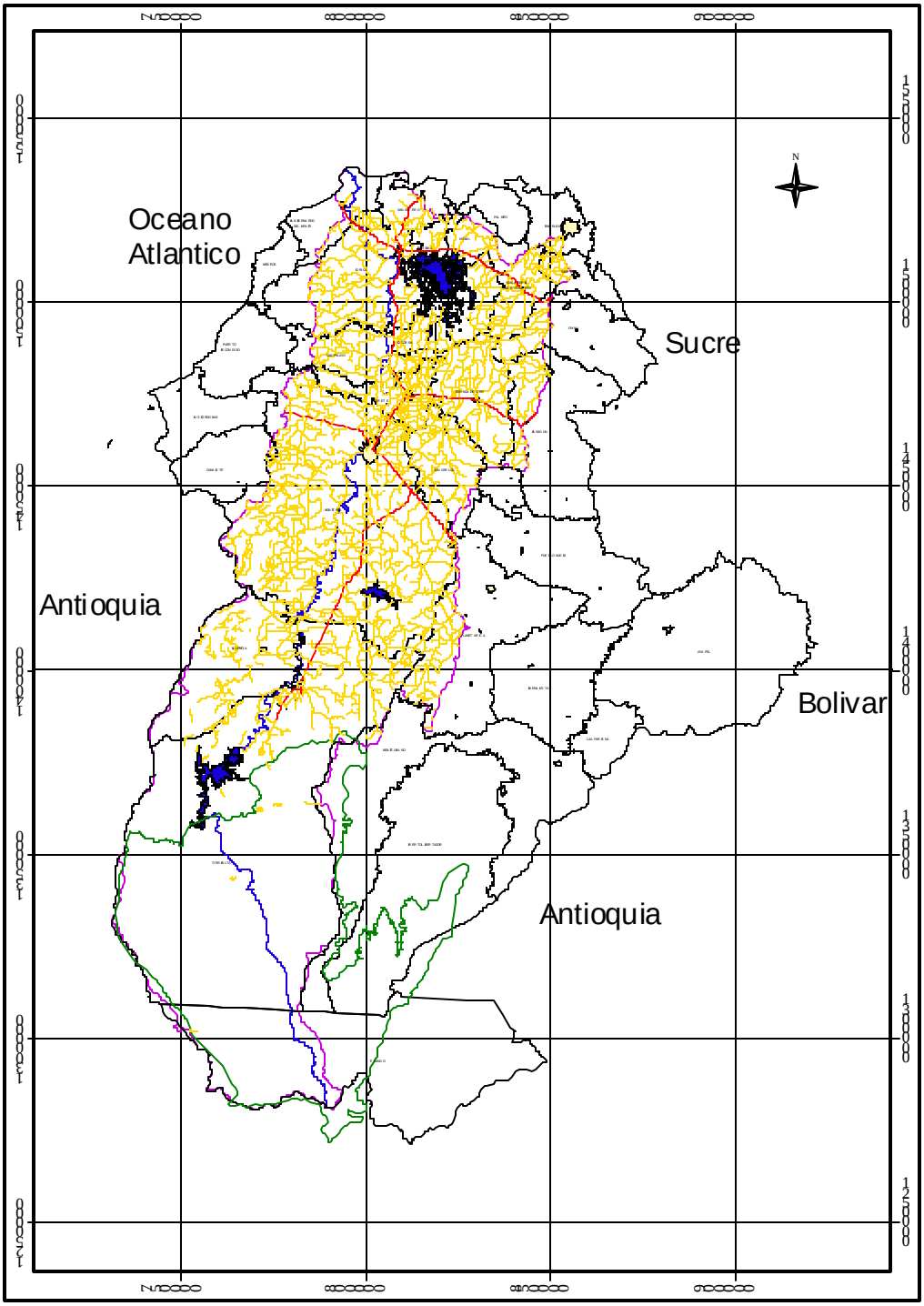


Figura No.2 Red Vial existente en la cuenca hidrográfica del Río Sinú

Aunado a lo anterior, los mataderos existentes en muchos de los municipios de la cuenca no cuentan con la infraestructura adecuada para manejar los vertimientos y residuos que se generan en cada uno de ellos.

Los recursos naturales se ven afectados por las obras de infraestructura, estas en gran parte de la cuenca hacen parte del sector agua potable y saneamiento básico, pero la que ha modificado substancialmente las condiciones naturales de los ecosistemas existentes y su interrelación es la Central Hidroeléctrica de Urrá, por su dimensión e impacto. Este proyecto aunque arroja beneficios económicos, sociales e incluso ambientales (control de inundaciones) para los habitantes de la cuenca, también genera impactos y modificaciones a la dinámica hídrica y por tanto a los aspectos bióticos y socioambientales en el área de influencia del proyecto.

Para analizar la interacción de Urrá con los recursos naturales de la cuenca del río Sinú se han tenido en cuenta los distintos aspectos consignados en los diferentes capítulos del presente diagnóstico, entre ellos el capítulo No.5 de caracterización de los recursos flora y fauna, el capítulo No.6 de caracterización del recurso hídrico, el capítulo No.10 de amenazas naturales, entre otros.

Los resultados de estos capítulos integrados bajo un enfoque global permiten claramente concluir que las condiciones de la cuenca fueron totalmente alteradas por la entrada en operación de la hidroeléctrica y que dicha alteración ha ocasionado graves consecuencias en términos del ciclo normal de los ecosistemas, por consiguiente, cambios en los comportamientos culturales de las comunidades asentadas y dependientes de los mismos, también y como producto de la regulación de caudales por parte de la hidroeléctrica se alteró el perfil de equilibrio natural del río, lo cual se traduce hoy en una búsqueda incesante de este estado por parte del río y que ocasiona la aceleración de los procesos erosivos que ocurren en sus bancas.

La construcción y funcionamiento de la Central Hidroeléctrica de Urrá I, ha cambiado la cotidianidad y estilo de vida de los habitantes de la cuenca, algunos, los menos adaptables han tenido que emigrar del territorio y otros se han ido adaptando a las nuevas condiciones y de alguna manera beneficiándose de los proyectos de compensación y mitigación establecidos por la licencia ambiental del proyecto.

Dentro de los impactos tangibles previstos para los pobladores de la cuenca, se cuentan los relacionados con el cambio en la dinámica del recurso hídrico y por

consiguiente en el ciclo del recurso hidrobiológico y los ya existentes problemas de erosión causados por el desplome de las bancas del río Sinú. Aunque la migración lateral del río es un fenómeno reconocido en este tipo de cauces, los desplomes se han incrementado por la rápida fluctuación de los niveles del río producto de los requerimientos de energía del sistema eléctrico nacional.

Difícilmente el río Sinú logrará obtener un equilibrio nuevamente, hasta tanto no compense el transporte de sedimentos que tuvo en otra época, sin importar que las reglas de operación del embalse se asimilen a las históricas del río Sinú.

No obstante, los impactos derivados de la construcción y operación de la hidroeléctrica, también es cierto que de no ser por ella, eventos extremos de precipitación como los simulados en el capitulo 6 hubieran ocasionado una tragedia de grandes proporciones en el área más productiva de la cuenca del río Sinú.

Esa protección que brinda la capacidad de amortiguación del embalse frente a los embates de la naturaleza no ha sido valorada, eventos como el de Julio de 2003 con cerca de 3262 m^3/s registrados en la estación de Angostura (casi dos veces superior a la inundación de 1988) dirigiéndose hacia la cuenca media y baja, de seguro también hubieran modificado las condiciones de la cuenca con unas cuantiosas pérdidas sociales y económicas.

Con las evidencias de los impactos positivos y negativos que existen en la cuenca producto de la existencia de la hidroeléctrica, se requiere continuar con los programas de compensación y mitigación que establece la licencia ambiental otorgada por el antiguo Ministerio del Medio Ambiente, y de la realización de estudios y proyectos que permitan asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales que aun posee la cuenca.

A continuación se describen brevemente los aspectos ambientales de la cuenca y se analiza en forma general la situación de cada uno de ellos:

1.5.1 HIDROGRAFÍA

La cuenca alta del río Sinú constituye la zona más importante desde el punto de vista de generación de oferta hídrica; aguas arriba del embalse de Urrá I se localizan los principales afluentes del Sinú, muchos de ellos provenientes del Nudo de Paramillo y algunos provenientes del cerro Murrucucú. Dentro del área del embalse y aguas abajo del mismo existen otros afluentes del río que no

representan un aporte de caudal similar al proveniente de aguas arriba del embalse.

A continuación se presentan por zonas las características generales de la red hídrica que constituye la cuenca hidrográfica del río Sinú.

CUENCA ALTA

Para diferenciar mejor los drenajes ubicados en la cuenta alta del río Sinú se han tomado varias consideraciones en primer lugar, sus zonas de nacimiento y sus desembocaduras teniendo en cuenta la localización del embalse de Urrá I.

1.5.1.1 Hidrografía proveniente del nudo de Paramillo que tributa al Sinú

Dentro de estas corrientes se cuentan las siguientes.

RIO VERDE

El río Verde nace hacia la cota 2400 m.s.n.m. en el sector occidental del nudo de Paramillo y recorre 145.6 Km hasta su desembocadura en el río Sinú; el área de esta cuenca es de 1084.7 km^2 y recibe como tributarios, al menos 7 quebradas con aportes significativos al régimen de caudales de esta cuenca. Esta corriente es de orden 5 de acuerdo con el número de orden de Horton.

RIO ESMERALDA

El río Esmeralda nace hacia la cota 3000 m.s.n.m y recorre una longitud de 114.2 Km hasta su desembocadura en el río Sinú, el área de la cuenca es de 1043.8 km^2 y es una corriente de orden 6, dentro de sus principales tributarios se cuentan el río Antazales.

RIO MANSO

El río Manso nace en el Cerro de Murrucucú hacia la cota 1100 m.s.n.m y es la única corriente principal de la cuenca que drena de Norte a Sur, entre sus afluentes recibe las aguas del río Tigre. La longitud del cauce hasta su confluencia con el río Sinú es de 78.4 Km y drena un área de 600.4 km^2, esta es una corriente de orden 5.

QUEBRADA CRUZ GRANDE

La Quebrada Cruz Grande nace en el sector oriental del embalse de URRA I y drena un área de 197.4 Km^2 hasta su desembocadura recorre una longitud de 26.6 Km; es una corriente de orden 5.

1.5.1.2 Hidrografía que tributa al río Sinú en embalse de URRA I

QUEBRADA URRA

La quebrada Urra tiene un área de drenaje de 39 Km^2 y nace en el sector oriental del embalse de URRA I hacia los 1100 m.s.n.m; hasta su desembocadura recorre una longitud de 15.1 Km. y es de orden 4.

RIO NAIN

Esta corriente nace en la serranía de Abibe hacia los 1000 m.s.n.m y drena un área de 131.9 Km^2 recorriendo una longitud de 31.4 Km., esta corriente es de orden 4.

QUEBRADA TUCURA

La quebrada Tucura drena al área del embalse por el sector occidental del mismo y proviene de la serranía de Abibe donde nace en los 900 m.s.n.m, cubre un área de 237.1 km^2 en un trayecto de 33 Km. , de acuerdo con la clasificación de Horton esta corriente es de orden 5.

1.5.1.3 Hidrografía que tributa al río Sinú aguas abajo del embalse de URRA

Aguas abajo de URRA el río Sinú recibe las aguas de un gran número de corrientes, en la Tabla No.3 se indican las principales con sus características generales.

Tabla No.3 Principales corrientes que drenan al Sinú aguas abajo del embalse de URRA

Nombre de la Corriente	Area de la cuenca (Km^2)	Longitud del cauce principal (Km)	Número de Orden de la corriente
Quebrada Pirú	245	47.6	5
Caño Betancí	1865.9		5
Caño El Vidrial	1121	67.6	6
Caño El Tigre	131.9	42	5
Caño Aguas Prietas	2059.3	65.3	6

1.5.2 CLIMA

1.5.2.1 Precipitación

El comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones es el fenómeno climático más importante. Para la cuenca hidrográfica del río Sinú se presentan dos patrones en el comportamiento climático, uno espacial que hace que la precipitación aumente a medida que el valle se estrecha y asciende, y otro temporal debido al paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT).

El régimen de precipitación en la cuenca es unimodal con una temporada seca y una húmeda al año. La época de lluvias se inicia en mayo y se extiende hasta comienzos de noviembre; la época seca va desde mediados de noviembre hasta los primeros días de abril; el mes más húmedo es junio y los más secos enero y febrero. Más del 80% de las precipitaciones se producen en época de invierno.

En el Alto Sinú se presentan las mayores precipitaciones, es decir con lluvias medias anuales cercanas a los 4000 mm en el sector del nudo de Paramillo estos valores descienden paulatinamente hasta el municipio de Tierralta donde existen estaciones y se registran precipitaciones medias anuales de 2200 mm; a partir de allí desciende hasta valores de 1400 mm en el medio Sinú y 1200 a 1300 m en el bajo Sinú.

1.5.2.2 Temperatura

El carácter tropical del valle y la predominancia de las zonas bajas establece un régimen térmico cálido tropical con temperaturas medias mensuales superiores a los 25ºC, y diferencias día – noche mayores que las diferencias intermensuales.

La temperatura del aire del valle del río Sinú es bastante alta con un promedio anual por encima de los 27.5° C que varía poco anualmente; las variaciones en el día en la temperatura son relativamente altas (10° C). Las temperaturas son más altas en abril (en promedio 28° C), siendo menores en noviembre (en promedio de 27.2° C).

En la cuenca del Río Sinú los valores de temperatura media anual varían desde el piso térmico muy frío hasta el piso térmico cálido; desde los 6ºC de temperatura hasta los 27ºC; a partir del piso térmico cálido las variaciones de temperatura son leves registrándose variaciones entre estaciones de 0.1º C.

Cabe anotar que las estaciones climatológicas no cubren en su totalidad el área de la cuenca; se localizan principalmente en la parte media y baja, en la cuenca alta existen estaciones localizadas en el municipio de Tierralta en inmediaciones del Embalse de Urrá. Entre este sitio y el Alto de Paramillo (lugar de nacimiento del río Sinú) no existen estaciones climatológicas.

La temperatura promedio en las tierras bajas es de 27°C desde la zona constanera de la cuenca hasta el embalse de Urrá I. Solo a partir de este punto la temperatura comienza a descender llegando en las cimas de Paramillo a 6°C.

1.5.2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa corresponde a la relación de la presión de vapor real y su valor de saturación a una temperatura dada.

La humedad relativa presenta valores superiores a 80% en toda la cuenca teniendo su valor mínimo hacia Montería, donde alcanza el 82%. Desde este punto hacia el norte la humedad relativa aumenta muy uniformemente hasta llegar a un valor de 86% en el mar Caribe. De igual forma hacia el sur también se presenta un incremento en la humedad pero esta llega a un valor máximo puntual de 85% en inmediaciones de la Ciénaga de Betancí.

Igualmente la humedad relativa presenta variación temporal. Durante el periodo seco es del 82%, durante el período húmedo se aumenta alrededor del 85%, como resultado la evapotranspiración es mayor durante la estación seca.

1.5.2.4 Brillo Solar

La zona de estudio presenta una alta incidencia de brillo solar debido a su posición astronómica y a las características del relieve, encontrándose asociado en forma inversa con la nubosidad y por ende con la precipitación, registrándose los mayores valores entre los meses de noviembre a abril.

El número de horas totales anuales de brillo solar en la cuenca del río Sinú varía entre 1400 y 2300 horas. El valor máximo se registra en el mar Caribe donde se tienen 2309 horas de brillo solar al año. Este valor comienza a disminuir a medida que se asciende en la cuenca y a la altura de Montería se tienen en promedio 2000 horas. Hacia la zona del municipio de Valencia se han registrado 1600 horas y en Urrá se tienen valores entre 1400 y 1500 horas.

1.5.2.5 Evapotranspiración Potencial

Los procesos de evaporación desde la superficie terrestre y la transpiración de la vegetación se conocen con el nombre de evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial (ETP) es la evapotranspiración que puede ocurrir desde una superficie bien cubierta por vegetación cuando el suministro de humedad es ilimitado, y se calcula de una forma similar a la que se aplica para la evaporación sobre una superficie abierta de agua.

En términos generales se puede concluir que para la cuenca hidrográfica del río Sinú los mayores valores de ETP coinciden con la época de lluvias y llega a un valor de 150 mm por mes en promedio. Hacia los meses finales del año y los meses de enero y febrero alcanza los valores mínimos variando entre 140 y 120 mm en promedio en toda la cuenca.

1.5.2.6 Pisos Térmicos

La cuenca del río Sinú altitudinalmente se localiza aproximadamente entre los 3900 a 3700 m.s.n.m en el sector de Páramo del Parque Nacional Natural Paramillo y el nivel del mar en su desembocadura en Boca de Tinajones, esta situación evidencia una variación en los parámetros climáticos del área.

En el área del Parque Nacional Natural Paramillo, en la parte más alta de la cuenca (nacimiento del río Sinú en el sector de páramo del nudo de Paramillo) se localiza el piso térmico Muy Frío, descendiendo se encuentra el piso térmico Frío en el área del municipio de Ituango. El piso térmico Templado ocupa la parte norte del municipio de Ituango y la parte sur del municipio de Tierralta bordeando la serranía de Abibe.

El resto de la cuenca, es decir desde la parte alta del Embalse de Urrá hasta la desembocadura del río Sinú al Mar Caribe en Tinajones se encuentra dentro de la zona de piso térmico Cálido con una temperatura media de 27^{o}C.

1.5.2.7 Clasificación Climática de Thornwaite

En relación con la clasificación climática de Thornwaite, la cual tiene como base la precipitación y evapotranspiración, se clasifica la cuenca del río Sinú en tres tipos de clima:

- **Clima Semiseco** (I_m entre -20 y 0): toda la cuenca baja del río Sinú desde su desembocadura en la boca de Tinajones hasta aproximadamente los limites de los municipios de Montería y Tierralta.
- **Clima Semihúmedo** (I_m entre 0 y 20): Esta comprendido entre el área que va desde la parte norte del perímetro urbano del Municipio de Tierralta hasta el inicio del embalse Urrá.
- **Clima Lligeramente húmedo** (I_m entre 20 y 40): Este tipo de clima se encuentra comprendido en el área que va desde el inicio del Embalse Urrá hasta la confluencia del Río Sinú con el Río Esmeralda.
- **Clima Moderadamente húmedo** (I_m entre 40 y 60): Esta comprendido entre el área que va desde la confluencia del Río Esmeralda hasta la parte sur del Municipio de Tierralta.
- **Clima Húmedo** (I_m entre 60 y 80): Se encuentra en el área que va desde la parte sur del Municipio de Tierralta hasta la parte Noroccidental del Municipio de Ituango en el Departamento de Antioquia.
- **Clima Muy húmedo** (I_m entre 80 y 100): Esta comprendido en el área que se encuentra ubicada en lo más alto de la cuenca del Río Sinú entre las cotas 1600 y 3300 m.s.n.m en el Municipio de Ituango Departamento de Antioquia.

1.5.2.8 Zonas de Vida de Holdridge

La Zona de Vida puede definirse como una unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones vegetales correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.

La interrelación de los parámetros temperatura media anual, precipitación media anual y relación ETP media anual (Temperatura>24^{o}C, Precipitación entre 1000 y 2000 mm y relación ETP entre 1.0 y 2.0 – parámetros del diagrama de Holdridge), determinan como zona de vida `Bosque seco` la parte baja y media de la cuenca desde la desembocadura en Tinajones hasta aproximadamente unos 12 km. aguas arriba del municipio de Tierralta (El Toro).

Desde este sitio hasta un poco mas arriba del Embalse de Urrá (Saiza) la zona se ha clasificado como 'Bosque Húmedo' (Temperatura>24^{o}C, Precipitación entre 2000 y 4000 mm y relación ETP entre 0.5 y 1.0).

Desde Saiza hasta los limites de Córdoba con el departamento de Antioquia la clasificación es de 'Bosque muy Húmedo' (Temperatura entre 12 y 24^{o}C, Precipitación entre 2000 y 4000 mm y relación ETP entre 0.25 y 5.0).

Por último en la parte mas alta de la cuenca del río Sinú (Antioquia) hay una franja clasificada como 'Bosque Pluvial' (Temperatura entre 6 y 12^{o}C, Precipitación entre 2000 y 4000 mm y relación ETP entre 0.25 y 5.0.

1.5.3 ASPECTOS FÍSICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ

1.5.3.1 Geomorfología

La clasificación y descripción de los diversos relieves presentes en la cuenca hidrográfica del río Sinú tiene en cuenta las formas externas del paisaje (morfografía), su origen y evolución (morfogénesis) y las medidas de ciertos rasgos (morfometría).

Los grandes procesos formadores de relieve ocurridos en la región están vinculados con los eventos tectónicos, el material litológico y las condiciones bioclimáticas del medio. Otras condiciones como la inestabilidad, vulnerabilidad y

riesgo, han condicionado el uso y ocupación del territorio de la cuenca hidrográfica del río Sinú.

La morfogénesis de la cuenca se ha manifestado bajo la influencia de dos procesos formadores del relieve, el primero originado por fuerza endógenas correspondientes a fases tectónicas de levantamiento, hundimiento y plegamiento, las cuales dieron lugar al nacimiento de zonas de gran altitud, estas se presentan especialmente en la zona alta de la cuenca (Montañas irregulares), depresiones intramontañosas y la llanura depresionada. El segundo esta relacionado a los intensos procesos denudativos, los cuales modelaban las zonas relativamente altas, generando depósitos que han sido transportados por los sistemas fluviales originados durante el levantamiento andino.

La cuenca alta se caracteriza en la gran mayoría del territorio por sus geoformas montañosas, las cuales descienden desde el sector del páramo hasta inmediaciones del embalse de Urrá I y algunos sectores del cerro de Murrucucú; el relieve colinado prevalece en el área de la serranía de San Jerónimo y en las estribaciones de la serranía de Abibe. No obstante que la gran mayoría del territorio de la cuenca alta del Río Sinú presenta un relieve montañoso, existen depósitos aluviales de tamaño significativo como son los que conforman los ríos Sinú, Esmeralda, Verde y el de los ríos Tigre y Manso.

En el sector que hace parte de la cuenca de la Ciénaga de Betancí se encuentra un gran número de superficies de aplanamiento que fueron originadas por erosión. En el sector central de la cuenca y que corresponde al corredor del Río Sinú se encuentran distintas geoformas de origen aluvial como diques, basines, barras de meandro, orillares, entre otros que son característicos de este tipo de corrientes.

En el sector de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú se encuentran geoformas de origen fluvio lacustre y hacia la desembocadura del río Sinú se establecen las geoformas de origen marino como marismas, basines, barras de playa y la llanura deltaica.

Los procesos geomorfológicos existentes en la cuenca alta del río Sinú sobre el sector occidental corresponden a deslizamientos rotacionales, solifluxión líquida y plástica, erosión laminar y en surcos ligera y moderada; la vertiente oriental presenta procesos tectónicos, fenómenos de remoción en masa y erosión hídrica.

Dentro del corredor del río Sinú en la cuenca media se encuentran procesos geomorfológicos asociados con inundaciones periódicas y procesos de erosión y

sedimentación aluvial; en el sector de la serranía de San Jerónimo se identifican deslizamientos locales con solifluxión plástica y erosión laminar. En el sector de la serranía de Abibe se identifican fenómenos locales de remoción en masa y procesos de erosión hídrica. Las zonas clasificadas como superficies de aplanamiento localizadas en el sector de Betancí presentan erosión laminar y en surcos, moderada a severa y reptación.

Finalmente en la cuenca baja del río Sinú se encuentran procesos asociados a sedimentación fluvio lacustre en el sector de la Ciénaga Grande del bajo Sinú; el sector colinado que confina la Cienaga presenta fuertes procesos de erosión hídrica e incluso eólica; en el sector de geoformas marinas se encuentran procesos de sedimentación y algunas zonas con inundaciones frecuentes.

El gran número de geoformas está directamente relacionado con la biodiversidad de los ecosistemas existentes en la cuenca, sin embargo en la cuenca media y baja la intervención antrópica ha disminuido la relación existente entre la flora y fauna y los aspectos físicos.

En la Tabla No.4 se resumen de las unidades geomorfológicas encontradas en la cuenca hidrográfica del río Sinú.

Tabla No.4. Unidades Geomorfológicas de la cuenca hidrográfica del río Sinú cartografiadas a escala 1:100000

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	CODIGO
GEOFORMAS MARINAS	DELTA ANTIGUO	DIQUES	AA1
		BASINES	AA2
		MARISMAS	AA3
	DELTA ACTUAL	LLANURA DELTAICA	AB4
		MARISMAS	AB3
		BARRAS DE PLAYA	AB6
	CORDONES Y TERRAZAS	BARRAS DE PLAYA	AC6
		MARISMAS	AC3
GEOFORMAS FLUVIO LACUSTRES	LLANURA INUNDABLE LACUSTRE	DIQUES Y BASINES	BD9
		BASINES	BD2
		DIQUES	BD1
		TERRAZAS	BD10
GEOFORMAS ALUVIALES	LLANURA ALUVIAL RECIENTE	DIQUES Y BASINES	CE9
		BASINES	CE2
		DIQUES	CE1
		TERRAZAS	CE10
		ORILLARES O BARRAS DE MEANDRO	CE11
		DEPOSITOS ALUVIALES	CE14
	LLANURA ALUVIAL ANTIGUA	BASIN	CF2
		ORILLARES O BARRAS DE MEANDRO DIQUES	CF11 CF2
GEOFORMAS COLINADAS ESTRUCTURALES - DENUDATIVAS	COLINAS	COLINAS RAMIFICADAS CON CIMAS REDONDEADAS A PLANAS	DG13
		COLINAS RAMIFICADAS LADERAS QUEBRADAS CIMAS ANGULARES	DG16
		COLINAS RAMIFICADAS CON LADERAS CONCAVO CONVEXAS	DG15
	LOMAS	LOMAS AISLADAS	DH19
		LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A PLANAS	DH18
		LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	DH17
	MONOCLINAL	LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	DK17
		LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A PLANAS	DK18
		LADERAS CONCAVO-CONVEXAS CIMAS REDONDEADAS A SUBREDONDEADAS	DK22

GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	CODIGO
GEOFORMAS COLINADAS DENUDATIVAS	COLINAS	COLINAS RAMIFICADAS CON CIMAS REDONDEADAS A PLANAS	EG13
		COLINAS RAMIFICADAS LADERAS QUEBRADAS CIMAS ANGULARES	EG16
		COLINAS AISLADAS	EG21
	LOMAS	LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A PLANAS	EH18
		LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	EH17
		LOMAS AISLADAS	EH20
		LOMAS RAMIFICADAS	EH19
		LADERAS CONCAVO-CONVEXAS CIMAS REDONDEADAS A SUBREDONDEADAS	EH22
	SUPERFICIES DE APLANAMIENTO	NIVEL INFERIOR	S1
		NIVEL INTERMEDIO	S2
		NIVEL SUPERIOR	S3
GEOFORMAS DE MONTAÑA ESTRUCTURAL-DENUDATIVO	MONOCLINAL	LADERAS QUEBRADAS	GK25
		LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	GK17
		LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A SUBREDONDEADAS	GK18
		CHEVRON	GK23
		LADERAS ESCARPADAS	GK24
		LADERAS QUEBRADAS CON VALLES ABIERTOS	GK27
	SINCLINAL	LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	GL17
		LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A SUBREDONDEADAS	GL18
		CHEVRON LADERAS QUEBRADAS	GL23 GL25
		LADERAS ESCARPADAS	GL24
GEOFORMAS DE MONTAÑA DENUDATIVAS	MONTAÑAS IRREGULARES	LADERAS QUEBRADAS A ESCARPADAS CON CIMAS ANGULARES A SUBANGULARES	HN17
		LADERAS CONCAVO - CONVEXAS CON CIMAS REDONDEADAS A SUBREDONDEADAS	HN18
		VALLES ABIERTOS CON LADERAS QUEBRADAS	HN27
		VALLES PROFUNDOS Y ESTRECHOS CON LADERAS QUEBRADAS	HN26

Como se aprecia en la tabla, la cuenca hidrográfica del río Sinú presenta una gran variación en sus rasgos geomorfológicos, desde geoformas de montaña estructurales y denudativas, pasando por geoformas colinadas estructurales - denudativas hasta geoformas aluviales, fluvio lacustres y de origen marino.

Esta variedad de geoformas situadas en distintos pisos altitudinales permiten el desarrollo de diversos ecosistemas que albergan especies de gran valor ecológico.

1.5.3.2 Geología

La historia geológica de la cuenca del río Sinú y su dinámica estructural actual es el fruto de la interacción desde el Cretácico a la fecha de las placas tectónicas del Caribe, Suramericana, Nazca y de la consecuente acreción de terrenos alóctonos a la esquina noroccidental de Suramérica, fenómeno que ha originado dentro del área de estudio la ocurrencia de cuencas de sedimentación con ambientes marinos y continentales, así como el desplazamiento periódico de la línea de subducción hacia el occidente, con la formación de paleosurcos y cinturones o provincias estructurales, las cuales constituyen sólo en épocas relativamente recientes una unidad geomorfológica - estructural homogénea con evolución similar.

La cuenca del río Sinú está conformada estructuralmente por parte de los cinturones de San Jacinto y del Sinú y la terminación septentrional de la Cordillera Occidental. Estos a su vez están limitados por lineamientos geomorfológicos o grandes zonas de falla como son la Falla de Uramita, el Lineamiento del Sinú y el Lineamiento de Romeral – Cauca. Los tres sistemas estructurales determinan los patrones estructurales internos de la cuenca como son Fallas de cabalgamiento con dirección NNE asociadas a fallas transcurrentes NW a EW sobre los cinturones del Sinú y San Jacinto. De la misma forma los plegamientos están representados por sinclinales amplios y simétricos combinados con anticlinales cortos y estrechos.

En la parte alta de la cuenca (estribaciones de la Cordillera Occidental), las estructuras son más complejas con direcciones dominantes N35-45W y N45E a N-S, producto de la interacción de la Falla de Uramita y el Sistema Cauca – Romeral, así como de los terrenos geológicos adyacentes. Dicha interacción ha favorecido la ocurrencia de cuencas estructurales de tracción tipo pull-apart, representada en la cuenca del río Sinú por la depresión estructural del río Manso.

Desde el punto de vista estratigráfico, las unidades existentes aparecen de la siguiente forma: Formación Penderisco del cretácico Superior con sus Miembros

Urrao (Ksu) y Nutibara (Ksn) sobre el área de la Cordillera Occidental, catorce unidades terciarias sobre el Cinturón del Sinú definidas y/o redefinidas por GEOTEC (2003) y nueve formaciones (Cretácico – Terciario) sobre el Cinturón de San Jacinto (Anticlinorios de San Jerónimo y San Jacinto Sur).

Las unidades definidas para el cinturón del Sinú, corresponden en orden cronológico a: Chert de Candelaria (**Pgc**), Un. La Risa (**Pgr),** Un. Manantial (**Pgm**), Fm. Maralú (**Pgma**), Brecha de Cispatá (**Ngbc**), Un. Pavo Inferior (N**gpi**), Un. Campano (**Ngca**), Fm. Floresanto (**Ngf**), Un. Pajuil Inferior (Cerro Verdinal - **Ngpai**) Un. Pajuil Superior (Loma Verde - **Ngpas**), Un. Moñitos (**Ngmn)**, Un. Morrocoy - El Pantano (**Ngmp**), Un. Arenas Monas (**Ngam**) y Fm. Corpa (**Ngco**).

Las unidades definidas para el cinturón del San Jacinto, corresponden en orden cronológico a: Basaltos sin diferenciar (**Kb**), Peridotitas de Planeta Rica (**Kp**), Fm Cansona (**Kc**), Fm. San Cayetano (**Pgsc**), Fm. Chalán – Toluviejo (**Pgch**), Fm. Ciénaga de Oro (**Pgco**), Fm. El Floral – Carmen (**Pgf**), Fm. El Cerrito(**Ngc**) y Fm Sincelejo (N**gsc,** Miembros Morroa y Descanso).

Estructuralmente la cuenca del río Sinú se encuentra localizada en el extremo noroccidental de Suramérica, constituyendo uno de los sectores más complejos de la geología colombiana producto de la interacción de las placas Caribe, Suramericana, Nazca e indirectamente de la Placa de Cocos. En este sector los mecanismos primarios son la subducción y el fallamiento transcurrente, siendo interpretado como una amplia zona de deformación de 600 Km de ancho, que existe entre las placas al este de la unión triple del Darién. (Page, 1986 en González, 1997[2]). Las estructuras regionales mayores que enmarcan y determinan la geología estructural de la cuenca son: La Falla de Uramita, la Falla de Colombia, el Lineamiento de Romeral y el Lineamiento del Río Sinú).

1.5.3.3 Minerales Metálicos

Aunque la cuenca del río Sinú no se caracteriza por las explotaciones de minerales metálicos, existen zonas con presencia de metales en distintas áreas de la misma.

En el alto Sinú se tiene conocimiento de la existencia de oro en aluviones de las cuencas tributarias de los ríos Manso y Verde, en la formación San Cayetano.

[2] GONZÁLEZ, H. Mapa Geológico de Antioquia, memoria explicativa. Escala 1:400.000. Ingeominas, informe 2199, 232p. Santa Fe de Bogotá, 1997.

De igual manera en sectores de Planeta Rica, Ciénaga de Oro y San Carlos existe evidencia de presencia de oro en pequeñas corrientes de la zona, en la formación Ciénaga de Oro.

1.5.3.4 Materiales de Construcción

A nivel de recursos mineros, se destacan como fuentes de materiales para agregados pétreos las formaciones Cansona, San Cayetano, Chalán, Cerrito y Sincelejo en el Cinturón de San Jacinto, las unidades Chert de Candelaria, Areniscas de Manantial, Brechas de Cispatá, Moñitos y Arenas Monas para el Cinturón del Sinú y depósitos aluviales en general. Como material ornamental las calizas de la Formación Chalán – Toluviejo son la principal fuente abastecedora de la región.

1.5.4 ASPECTOS BIÓTICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ

1.5.4.1 Ecosistemas

La cuenca del río Sinú se encuentra altamente intervenida y la mayor parte de los ecosistemas naturales han sido transformados. A pesar de ello, Etter (1997a) plantea que en la concepción integral de ecosistema deben considerarse tanto componentes bióticos, abióticos y antrópicos. Afirma que es artificioso y poco practicable el seguir disgregando lo natural de lo antrópico y que el escenario ecosistémico actual va desde condiciones silvestres o anantrópicas, pasando por diversos grados de intervención, hasta llegar a condiciones altamente antrópicas. Esta última condición predomina en la cuenca del río Sinú.

Un concepto fundamental para el conocimiento acerca de la biodiversidad es el de las unidades ecológicas; su clasificación no ha sido fácil y no hay total acuerdo entre los diferentes autores para su unificación. En el presente documento se trabajará con base en los planteamientos consignados en el Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad - INSEB – de 1997 (Chaves y Arango, 1998). En dicho documento se mencionan las Unidades Biogeográficas, Biomas, Paisajes, Ecosistemas y Hábitats como unidades ecológicas de diferentes niveles (Andrade y Etter, 1997).

Con relación a las Unidades Biogeográficas en la tabla No. 5 se relacionan las 3 provincias y los cinco distritos representados en la cuenca del río Sinú, así como los departamentos y municipios con territorio dentro de estas unidades (ver información en la página web www.parquesnacionales.gov.co / Mapa SIG).

Tabla No. 5 Provincias y distritos biogeográficos presentes en la cuenca del río Sinú

Provincias	Distritos	Departamento/Municipios
Norandina	Sector Páramos Cordillera Occidental - Paramillo del Sinú	Antioquia: Ituango, Dabeiba, Peque
	Bosques andinos y subandinos de la Cordillera Occidental	Antioquia: Ituango Córdoba: Tierralta
Chocó - Magdalena	Sinú-San Jorge	Antioquia: Ituango Córdoba: Tierralta, Valencia, Montería, San Carlos, Ciénaga de Oro, Planeta Rica y Sahagún
	Turbo	Córdoba: Tierralta, Valencia
	Río Sucio	Córdoba: Tierralta
Cinturón Árido Pericaribeño	Cartagena	Córdoba: Montería, Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro, Sahagún, Chinú, San Pelayo, Cotorra, Lorica, San Andrés de Sotavento, Chimá, Momil, Purísima, San Bernardo del Viento y San Antero

La diferenciación de las Unidades Biogeográficas permite entender y relacionar la presencia de las diferentes especies de flora y fauna en las diferentes áreas, a partir de la historia de su dispersión.

En cuanto a los Biomas, se realizó el ejercicio para la determinación de zonas de vida (bioclimáticas) de Holdridge y se relacionaron con los biomas planteados por UAESPNN (2003), con su correspondencia según la clasificación de Cuatrecasas (1958, en Rangel et al, 1997); en la tabla No.6 se observa la correspondencia entre uno y otro sistema, para el caso de la cuenca.

Tabla No.6 Biomas presentes en la cuenca del río Sinú

Zonas de Vida (Holdridge)	Biomas (UAESPNN, 2003)	Formaciones Vegetales (Cuatrecasas, 1958)	
Bosque pluvial montano	Psicrofítico andino	Páramo	
	Higrofítico andino	Selva (bosque) andino	Selva Neotropical
Bosque muy húmedo	Higrofítico subandino	Selva (bosque) subandino	
Bosque húmedo tropical	Higrofítico tropical	Selva (bosque) neotropical inferior	
Bosque seco tropical	Higrotropofítico tropical		
	Halohelofítico tropical	Manglares	

A una escala menor se identificaron zonas como ecosistemas estratégicos, los cuales poseen una alta importancia ya sea por que contienen alta diversidad de especies de flora y/o fauna, especies en peligro de extinción, porque sirven como área de reproducción y/o alimentación para especies migratorias, o porque contienen especies silvestres útiles al ser humano.

También se consideran estratégicos algunos ecosistemas que a pesar de haber perdido muchas de sus características naturales, convirtiéndose en ecosistemas culturales, poseen potencial para la conservación. Igualmente son estratégicos los ecosistemas gracias a su oferta ambiental, especialmente en cuanto al recurso agua.

El primero y mayor de estos ecosistemas o zonas estratégicas es el Parque Nacional Natural Paramillo - PNN Paramillo, el cual reúne a la vez ecosistemas más definidos como son el páramo, bosque húmedo tropical montano (andino y subandino) y bosque húmedo tropical de tierras bajas. Este último contiene las unidades de bosque de serranía, bosque de colinas con valles intermontanos y bosque freofítico.

La segunda zona de importancia es el sector colinado de Urrá, que es continuación del bosque de colinas con valles intermontanos y el cual se constituye en zona de amortiguación para el PNN Paramillo, así como zona de captación complementaria para el embalse, así como en su zona de protección.

La ciénaga, cuenca y caño de Betancí es otra zona estratégica, especialmente en cuanto a la conservación de flora y fauna acuáticas, así como su oferta ambiental en relación con la pesquería.

La Ciénaga Grande del Bajo Sinú es el mayor humedal en la cuenca del río Sinú y está constituida por un gran número de cuerpos de agua que en el periodo de aguas altas se confunden en uno solo. Su importancia radica en la gran relevancia para la supervivencia de las especies acuáticas y, por tanto, para las pesquerías de la cuenca. Dada su extensión afecta varias comunidades establecidas en sus alrededores. También tiene un alto valor para la retención de los excesos de agua e incluso para la dilución limitada de algunos contaminantes, propiedad de la cual se ha abusado.

El complejo de humedales de la margen izquierda también representa un ecosistema de importancia desde el punto de vista de conservación de flora y fauna, regulación hídrica y pesquerías. Este complejo ha sido fuertemente alterado por redes de drenaje que han causado la desecación de grandes áreas de humedales, lo cual finalmente afecta de manera negativa a las comunidades asentadas en el área, al disminuir significativamente el acceso a los bienes y servicios ambientales propios de estos ecosistemas.

También se consideran las zonas de Serranía como ecosistemas estratégicos principalmente como áreas de captación de aguas superficiales y subterráneas, igualmente se constituyen en corredores importantes para el desplazamiento de especies de fauna y por tanto en la "renovación" de recursos naturales.

La ronda de los cauces de quebradas, arroyos, caños y ríos (bosques de galería o riparios) poseen una importancia estratégica similar a las zonas de serranía, ya que su principal función es la conservación del recurso hídrico, pero que al mismo tiempo funcionan como hábitats para la flora y fauna nativas. Así mismo se constituyen en corredores que conectarían los ecosistemas de serranía con los humedales de las zonas más bajas.

Finalmente está el ecosistema de manglar, que sin poseer una diversidad florística alta si es el hábitat de numerosas especies, particularmente especies hidrobiológicas (peces, crustáceos, moluscos) útiles para el ser humano. Además, en la cuenca baja es el ecosistema que mejor conserva su composición, atributos y función y también es el que mayor atención a recibido. No por ello deja de ser vulnerable a las diferentes amenazas que existen, por lo cual se debe mantener la atención que sobre el está puesta.

RECURSOS NATURALES

En general la información sobre flora y fauna es insuficiente, dispersa y/o desactualizada. Información confiable tanto de flora como de fauna se ha generado para sectores del PNN Paramillo y en la zona de la represa de Urrá; en este último sitio gracias a los rescates de flora y fauna, los cuales, sin embargo, tratan de forma tangencial al grupo de las aves, el cual recibe un esfuerzo mayor en los sectores de la ciénaga de Bañó y alrededores y en el área de manglar.

La ciénaga de Betancí ha sido objeto de varios estudios, especialmente en lo que se refiere a su limnología (aspectos fisicoquímicos, plancton y macrófitas acuáticas); en los aspectos de biota terrestre la información existente es desactualizada y en algunos casos inexacta.

La Ciénaga Grande del Bajo Sinú cuenta con un estudio integral de la Universidad de Antioquia de hace más de 10 años, por lo cual se hace necesario actualizar dicha información. En cuanto a información limnológica se cuenta con información más reciente gracias a trabajos adelantados para la empresa Urrá, como también ha sido el caso de Betancí.

Las ciénagas de la margen izquierda fueron estudiadas con relación a su limnología con el fin de determinar posibles efectos por la construcción y operación de Urrá, antes que se dieran; después de la operación de la hidroeléctrica no se conocen estudios en este sentido. Lo poco que se conoce de estos humedales proviene de los estudios adelantados en la ciénaga de Bañó.

La zona del delta y especialmente el ecosistema de manglar, cuenta con información importante gracias a proyectos que tienen que ver con el ordenamiento y manejo del bosque de mangle y con el monitoreo de los efectos de la operación de Urrá I en este ecosistema.

A parte de los trabajos en los humedales de la cuenca media y baja del río Sinú, los demás ecosistemas y hábitats (ubicados en sectores no inundables, lomas y colinas) no tienen información sobre las especies presentes y su estado poblacional. Tan solo se cuenta con el trabajo que en el bosque de Gallo Crudo (municipio de Montería, corregimiento de Santa Lucia) adelanto la Universidad de Córdoba.

La información existente en los POTs municipales no es confiable, en general; sin embargo se registraron algunos datos contenidos en ellos al carecer de otra fuente de información, especialmente en el aspecto de flora. En cuanto a la fauna, sólo se registraron datos que se consideraron totalmente confiables.

Se anota que en la actualidad se están desarrollando proyectos que ayudarán a llenar el vacío de información existente y a renovar aquella desactualizada. Entre estos proyectos se encuentra el inventario y caracterización de la flora y fauna de los humedales del departamento; estudios específicos sobre manatíes, nutrias, tortugas y algunas aves y planes de ordenamiento y manejo de microcuencas.

Los inventarios de flora y fauna se construyeron, entonces, a partir de información secundaria lo más confiable y actualizada disponible; como resultado de este ejercicio se encontró lo siguiente:

1.5.4.2 Flora

La base de los ciclos de energía o redes tróficas en los sistemas acuáticos la constituye el fitoplancton, gracias a su capacidad de incorporación y transformación de nutrientes en biomasa. Esta relación con los nutrientes (orgánicos e inorgánicos) le confiere utilidad como indicadores del estado trófico de los cuerpos de agua, lo cual está relacionado con la presencia-ausencia de grupos o especies propias de cada estado.

De acuerdo a la información obtenida, el grupo con mayor diversidad antes de la operación de Urrá I fue el de las clorófitas con 83 formas (53 géneros y 7 indeterminadas), le siguen las cianófitas con 51 formas (27 géneros) y luego las crisófitas con 48 formas (39 géneros). Las euglenófitas sólo incluyen 4 géneros y probablemente 23 especies (podrían ser menos). Los pirrófitos, no fueron reportados en los estudios correspondientes; los criptófitos, tan solo se hacen presentes con 2 formas del mismo número de géneros.

Durante la operación de la hidroeléctrica se ha encontrado que el grupo con más número de formas en las ciénagas continentales es nuevamente el de las clorófitas, con 32 morfotipos y 22 géneros, le siguen las euglenófitas con 22 formas y 5 géneros, luego están las crisófitas con 18 formas y 16 géneros, las cianófitas se hacen presentes con 14 formas y 10 géneros.

En las ciénagas ubicadas en el antiguo delta del río Sinú (INVEMAR, 2001) se encontró que son las crisófitas las más diversas con 24 especies de igual número de géneros; siguen la cianófitas con 11 especies y 11 géneros; las clorófitas presentan 4 especies; pirrófitas y euglenófitas agrupan 3 especies cada grupo.

En general, la presencia de las diferentes especies de microalgas en los diferentes estudios han indicado que las aguas de las ciénagas en la cuenca del

río Sinú son eutróficas, es decir, con altos niveles de nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente), lo cual se considera como indicio de contaminación.

Como grupos de flora intermedios entre las algas unicelulares y las plantas vasculares se encuentran los hongos y las briofitas (musgos y hepáticas), grupos para los cuales es casi nula la información a nivel regional. Tan solo los hongos son objeto de algún interés actual por su relación (positiva o negativa) con la agricultura y, más recientemente, por su potencial como alimento.

La información consultada con relación a la flora arrojó los siguientes resultados:

En cuanto a las plantas vasculares terrestres para la cuenca del río Sinú hay 1.437 registros, correspondientes a 1.298 epítetos específicos (nombres de especies), 53 especies no identificadas (aquellas de las que solamente se menciona el género) y 86 morfoespecies (no se conoce ni género ni familia). Las 1.351 especies reportadas hasta el nivel de género, cuando menos, están distribuidas en 675 géneros y 156 familias. Este número podría incrementarse teniendo en cuenta 86 morfoespecies en esta recopilación más 71 morfoespecies reportadas por Neotrópicos (1997).

La mayor parte (cerca del 83%) de los reportes de flora terrestre corresponde al alto Sinú, aguas arriba de la presa. En el sector comprendido entre la presa y el municipio de Montería, se reporta tan solo el 13%; en el área de la cuenca de la ciénaga Grande se relacionan el 19% de los registros totales de flora terrestre; para la margen izquierda solo se cuenta con los reportes de Centanaro (2002) en la ciénaga de Bañó que representan el 1% de los reportes.

El área deltáica, con base en los reportes del POT de San Bernardo del Viento y los trabajos de INVEMAR (2001) y Gil y Ulloa (2001), contiene el 15% del total de especies de flora terrestre. Sin embargo esta zona es muy importante por el ecosistema de manglar, el cual aunque contiene pocas especies vegetales, es un ecosistema altamente productivo.

Es decir, la biodiversidad de la flora terrestre en la cuenca del río Sinú se encuentra principalmente en un área aproximada de 460.055 ha aguas arriba de la presa de Urrá I, que representa el 33% de la cuenca.

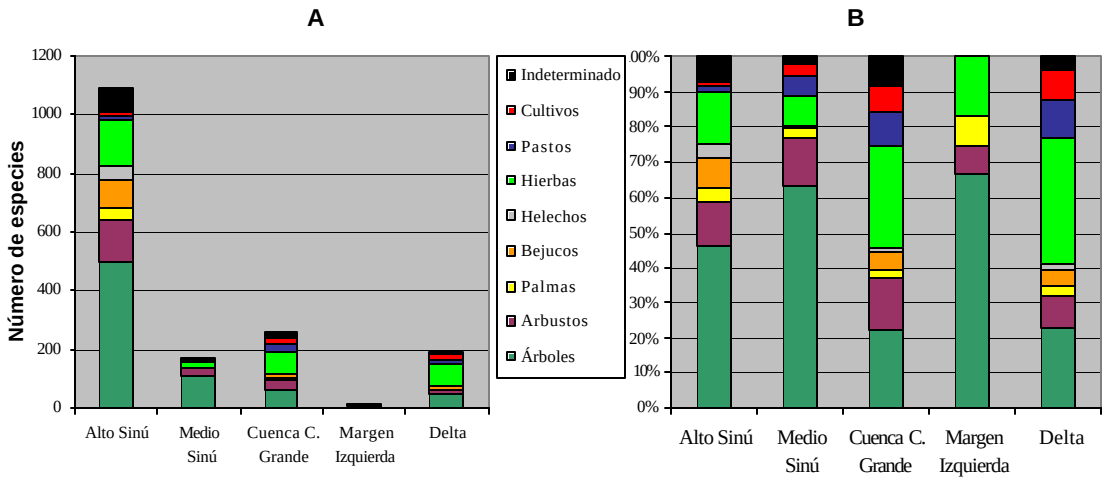


Figura No. 3 A y 3 B Comparación del aporte de cada grupo de vegetación al total por zonas en la cuenca del Río Sinú. A Valores Absolutos, B Porcentajes

En la figura No.3 A se observa la notoria diferencia entre la cantidad de especies reportadas de la zona alta y las demás zonas. Esto se atribuye a dos factores; en primer lugar la evidente alta intervención antrópica en las zonas media y baja de la cuenca y, en segundo lugar, la diferencia en cuanto a estudios realizados, que como ya se indicó son más abundantes para el alto Sinú gracias a la existencia del PNN Paramillo y también por las obligaciones del proyecto Urrá.

La figura No.3 B muestra que para el alto Sinú los reportes de especies arbóreas son el 46%, en tanto que las formas arbustivas y herbáceas aportan un 27% (13% y 14% respectivamente), bs bejucos representan el 9% y los helechos y palmas reúnen el 8%.

Para el medio Sinú y la margen izquierda se obtienen altos porcentajes de vegetación arbórea para una cantidad de especies muy baja (171 y 12 reportes respectivamente comparados con 1.092 reportes del alto Sinú); así mismo los valores de especies de pastos y cultivos se incrementan, especialmente en las zonas del Sinú medio, cuenca de la Ciénaga Grande y en el área deltaica.

Lo anterior muestra correspondencia con las coberturas vegetales (ver mapa de cobertura), según las cuales en la zona alta se encuentra un 63,9% cubierto de bosques.

En la zona media la cobertura dominante son pastos y ocupan un 63.7% del área que incluye la zona aguas abajo de la presa, teniendo en cuenta la subcuenca de Betancí y las microcuencas que caen al río aguas arriba de la ciudad de Montería.
En la subcuenca de la Ciénaga Grande, sobre un área de 271.147,8 ha, la zona terrestre esta cubierta principalmente por pastos, los que de hecho ocupan el 69% de toda la subcuenca.

La margen izquierda, que incluye todas las microcuencas que drenan hacia los caños Caimanera, Viejo, Vidrial y la zona baja de la cuenca, y para la cual la información es casi nula, presenta una cobertura dominada también por pastos en un 85.5%.

La zona del delta, que involucra la mayor parte del municipio de San Bernardo y parte de los municipios de Lorica y San Antero está cubierta por bosque de manglar en un 52%, el resto del área presenta una cobertura en pastos del 30%.

Para las macrófitas acuáticas se reportan 176 especies de plantas asociadas a los humedales, pero son 114 los reportes de especies que tienen una alta dependencia de los ecosistemas acuáticos (ciénagas, pantanos, ríos y arroyos).

Las macrófitas acuáticas poseen una gran importancia, tanto a nivel ecológico como de potencial para usos humanos; sin embargo, como sucede siempre que se altera el funcionamiento normal de los ecosistemas, pueden llegar a convertirse en un problema, dificultando la navegación, contribuyendo a la eutrofización de las aguas y favoreciendo la reproducción de invertebrados vectores de enfermedades, entre otros factores no deseables.

En la actualidad se ha iniciado un proyecto para inventariar las macrófitas acuáticas del departamento de Córdoba, que incluye la actualización de su sistemática (Cataño-Vergara, *verbatium*), el cual es muy importante para el conocimiento sobre la biodiversidad, ecología y potencial de este grupo de plantas.

1.5.4.3 Fauna

La fauna involucra también organismos de todos los tamaños, desde los microscópicos protozoos hasta grandes mamíferos de nuestro medio como el

manatí, el oso de anteojos o el jaguar. Todos ellos juegan un papel preponderante en el equilibrio natural de los ecosistemas del área y en el mantenimiento de sus características y funciones.

El zooplancton es otro de los componentes primarios en la red trófica de los ecosistemas acuáticos y son los primeros consumidores, tanto de fitoplancton como de detritos (materia orgánica particulada); así mismo son el alimento de consumidores de segundo orden, tales como macroinvertebrados y peces principalmente.

Ramírez y Viña (1998) citando a Márquez (1996) aseguran que este grupo ha sido muy poco estudiado en el país; en general es muy abundante y diverso en las aguas de estuario, pero con comunidades poco diversificadas en aguas continentales, en donde hay predominancia de rotíferos, cladóceros y copépodos.

En los estudios realizados previamente a la operación de Urrá, se encontró que se reportaron 95 especies, de ellas 11 pertenecen a los protozoos, 45 a los rotíferos, 24 son cladóceros, 6 copépodos, 7 ostrácodos y también se incluyen nemátodos y larvas de moluscos.
La Universidad Pontificia Bolivariana – UPB - (2002) reporta 29 especies zooplanctónicas encontradas en los años 2001 y 2002 en las ciénagas de Betancí (27) y Grande (Lorica, 28). En el año 2001 se registran 21 especies (19 en Betancí y 21 en Ciénaga Grande) y en el 2002 se reportan 15 especies (15 en Betancí y 14 en Ciénaga Grande).

Se aprecia que la cantidad de especies reportadas por los diferentes estudios varia de forma importante, lo cual puede ser atribuible a cambios en las condiciones ecológicas; pero la falta de estandarización en los métodos de muestreo, lo que incluye estaciones de monitoreo, generan un alto grado de incertidumbre.

Esto sustenta la necesidad de estandarizar los métodos de muestreo y ubicar estaciones, de manera que será posible llevar un monitoreo más riguroso y permitirá realizar comparaciones confiables en el tiempo para detectar cambios y posibles causas de los mismos.

El tema de los invertebrados en la cuenca del río Sinú ha sido abordado desde diversas perspectivas y sobre grupos específicos según fuese el interés. Así, se han realizado estudios de los invertebrados acuáticos con un interés ecológico y como posibles indicadores del estado de los ecosistemas acuáticos, en tanto que los invertebrados terrestres han sido tenidos en cuenta en la medida que afectan al ser humano de forma directa; más específicamente en relación con las actividades agropecuarias.

La Universidad de Antioquia (1993) encontró, en la Ciénaga Grande, 31 especies de organismos bénticos de los phyllum Mollusca, Annelida y Arthropoda, de este último grupo fueron los insectos los más diversos con 23 formas diferentes, sobresaliendo los coleópteros.

AMBIOTEC (1998a y b) reporta la presencia de 53 especies de macroinvertebrados asociados a las macrófitas acuáticas, y algunos colectados junto con muestras de zooplancton, para la ciénaga Betancí, Cienaga Grande y ciénagas de la margen izquierda en el medio y bajo Sinú.

Quirós (2004) relaciona 52 formas de organismos encontrados en dos sitios del sistema de la Ciénaga Grande en el año 2003, durante la operación de la central. En este muestreo también dominaron los insectos.

En cuanto a los invertebrados terrestres los estudios realizados se han concentrado sobre especies que afectan de una u otra forma las actividades agropecuarias dentro de la cuenca; con base en una revisión de trabajos de grado del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Córdoba se elaboró un listado con 101 especies.

Dentro de la fauna el grupo que más atención recibe es el de los peces, debido principalmente a que es un recurso del cual dependen directamente un número importante de personas. En el embalse de Urrá se han reportado 42 especies y en la zona estuarina 127 especies; de ellas 15 especies son comunes a ambas áreas y 53 son reportadas para hábitats costeros (marinos), por lo cual son 101 las especies encontradas dentro de la cuenca del río Sinú.
Este recurso es objeto de un Plan de Ordenamiento que se adelanta con comunidades de diferentes lugares a través de proyectos piscícolas y dentro del cual se contempla igualmente acciones referentes al control de la sobrepesca y al mantenimiento de las condiciones propicias para la conservación de poblaciones naturales.

El grupo de los anfibios no recibe mayor atención por parte de la comunidad en general, principalmente porque no se encuentra en ellos una utilidad económica inmediata, con lo cual se ignora el importante papel ecológico que cumplen. En la cuenca del río Sinú han sido reportadas 88 especies, es decir, el 15 % de la diversidad del país, valor 3 veces mayor que la diversidad de toda la región Caribe.

En general, aún se desconoce la verdadera diversidad de este grupo en la cuenca del río Sinú, como ha quedado evidenciado por el inventario llevado a cabo por el Instituto de Ciencias Naturales - ICN - gracias al cual se cubre en parte esta falencia; sin embargo son muchos los ecosistemas y hábitats en los

que se hace necesario adelantar los estudios específicos, en especial en las zonas de Serranía.

Los reptiles son más conocidos debido a que muchas de las especies son usadas ya como alimento, ya por su piel, y en cualquiera de los dos casos son objeto de comercio. Sin embargo el uso insostenible de las poblaciones ha hecho que estas se hayan reducido e incluso desaparecido en algunos lugares.

En el mundo Colombia ocupa el 4º lugar en diversidad de reptiles, con 506 especies (Rangel, 1997b). En la cuenca del río Sinú han sido reportadas 108 especies, de ellas el 90% (97 especies) han sido reportadas en el alto Sinú hasta el área de Urrá I, mientras que en las zonas media y baja de la cuenca se ha reportado el 34% (37 especies).

El grupo de los saurios suma 37 especies, de las serpientes se han reportado 57 especies (sin incluir el verrugoso *Lachesis muta*), de las tortugas 14 especies y 2 especies de crocodílidos.

El estado de las poblaciones de reptiles en la cuenca del río Sinú aún es desconocido, con excepción de la tortuga de río, la tortuga carranchina, el caimán aguja y la babilla, para los que recientemente se han realizado o se están realizando estudios en parte de su área de distribución.

Las especies que están más amenazadas dependen de los ecosistemas relacionados con humedales (ríos y ciénagas), por lo cual se deben conservar estas áreas si se quiere conservar y recuperar las poblaciones de varias especies de reptiles que además son potencialmente útiles. En especial es imprescindible la protección del río y sus márgenes, de las ciénagas de Betancí, Grande, de la margen izquierda y la zona de manglar. También es fundamental el manejo y conservación de áreas alrededor del embalse de Urrá y en la zona de amortiguación del PNN Paramillo.

Las aves son el grupo de vertebrados más numeroso y ello se debe en gran parte a su movilidad, lo que les permite desplazarse de un lugar de alimentación a otro cuando las condiciones cambian. Sin embargo, el deterioro de los lugares de anidamiento y alimentación es un factor importante que amenaza a las especies.

Según Rangel (1997b), en Colombia se han registrado 1.752 especies de aves, lo que nos convierte en el país más diverso en este grupo de vertebrados (igual que con los anfibios). La recopilación hecha por este informe indica que en la cuenca del río Sinú se han registrado 467 especies, lo cual corresponde al 26.7% de la avifauna nacional.

Hasta el área de influencia de Urrá se tienen 281 reportes, de los cuales el 97% corresponde al inventario elaborado por Neotrópicos (1997). En los rescates de fauna en el área de embalse se reportaron pocas especies: 35 por Neotrópicos (1998, 2000) y 8 por Consultoría Colombiana (2000a), lo cual se explica por la movilidad (vuelo) de este grupo, que las capacita para reaccionar mejor ante las perturbaciones.

En las zonas media y baja, que comparten la característica de estar altamente intervenidas, se reportan 294 especies, siendo el bajo Sinú, margen izquierda y antiguo delta, las áreas con mayor aporte, con 142 y 260 especies respectivamente. La Ciénaga Grande también aporta un número importante de especies, pero como ya se mencionó, este inventario debe ser actualizado, pues la alteración del ecosistema ha sido fuerte y ello afecta la diversidad y abundancia de las especies.

Los mamíferos son el grupo en condición más critica, debido tanto a la presión por caza como por la pérdida de los hábitats, de los cuales muchas especies necesitan grandes extensiones para mantener poblaciones viables. Además tienen, en general, tasas reproductivas menores que los otros grupos (excepción hecha de los roedores, conejos, zorras chuchas y murciélagos).

Según Rangel (1997b) Colombia ocupa el tercer lugar mundial en diversidad de mamíferos, con 454 especies confirmadas. En la cuenca del río Sinú se encontraron reportadas 89 especies lo que representa el 19.6% del total nacional. Esta cifra es mayor que la reportada para la región Caribe gracias al aporte de las especies presentes en la zona montañosa al sur de la cuenca.

Dentro de los mamíferos son los carnívoros y los artiodactylos (venados y zainos) los más amenazados. Los primeros por ser vistos como una amenaza y posibles trofeos de caza y por requerir de áreas de varios kilómetros para su supervivencia; los segundos por ser presa tanto de los carnívoros como del hombre, habiéndolos cazado este hasta su extinción en muchos lugares.

Aún cuando la conservación de estas especies requiere de grandes esfuerzos, ello es posible y tan sólo depende de la voluntad de los diferentes grupos humanos que de una u otra forma interactúan directamente con las especies o con su hábitat.

1.5.4.4 Cobertura de la Tierra

La cobertura de la tierra corresponde a todos los aspectos que hacen parte del recubrimiento de la superficie del territorio, independientemente de que su origen sea natural o antrópico, se incluyen aquí la fisonomía y la composición

de la cobertura vegetal, estratificación de la biomasa, rocas, agua, edificaciones e infraestructura.

La cuenca del río Sinú, especialmente sus partes media y baja, ha sido sometida desde hace varias décadas a una fuerte presión, representada por la incorporación de sus tierras a la actividad agropecuaria en diversos grados de explotación.

En la parte alta de la cuenca, en el área del Parque Nacional Natural Paramillo y en su zona de amortiguación (Cerro de Murrucucú), se evidencia el proceso de degradación del medio natural producto del crecimiento de los cultivos ilícitos; no obstante al avance de los frentes de colonización, aun predomina el bosque primario como cobertura de la tierra en esta zona y en otras existe un proceso de regeneración de bosque secundario.

En la cuenca del río Sinú se han identificado dieciséis tipos de cobertura, nueve de los cuales corresponden a cobertura vegetal, a continuación se describen los tipos de cobertura encontrados:

Vegetación de Páramo

Corresponde a aquella vegetación presente por encima de los 3.200 a los 3.600 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por dos estratos plenamente definidos, el primero corresponde a la vegetación arbustiva que constituyen un escenario de riqueza vegetal que sobresale por su variedad y complejidad; las principales especies en el bosque de porte bajo o enano son mortiño y tunos, en matorrales de turbera son romero y tibar y por encima de los 3.750 m.s.n.m., son complejos de chusques y comunidades de frailejón.

En el otro estrato, especialmente a partir de 3.450 m.s.n.m., la vegetación se caracteriza por su bajo porte, típico de comunidades de paja, y pajonales y posibles frailejones alcanzando hasta los 2 ó 3 metros de altura; igualmente se destaca el complejo de asociación vegetal compuesto por musgos (*Sphagnum*), chusque y cardón. Esta vegetación constituye un tipo de cobertura de relevante importancia dentro de la dinámica ecosistémica de la parte alta de la cuenca.

Bosque Primario

Se define como la consolidación y maduración del clímax forestal respecto de la sucesión, esta cobertura autóctona que ha sido poco o nada intervenida en razón de diversos factores tales como la distancia con respecto a los centros urbanos, la infraestructura vial presente, zonas de difícil acceso y/o zonas protegidas, representa los rasgos nativos de los ecosistemas iniciales que

poblaron la cuenca del río Sinú. Estas áreas boscosas comprenden básicamente relictos asociados a zonas montañosas los cauces y cuerpos hídricos.

Bosque Secundario

El bosque secundario o de segundo crecimiento corresponde a una etapa intermedia de regeneración entre el bosque primario y el matorral o rastrojo, constituido por un conjunto fisiológico estratificado, representado por árboles, arbustos, bejucos y hierbas.

Vegetación de Manglar

Asociación vegetal ubicada en cercanía de la costa en la cual se presenta una alta interacción de las aguas saladas del océano y las aguas dulces de las corrientes continentales; se caracteriza por una dinámica compleja que juega un importante papel en el ecosistema costero formando densas barreras. Esta asociación se integra principalmente por el mangle rojo, árbol de la familia Rhizoforáceae *(Rhizophora mangle)* de 3 a 4 metros de altura, de cuyas ramas se desprenden raíces que descienden hasta arraigar en el suelo; hojas pecioladas y gruesas; flores axilares amarillentas, fruto pequeño y coriacéo.

Vegetación de Ciénaga

Corresponde a la vegetación que se encuentra asociada a los Cuerpos Cenagosos en función de la dinámica hídrica de estos; se caracteriza por ubicarse en los playones los cuales se constituyen en una franja de transición entre hábitat terrestre y acuático, estos terrenos presentan un relieve plano a cóncavo con altos contenidos de humedad presentando encharcamientos por fluctuaciones del nivel freático y las precipitaciones, propiciando el anegamiento de los suelos.

Vegetación de Zonas Bajas

La vegetación de zonas bajas corresponde a macrófitas acuáticas emergentes (se arraigan en suelos cubiertos por agua, pero la mayor parte de sus tallos, hojas, flores y frutos están por fuera del agua) de porte medio como la bocachica, enea, juncos, zarsas; especies que también hacen parte de la vegetación de ciénaga; la diferencia está en que las zonas bajas están aisladas y se llenan de agua con las lluvias, mientras que las agrupaciones vegetales de ciénaga están relacionadas con las fluctuaciones de los cuerpos de agua. En ambos casos esta vegetación desaparece en el verano, pues no soporta la sequía del suelo.

Sobre estos hábitats de zonas bajas no se han desarrollado estudios específicos, sin embargo es importante diferenciarlos en el mapa de cobertura, ya que su dinámica es diferente de la de los cuerpos de agua como ciénagas y caños.

Rastrojo - Pastos Enrastrojados

Cobertura presente en sectores donde se da una mezcla muy estrecha entre pastos y el rastrojo o matorral, cerrados y/o abiertos de porte alto o bajo en diferentes grados de fragmentación, este tipo de cobertura es producto de diversas actividades productivas, económicas y/o socioculturales.

La vegetación identificada como matorral o rastrojo, entre otras especies está referida a pinta canillo, manzanillo, corozo de lata, dividivi, batatilla y zarza

Pastos Manejados

Este tipo de cobertura corresponde a grandes extensiones continuas de gramíneas, en las cuales es frecuente encontrar individuos arbóreos dispersos que sirven de sombrío al ganado, en las tierras sobre las cuales se realizan explotaciones pecuarias de tipo intensivo, semiextensivo y extensivo.

Centros Poblados

Comprende básicamente los terrenos plenamente urbanizados representados por ciudades, pueblos y caseríos en los cuales se desarrollan la mayoría de las actividades humanas y son el epicentro de los procesos económicos y sociales de los moradores de la zona de estudio.

Vías de Primer y Segundo Orden

Define este tipo de cobertura la infraestructura de comunicaciones terrestres representada por las vías pavimentadas y no pavimentadas que son transitables en cualquier época del año e intercomunican la totalidad de municipios y veredas que hacen parte de la cuenca.

Cultivos Anuales, Semiperennes y Perennes

Comprenden las explotaciones agrícolas, bien sean de tipo transitorio, semiperemnes o peremnes en terrenos en los cuales se desarrollan dichas actividades económicas.

Afloramiento Rocoso

Representan superficies cubiertas por rocas que han aflorado y no presentan desarrollo pedológico y mucho menos de vegetación asociada.

Tierras Erosionadas

Esta unidad establece las tierras desprovistas de cobertura vegetal y de uso alguno expuestas a procesos erosivos de tipo hídrico, eólico y/o antrópico, que evidencian un alto grado de deterioro, lo que implica un proceso de desertización potencial. Se caracterizan por la pérdida parcial o total del primer horizonte y en otros casos con presencia de fenómenos de remoción en masa (cárcavas), estas áreas son consecuencia de los inadecuados usos y manejos a que son sometidas las tierras, especialmente por la actividad deforestadora, pecuaria y agrícola, teniendo estas una aptitud netamente de recuperación y conservación.

Bancos de Arena

Pequeñas zonas que presentan una cobertura con un alto un porcentaje de arena proveniente de la dinámica hídrica de los paisajes de la planicie aluvial de los principales cauces de la zona.

Cuerpos de Agua Natural

Corresponde principalmente a los cuerpos hídricos naturales de tipo léntico representados por las ciénagas, caracterizados por diversos grados de afectación y deterioro ambiental. A estos sistemas hídricos está asociada la vegetación acuática flotante o macrófitas acuáticas, tales como: jacinto de agua o tapones, churro o gramalote, churri churri o canutillo y en menor proporción cortaderas, zarza, tripa de pollo y lechuga de agua, siendo la principal macrófita sumergida la naja o agalla.

Cuerpos de Agua Artificial

Representan los cuerpos de agua de tipo léntico que han sido construidos de forma artificial por el hombre con propósitos claros para el desarrollo económico de la cuenca y la región, bien sean con fines hidroeléctricos, agropecuarios y/o Multipropósito.

En la Tabla No. 7 se presenta de forma consolidada la cobertura de la tierra existente en la cuenca hidrográfica del río Sinú.

TABLA No.7 Cobertura de la Tierra en la Cuenca hidrográfica del Río Sinú

Cobertura de la Tierra	Símbolo	Area (Has)	% Cuenca
Vegetación de Páramo	VP	68,1	0,005%
Bosque Primario	BP	284697,3	20,405%
Bosque Secundario	BS	32604,2	2,337%
Vegetación Ciénaga	VC	11096,9	0,795%
Vegetación Baja	VB	31943,5	2,289%
Vegetación Manglar	VM	13027,0	0,934%
Pastos Manejados	PM	653734,9	46,854%
Cultivos	CU	41772,6	2,994%
Rastrojo	PB	292066,0	20,933%
Ríos o Quebradas	RQ	5454,8	0,391%
Embalse Estanque	AA	7445,8	0,534%
Lago Laguna o Ciénaga	AN	16625,5	1,192%
Centros Poblados	ZU	3546,5	0,254%
Vías	VI	550,7	0,039%
Bancos de Arena	CL	22,7	0,002%
Tierras Erosionadas	TE	316,7	0,023%
Otros		271,9	0,019%
TOTAL		1395244,9	100,000%

1.5.4.5 Uso Potencial del Suelo

El uso potencial del suelo se define como el uso mas adecuado que se le debe dar a la tierra, teniendo en cuenta la sostenibilidad de los suelos, las aguas y el medio ambiente de la cuenca y está determinado por la capacidad natural que poseen las tierras para producir o mantener una cobertura vegetal, y lograr el desarrollo de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas u otras que se establezcan en las tierras de la región.

En la cuenca del río Sinú los usos potenciales y sus áreas son los siguientes:

Uso Agrícola: El área con aptitud agrícola es de 405954,53 hectáreas, lo cual corresponde al 29.09 % con relación al área total de la cuenca.

Uso Pecuario: las áreas con aptitud para explotaciones ganaderas y silvopastoriles son de 99342,80 y 23695,39 hectáreas, respectivamente y corresponden al 7.12 y 1.69% del total del área de la cuenca.

Uso forestal: El área con aptitud forestal productora protectora es de 378642,96 hectáreas, lo cual corresponde al 27.13 % del área total de la cuenca
Conservación: las áreas para conservación corresponden a la zona del Parque y al área del Manglar siendo de 377264,86 y 15659,259 hectáreas que corresponden al 27.03 y 1.12 % del total de la cuenca.

Protección y Recuperación: Finalmente existen suelos para protección y recuperación en cerca de 31914,41 y 53990,09 hectáreas respectivamente, correspondientes al 2.28 y 3.86 % del total del área de la cuenca, principalmente localizados en zonas de humedales.

Es importante anotar que para completar el área total de la cuenca se encuentran las áreas urbanas que suman 2038.98 hectáreas y el área del embalse de Urrá que presenta un área de 6740.61 hectáreas.

1.5.4.6 Uso Actual del Suelo

Directamente relacionado con la cobertura actual de la tierra se deriva el uso actual del suelo que para la cuenca media y baja del río Sinú corresponde en su gran mayoría a ganadería extensiva. En la Tabla No. 8 se presenta el uso actual del suelo para la cuenca hidrográfica del río Sinú.

Se puede observar en la tabla, que el 51.75 % de la cuenca hidrográfica del río Sinú es utilizado para la ganadería y solo un 2.43 % para agricultura comercial tecnificada. El área del Parque Nacional Natural Paramillo destinado actualmente para conservación representa el 22.63% del área total de la cuenca, así mismo existen áreas de protección de márgenes y suelos que son del orden del 8.83% del área total de la cuenca. El 1.58% del territorio es destinado a la pesca de subsistencia en las áreas de espejo de agua de ciénagas y áreas de ríos y quebradas.

Las áreas de protección de humedales y fauna silvestre corresponden a las zonas de humedales a las áreas aledañas a las ciénagas o aquellas donde existe vegetación de ciénaga. Las zonas de explotación forestal selectiva se encuentran principalmente en el área de amortiguación del Parque Nacional Natural Paramillo y ocupan el 3.22% del territorio de la cuenca hidrográfica.

Las plantaciones forestales comerciales ascienden a 1373,8 hectáreas y se incluyen en ellas las que fueron identificadas por las imágenes de satélite.

TABLA No.8 Uso Actual del Suelo en la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú

Uso Actual de la Tierra	Símbolo	Area (Has)	% Cuenca
Camaronicultura	CC	242,6	0,02
Agricultura Comercial No Tecnificada	ACN	7946,1	0,57
Agricultura Comercial Tecnificada	ACT	33963,3	2,43
Misceláneo Agricultura de Subsistencia – Protección	MAG	100144,3	7,18
Conservación	CS	315699,8	22,63
Pesca de Subsistencia	PS	22081,0	1,58
Explotación Forestal Comercial	EFC	1373,8	0,10
Extracción Forestal Selectiva	EFS	44993,5	3,22
Ganadería Extensiva	GE	722010,5	51,75
Piscicultura	PC	582,4	0,04
Producción Energética	PE	6620,8	0,47
Protección	PT	123163,3	8,83
Protección de Humedales y Fauna	PHF	11905,8	0,85
Sin Uso	SU	420,6	0,02
Transporte Terrestre	TT	550,7	0,04
Urbano	UB	3546,5	0,25
Total		1395244,9	100,00

Es importante mencionar que en algunas épocas del año las áreas que presentan cobertura de vegetación de ciénagas y vegetación de zonas bajas son utilizadas como áreas de pastoreo, incrementando el número de hectáreas dedicadas a la ganadería extensiva; si se tiene en cuenta esta consideración y la de la utilización de zonas de rastrojo (tierras en descanso para la fecha de toma de las imágenes de satélite) para uso ganadero, el área total para ganadería se aproxima a las 873.379 hectáreas, tal como se analiza en el numeral 4.18.1 del capítulo 4 y en el numeral 7.4.3.2 del capítulo 7 y que corresponden al 62.6% del total de la cuenca. De esta manera el uso para ganadería extensiva dentro de la cuenca hidrográfica del río Sinú oscila entre el 51.75% y 62.6% dependiendo del régimen climático.

1.5.4.7 Conflictos por Uso del Recurso Suelo

En el territorio de la cuenca hidrográfica del Río Sinú, existen conflictos de uso del suelo en diferentes sectores, representados en gran mayoría por la subutilización del recurso.

Es evidente que gran parte del territorio con aptitud agrícola es utilizado para ganadería extensiva, situación que prevalece principalmente en las cuencas media y baja del río Sinú.

El área con aptitud agrícola en la cuenca es de 405954 hectáreas y solo se dedican a esta labor 41909 hectáreas para agricultura comercial entre tecnificada y no tecnificada. Sin embargo existen cerca de 100000 hectáreas en uso misceláneo donde la agricultura de subsistencia juega un papel importante, es decir que solo se hace uso apropiado del recurso suelo para uso agrícola en un 35% del territorio con tal vocación, lo cual representa una subutilización del 65%.

En el área del Parque Nacional Natural Paramillo los suelos que deberían estar destinados a la conservación, son hoy utilizados en distintas actividades económicas, algunas de ellas relacionadas con ganadería extensiva y agricultura de subsistencia. Esta intervención no solo afecta el recurso suelo sino otros recursos naturales.

Finalmente en la cuenca media y baja del río Sinú principalmente, la intervención antrópica pone en riesgo la supervivencia de las áreas de humedales, las cuales se han visto diezmadas por el avance de la frontera agrícola y la ganadería extensiva

En el mapa de conflictos se identifican 6 categorías, asociadas a: Conflicto Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy bajo y áreas sin conflicto. A continuación se explican cada una de ellas:

Áreas con conflicto muy alto: Están constituidas por aquellas zonas que teniendo un uso potencial de conservación son utilizados en actividades económicas que producen un deterioro de los ecosistemas presentes en áreas protegidas, como ocurre en algunas zonas del PNN Paramillo. En esta área también se realizan actividades de cacería y extracción maderera que van en contra del uso de conservación establecido por ley.

De igual manera existe un conflicto muy alto en zonas con uso potencial para plantaciones forestales protectoras productoras que actualmente están siendo utilizadas para la ganadería extensiva, el conflicto existe por la inadecuada utilización del recurso suelo, lo cual se refleja en el aumento de procesos erosivos y en la disminución de la oferta hídrica. Este conflicto se identifica claramente en las áreas colinadas y montañosas localizadas en las serranías de Abibe y San Jerónimo. Estas zonas constituyen además corredores para el desplazamiento de especies de fauna.

Así mismo se han identificado como zonas que presentan conflicto muy alto, aquellas que teniendo un uso potencial para protección están siendo sometidas a severos procesos de intervención antrópica, como ocurre en las áreas de los humedales naturales de la cuenca del río Sinú. Este cambio en el uso del suelo introduce modificaciones drásticas en el ecosistema aun existente y en la dinámica poblacional de las especies de flora y de fauna.

Finalmente y del análisis multitemporal efectuado a partir de las imágenes de satélite y la vocación de los suelos establecida en los estudios de suelos realizados por el IGAC en la década de los ochenta, puede identificarse que algunas áreas que pertenecían a la red de humedales fueron intervenidas y hoy presentan otro uso; a partir de está consideración se han definido áreas sujetas a procesos de recuperación para el recurso natural biótico e hídrico y que pueden catalogarse como áreas de conflicto muy alto.

Áreas con conflicto alto: Las áreas de conflicto alto están representadas por aquellas zonas que presentan una subutilización del recurso suelo y que han sufrido una alteración drástica de las condiciones de drenaje natural, como ocurre en el medio Sinú, principalmente en las zonas de basines donde existe un gran potencial agrícola y en la actualidad se desarrollan labores de ganadería extensiva.

Áreas con conflicto medio: Las áreas que presentan conflicto medio son aquellas que teniendo una vocación forestal son utilizadas en agricultura comercial no tecnificada, en agricultura de subsistencia, pequeña ganadería y rastrojos. Estas zonas se localizan principalmente aledañas al PNN Paramillo y se constituyen en un frente de avance de las actividades antrópicas en el área de amortiguación del Parque, potencialmente pueden constituirse en zonas con conflicto alto y muy alto de acuerdo con el manejo que efectúen con la capa de cobertura vegetal existente.

De igual forma, otras áreas con conflicto medio la constituyen las zonas que destinadas a recuperación presentan extracción forestal de las pocas especies aun existentes.

Estas áreas también poseen potencial para la recuperación de poblaciones de especies de fauna, muchas de ellas de utilidad directa para los comunidades.

Áreas con conflicto bajo: Las área catalogadas en este nivel de conflicto hacen referencia principalmente a las zonas que como el ecosistema del manglar están sometidas a un aprovechamiento acuícola y forestal no sostenible. No obstante la existencia de una reglamentación parcial del área, se requiere la implementación de planes de manejo específicos para todo el ecosistema con el fin de minimizar el conflicto.

Áreas con conflicto muy bajo: Corresponde este nivel de conflicto a aquellas áreas que teniendo un uso potencial agrícola actualmente sufren una extracción forestal selectiva, se relacionan directamente con zonas de rastrojos, de igual manera, se establece este nivel de conflicto en áreas donde existe un uso actual misceláneo y donde el uso potencial es silvopastoril.

Áreas sin conflicto: Las áreas sin conflicto representan zonas en que los usos potencial y actual son los mismos y no representan una subutilización o sobreexplotación del recurso, sino un equilibrio entre la oferta y la demanda.

A continuación se ilustra en Tabla No.9 el resumen de conflictos existente en la cuenca hidrográfica del río Sinú.

Tabla No.9 Áreas en Conflicto de Uso del Suelo en la Cuenca del río Sinú

Conflicto	Uso Potencial	Uso actual	Área (Ha)	Área (%)	Ecosistema
Muy Alto	Conservación	Misceláneo	92981,9	6,7%	PNN Paramillo
Muy Alto	Conservación	Extracción Forestal Selectiva	12320,3	0,9%	PNN Paramillo
Muy Alto	Conservación	Ganadería Extensiva	5163,8	0,4%	PNN Paramillo
Muy Alto	Conservación	Ganadería Extensiva y Agricultura	225,6	0,02%	Manglar
Muy Alto	Producción Forestal Protección	Ganadería Extensiva	205393,8	14,7%	
Muy Alto	Protección	Ganadería Extensiva	10277,9	0,7%	Humedales
Muy Alto	Recuperación	Ganadería Extensiva	32365,9	2,3%	Humedales
Muy Alto	Recuperación	Agricultura Comercial Tecnificada	11288,8	0,8%	Humedales
Subtotal			370018,0	26,5%	
Alto	Agrícola	Ganadería Extensiva	306831,9	22,0%	
Subtotal			306831,9	22,0%	
Medio	Producción Forestal Protección	Misceláneo-Agricultura Comercial No Tecnificada	134708,8	9,7%	
Subtotal			134708,8	9,7%	
Bajo	Conservación	Pesca de subsistencia y piscicultura	2093,8	0,2%	Manglar
Subtotal			2093,8	0,2%	
Muy Bajo	Agrícola	Extracción Forestal Selectiva	2755,0	0,2%	
Subtotal			2755,0	0,2%	
Sin Conflicto	Uso actual	Uso potencial	578836,5	41,5%	
Subtotal			578836,5	41,5%	
TOTAL AREA CUENCA			1395244,0	100%	

Dentro del área geográfica de la cuenca del río Sinú son áreas sin conflicto el sector de bosque primario localizado en el Parque Nacional Natural Paramillo, las áreas de cultivos que se localizan en suelos con aptitud agrícola, las áreas con aptitud pecuaria que son utilizadas hoy en ganadería, las zonas de protección asociadas a rastrojos localizados en áreas de producción de agua y márgenes de corrientes y cuyo uso potencial es forestal. Finalmente se agruparon los espejos de agua de los humedales cuyo uso es de protección y que actualmente se utilizan por los pobladores para seguridad alimentaría en pesca de subsistencia.

1.5.5 RECURSO HÍDRICO

1.5.5.1 Oferta del Recurso Hídrico Superficial

Como es de conocimiento el área de la cuenca del río Sinú localizada en el Parque Nacional Natural Paramillo se constituye en el principal abastecedor de agua para toda la cuenca con caudales medios en el río Sinú de 343 m^3/s antes de la construcción del embalse. Hoy en día la oferta es regulada por la entrada en operación del embalse con un caudal medio de 328 m^3/s. Si bien las variaciones en oferta no han variado significativamente y más bien se ha mejorado para épocas de verano, los aportes significativos se encuentran aguas arriba del embalse.

La regulación de caudales establecida mediante la Licencia Ambiental otorgada al proyecto Hidroeléctrico URRA permite la operación del embalse dentro de un rango entre 75 m^3/s y 700 m^3/s.

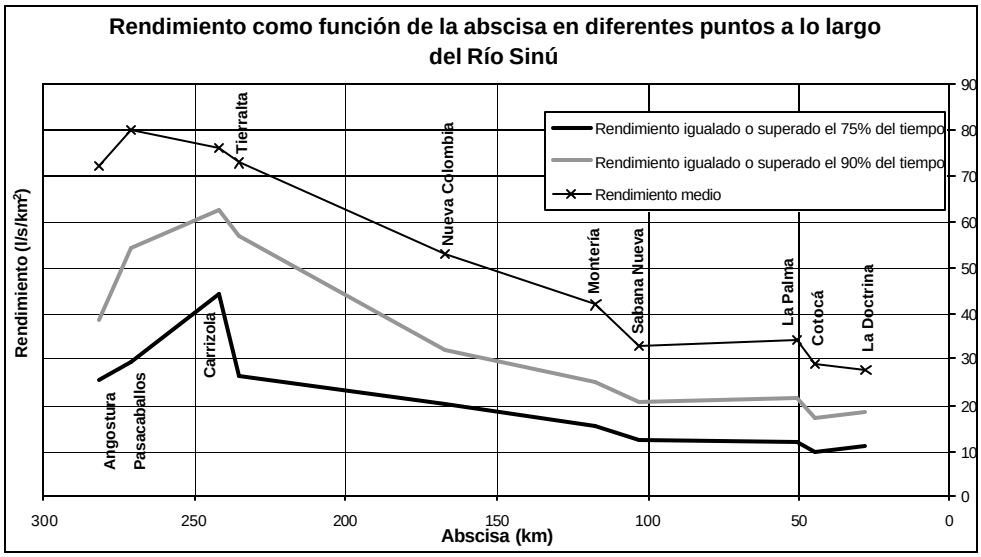
Si bien existe una oferta hídrica considerable para el medio natural de la cuenca hidrográfica es importante hacer dos consideraciones frente a la misma:

- La producción de agua aguas abajo del embalse ha disminuido considerablemente debido a los proceso de tala del bosque localizado en áreas de producción de agua. En la actualidad la oferta en estas corrientes está sujeta al caudal que se genera durante los periodos de invierno, la Figura No.4 permite analizar la variación del rendimiento hídrico aguas abajo del embalse

- La cuenca media y baja depende exclusivamente del caudal que transporta el río Sinú, tanto para consumo doméstico (todos los acueductos captan agua del río Sinú) como para consumo agrícola. Por lo tanto, aunque existe una oferta hídrica significativa, esta se concentra en un corredor del territorio, lo cual obliga a la población alejada de este sector ha abastecerse con agua de pequeños arroyos intermitentes, las ciénagas y los estanques para almacenamiento de aguas lluvias, generando una problemática entorno a la distribución, calidad y permanencia del recurso.

El análisis de la información de la red de estaciones hidrométricas existentes a lo largo del cauce del río Sinú permite concluir que el 75% de la oferta del recurso hídrico superficial se produce en el Parque Nacional Natural Paramillo y el 25% restante fuera del Parque, es importante mencionar que el área fuera del Parque corresponde aproximadamente al 75% del territorio de la cuenca.

La Figura No.4 ilustra el rendimiento hídrico a lo largo del cauce del río Sinú aguas abajo del embalse



Como se puede apreciar en la Figura No.4, a partir de Carrizola la producción de agua disminuye considerablemente debido a que los caudales que se generan en esta área son bajos comparados con la extensión del territorio; es importante destacar que hasta el sitio de Carrizola existen incrementos en el rendimiento hídrico debido a los aportes que provienen del sector de la Serranía de Abibe y el Cerro de Murrucucú que se constituyen en áreas estratégicas de producción de agua.

1.5.5.2 Calidad Del Recurso Hídrico Superficial

Calidad del Agua del río Sinú

La determinación de la calidad del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica del río Sinú parte de los monitoreos que continuamente realizan la Empresa URRA S.A. E.S.P., y la CVS en el área del embalse de URRA I y en distintos sitios a lo largo del cauce del río Sinú, de igual manera en algunos de sus afluentes como el Caño Betancí, Caño Sicará y el Caño Aguas Prietas entre otros.

En la cuenca alta aguas arriba del embalse las corrientes superficiales conservan su calidad y presentan condiciones favorables para la vida acuática, debido a la poca intervención antrópica resultado de la pequeña cantidad de núcleos poblados establecidos en el área.

En la zona media y baja la calidad del agua del río Sinú se encuentra afectada por las variaciones de caudal producto de la operación de la hidroeléctrica, ya que las rápidas fluctuaciones del caudal no permiten determinar con certeza la condición de calidad del agua frente a una descarga constante.

Los análisis demuestran que el agua es apta para uso doméstico sólo con tratamiento convencional (todos los municipios captan agua del río para sus acueductos).

Igualmente el agua del río es apta para uso agrícola y pecuario (los distritos de riego Mocarí y La Doctrina captan agua del río). Su uso es limitado para recreación por contacto directo.

La calidad del agua del río no restringe el uso para preservación de flora y fauna.

Finalmente; aunque se cuenta con un gran número de datos no es posible evaluar la calidad el agua a través de un Índice de Calidad debido a que actualmente no se monitorean todos los parámetros necesarios para tal fin.

Calidad de agua de las ciénagas existentes en la cuenca hidrográfica del río Sinú

La calidad del agua de las ciénagas presenta restricciones para uso doméstico e incluso para la preservación de flora y fauna sobre todo en época de estiaje en donde se pueden presentar niveles bajos de oxígeno disuelto y fenómenos como el de eutroficación.

La información existente permite concluir que el agua de las ciénagas no es apta para consumo doméstico y no se cuenta con un registro para evaluar la incidencia sobre la calidad del agua de la ciénaga de Charco Grande y la ciénaga Grande del Bajo Sinú por los aportes del Caño Aguas Prietas y los canales de drenaje Principal y Colector del INCODER (antiguo INAT), sin embargo, es de esperar que estos cuerpos de agua no presenten buenas condiciones debido, entre otras causas, a los vertimientos que reciben del alcantarillado de los municipios de Montería y Ciénaga de Oro.

Fuentes de Contaminación

Se han identificado como las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico en la cuenca del río Sinú, las aguas residuales domésticas (A.R.D.) generadas en los núcleos poblados. El uso de agroquímicos (sin estudios específicos y concluyentes), la disposición final de forma inadecuada de los

desechos sólidos domiciliarios y los procesos erosivos presentes que constituyen una fuente de aporte de sólidos.

Oferta del Recurso Hídrico Subterráneo

El acuífero del depósito aluvial del río Sinú constituye la principal fuente del recurso hídrico subterráneo existente en la cuenca hidrográfica del río Sinú; este es un acuífero que tiene un espesor que varía entre 50 y 150 m, recargado posiblemente por el propio río y el agua lluvia, con flujos subterráneos convergentes hacia el centro de la cuenca (Ingeominas 2004).

Se presenta como un acuífero libre a semiconfinado de baja productividad, con capacidades especificas entre 0.02 y 0.8 l/s/m., valores de transmisividad desde 30 hasta 80 m^2/día y coeficiente de almacenamiento promedio de 1.0 E-03. La conductividad hidráulica real es de 0.5 m/día. y posibilidades de explotación a través de pozos entre 100 y 200 metros de profundidad (Ingeominas 2004).

Las áreas aflorantes de esta unidad se consideran zonas de recarga con baja capacidad de infiltración y flujo esencialmente intergranular.

Hidroquímicamente los depósitos del río Sinú son también de tipo mixto, de aguas muy duras y con conductividades hasta de 1500 µS/cm.

La recarga proveniente de corrientes tributarias que drenan rocas de origen marino adyacentes al Depósito Aluvial del Río Sinú contribuye a la mineralización que presenta el agua del acuífero, la cual de acuerdo al diagrama Piper, es de tipo mixto. El agua es dulce (valor en el límite dulce-salobre) y muy dura.

CALIDAD DEL AGUA DEL RECURSO HIDROGEOLOGICO

Acerca de las aguas subterráneas correspondientes al depósito aluvial del río Sinú y de acuerdo con los análisis efectuados por Ingeominas, muestran que existen zonas donde se encuentran altas concentraciones de iones en solución para todo el departamento, principalmente hacia el área de la ciudad de Montería. Los registros muestran que no es un agua apta para consumo humano, aunque es empleada para abastecimiento doméstico. De igual manera no debe ser empleada para riego ya que existe alto peligro de salinización del suelo.

1.5.5.3 Estimación De Recursos Hídricos Subterráneos

Se entiende por recurso el caudal de agua (Volumen por unidad de tiempo) que puede obtenerse de un acuífero de forma permanentemente o por lo menos

durante un largo tiempo (decenas de años), sin sobrepasar el régimen estacionario o de equilibrio. La Tabla No.10 muestra los valores de la oferta hídrica subterránea existente en la cuenca hidrográfica del río Sinú (Ingeominas 2004).

Tabla No.10 Volúmenes de Reservas de aguas subterráneas en la cuenca del río Sinú.

ACUÍFERO	AREA (Km^2)	ESPESOR PROMEDIO	Ne Prom.	Reservas (Mm^3)
DEPOSITOS ALUVIALES RÍO SINÚ	4,5E+09	110	0,12	55359
RESERVAS TOTALES				55359

Ne. Prom.: Porosidad efectiva promedio, Valores tomados de Custodio y Llamas (2001), según la litología de cada uno de los acuíferos.

En otras palabras, los recursos representan la lámina de agua que recarga el sistema, por unidad de tiempo.

La información con la cual se cuenta hasta la fecha permitió calcular los valores de los recursos de los acuíferos Depósitos Aluviales. Aunque estos resultados presentados en la Tabla No.11, son preliminares, se consideran como una primera aproximación aceptable a nivel regional.

Tabla No.11 Recursos de Aguas Subterráneas en la cuenca del río Sinú

ACUÍFERO	ANCHO DEL ACUIFERO* (m)	TRANSMISIVIDAD * (m^2/día)	GRADIENTE HIDRAULICO *	RECURSOS (Mm^3/año)
SINCELEJO	6241	50	0,017	1,929
EL CERRITO	6120	11	0,014	0,35
DEPOSITOS ALUVIALES (RIO SINU)	15875	50	0,012	3,495
DEPOSITOS ALUVIALES (RIO SAN JORGE)	5412	50	0,006	0,599
RECURSOS TOTAL				6,373

*valores promedios.
Acuíferos libres a semiconfinados

1.5.5.4 Demanda del Recurso Hídrico en la cuenca Hidrográfica del río Sinú

La demanda del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica del río Sinú puede clasificarse en 4 usos principales y sectorizarse de acuerdo con su ubicación dentro de la cuenca, la Tabla No.12 ilustra la demanda del recurso en la cuenca.

Tabla No.12 Demanda del Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Sinú

Usos	Caudal (m^3/s)	Ubicación	Fuente	Observaciones
Preservación de flora y fauna	75	Cuenca Alta, Media y baja	Río Sinú, Río Verde, Río Esmeralda, Río Manso	Corresponde al caudal ecológico
Generación Eléctrica	Hasta 700	Embalse de Urra – Central de Maquinas	Río Sinú	Entre 70 y 700 m^3/s según Licencia Ambiental
Consumo Doméstico	0.141	Cuenca Alta Municipios de Tierralta y Valencia	Río Sinú	Captaciones Aguas abajo del embalse
Consumo Doméstico	1.051	Cuenca Media – Municipios de Montería, Cerete, Cienaga de Oro, San Carlos, Sahún y San Pelayo	Río Sinú	Corresponde a los Acueductos operados por Proactiva, Eras y el acueducto de San Pelayo
Agrícola	6.8	Cuenca Media - Distrito de Riego de Mocarí	Río Sinú	
Consumo Doméstico	0.141	Bajo Sinú Cienaguero municipios de Cotorra, Lorica, Purísima, Momil y Chima	Río Sinú	
Consumo Doméstico	0.047	Bajo Sinú Costanero municipios de San Bernardo del Viento y San Antero	Río Sinú	
Consumo Doméstico	0.169	Sector Sabanas municipios de San Andrés de Sotavento y Sahagún	Río Sinú	
Agrícola	3.6	Bajo Sinú – Distrito de riego de La Doctrina	Río Sinú	

A continuación se muestran los resultados por demanda del recurso

Para generación de energía se utilizan entre 75 y 700 m^3/s, para consumo doméstico cerca de 1.56 m^3/s, para uso Agrícola 10.4 m^3/s y para preservación de flora y fauna se tomó el caudal ecológico definido en la licencia ambiental otorgada al proyecto que es de 75 m^3/s.

De acuerdo con los anteriores resultados la empresa Urra S.A. E.S.P, con el caudal mínimo de operación asegura una oferta hídrica suficiente para cubrir la demanda actual del recurso para consumo doméstico y uso agrícola en las

áreas donde el río Sinú tiene influencia, sin embargo en el sector rural en las zonas colinadas de las serranias de San Jerónimo y Abibe existe un déficit en la oferta hídrica, debido a la deforestación de las pequeñas cuencas y al mal uso que se le ha dado al escaso recurso superficial.

1.5.6 AMENAZAS NATURALES

En el área geográfica de la cuenca del río Sinú se agrupan las amenazas naturales en los siguientes fenómenos, los cuales se describen a continuación:

1.5.6.1 Inundaciones

Como parte del análisis temático efectuado dentro del desarrollo del proyecto se generó el mapa de amenaza por inundación, debido a encharcamientos y por desbordes de las corrientes existentes en la zona.

Para la cuenca hidrográfica del río Sinú se identificaron las áreas sujetas a encharcamientos, las cuales se localizan principalmente en los basines existentes en la margen derecha e izquierda del río Sinú. Tales zonas fueron calificadas con amenaza alta, teniendo como soporte la identificación de la vegetación presente en tales áreas y que corresponde a vegetación de zonas bajas y vegetación de ciénaga. Dichas áreas se cartografiaron utilizando para ello la interpretación de las imágenes de satélite y las verificaciones de campo.

Dentro de las zonas sujetas a desborde se categorizó la amenaza por inundación en tres escenarios:

Amenaza alta por inundación: Esta zona se localiza principalmente aledaña al río Sinú y al Caño Aguas Prietas. Se obtuvo del análisis detallado de la geomorfología actual del corredor del cauce del río Sinú y de la modelación hidráulica efectuada a través del software HEC-RAS, partiendo de la operación de la hidroeléctrica de Urrá con caudal máximo de 700 m^3/s y considerando aportes significativos de las quebradas y caños localizados aguas abajo de la presa.

Bajo esta premisa se identificaron las áreas con amenaza alta y que corresponden en orden de extensión a la zona del Toro localizada en el municipio de Tierralta y dentro del medio Sinú a zonas del municipio de San Pelayo y Lorica, donde la condición de frontera la establece el dique de la Vía Cereté - Lorica.

De igual manera se cartografió el área de desborde del caño Aguas Prietas, levantado a través de GPS y el conocimiento experto de la comunidad.

Amenaza media por inundación: Para la determinación de esta zona inundable se hizo uso de información secundaria basada en datos de la inundación ocurrida en el año de 1988, el nivel de amenaza se definió bajo la condición de inexistencia del embalse de URRA; los límites se definieron mediante trabajo de campo con comunidades de las zonas y análisis geomorfológico. No obstante, también se realizó la modelación de la inundación bajo el software HEC-RAS.

Amenaza baja por inundación: El escenario con menor probabilidad de ocurrencia partió de la modelación sin presa, con las condiciones dadas por un evento reportado por URRA donde se registraron cerca de 3262 m^3/s entrando al embalse. La modelación se realizó utilizando para ello el software HEC-RAS e incorporó la determinación de los niveles de lámina de agua que sobrepasan en algunos casos los terraplenes de las vías existentes y un análisis topográfico de las condiciones de los basines aledaños al cauce del río Sinú.

Del análisis de la inundación por desborde bajo distintos niveles de amenaza se concluye que efectivamente el embalse de la hidroeléctrica cumple la función de atenuar las crecientes, pero que, sin embargo, existe un riesgo importante en algunas zonas de la cuenca donde es posible que existan inundaciones, para lo cual tienen que darse simultáneamente dos condiciones: La primera es que URRA genere energía con sus cuatro turbinas o exista un caudal de excesos significativo asimilable al máximo generado a través del rebosadero y segunda, que existan aportes significativos de las corrientes localizados aguas abajo de la presa, como las Quebrada Juy, Lorenzo, Los Pescados, entre otras. En dado caso, tales aportes deben ser superiores a los 100 m^3/s.

1.5.6.2 Deslizamientos

El mapa elaborado para analizar la susceptibilidad de fenómenos de remoción en masa para la cuenca hidrográfica del río Sinú, se hizo mediante la utilización de un método bivariado al cual fueron incorporadas las variables que intervienen en este tipo de eventos y que son: El clima, la cobertura vegetal, el tipo de suelo, la litología y la pendiente del terreno.

Basado en los anteriores parámetros, los cuales fueron definidos para la cuenca mediante mapas temáticos se hizo el análisis utilizando para ello sistemas de información geográfica. Los resultados para la cuenca permitieron categorizar la amenaza por remoción en masa de la siguiente forma:

Amenaza muy alta: Es producida por causas naturales o por intervención antrópica no intencional y con evidencia de procesos activos. Geomorfológicamente corresponden a laderas con zonas de falla, masas de

suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran.

Las zonas de amenaza muy alta por movimientos en masa se encuentran ubicadas en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Entre los posibles factores y causas de la inestabilidad del terreno se encuentran aquellos de origen natural como la litología, las estructuras geológicas, las altas pendientes, el clima y en especial los factores relacionados con el ambiente sísmico tectónico presente. Y algunos factores antrópicos como la deforestación, el mal uso del suelo, el mal uso del agua.

Entre los municipios afectados por este tipo de amenaza se encuentra el municipio de Tierralta en el departamento de Córdoba e Ituango Dabeiba y Peque en el departamento de Antioquia. El área en mención hace parte del Parque Nacional Natural Paramillo.

Dentro de esta zona se presentan reptación, deslizamientos, caídas de roca y volcamientos en paisajes monoclinales. También se presentan transportes en masa como los flujos y avalanchas.

Amenaza alta: Las zonas con amenaza alta presentan por lo general laderas que tienen áreas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.

La amenaza alta se presenta en la parte alta de la cuenca del río, asociadas a las áreas con amenaza muy alta; la parte sur del Cerro Murrucucú en el municipio de Tierralta es la unidad geográfica con amenaza de este tipo que se encuentra más al norte de la cuenca.

Pendientes que oscilan entre 25 y 50%, el clima de tipo ligeramente húmedo, la cobertura vegetal, y la intervención antrópica son los principales factores que catalizan la presencia de movimientos en masa en dicha región.

Dentro de los principales procesos de remoción en masa se encuentran caidas de roca y volcamientos, deslizamientos especialmente de tipo rotacional, reptación, así como algunos flujos y avalanchas. También se puede presentar erosión por lluvias y por corrientes.

Amenaza media: Zonas donde no se evidencian procesos activos de erosión. Se presentan laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos con una alta densidad.

La amenaza media por movimientos en masa se presenta con mayor ocurrencia en la cuenca alta del río Sinú, en la región media y baja de la cuenca disminuye el área afectada por este tipo de amenaza, este cambio obedece principalmente a los contrastes de clima y geomorfología entre la cuenca alta y media, se presentan procesos de erosión hídrica como la erosión pluvial (saltación pluvial y algunos procesos de escurrimiento superficial concentrado, escurrimiento subsuperficial, erosión laminar y otros procesos de deslave) y erosión fluvial (Figura No.5)



Figura No.5. Erosión laminar y en surcos presentes en la vía Cucharal – Buenos Aires



Figura No.6. Erosión en surcos y cárcavas presentes al norte de Lorica y San Antero

Algunos sectores sujetos a este nivel de amenaza se localizan en el límite occidental de la cuenca en los municipios de Montería y Valencia, así como en los municipios de Lorica y San Antero. Entre las principales causas para que se den estos fenómenos se tienen algunos factores naturales (tipo de cobertura vegetal, pendientes entre 12 y 50%, perfil de meteorización, entre otros factores) y antrópicos (deforestación, mal uso del suelo de acuerdo a su aptitud y problemas de drenaje). Los principales procesos de erosión están indicados por el carcavamiento y la erosión en surcos como lo ilustra la figura No.6

Amenaza baja: En este tipo de amenaza se encuentran laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados, no saturados con discontinuidades desfavorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos. Los municipios de Valencia, Montería, Lorica, Purísima, Cereté, San Pelayo, Ciénaga de Oro y San Carlos se encuentran dentro de este tipo de amenaza.

Entre los principales factores que condicionan este tipo de amenaza se tiene la geomorfología característica para el sector de la cuenca donde esta se presenta, un tipo de clima seco, las bajas pendientes y la pobre cobertura vegetal del suelo.

Los principales procesos de erosión hídrica que se presentan y su contribución a la inestabilidad se presentan en la Tabla No.13.

Tabla No.13. Procesos de erosión hídrica y su contribución a la inestabilidad del terreno de la cuenca hidrográfica del río Sinú.

TIPO	ACCIÓN	EFECTOS
EROSIÓN POR LLUVIA Acción de las aguas lluvias con contribución de otros agentes climáticos. Estos procesos son mas intensos en laderas desprotegidas.	Saltación pluvial: desalojo y dispersión de partículas de suelo por gotas de lluvia las cuales son parcialmente arrastradas en suspensión, propiciando otras formas de erosión.	El impacto de la lluvia sobre el suelo desnudo destruye sus poros y fisuras y lo compacta, reduciendo su capacidad de infiltración. Este proceso desencadena el resto de procesos erosivos y muchos otros
	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DIFUSO	
	Surcos de erosión. Por escurrimiento concentrado se forman pequeños canales mas o menos paralelos relativamente independientes. Se pueden eliminar perfilando o terraceando y protegiendo las excavaciones afectadas. Cárcavas y sistemas de cárcavas. Formación de zanjones profundos y de gran tamaño difíciles de controlar. Estos se van alargando y entallando progresivamente debido a la erosión remontante y de fondo si no hay control oportuno	Aunque estas formas de erosión son aparentemente grande debido a la alta energía el agua se concentra en canales. Estos procesos se inician generalmente por vertimientos no controlados de aguas de alcantarillas u otros desagües. Acentúan el relieve promoviendo otras formas aún mas graves de inestabilidad y constituyen una fuente importante de sedimentación.
EROSIÓN INTERNA Por agua subterránea	ESCURRIMIENTO SUBSUPERFICIAL	
	Tubificación y cavernas. Debilitamiento interno del terreno.	Puede originar manantiales cárcavas y hundimientos.
EROSIÓN POR CORRIENTES Acción de las aguas encausadas: Ríos Quebradas	Socavamiento de fondo Erosión lateral (Figuras No.7 y 8)	Profundiza el fondo de los causes naturales disectando el terreno y eliminando soporte en la base de la ladera, lo cual puede provocar deslizamientos. Provoca destrucción de las orillas inestabilizando fundaciones y originando deslizamientos.



Figura No.7. Erosión lateral presente en algunas quebradas.

Amenaza muy baja: Se observa en este tipo de amenaza en laderas muy meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.



Figura No.8. Erosión lateral presentes en el río Sinú. Sector Cotorra.

Esta condicionada principalmente por la geomorfología, las zonas que presentan amenaza muy baja corresponden a basines de la cuenca media y baja del río, en donde se presentan procesos de erosión hídrica como son la erosión laminar y en surcos.

1.5.6.3 Sismicidad

La amenaza sísmica se cuantifica en términos de los periodos de retorno (o sus inversos, las tasas de excedencia) de intensidades sísmicas relevantes en el comportamiento de las estructuras. La tasa de excedencia de una intensidad sísmica se define como el número medio de veces, por unidad de tiempo, en que el valor de esa intensidad sísmica es excedido.

Es posible determinar la amenaza sísmica contando las veces en que se han excedido valores dados de intensidad en el sitio de interés. Sin embargo, la determinación directa rara vez se puede realizar porque no se dispone de catálogos completos de las aceleraciones que han producido en un sitio los sismos pasados. Por lo anterior, resulta necesario calcular la amenaza sísmica de manera indirecta. Para ello, se evalúa primero la tasa de actividad sísmica en las fuentes generadoras de temblores, y después se integran los efectos que producen, en un sitio dado, los sismos que se generan en la totalidad de las fuentes.

Las fuentes que presentan mayor participación en la amenaza sobre la región de la cuenca hidrográfica del río Sinú son Romeral, Bennioff, Subducción, Murindó, Sinú, Arco de Dabeiba y Bolívar. Sin embargo, estas contribuciones dependen fuertemente del contenido de frecuencias y de la distancia media de las fuentes, por lo que dicha participación puede verse afectada para tasas de excedencia de periodos estructurales medios y altos. Los datos aquí mostrados deben ser usados con la cautela y el criterio profesional que el caso amerita.

El cálculo anterior se realizó para toda la región comprendida dentro del perímetro de la cuenca del Sinú; sin embargo es de mucha importancia conocer la distribución de la amenaza en la región donde se encuentra circunscrita esta, por ello el cálculo de las tasas de excedencia se hizo para la región andina y, a partir de estas es posible generar mapas de igual tasa de excedencia de la intensidad de interés; esto es, mapas de aceleración máxima del suelo para diferentes periodos de retorno.

Para la zonificación de la amenaza sísmica se tuvo en cuenta los periodos de retorno (Tr) iguales a 100, 250, 500, 1000 y 1500 años de una zona donde se encuentran los contornos de la cuenca del rió Sinú; El análisis se realizó por separado para cada fuente que aporta peligro y posteriormente mediante la integración se muestra el resultado de la amenaza incluyendo todas las fuentes.

Para la cuenca hidrográfica del río Sinú los mayores valores de desplazamiento del suelo se localizan en la parte alta localizada en el Parque Nacional Natural Paramillo, donde existe influencia por las fuentes de Murindó y Romeral.

1.5.7 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA CUENCA DEL RÍO SINÚ

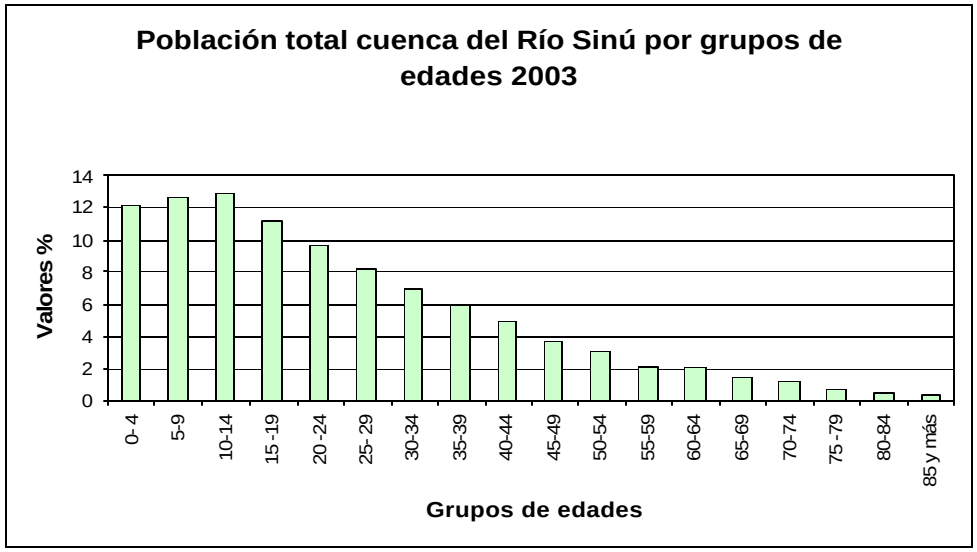
1.5.7.1 Estructura Demográfica y Densidad Poblacional en la Cuenca del Río Sinú.

La población de la cuenca del río Sinú, por municipios y zonas, año 2003, ha sido estimada a partir de la población proyectada con base DANE Censo 1993. Esta población asciende a 1.128.961 habitantes (76.3% del total del Departamento de Córdoba) de los cuales 603.206 (53.4%) están ubicados en las cabeceras municipales y 525.755 en el resto (46.6%); igualmente, de esta población 565.857 (50,12%) son mujeres y 563.206 (49,88%) son hombres.

En la figura No. 9 se observan los porcentajes de población total, relevándose los rangos de edades de 10-14 años (12,9%), 5-9 años (12,7%) y de 0-4 años (12,1%), los cuales permiten establecer una población mayoritariamente joven, menor de 14 años que representa el 37,7% y una población general menor de 20 años, que representa el 48,9% del total de la cuenca.

Otros datos importantes se relacionan con la similitud de porcentajes generales de población entre hombres (49,8%) y mujeres (50,2%) de la cuenca. Los tres grandes grupos de edades de la población de la cuenca del río Sinú, se establecen así: Menores de 15 años, 425.096 (37.6%); edades entre 15 y 64 años, 656.863 personas (58.2%) y mayores de 65 años, 47.002 personas, (4.2%).

Figura No.9. Población Total 2003 por Grupos de Edad para la cuenca del río Sinú



Fuente: Proyecciones de Población DANE Censo 1993 y POT's de Montería y Tierralta.

1.5.7.2 Población y Densidad Poblacional, por Subregión, Zonas y Municipios de la Cuenca del Río Sinú.

La población y densidad poblacional por subregiones, zonas y municipios, con base en las proyecciones del DANE, según censo 1993 y la de los municipios de Tierralta y Montería, con base en los POT`s, se relaciona en la tabla No. 14.

La mayor población por cuencas en el Departamento de Córdoba, se ubica en la cuenca del río Sinú, con un 76,3%, siguiéndole en su orden la del río San Jorge, con el 18,5% y la cuenca del río Canalete, con 5,2% de la población total.

Tabla No.14 Población Proyectada, Área y Densidad Poblacional en la Cuenca del Río Sinú

Subregión y/o Zonas	Municipio	Total	Tasa Crecimiento.	Cabe Cera	Resto	Área en Km^2	Densidad poblacional Hab/Km^2
Alto Sinú	Tierralta	112.676	4,20	45.070	67.606	4.898	23,00
	Valencia	27.093	0,44	10.402	16.691	1.020	26,56
Subtotal		139.769	4,64	55.472	84.297	5918	23,61
Medio Sinú	Montería	402.091	3,71	326.184	75.907	3.027	132,83
	Cereté	87.297	1,81	53.086	34.211	277	315,15
	San Carlos	17.264	-0,89	3.364	13.900	505	34,18
	San Pelayo	36.170	1,59	5.518	30.652	473	76,46
	Ciénaga de Oro	39.380	-0,99	17.731	21.649	648	60,77
Subtotal		582.202	5,23	405.883	176.319	4930	118,09
Bajo Sinú-Ciénagas	Cotorra	17.765	1,59	4.602	13.163	56	317,23
	Lorica	124.491	1,60	38.929	85.562	936	133,00
	Purísima	15.377	1,46	6.766	8.611	116	132,56
	Momil	10.590	-0,81	6.497	4.093	105	100,85
	Chimá	11.541	-0,40	2.720	8.821	343	33,64
Subtotal		179.764	3,44	59.514	120.250	1556	115,52
Bajo Sinú-Sabanas	Sahagún	131.747	2,16	55.983	75.764	854	154,27
	S. Andrés/ Sotavento	47.313	-0,87	6.320	40.993	289	163,71
Subtotal		179.060	1,29	62.303	116.757	1143	156,65
Bajo Sinú-Costa	S. Bdo /Viento	28.991	0,78	8.638	20.353	366	79,21
	San Antero	19.175	0,64	11.396	7.779	113	169,69
Subtotal		48.166	1,42	20.034	28.132	479	100,55
TOTAL CUENCA		1.128.961	3,09	603.206	525.755	14.026	80,49

Fuente: DANE, según Censo 1993, POT's de Montería 2000 y Tierralta 1998 y fuente cartográfica del IGAC.

1.5.7.3 Comunidades Indígenas.

La población indígena en el departamento de Córdoba está representada por las etnias Zenúes y Embera Katíos. Se estima en 63.764 indígenas que corresponden al 4.8% de la población del departamento, concentrados en mayor proporción en los municipios de San Andrés de Sotavento (Zenúes) y Tierralta (Embera Katíos) en la cuenca del río Sinú y en los municipios de Puerto Libertador y Montelíbano (Embera Katíos), en la cuenca del río San Jorge.

1.5.7.4 Migración en la Cuenca del Río Sinú

Los movimientos poblacionales que se producen en las comunidades de la cuenca del río Sinú, obedecen básicamente a dos factores: Migración poblacional por causas de trabajo, de la cual no existen registros institucionales, y desplazamiento forzado de población.

Desplazamiento Forzado de Población en la cuenca del río Sinú.

Los municipios de la cuenca del río Sinú, donde específicamente se genera el problema del desplazamiento forzado de población son Tierralta y Valencia; manifestándose igualmente Montería como municipio receptor de población desplazada, además de otros municipios en menor proporción.

La distribución de población desplazada por zonas geográficas de la cuenca muestra que la zona del Sinú Medio (Montería, Cereté, San Pelayo, San Carlos, Ciénaga de Oro, Cotorra) presenta la mayor concentración de población desplazada con el 52.7 %, seguido de la zona del Alto Sinú (Valencia, Tierralta), con 39.8%.

La distribución municipal presenta a Montería con el 43,7 %, Tierralta 21.2 %, Valencia 18.5 %, con los mayores porcentajes de población desplazada, los cuales en su conjunto agrupan el 83,4 % del total, en la cuenca del río Sinú.

De los 16 municipios que conforman la cuenca del río Sinú, 14 son exclusivamente receptores y 2 municipios presentan la doble dinámica de expulsión y recepción de población desplazada los cuales son: Tierralta y Valencia.

1.5.7.5 Sector Salud

La salud en general, asociada con las condiciones educativas, socioeconómicas y culturales, es el reflejo de los niveles de Calidad de Vida de una población.

El perfil epidemiológico de la cuenca del río Sinú, se caracteriza por la prevalencia de enfermedades transmisibles y enfermedades crónicas y degenerativas (sincretismo epidemiológico). La integración de factores de carácter socioeconómicos, demográficos y políticos explican la situación de deterioro de la Salud en el departamento de Córdoba y en la cuenca del río Sinú.

Sector Salud en los municipios de la cuenca del río Sinú.

Para el diagnóstico del sector salud del presente estudio, se obtuvo la información básicamente en la Secretaría para el Desarrollo de la Salud departamental, dado que las Secretarías de Salud de los municipios de la cuenca no brindaron la información necesaria y oportuna, lo cual hace parte de una de las grandes debilidades que presenta el sector.

Las instituciones prestadoras del servicio de salud con que cuentan los municipios de la cuenca en el año 2003, son: 9 CAMUS, 19 centros de salud, 75 puestos de salud, 1 Hospital del III nivel, 3 del II y 5 del nivel I.

Cobertura de Seguridad Social

- **Régimen Subsidiado.**

El Sisbén está implementado en los 16 municipios de la cuenca. La cobertura de Régimen Subsidiado a 2003 es de (49.91%) la cual está por debajo de la cobertura Nacional (69.69%).

En la actualidad existen 436.052 personas afiliadas al Sisben en el Departamento y en la base de datos de la Gobernación de Córdoba, se encuentran registradas 873.710 personas, lo que quiere decir que aún falta por afiliar 437.658 personas, además de las que aún no han sido reportadas oficialmente y que en la actualidad no cuentan con un sistema de seguridad en salud.

En la cuenca del río Sinú, los municipios con menos cobertura de afiliados en el régimen subsidiado son Ciénaga de Oro, con el 43.66% y San Carlos con el 46.69%. Los municipios de la cuenca con el mayor porcentaje de afiliados son: San Andrés de Sotavento con el 58.63%, Tierralta con el 56.12% y Valencia con el 55.97%.

- **Régimen Contributivo.**

La cobertura alcanzada (2002) es del 17.9% que corresponde a 237.423 personas, pero de ellas solo cotiza el 33% debido probablemente al alto nivel de desempleo, las bajas tasas de crecimiento económico y a la falta de implementación de los mecanismos de control, a la evasión y elusión en las direcciones locales de Salud, entre otras.

Demografía e Infraestructura de Servicios Básicos en la cuenca del río Sinú.

La estructura por edad tiene implicaciones directas en el sector Salud, porque afecta el tipo de demanda y la oferta de servicios. Por efectos de la disminución de las tasas de natalidad y mortalidad, existe una ligera tendencia al estrechamiento de la base de la pirámide poblacional, con predominio de población joven, alto porcentaje de población económicamente dependiente y ligero incremento de la población adulta.

1.5.7.6 Sector Educación

La educación está llamada a ser la estrategia principal desde donde se impulse el Desarrollo Humano Sostenible en la cuenca del río Sinú. En la actualidad, ante los procesos de deterioro ambiental que se presentan en los ámbitos local, regional y global, se plantea que la Educación, o es ambiental o no es Educación.

La tasa de analfabetismo en el departamento de Córdoba en el 2003 es de 16.8%, superior al promedio nacional (7.5%). La evolución de la tasa de analfabetismo entre 1985 y 2003, indica un avance significativo por cuanto se redujo de un 25% al 16.8%. Sin embargo, es importante resaltar que estos altos niveles son preocupantes ya que muestran un rezago educativo y cultural, sólo comparable con las tasas de analfabetismo de los departamentos de Sucre y Chocó en el ámbito nacional.

La educación en la cuenca del río Sinú.

El total de matrículas en el Sector Oficial de los municipios de la cuenca del río Sinú es de 270.712, lo cual corresponde al 70.8% del Departamento. El total de matrículas del Sector No Oficial de los municipios de la cuenca del río Sinú es de 30.505, lo que corresponde al 81.3% del departamento de Córdoba. El total de matrículas en los sectores oficial y no oficial de la cuenca es de 301.217, lo que representa el 71.7 % del Depto.

Tabla No. 15 Tasa de Analfabetismo Nacional, Departamental y Cuenca del Río Sinú. 2003.

Entidad Territorial	1985	2003
Nación	13.5%	7.5%
Departamento	25.0%	16.8%
Cuenca río Sinú	25.0%	16.0%

Fuente: Secretaría de Educación Departamental y trabajo de campo.

1.5.7.7 Servicios Básicos

ACUEDUCTO

El servicio de agua potable es uno de los criterios que definen el nivel de consolidación del desarrollo urbano y mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores de la cuenca del río Sinú

Dentro de los 16 municipios que conforman la cuenca del río Sinú se encuentran localizadas 10 empresas con las siguientes características:

- 6 empresas son de carácter público, 3 son mixtas y 1 (Proactiva S.A.) es privada.

- 8 empresas captan agua superficial del río Sinú, 2 empresas, Sahagún y San Andrés de Sotavento captan agua subterránea adicional a la del río.

- Todas las empresas emplean el bombeo.

- Utilizan para las captaciones barcazas flotantes 3 empresas (Tierralta, Valencia y San Pelayo); estaciones de bombeo 6 empresas, 1 empresa (Proactiva S.A.) combina barcazas y estaciones y ninguna utiliza estructuras a gravedad.

- Ubican las captaciones directamente en la orilla del río 9 empresas y una en sitios distintos a la orilla - Madre vieja (Tierralta).

- Abastecen a la zona urbana exclusivamente, 2 empresas (Tierralta y Montería); a la zona urbana y parte de la zona rural 7 empresas.

- Son Acueductos Regionales

ERAS S.A. E.S.P. la conforman los municipios de Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro y Sahagún.
ERCAS S.A. E.S.P., la conforman los municipios de Purísima, Momil, Chimá y San Andrés de Sotavento
CORPOSINU la conforman varios corregimientos del sur del municipio de Lórica

Con respecto a las variables de cobertura y calidad de los servicios de acueducto prestado por las distintas 10 empresas, se concluye que:

- Ningún municipio de la cuenca del río Sinú tiene resuelto el servicio de agua potable para contribuir en la disminución del porcentaje de NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), debido a los porcentajes de cobertura

y continuidad existentes por debajo de los promedios Regionales, Departamentales y Nacionales.

- El recurso hídrico tiene la capacidad para atender la demanda en cualquier época, por la oferta actual mínima de 75 m^3/s, como caudal ecológico que garantiza la central hidroeléctrica URRA S.A., comparado con la demanda para consumo doméstico proyectada al año 2012 de 2,2 m^3/s como caudal medio diario.
- Sólo las zonas urbanas de San Andrés de Sotavento y Sahagún completan sus demandas de agua potable con el recurso hídrico subterráneo.
- Muchos corregimientos a lo largo de la cuenca se abastecen del recurso subterráneo, en especial los que se encuentran lejanos de la rivera del río.
- Las diez (10) empresas de acueducto registran un total de 93.608 suscriptores en la zona urbana.
- El promedio de cobertura en redes en las zonas urbanas es del 91.1 % con respecto al área habitada, aunque la capital del Departamento sólo se encuentra en un 83%, porcentaje por debajo del promedio Nacional.
- Existe mala calidad de la prestación del servicio con respecto a la continuidad del mismo, que en promedio para la cuenca es de 38.4% (aproximadamente 9 horas), muy por debajo del promedio Nacional que se ubica entre el 95 – 100 %.
- Existe mala Calidad del agua entregada a los suscriptores, a excepción de las empresas Proactiva en Montería y Aslo en Lórica que entregan agua con buena calidad a los suscriptores. Es decir, que en el resto de las empresas el tratamiento del agua es incompleto debido a la falta de unidades de infraestructuras y/o la falta de recursos económicos para el suministro de los equipos y químicos respectivos.
- Básicamente sólo existe micromedición en su orden en Montería, Lórica, Sahagún y Cereté, en el resto de los municipios la micromedición no representa actividad importante o simplemente existe ausencia total de micro medidores.
- Todas las empresas violan las normas sobre vertimientos de planta de tratamiento provenientes del lavado de sedimentadores, floculadores y filtros, ocasionando el deterioro de la calidad del recurso. A excepción del municipio de San Antero cuya planta de tratamiento tiene sistema de disposición de lodos.
- Sin excepción, las empresas presentan balances financieros negativos, debido a múltiples razones, administraciones centralizadas en los alcaldes, tarifas subsidiadas, burocracia, falta de recursos económicos, entre otras razones.
- Desarticulación entre las entidades del sector Nacional y Regional con las empresas prestadoras del servicio, por lo que no existen planes estructurados que incorporen fortalecimiento institucional, asistencia técnica y recursos económicos.

- Limitada capacidad de gestión de las empresas de acueductos, e incapacidad de planeación integral.
- Porcentaje de rezagos muy altos entre el acueducto, alcantarillado y aseo.
- Las empresas no cuentan con la consolidación de la información, por lo que la misma se encuentra muy dispersa, desactualizada y no sistematizada.
- Escasa aplicación de los desarrollos científicos y tecnológicos para el mejoramiento de las condiciones de tratamiento y operación.

ALCANTARILLADO

Las descargas de las aguas residuales municipales se han convertido en una de los problemas ambientales más críticos y más crecientes, si consideramos que el incremento poblacional de la mayoría de los centros urbanos medianos y grandes es notable debido a la situación socioeconómica y de orden público del país.

Una de las problemáticas ambientales que se ha intensificado durante los últimos años y que exige de una acción inmediata de los municipios, es la contaminación del recurso hídrico generada por las aguas residuales municipales.

Para la cuenca del río Sinú el servicio de alcantarillado tiene una cobertura aproximadamente del 36.3% a nivel urbano, la cual es muy baja respecto a los promedios de la región Caribe (53.2%) y la del país (81.8%), En el sector rural es prácticamente nulo, tan solo del 0.2% en los corregimientos Colomboy y Bajo Grande del municipio de Sahún. Los demás poseen deficientes programas de letrinización.

Por la topografía del terreno los sistemas de alcantarillado están compuestos por colectores a gravedad que llegan a la estación de bombeo, la cual impulsa a la laguna de estabilización con excepción de los sistemas de Sahagún y San Andrés de Sotavento que trabajan totalmente a gravedad.

En términos generales las lagunas de estabilización presentan mal funcionamiento, debido a que tratan un caudal mayor al diseñado (caso Montería), o tratan un caudal inferior al diseñado (caso San Bernardo del Viento), carencia de mantenimiento y control de maleza.

Un porcentaje alto de infraestructura en redes de colectores sin servicio y coberturas de servicios bajo (caso Chimá, Purísima), y totalmente abandonado (caso San Carlos).

La existencia de cabeceras municipales con servicio de recolección y vertimiento directo al río Sinú sin tratamiento previo (casos Cereté y Ciénaga de Oro)

Todo lo anterior, el mal estado de las redes, el alto porcentaje de rezago del servicio de recolección de aguas residuales con respecto al porcentaje de acueducto, la falta de mantenimiento y control de eficiencia de las lagunas de estabilización, no es muy lejano a la situación Departamental que enmarca a Córdoba como un departamento muy alejado de los promedios nacionales en cuento al servicio de alcantarillado.

ASEO

El relleno sanitario es entendido hoy en día como aquella instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos no reciclables y no aprovechables.

Con respecto a la situación actual del servicio de aseo en la cuenca del río Sinú se presenta un inadecuado manejo actual de los residuos especialmente en lo relacionado con la disposición final, lo cual ha generado el deterioro de los recursos naturales, especialmente el hídrico por la disposición directa en los cuerpos de agua y por la proliferación de los botaderos a cielo abierto.

En la cuenca del río Sinú, diez (10) municipios cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos, lo que representa el 62.5 % y el restante 37.5 % no tienen servicio de recolección. De la totalidad de los 16 municipios, el 43.7 % hace la recolección con equipo compactador y el 18.7 % en volquetas y/o carretas de tracción animal. La carencia de rellenos sanitarios debidamente construidos y operados es de cien por ciento (100%), teniéndose como práctica inadecuada la disposición final de los residuos sólidos en botaderos a cielo abierto.

Se estima que el 68.7% de los municipios de la cuenca utilizan los botaderos a cielo abierto sin acción técnica (acumulación de los R.S. en el sitio), el 18.7% del total disponen en los botaderos a cielo abierto pero con acción técnica con equipo (Expandir los R.S. hasta copar terreno). Y otro 12.5 % utiliza los lotes urbanos como sitios de disposición.

Con respecto a los desechos hospitalarios, los principales problemas encontrados son:

- Contaminación atmosférica por quemas abiertas y uso de cloro
- Incineración técnicamente inadecuada
- Incertidumbre en el grado de confiabilidad de la esterilización microbiológica
- Vertimientos sin tratamiento procedente de hospitales
- Desconocimiento del tipo de desechos generados en los laboratorios clínicos
- Desconocimiento de los riesgos Sanitarios y ambientales

- No existe planificación en las emergencias
- Contaminación por mezcla de residuos peligrosos con no peligrosos
- Sitios y sistemas de disposición inapropiados

INFRAESTRUCTURA ENERGETICA

El proyecto hidroeléctrico de Urra I está localizado sobre el río Sinú, a 30 kilómetros al sur de la cabecera municipal de Tierralta y a 110 kilómetros de Montería.

La presa se encuentra ubicada en el extremo inferior de la Angostura de Urrá. La cuenca tributaria es de 4.600 Km2 y el caudal promedio del río es de 360 m^3/s en el sitio del proyecto.

La cota máxima de inundación es de 132 m.s.n.m., para un área inundada de 7.400 has con un volumen total de 1.740 m^3 y un embalse útil de 1.200 m^3.

En la Tabla No.16 se muestran algunas características del proyecto hidroeléctrico Urrá I

GAS

Las empresas encargadas de prestar el servicio de gas domiciliario en la cuenca son Promigas y Surtigas S.A.E.S.P; la primera transporta el gas desde la estación de Cartagena mediante la troncal Jobo - Cartagena a través de una tubería de 10 pulgadas de diámetro y una longitud total de 193 Km. La comercialización y distribución en la cuenca hidrográfica la realiza Surtigas S.A.E.S.P. en algunos de los municipios ya que todos no cuentan con servicio de gas.

Tabla No.16 Características Técnicas del proyecto URRA

Datos generales	Dimensión
Embalse	7.400 Hectáreas
Volúmen útil	1.200 Mm^3
Volúmen total al nivel de cresta del rebosadero	1.740 Mm^3
Energía media anual	1.421 GWH
Capacidad instalada	340 MW
Interconexión Red Nacional Subestación Cerromatoso	Por línea a 230 KV
Area de la hoya hidrográfica	4.600 Km^2
Caudal de diseño de turbinas	700 m^3/Seg
Precipitación media sitio de la presa	1.850 mm
Caudal medio del río sitio de la presa (1960-1993)	349 m^3/Seg
Desviación para la construcción	
Sistema	Ataguía y túneles
Número de túneles	2
Descarga por ambos túneles	1.088 m^3/Seg
Presa y dique	
Tipo	Núcleo impermeable de gravas arcillosas y espaldones de gravas limpias
Longitud de la cresta de la presa y dique	1.300 m
Volúmen	6.4 Mm^3/s
Rebosadero	
Tipo	Canal abierto con flujo libre
Criterio de diseño	Creciente máxima probable
Capacidad máxima	9.500 m^3/s
Caudal pico creciente máxima probable	14.910
Casa de máquina	
Tipo	Superficial
Altura máxima	44 m
Longitud	136 m
Ancho Número de puentes-grúas	22m 2
Cota del eje de turbinas	68 m.s.n.m.

Fuente POT Municipio de Tierralta

PROMIGAS S.A.E.S.P, cuenta con una línea troncal que parte de Cartagena y llega a la estación de Sahagún desde donde se distribuye por distintos ramales a diversos municipios en la cuenca del río Sinú

La tabla No.17 muestra los municipios de la cuenca hidrográfica del río Sinú que poseen la infraestructura de transporte de gas natural.

Tabla No.17 Infraestructura de Gas Natural existente en la cuenca del río Sinú

Municipios	No. De Usuarios	Longitud de Redes de Tubería (Km)	No. De Estaciones	No. De predios con Disponibilidad de Servicio
Montería	40191	777.25	1	48094
Cereté	7191	193.94	2	7887
Cienaga de Oro	2950	63.19	1	3437
Montelibano	4611	103.78	1	4931
Planeta Rica	5544	105.60	1	6469
Lorica	4118	136.66	1	5168
Momil	816	44.64	1	987
San Antero	691	28.45	1	3090
Purísima	618	32.42	1	995
San Pelayo	424	36.02	1	1286
Sahagún	6864	146.28	1	9276
Chinú	3059	70.31	1	4454
San Andrés de Sotavento	828	28.12	1	1510
Chimá	347	14.42	1	350

Fuente: Surtigas S.A. E.S.P.

El servicio de gas domiciliario tiene una cobertura departamental del 72.59%, siendo el municipio de Chimá el de mayor cobertura con el 99.14% y San Antero con la menor cobertura del 22.36%, debido a que solo a partir de enero del 2003 se inició la instalación de las redes urbanas.

1.5.7.8 Análisis de Tenencia de la Tierra para la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú

La cuenca hidrográfica del río Sinú, debido a sus favorables condiciones ambientales ha permitido el desarrollo del sector agropecuario logrando posicionarlo como uno de los renglones económicos más importantes para la región Caribe, incluso la aptitud agrológica de los suelos determina el potencial forestal-comercial mas alto dentro de los departamentos del país. Si bien la oferta ambiental es aun tangible en la cuenca hidrográfica del río Sinú, es necesario tomar las medidas pertinentes para que se haga un uso racional y adecuado de los recursos naturales de la misma.

La estructura de tenencia de la tierra en la cuenca hidrográfica ha evolucionado hacia modelos de latifundio influenciados por la ganadería extensiva que se practica en el departamento, la cual ha avanzado incluso sobre los frágiles ecosistemas de humedales. Recientemente estos modelos de latifundio han afectado más el alto Sinú, ya que la estructura propietaria en el medio y bajo Sinú ha permanecido estable desde hace varios años.

Para efectuar el análisis de tenencia de tierra en la cuenca hidrográfica se adquirió la información catastral del Instituto Geográfico Agustín Codazzi del año 2003 de cada uno de los municipios que la conforman y en la cual se establecen las siguientes variables:

Tamaño del predio, No. de predios, No. de propietarios, Superficie en Hectáreas y Avalúo

Con el fin de realizar el análisis respectivo se determinaron entre otros valores el precio por hectárea y el tamaño promedio del predio para cada una de las categorías en cada uno de los municipios y a nivel de cuenca.

Finalmente se evaluó la distribución de la tenencia de la tierra utilizando para ello el Coeficiente de Gini y la Curva de Lorenz, parámetros que permiten establecer medidas de la concentración de la propiedad.
La tabla refleja que en el municipio de Chimá, es donde menos concentración de la tierra se presenta, es decir esta distribuida más equitativamente, ya que el coeficiente de Gini tiende a cero.

Cabe destacar que los municipios de Chimá, Valencia, Tierralta, y Cotorra pertenecientes a la cuenca, poseen un coeficiente de Gini por debajo de 0.5 donde a pesar de tener problemas con la tenencia de la tierra, denota una menor concentración de la propiedad.

Tabla No.18 Coeficientes de Gini para los municipios de la cuenca del río Sinú y para la cuenca.

Área Geográfica	Coeficiente de Gini
Chima	0.271
Valencia	0.289
Tierralta	0.330
Cotorra	0.372
Lorica	0.522
San Carlos	0.526
Purísima	0.539
Ciénega de Oro	0.544
Sahagún	0.566
Momil	0.585
San Pelayo	0.633
San Bernardo del Viento	0.664
San Andrés de Sotavento	0.695
Montería	0.760
Cereté	0.769
San Antero	0.770
CUENCA RÍO SINÚ	0.673

Se identifica otro grupo de municipios con coeficiente de Gini entre 0.5 y 0.665, donde el problema se acentúa más con relación a la tenencia de la tierra, como son, en orden ascendente: Lorica, San Carlos, Purísima, Ciénaga de Oro, Sahagún, Momil, San Pelayo y San Bernardo del Viento.

Finalmente existen 4 municipios dentro de la cuenca que poseen un alto coeficiente de Gini, que oscila entre 0.695 y 0.770, quiere decir que presentan mayor desigualdad en la estructura de la tenencia de la tierra, debido a que un menor número de propietarios son dueños de gran parte del territorio, situación que ocurre en San Andrés de Sotavento, Montería, Cereté y San Antero.

Analizando estos casos, se encuentra que el municipio de San Antero presenta el coeficiente de Gini mas alto que es de 0.770, se destaca que: 889 predios son menores de una hectárea y el numero de propietarios es de 1.138 para una superficie total de 163 Has; en el caso opuesto en el mismo municipio tenemos que 1 solo propietario posee un predio mayor de 5.075 hectáreas esto demuestra la alta concentración de la propiedad.

El municipio de Cereté se analizó como un caso especial por tener la mayor área en cultivos tecnificados en la cuenca, lo cual deriva en un alto costo de la tierra por unidad de superficie y por estar incluido dentro de los municipios con un alto coeficiente de Gini; presenta 2.428 predios menores de una hectárea para una superficie total de 573 Has, las cuales están en manos de 2.598 propietarios; en el otro extremo existe un (1) predio con superficie de 1.161 hectáreas en poder de un propietario.

El municipio de Montería presenta las siguientes características: tiene 4.738 predios menores de una Ha, que pertenecen a 5.298 propietarios con una superficie total de 877 Has y en el otro extremo tiene 10 predios mayores de 1.000 Has que pertenecen a 11 propietarios que poseen una superficie total de 18.637 Has, lo que corrobora el coeficiente de Gini determinado para el municipio, ya que a medida que se acerca a la unidad aumenta la inequidad con relación a la tenencia de la tierra.

Todo lo dicho anteriormente se sintetiza mediante el coeficiente de Gini de la propia cuenca que es de 0.673 que permite concluir que la distribución del territorio dentro de la Cuenca del Río Sinú presenta una alta concentración de la tierra en pocas familias, este problema se agrava más si se analiza que muchos propietarios son los mismos que poseen grandes extensiones de tierra en diferentes municipios dentro de la cuenca y fuera de esta.

1.5.7.9 Análisis de la Económia Existente en la Cuenca del Río Sinú

El departamento de Córdoba se ha caracterizado por tener suelos aptos para la agricultura, sin embargo su uso ha tendido a ser más pecuario con explotaciones de tipo extensivas, lo cual ha limitado el desarrollo de otros sectores.

Sector Agrícola

La agricultura es un sector importante por la mano de obra que demanda en épocas de preparación, siembra, cosecha y poscosecha. Dentro de la cuenca hidrográfica del río Sinú los cultivos agrícolas se clasifican en: Cultivos transitorios, semipermanentes y permanentes; se destacan dentro de la cuenca del río Sinú los siguientes aspectos:.

Hectáreas cultivadas en la cuenca del Río Sinú

En los municipios de la cuenca del Río Sinú se sembraron en el año 2002 unas 151.250 Has, el 74,33% del área sembrada en el departamento de Córdoba

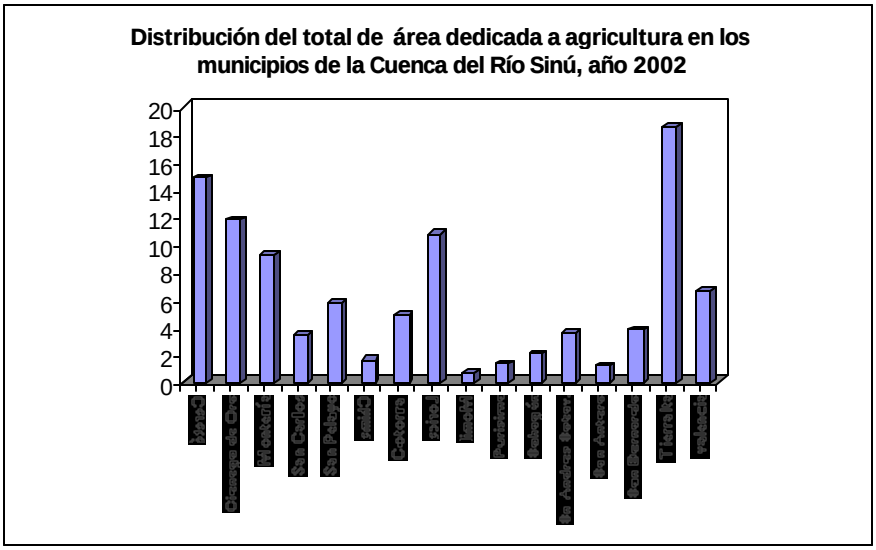
(203.472 Has). En cultivo transitorios la cuenca sembró 130.219 Has en el año 2002, es decir el 76,64% de las 169.905 Has cultivadas en el departamento de Córdoba.

En cultivos semipermanentes, dentro de los municipios de la cuenca, se cultivaron 19.309 Has, el 62,64% de las 30.823 Has cultivadas en el Departamento en el 2002.

En cultivos permanente se sembraron dentro de la cuenca 1.722 Has que corresponden al 62,75% de las 2.744 Has que tiene el departamento.

La distribución del total del área en hectáreas dedicadas a agricultura en los municipios de la cuenca del Río Sinú, se observa en la Figura No.10.

Figura No.10 Distribución total del área en hectáreas dedicadas a agricultura en los municipios de la cuenca del río Sinú



SECTOR PECUARIO

La actividad pecuaria es importante en la economía Cordobesa, aunque la explotación que se practica en su sistema productivo es de tipo extensivo y no da los rendimientos óptimos por la falta de tecnificación. Las mejores tierras del Departamento de Córdoba y de los municipios de la cuenca están dedicadas a la explotación pecuaria, generando una subutilización del recurso suelo. La cuenca tiene 873.379 Has dedicadas a la ganadería, el 51% del total de 1.709.074 Has que tiene el Departamento.

Cabezas de Ganado por Hectárea: La cuenca del Río Sinú tenía en el año 2002 cerca de 1.279.317 cabezas de ganado bovino, el 56,29% del total del Departamento (2.272.531 cabezas). El número de cabezas de ganado bovino por Has de pastos en la cuenca de acuerdo a los datos, es de 1,46 cabezas, es decir 1 cabeza por Has; para el Departamento, esta relación es de 1.33 cabezas de ganado por Has. Este promedio es muy pobre e incide en los bajos rendimientos y productividad del subsector.

SECTOR ACUICOLA

Este subsector se ha incrementado en los cinco (5) últimos años, debido entre otros factores a los proyectos de mitigación implementados por URRA S.A. E. S. P. una gran mayoría de ellos dirigidos al fomentó de la producción piscícola en comunidades de base. Las hectáreas que tiene la cuenca dedicadas a la explotación acuícola reportadas en los proyectos del Plan de Ordenamiento Pesquero de la Cuenca del Río Sinú son 692 Has, lo que equivale al 87% de las que tiene el Departamento (795 Has).

Actividad económica de las Empresas localizadas en la cuenca del río Sinú registradas en la Cámara de Comercio de Montería.

Dentro de la cuenca del Río Sinú existen 6.022 empresas que representan el 83,53% del total de empresas del departamento registradas ante Cámara de Comercio de Montería.

De ellas 4.429 están dedicadas al Comercio, cerca del 73,55% del total de empresas existentes en la cuenca; en el sector servicios existen 822 empresas en la cuenca, cifra que corresponde al 13,65% del total; finalmente en el sector salud existen 206 empresas, que corresponden al 3,42% del total de la cuenca.

Exportaciones de los municipios de la cuenca del río Sinú.

El valor de las exportaciones de los municipios de la cuenca del río Sinú, años 2001 fueron de 7.765.620 US$ a PRECIO FOB; en el 2002 fueron de 5.477.667 US$ a precios FOB y hasta el mes de mayo de 2003, 2.797.524 US $ a precios FOB, en términos aproximados.

Por sectores el agropecuario fue el primero en el 2001, con el 48%; en el 2002, fue segundo con el 42,61% y hasta Mayo del 2003 fue el primero, con el 35,7% de las exportaciones a precios FOB; el sector industrial fue segundo en el 2001 con el 44%; en el año 2002 fue el primero con el 53,1% y hasta Mayo del 2003 fue segundo con el 34,92% de las exportaciones de los municipios de la cuenca.

Tasa de desempleo

El desempleo es una de las variables que más afecta a la población de la cuenca del río Sinú, debido a la escasez de las fuentes de trabajo, producto de la inexistente inversión en sectores como la industria, el turismo, el sistema de producción del sector agropecuario. Los pocos datos de desempleo corresponden a la ciudad de Montería, a continuación se presentan como una extrapolación de lo que ocurre en los demás municipios de la cuenca del río Sinú.

-Tasa de desempleo de Montería comparativa con grandes capitales y sus Áreas Metropolitanas (AM), año 2000.

Entre las grandes ciudades con su área metropolitana (AM), Montería ocupa el cuarto lugar con una tasa de desempleo del 18,60%, el primero lo ocupa Cali, con el 21,04%; el segundo Bogotá con el 20,25%, el tercero Medellín, con el 19,85%, y el quinto lugar lo ocupa la ciudad de Barranquilla con un 15,20%.

Con respecto a las ciudades intermedias, Montería ocupa el quinto lugar con el 18,60%; el primer lugar lo ocupa Ibagué con el 21,40%; segundo Pasto, con el 21,30%; el tercero Manizales con el 21,1%; Pereira y su área metropolitana es cuarta con el 21,04%.

1.6 PROBLEMATICA AMBIENTAL

Sobre la problemática ambiental de la cuenca del Río Sinú en particular, y del departamento de Córdoba, en general, el Comité Interinstitucional de Educación Ambiental, CIDEA, plantea el siguiente diagnóstico, elaborado dentro del Plan de Desarrollo de Educación Ambiental del departamento de córdoba**:**

"El departamento de Córdoba y específicamente la cuenca del río Sinú, cuentan con un alto potencial de agua en épocas de lluvia, pero en épocas de sequía presenta un agotamiento crítico del agua; tal agotamiento es el fruto de la imposición de una cultura de potrerización y pastoreo extensivo que se ha convertido en la principal causa para la deforestación y erosión de los suelos de vertiente.

La falta de agua en época de sequía, la contaminación de los cuerpos de agua por agroquímicos y la falta de potabilización del agua para consumo humano, amenaza la vida de hombres, animales y plantas. La crisis de agua aumenta con la deforestación galopante que se impuso como fruto de la cultura de la potrerización, que a su vez amenaza la rica diversidad biológica y cultural porque el hábitat de la fauna silvestre se transforma de manera abrupta de modo tal que no le queda otra alternativa que desaparecer, y junto con ella se va la riqueza etnobiológica.

La imposición de la cultura de la potrerización ha venido construyendo un modelo de desarrollo en el departamento, desde la colonización hasta nuestros días que se caracteriza por la práctica de una economía rural extractiva (sólo genera el 2.3% del PIB nacional), con muy baja capacidad de generar riqueza social y con un manejo inadecuado de los recursos naturales como los bosques y los suelos, afectando consecuentemente, los recursos hídricos, la fauna terrestre, acuática y anfibia.

En el ámbito socioeconómico se presenta el predominio del latifundio con una dinámica económica orientada hacía la ganadería extensiva, de poca ocupación de mano de obra y la agricultura premoderna y tradicional, con bajos niveles tecnológicos y escasa aplicación industrial. En general el modelo ocasiona concentración de ingresos, polarización económica en manos de comerciantes e intermediarios siendo proclive a incrementar los niveles de pobreza, marginalidad y desesperanza. Córdoba tiene un indicador de pobreza de 70 sobre 100, sólo superable por Chocó y Sucre. En síntesis, ha prevalecido un modelo de desarrollo agresivo con el ambiente, económicamente ineficaz y sin rostro humano.

El modelo de desarrollo causa profundo impacto al ambiente y a la calidad de vida por el uso de tecnologías no apropiadas especialmente en la producción agropecuaria, minera y pesquera, el uso de maquinaria pesada y pesticidas y la no rotación de cultivos. De esta manera se puede afirmar que el modelo no ofrece alternativas sostenibles para la producción.

En este orden de ideas se puede presentar como indicador de la producción insostenible la deforestación de aproximadamente 1.500.000 has en el departamento de Córdoba, durante dos siglos de ocupación post-hispánica, considerando que 500.000 has eran ya sabanas arboladas a la llegada de los conquistadores; la erosión hídrica superficial entre leve y grave que afecta considerablemente los suelos del departamento; la degradación de los suelos por sobreexplotación, compactación, uso de agroquímicos y fomento del monocultivo; el deterioro de los recursos hidrobiológicos.

Este modelo de desarrollo ha promovido una creciente urbanización no planificada en Córdoba, que ha aumentado la generación de residuos sólidos y aguas residuales que son dispuestos inadecuadamente en la mayoría de municipios, ocasionando contaminación de las aguas superficiales y subterráneas y provocando perjuicios para la población .

En lo relacionado con la cultura, se percibe en amplios sectores de la comunidad la falta de iniciativas para el ahorro, y para la asociación con el objeto de generar riquezas. La honestidad como valor social es escasa, prevaleciendo una conciencia inmediatista que no actúa con visión de futuro y muestra poca tenacidad para el logro de objetivos y visiones sólidas y concretas. En resumen, puede decirse que en la cuenca no existe una cultura para vencer el subdesarrollo y asumir una búsqueda organizada del progreso material y humano, más bien se observa un deterioro de la convivencia social.

Los bajos niveles de desarrollo institucional que se presentan en la Gobernación, en los municipios, en los entes nacionales con presencia en el departamento, y en los gremios privados, en sus tareas básicas de gestión como son planeación, ordenamiento territorial, sistemas de información, administrativa, financiera, proyectos, participación comunitaria y modelos gerenciales aplicados, así como los factores políticos del orden departamental, entorpecen y deterioran la gestión y la obtención de resultados del sector público.

El sistema de coordinación interinstitucional departamental funciona coyunturalmente, bajo formalidades que generan desgaste e incertidumbre entre los actores, con enfoques a corto plazo y sectoriales, carentes de una visión moderna y global del desarrollo humano sostenible.

Finalmente, el conjunto de los elementos analizados, a manera de síntesis, permiten concluir que de continuar las tendencias identificadas, se acentuarán los impactos ambientales y sociales, creciendo aún más la pobreza y la violencia, lo cual conllevará a la insostenibilidad del desarrollo económico, social, cultural e institucional. Con base en lo anterior, es necesario repensar al departamento y concertar entre los actores sociales los grandes propósitos y prioridades del desarrollo integral regional, dentro de un contexto universal con el objetivo de cambiar y reorientar las tendencias negativas y fortalecer las nuevas iniciativas promisorias para encauzar un desarrollo humano sostenible en el marco de una comunicación sana.

De esta manera la educación no se puede reducir a la transmisión de explicaciones para que se fije el contenido sino que ésta debe contextualizarse en los problemas locales de manera que sirva para arbitrar alternativas de solución a dichos problemas y desarrollar los contenidos programáticos del nivel educativo que se cursa según lo contemplado en los estándares de calidad para nuestra educación. En esta tarea en Córdoba se considera que juega papel importante el desarrollo de los PRAES porque esta estrategia contribuye con la inclusión de la dimensión ambiental en los planes de estudio y a su vez con la construcción de la cultura ambiental, elemento importante para construir la sostenibilidad.

Como se evidencia en la descripción de los aspectos ambientales de la cuenca del río Sinú, los recursos naturales han sido afectados considerablemente por el hombre, modificando el entorno y las características propias de cada uno de ellos. Los sistemas productivos existentes generan día a día un mayor deterioro y el avance de los mismos destruye las áreas aún ricas en biodiversidad como actualmente ocurre en el área de amortiguación del Parque Nacional Natural Paramillo y dentro del mismo.

Lo anterior ocurre sin que se reconozca el verdadero valor de los recursos naturales, simplemente porque este no se ha calculado en términos monetarios, aunque muchos de esos recursos hayan representado o estén representando importantes entradas de capital a las comunidades, tal ha sido el caso de especies muy útiles en el aspecto farmacéutico como la raicilla o ipecacuana y la quina. La existencia de estás especies en el departamento se encuentra en situación precaria. De forma similar ocurre con especies animales como la tortuga de río, nutrias, chigüiros o cacós, por mencionar sólo algunas de especies en peligro de desaparecer definitivamente del territorio cordobés.

Un análisis detallado del territorio de la cuenca del río Sinú permite claramente concluir que se requiere de proyectos para recuperar, rehabilitar y reestablecer condiciones cercanas al estado natural de los ecosistemas. La dinámica y la agresión contra el medio natural ha sido tal, que hoy mismo es posible

encontrar áreas totalmente modificadas y alteradas, cuya reversión en términos económicos a su estado natural es cuantioso. Pueden citarse como ejemplos, el avance de la frontera agropecuaria sobre los ecosistemas de humedales y la desaparición del bosque primario en distintos sectores de la cuenca del río Sinú, al igual que la desaparición de la cobertura vegetal natural en las zonas de producción de agua de las serranías de San Jerónimo y Abibe.

El sistema de desarrollo que ha imperado en la cuenca ha sido totalmente desordenado y ni siquiera ha respondido a las necesidades del mercado regional, el cual se ha estancado en términos de competitividad y productividad; la industria como motor empresarial es casi nulo y la transformación de los productos es casi inexistente.

En términos sociales, el nivel de calidad de vida se encuentra por debajo de los estándares nacionales, tan solo comparable con las áreas mas distantes y deprimidas del país, algo que resulta totalmente cuestionable para el Estado, dada la cantidad de recursos que se destinan a la región y la accesibilidad con que cuentan los municipios de la cuenca.

Hoy por hoy, fenómenos como el conflicto armado, el desplazamiento forzado, los cultivos ilícitos, la deforestación en áreas del Parque Nacional Natural Paramillo e incluso la disminución y contaminación del recurso hídrico, solo representan consecuencias del modelo de desarrollo que ha imperado en la cuenca del río Sinú.

Es conveniente reflexionar un poco sobre los escenarios que le esperan a la cuenca si no se toman las medidas y se desarrollan programas y proyectos integrales que redunden en un beneficio social en armonía con el medio ambiente.

Un escenario posible proviene de la pobreza existente hoy en la cuenca; la insuficiente seguridad alimentaría, la baja cobertura de los servicios públicos, la insuficiente cobertura de salud, la falta de pequeñas economías que permitan el flujo de dinero y por lo tanto ingreso para la comunidad, la falta de procesos de autogestión y la ausencia de apoyo estatal derivará en una mayor presión sobre los escasos recursos naturales y en un conflicto social de grandes magnitudes.

Otro escenario proviene de la presencia del Estado haciendo cumplir la Ley y generando políticas tendientes al reestablecimiento y protección de los recursos existentes, a la definición de medidas regulatorias en cuanto al uso de los recursos naturales, como lo pueden constituir la creación de una política de incentivos económicos para aquellos usuarios que hagan uso sostenible de los recursos naturales o aquellos que practiquen procesos productivos limpios con una mayor generación de empleo que redunden en un beneficio social. De igual

manera el apoyo a las comunidades en fortalecimiento organizacional y realización de proyectos alternativos para seguridad alimentaría y mercados verdes.

Una adecuada planeación de las políticas y estrategias de Desarrollo Económico del gobierno Departamental y de los Municipios de Córdoba en general, acompañada de inversión constante proveniente del sector público y privado, basada en un cambio estratégico en los planes de producción, con mentalidad exportadora tanto en el sector primario y secundario, como en los servicios, podrá en el futuro romper las barreras actuales del atraso en que se encuentra la economía Cordobesa y la de los municipios de la cuenca del río Sinú.

El sector agropecuario deberá abandonar la explotación extensiva de la tierra, por una intensiva y explotándola de acuerdo a la vocación de la misma para lograr mayores rendimientos y productividad; se hace necesario el montaje de agroindustrias e industrias que aprovechen al máximo las materias primas y los subproductos del sector primario; se deben explotar otros sectores, como el turismo recreativo, y el sector artesanal, entre otros.

No es aventurado manifestar que quizás sea necesario repensar el modelo de desarrollo actual y regresar a la concepción netamente forestal y agrícola del territorio de la cuenca del río Sinú, de tal forma que se aprovechen las condiciones naturales del área y las condiciones de mercado Nacional e Internacional, fortaleciendo la producción e industrialización del renglón maderero.

En todo caso la articulación interinstitucional es fundamental para el andamiaje del ordenamiento ambiental del territorio, la cual debe integrar los procesos de Educación Ambiental en todas las comunidades y actores de la cuenca, generando una sinergia en el conocimiento y la apropiación e identificación del territorio.

Cap.2 SIG

TABLA DE CONTENIDO

2 SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO– SIG POMCA – 2

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS (SIG) 2
2.2 ESTADO CARTOGRÁFICO DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA Y DE LA ZONA ALTA DEL RÍO SINÚ 6
2.2.1 Descripción General 6
2.2.1.1 Información Existente 7
2.2.1.2 Proceso de Estructuración de Cartografía Básica y Temática a Escala 1:100.000 9
2.3 PROCESAMIENTO DIGITAL DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE 14
2.3.1 Etapa I. Adquisición de imágenes LANDSAT 7 TM 14
2.3.1.1 Fusión de Bandas 16
2.3.2 Etapa II : Georreferenciación digital de imágenes 16
2.3.2.1 Metodología 17
2.3.2.2 Remuestreo y correcciones geométricas 20
2.3.3 Etapa III : Elaboración del Mosaico Digital 20
2.3.3.1 Salida gráfica final digital y análoga 21
2.3.4 Desarrollo de cartografía básica digital a partir de sensores remotos 22
2.3.4.1 Metodología 22
2.4 PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES PARA LA GENERACIÓN DEL MAPA DE COBERTURA 24
2.4.1 Metodología 24
2.4.1.1 Clasificación Digital preliminar 25
2.4.2 Verificación de campo 33
2.4.2.1 Ajuste y generación de la clasificación vectorial definitiva de Cobertura Vegetal 33
2.4.2.2 Salida gráfica final digital y análoga 34
2.5 CAPTURA DIGITAL Y ESTRUCTURACIÓN DE LOS MAPAS TEMÁTICOS DE GEOLOGÍA Y SUELOS 34
2.5.1 Revisión y validación 35
2.5.2 Salida gráfica final digital y análoga 35
2.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO 35
2.6.1 Introducción al SIG POMCA 36
2.6.2 Fase de Conceptualización 39
2.6.2.1 Objetivo del SIG POMCA 39
2.6.2.2 Inventario de la información existente 39
2.6.3 Etapa de Diseño 42
2.6.4 Calidad de la Información 45
2.6.4.1 Organización de la Base de Datos SIGPOMCA 45
2.6.5 Generación de Metadatos Geográficos 48
2.6.6 Desarrollo de Modelos 52
2.6.6.1 Definición de Entidades 55
2.7 DESARROLLO Y MONTAJE DEL SIGPOMCA 86
2.7.1 Consultas Al Sistema 87
2.7.2 Implementación bajo ArcView 3.2 y 8.3 87
2.7.3 Pruebas y Resultados 90
2.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 91

2 SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO– SIG POMCA –

2.1 Introducción A Los Sistemas De Información Geográficos (Sig)

Un SIG se considera como todo el conjunto de herramientas y elementos que permiten organizar adecuadamente la información básica y temática, conectada a una base cartográfica georreferenciada que permite realizar operaciones de consultas y análisis. También se puede describir como una herramienta de análisis que permite identificar relaciones espaciales entre las distintas informaciones que contiene un mapa.

Los elementos que conforman un SIG son cinco principalmente: El software o programa de manejo del sistema de información; el hardware ó equipo de computo que soporta el software; el especialista que diseña y monta el sistema en el software seleccionado, el usuario que contribuye en la alimentación del sistema y que realiza las consultas y los datos con los que se alimenta el sistema y que se constituye como la base de este ya que sin ellos el sistema no existiría.

Los datos son almacenados por capas de información, cada tema (Theme) es independiente de los otros aunque estén referenciados a una misma base cartográfica. Explicado de otra manera es como si a diferentes acetatos se les adicionara una grilla guía igual a todos y a cada uno se le dibujara temas diferentes como líneas de vías, líneas de ríos, polígonos de municipios y puntos de centros poblados y al sobreponerlos se observara el mapa básico de un departamento.

Los SIG pueden llegar a responder a cinco tipos de preguntas:

a. De Localización: Que hay en?
b. De Condición: Dónde Sucede que?
c. De Tendencias: Que ha cambiado?
d. Rutas: Cuál es el camino optimo?
e. Pautas: Que pautas existen?
f. Modelos: Que ocurriría Sí?

El manejo de información está fundamentado en estructuras de datos que son ingresadas al sistema bajo un modelo organizado de datos que se encuentran espacializados mediante una base cartográfica digital básica y temática. Este tipo de conexión permite que se pueda llegar a tener un sistema interactivo entre el usuario y el sistema.

La estructura cartográfica digital del sistema debe cumplir con requisitos muy específicos de estructuración digital y de relaciones topológicas y geográficas que finalmente son los que permiten llegar a explorar y explotar las potencialidades del SIG.

Ajustes de Información

La información analizada en el sistema puede presentar tres tipos de ajustes: Exacto, Jerárquico y Difuso. El ajuste exacto se presenta cuando a una misma base cartográfica se relacionan varios elementos de consulta y sobre esta misma se realizan las consultas. Un ejemplo de este ajuste es el de los elementos sociales como educación, salud, NBI, Desplazados, etc que se asocian directamente a un municipio y las consultas se realizan sobre la entidad municipio.

Cuando se encuentran bases cartográficas referidas a límites contiguos jerárquicamente como en el caso de los municipios que conforman un departamento, los departamentos que conforman un país, etc se dice que hay un ajuste jerárquico.

Y por último el ajuste difuso que se presenta cuando los límites de los mapas no ajustan ni de forma exacta ni jerárquica, sino que debe ser trazada a partir de una sobreposición de mapas y a un nuevo análisis de información temática como en el caso de las unidades de zonificación ecológica que se conforman de la sobreposición de varios mapas temáticos que producen una nueva unidad.

Calidad de los Datos

La información ingresada al sistema debe intentar cumplir con los siguientes parámetros:

1. Exactitud Posicional: Se refiere a la exactitud en la localización de los elementos sobre el mapa en relación con la posición que realmente ocupan en el espacio.
2. Exactitud Temática: Exactitud de los valores de los atributos
3. Consistencia Lógica: Relaciones descritas en la estructura de datos. Errores detectados cuando el sistema genera topología
4. Temporalidad: La información debe ser lo más actualizada posible y toda referida al mismo tiempo
5. Integridad: Criterios tenidos en cuenta durante el proceso de creación de la base de datos para que sea coherente y homogénea.

Algunos de los errores en datos más frecuentes son:

Tabla 1. Fuentes más comunes de error en los Sistemas de Información

Etapas	Fuentes de Error
Recogida de Datos	Errores en la recogida de información en el trabajo de campo. Errores en los mapas existentes utilizados como fuentes de información. Errores en el análisis de los datos en las imágenes de satélite.
Captura de Datos	Inexactitudes en la digitalización causadas por el operador o los equipos. Inexactitudes inherentes a los elementos geográficos
Almacenamiento	Insuficiente precisión numérica y espacial
Manipulación	Intervalos de clase inapropiados Errores en las líneas frontera. Propagación de errores por múltiples superposiciones de mapas. Polígonos ficticios causados por la superposición de mapas
Salidas Cartográficas	Inexactitudes en las escalas Errores causado por la inexactitud del dispositivo gráfico de salida. Errores causados por la deformación del material cartográfico.
Uso de los Resultados	La información puede ser incorrectamente entendida La información puede ser utilizada de forma inapropiada
Fuente: (Aronoff, 1989 p.142 En Gutierrez, 1194 p.72)	

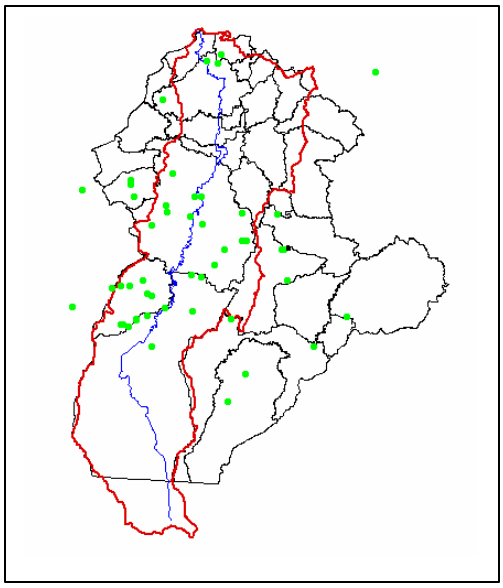
Tipos de Modelos de Datos en los SIG

En los SIG se pueden diferenciar dos grandes tipos de modelos: el modelo Vectorial y el modelo Raster. De igual manera para cada tipo de modelo de datos existe un software especializado de manejo, aunque también se encuentren los que manejan los dos tipos de modelos. Según la escala de trabajo los elementos de cada modelo reflejan una situación más acercada ó general de la realidad.

Modelo Vector: Está caracterizado por que su unidad fundamental la constituyen las entidades (elementos que no pueden ser subdivididos y que son similares a otros), representadas digitalmente mediante objetos espaciales como líneas, puntos y polígonos sobre un plano cartesiano de coordenadas (x,y). Las entidades no tienen que ser visibles en la realidad, como en el caso de las líneas divisorias de aguas que no están representadas físicamente pero que son trazadas mediante el análisis de la hidrografía y curvas de nivel.

En la imagen se observa la representación de puntos, líneas y polígonos en un mapa.

Los puntos se describen como objetos espaciales de cero dimensiones que tienen una ubicación espacial pero sin longitud ni anchura.
Las líneas son objetos espaciales de una dimensión, ya que tienen longitud, pero no anchura, están definidas por una sucesión de puntos.
Los polígonos son objetos espaciales de dos dimensiones, ya que tienen longitud y anchura. Se presentan mediante una sucesión de líneas que cierran.

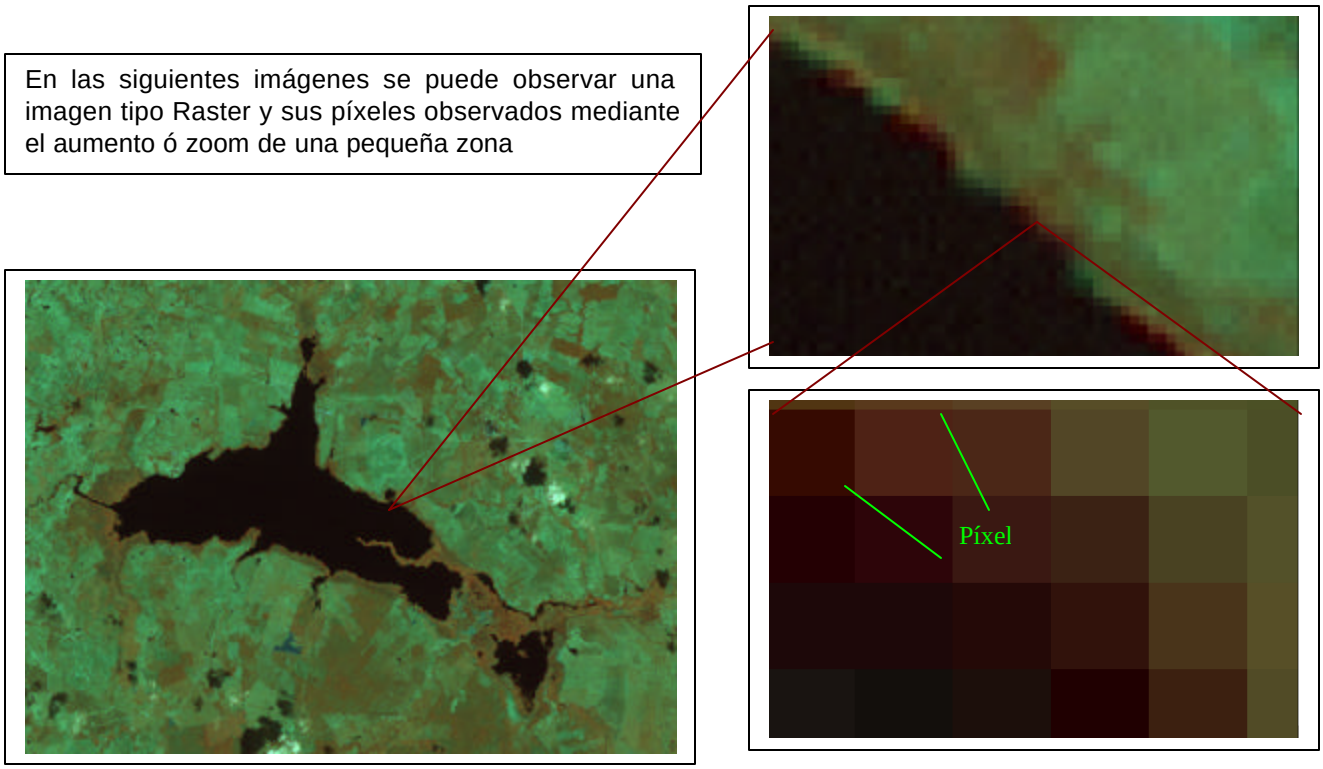


Grafica 1. Ejemplo Modelos SIG

Modelo Raster: El modelo raster suele ser un poco más complejo que el vector, puesto que los elementos del mundo están representados por una gran malla virtual conformada por múltiples celdas o píxeles que contienen Niveles digitales que representan la realidad. Un nivel digital es el valor que se asocia a un elemento según el espectro de color que este refleje y el conjunto de estos niveles es el que conforma una imagen tipo raster como es el caso de las producidas por los censores remotos. Normalmente después de haber realizado análisis con información tipo raster esta es pasada a tipo vector mediante la digitalización.

Los software de SIG permiten convertir información tipo Vector a Raster mediante herramientas avanzadas de triangulación que simulan la tercera dimensión del vector representado en un objeto. El ejemplo más común es el de desarrollar un modelo digital de terreno (DEM) a partir de las curvas de nivel.

En las siguientes imágenes se puede observar una imagen tipo Raster y sus píxeles observados mediante el aumento ó zoom de una pequeña zona



Grafica 2. Detalles Formato Raster

2.2 Estado Cartográfico del Departamento de Córdoba y de la Zona Alta del Río Sinú

2.2.1 Descripción General

El Departamento de Córdoba y la zona alta del río Sinú están constituidos por 23 planchas cartográficas 1:100.000 y 197 planchas 1:25.000, esta cartografía presenta grandes blancos de información, debido a la continua presencia de nubes especialmente en los municipios de Tierralta, Valencia, Puerto Libertador en el Departamento de Córdoba e Ituango (Antioquia). La ubicación de las planchas dentro del Departamento de Córdoba y los blancos cartográficos de información se pueden observar en el Grafico 3 *Mapa de Fuertes Blancos de Información Cartográfica para la Cuenca del Río Sinú.*

En Colombia existen cinco orígenes cartográficos en coordenadas planas y para Córdoba corresponden dos: Origen Central (Bogotá) y Origen Oeste (Buenaventura). Esta confluencia de orígenes hace que se presenten problemas con la implementación de un SIG, ya que no se puede representar gráficamente la información dentro de un solo plano, es decir los límites cartográficos no empatan y tendría que seccionarse toda la cartografía en dos ejes. Por tal motivo y por

acuerdo de los directivos y técnicos de la CVS se determinó generar toda la información con origen Bogotá.

Mediante la herramienta *projection Utility* que suministra el ArcView la información fuente que se encontraba con origen Buenaventura y que era requerida por el proyecto fue transformada a origen Bogotá, de igual manera se convirtió la información encontrada en coordenadas Geográficas.

2.2.1.1 Información Existente

De forma general la Corporación contaba al iniciar el Proyecto con tres tipos de información: La primera de ellas proveniente de los archivos digitales tipo dxf bajo el programa de Autocad que fueron adquiridos por la CVS directamente al IGAC (escala 1:100000). El segundo origen de información fue el suministrado por los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial de cada municipio también desarrollados en Autocad a excepción del POT de Montería desarrollado en ArcView. La tercera fuente correspondió a algunos estudios que ya se habían desarrollado para el departamento y que contenían algunos archivos digitales (Información de proyectos realizados por el IGAC), en su mayoría en formato análogo.

Del análisis de la información anterior se concluyó que los archivos digitales existentes en la Corporación presentaban deficiencias para ser utilizados dentro del Sistema de Información Geográfico, ya que la mayoría de ellos son de tipo dxf y dwg, los cuales no reunían las características básicas para ingreso en SIG. En el ítem de Inventario de información se realiza un análisis detallado de la información encontrada y analizada.

Para poder implementar los archivos dxf y dwg se debe hacer un proceso extenso de adecuación, empezando por georreferenciar los archivos que no lo están, convertirlos todos al origen Bogotá y empezar a estructurar layer por layer como un archivo .shp para darle atributos y hacer “merges” (uniones) entre las diferentes planchas. Este proceso es dispendioso de realizar por lo que se planteo una nueva estructuración de las cartografías básicas 1:100.000 del IGAC y de paso la actualización de la cartografía básica que incluyó curvas de nivel, red de drenaje, vías y centros urbanos. También fue sugerida la digitalización de la cartografía 1:25000 para uso interno de la Corporación.

Adicional al problema del formato de los archivos se encontró que una parte del departamento no contaba con información cartográfica, ni siquiera en formato análogo, debido a la presencia de nubes, especialmente en la zona denominada

como cuenca alta y que corresponde al PNN Paramillo en el municipio de Tierralta, al occidente del municipio de Valencia y un sector del municipio de Canalete.

Las anteriores zonas coinciden también con los blancos de información temática, ya que es la primera vez que se realiza un estudio que integra toda la cuenca hidrográfica del Río Sinú y que especialmente da respuesta a los blancos de información en la zona alta de la cuenca, además de entregar todos los productos bajo formato digital de SIG que permite la actualización, trabajo y consulta de la cartografía temática y básica.

Para dar solución temporal a los problemas planteados anteriormente con la cartografía básica se adecuó un archivo de trabajo y de impresión basado en archivos digitales obtenidos del proyecto SIG-PAFC (formato dxf) para la cuenca media y baja, los archivos de cartografía básica del proyecto zonificación de áreas por aptitud forestal comercial para el departamento de Córdoba desarrollado por CONIF y otros archivos generales con cobertura municipal y red de drenaje general del IGAC y de la Carta digital del mundo (DWG), además de los archivos adquiridos al IGAC del departamento. Comparándolos entre ellos se observó que todos presentaban inconsistencias pero que cada uno de forma independiente podía ser un insumo en la construcción de la cartografía base de trabajo.

Con la cartografía conjugada y unificada de los temas anteriores se empezó el proceso de desarrollo de temáticos y prueba del Sistema de Información Geográfico para el proyecto denominado SIGPOMCA.

Algunos de los procesos que se desarrollaron con la cartografía inicial fueron los de identificación y trazado preliminar de las subcuencas hidrográficas pertenecientes a la Cuenca del Río Sinú, generación de temas del componente socioeconómico, de infraestructuras, y de ubicación general, delimitación preliminar y detallada a 1:100000 de la Cuenca del Río Sinú y determinación de áreas municipales entre otras.

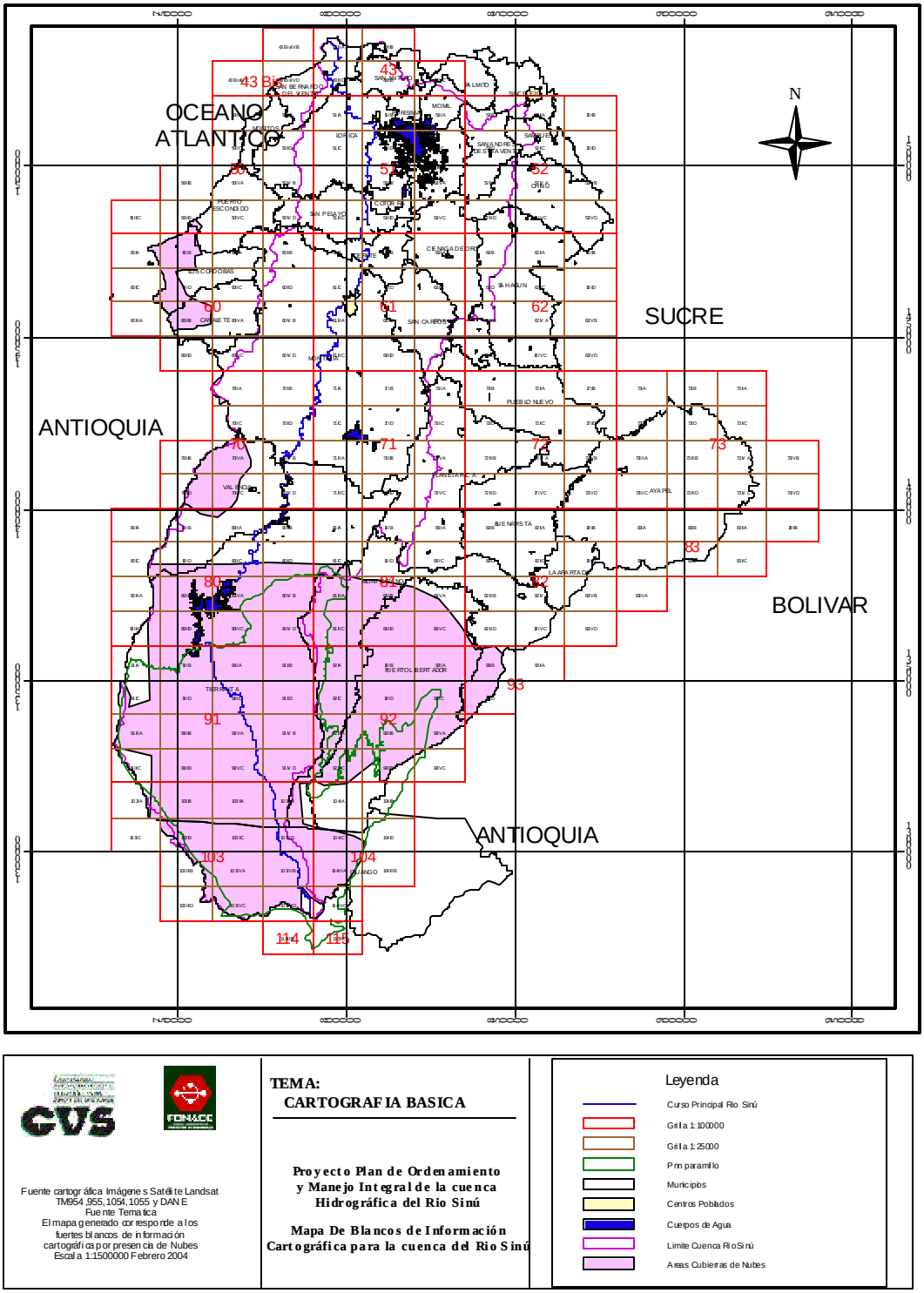
2.2.1.2 Proceso de Estructuración de Cartografía Básica y Temática a Escala 1:100.000

El proceso final de adecuación se desarrolló mediante la estructuración de la cartografía básica tipo dxf suministrada por el IGAC y la actualización y complementación de áreas sin información mediante el procesamiento e interpretación de Imágenes Landsat7 TM de años recientes; simultáneamente y a partir de las imágenes se generaron el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra para la cuenca y de igual manera se digitalizaron y estructuraron todos los mapas temáticos como: suelos, geología, geomorfología, etc.

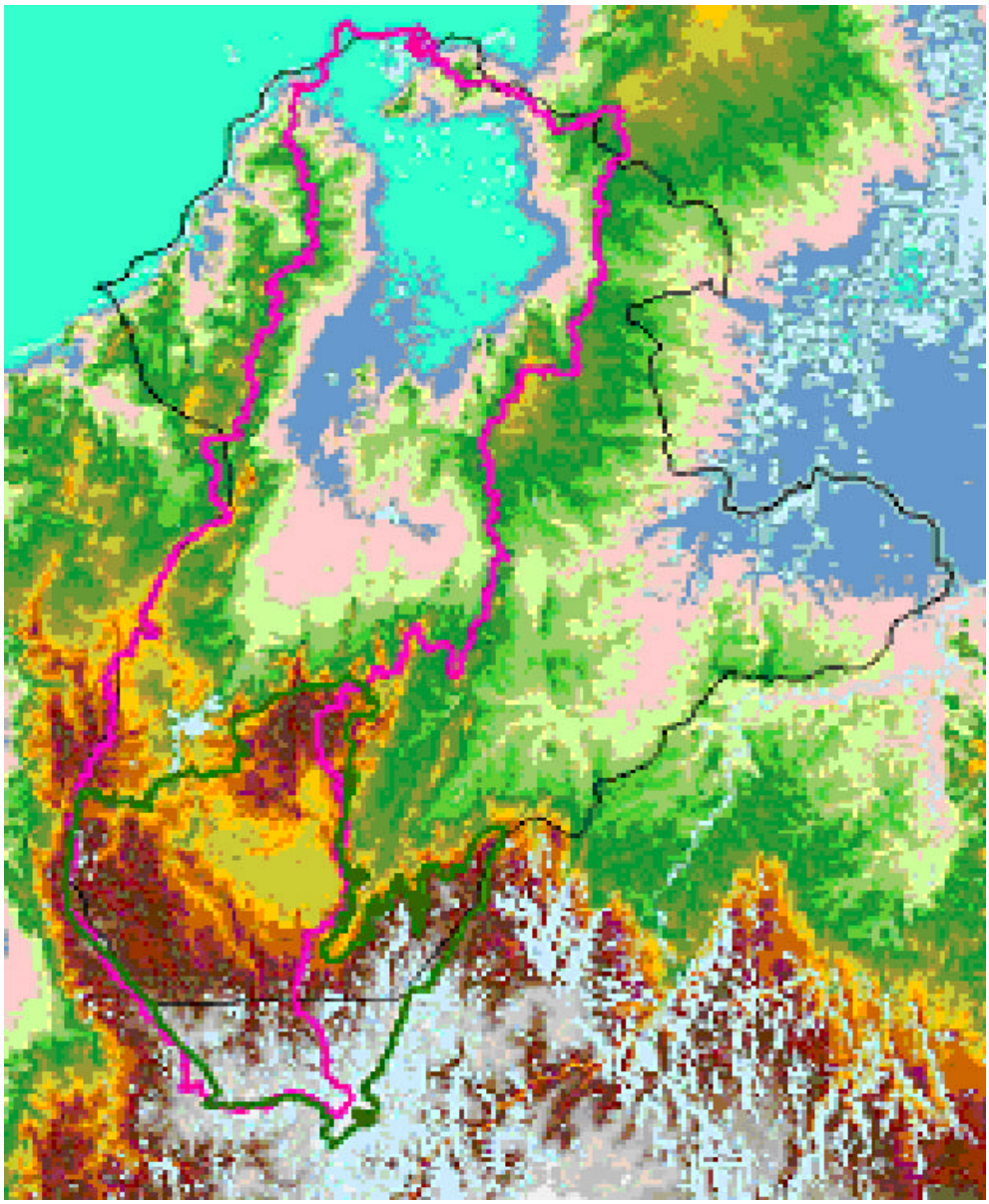
Para la selección de las imágenes se realizó un inventario detallado de las mismas y se adquirieron las que presentaron un porcentaje de nubosidad inferior al 20%, principalmente en el área del Parque Nacional Natural Paramillo, con el fin de cubrir parte de los blancos de información existente. Por otra parte también se realizó la interpretación de un Grid generado a partir de una imagen de Radar que fue adquirido de la página web del United States Geological Services (USGS).

El Grid de radar fue interpretado mediante el Software de ArcGis 8.3 para el análisis hidrográfico y de relieve y con el ArcView 3.3 para el análisis Geológico, particularmente el componente estructural. Este tipo de imágenes es de gran ayuda especialmente en las zonas montañosas por la gran variedad de niveles digitales que presenta y que permiten distinguir detalladamente la variación del relieve aproximadamente cada 100 metros. *(Ver Gráfica 4 Imagen Grid Radar)*

El análisis del Grid se enfoca especialmente a la zona alta donde se trazó un drenaje preliminar interpretando las depresiones del relieve como zonas de acumulación y conducción de aguas. También se complementaron algunas áreas de drenaje en el municipio de Valencia.



Grafica 3. Mapa de Blancos de Información



Proyecto Plan De Ordenamiento Y Manejo Integral De La Cuenca Del Rio Sinú

Imágen del Grid de Radar Obtenido del USGS

Grafica 4. Imagen del Grid Radar

Dentro de la etapa de procesamiento de imágenes que fue realizado a través de la firma Geospatial Ltda., se obtuvieron los siguientes productos:

- Archivos originales de Imágenes adquiridas Landsat TM 954, 955, 1054 y 1055
- Archivos de las imágenes Landsat TM 954, 955, 1054 y 1055 georreferenciadas con coordenadas planas origen Bogotá para todas las Bandas
- Archivo con mosaico de imágenes para el Departamento de Córdoba y Cuenca Alta del Río Sinú georreferenciadas para todas las bandas.
- Mapa clasificado por tipos de cobertura en formato digital a escala 1:100.000.
- Archivo digital de imagen con clasificación vectorizada original escala 1:100.000.
- Documento en archivo digital y análogo con índice detallado del procesamiento realizado en la imagen.
- Archivos tipo E00 por cada cobertura, estructurados y empalmados (IGAC e Imágenes) según catalogo de objetos IGAC y empalmados con origen Bogotá para todo el Departamento de Córdoba y la Zona Alta del Río Sinú. (Incluye Metadata). Las coberturas recibidas fueron: Corrientes, Cuerpos de agua, Curvas de nivel, Centros Poblados, Vías y Toponimia de todos.
- Archivos de coberturas digitalizadas de suelos y geología (incluye los temas de fallas, contactos y plegamientos).
- Memoria del proceso de estructuración de la cartografía básica y Temática.

De forma general el proceso desarrollado por la firma Geospatial partió del análisis de la cartografía básica del IGAC suministrada por la CVS, la cual se estructuró y complementó con las imágenes de satélite adquiridas, el Grid de Radar y la cartografía digitalizada por el DANE a escala 1:25000 que existe para algunas zonas del departamento.

Para el desarrolló del tema de cobertura vegetal se trabajó en conjunto entre el equipo del Proyecto POMCA y la firma Geospatial. La firma consultora georreferenció, procesó y generó una clasificación preliminar de cobertura plasmada en las imágenes de satélite, la cual fue validada por el equipo del Proyecto POMCA con la comprobación de campo donde se geoposicionó y corroboró la información extraída de las imágenes. Para el trabajo en el área del PNN Paramillo se validó la información de las imágenes con los funcionarios del Parque Nacional Natural Paramillo y algunos campesinos de la zona, particularmente del sector de Saiza.

Se puede decir que la información recolectada en campo varío con respecto al de las imágenes de satélite especialmente en las zonas de la margen izquierda del Río Sinú entre Lorica y Montería, Tierralta y la zona circundante de la Ciénaga de Betancí, donde desde la fecha de toma de las imágenes y la fecha de los recorridos de campo ha existido un cambio notable en el uso del suelo. Las imágenes usadas y adquiridas en virtud del proyecto fueron la 1054 de Febrero del 2001, 954 de Febrero del 2003, 1055 de Noviembre del 2001, 955 de Febrero de 2003 y un pequeño segmento de la 1053 del 2001 que cubre la desembocadura del río Sinú y que fue suministrada por el Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR).

Aunque las imágenes seleccionadas fueron las de menor nubosidad no fue posible cubrir todos los blancos de información y algunas áreas de la cuenca alta requerirán una complementación posterior en materia de cartografía básica. Algunos de estos drenajes fueron interpretados visualmente utilizando la imagen ó el Grid de radar con el fin de completar tales áreas, pero requerirán de la rigurosidad del caso cuando el IGAC trabaje tal área. Para tener claridad sobre cuales fueron estas zonas en el tema de corrientes aparece un atributo adicional a la tabla donde se establece la fuente del drenaje.

Si bien, se realizó un control de calidad de información en cuanto a la generación de cartografía básica teniendo en cuenta la coherencia presentada entre las imágenes y la información estructurada, la orientación de drenajes, codificación según el catálogo de objetos, continuidad y topología de esta. Existen diferencias entre la red de drenaje y las curvas de nivel ya que en algunas zonas no guardan la coherencia y exactitud que debería tener. Esta inconsistencia no es subsanable por el momento por las fuentes de información tomadas, recordando que la red de drenaje fue extraída de imágenes y las curvas de nivel en la zona alta se desarrollaron a partir del Grid, el cual tiene un nivel de detalle diferente al de las imágenes de satélite.

Tal inconveniente será resuelto mediante la generación de curvas de nivel mediante un par estereoscópico de imágenes que no presenten nubosidad o cuando el IGAC cubra los blancos de información existentes mediante la generación de cartografía 1:25:000 principalmente en el área de la cuenca alta del Río Sinú.

2.3 Procesamiento Digital De Las Imágenes De Satélite

A continuación se presenta todo el desarrollo del procesamiento digital que fue realizado a las imágenes de satélite Landsat 7 TM por parte de la firma consultora Geospatial.

2.3.1 Etapa I. Adquisición de imágenes LANDSAT 7 TM

Para este estudio y una vez delimitada el área de trabajo, se buscaron los quick looks de las mejores y mas recientes tomas de las imágenes del sensor óptico LANDSAT 7, escenas 09054, 09055, 10053, 10054 y 10055. Las imágenes utilizadas, de fecha más reciente cumplen con el requisitos básicos en cuanto a que el promedio de cobertura de nubes fuera inferior al 20%.

Las escenas adquiridas del sensor LANDSAT 7, poseen las siguientes características:

Escena 09054

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7009054000303450
Acquisition Date	2003/02/03
WRS-2 Path	9
WRS-2 Row	54
Upper Left Corner	9'37'07'N, 75'49'22'W
Upper Right Corner	9'22'08'N, 74'06'15'W
Lower Left Corner	7'58'48'N, 76'10'23'W
Lower Right Corner	7'43'52'N, 74'27'41'W
Scene Center	8'40'37'N, 75'08'24'W
Cloud Cover	5%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	49.533760
Sun Azimuth	128.475967
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2003:034:15:06:19.5162577
Scene Stop Time	2003:034:15:06:33.0851874

Tabla 2 - Metadata escena 09054

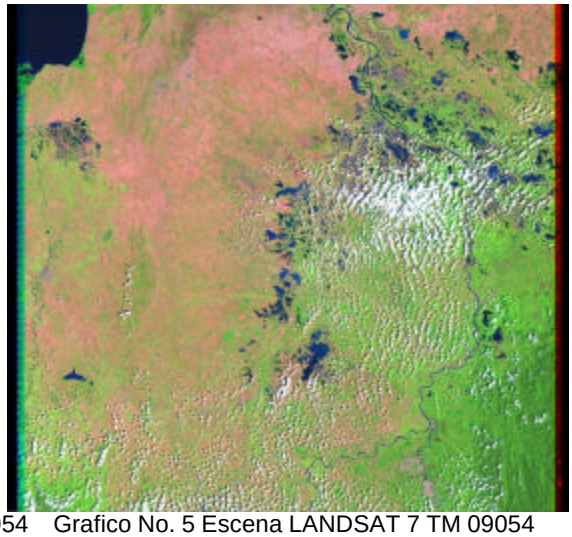


Grafico No. 5 Escena LANDSAT 7 TM 09054

Escena 09055

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7009055000303450
Acquisition Date	2003/02/03
WRS-2 Path	9
WRS-2 Row	55
Upper Left Corner	8'10'19'N, 76'07'56'W
Upper Right Corner	7'55'23'N, 74'25'11'W
Lower Left Corner	6'32'02'N, 76'28'54'W
Lower Right Corner	6'17'09'N, 74'46'29'W
Scene Center	7'13'51'N, 75'27'06'W
Cloud Cover	19%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	50.252163
Sun Azimuth	126.935707
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2003:034:15:06:43.4311336
Scene Stop Time	2003:034:15:06:57.0064374

Tabla 3 - Metadata escena 09055

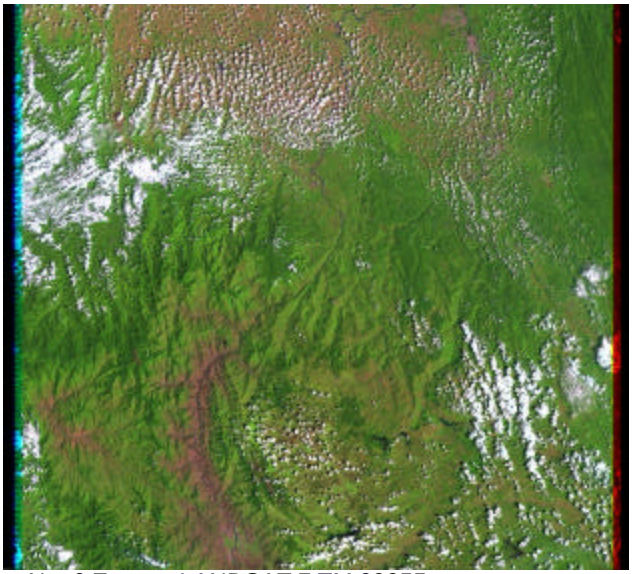


Grafico No. 6 Escena LANDSAT 7 TM 09055

Escena 10054

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7010054000103550
Acquisition Date	2001/02/04
WRS-2 Path	10
WRS-2 Row	54
Upper Left Corner	9'37'07'N, 77'20'59'W
Upper Right Corner	9'22'09'N, 75'37'58'W
Lower Left Corner	7'58'54'N, 77'41'56'W
Lower Right Corner	7'44'00'N, 75'59'20'W
Scene Center	8'40'37'N, 76'40'03'W
Cloud Cover	20%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	50.137367
Sun Azimuth	128.308060
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2001:035:15:14:20.4932569
Scene Stop Time	2001:035:15:14:34.0044479

Tabla 4 - Metadata escena 10054

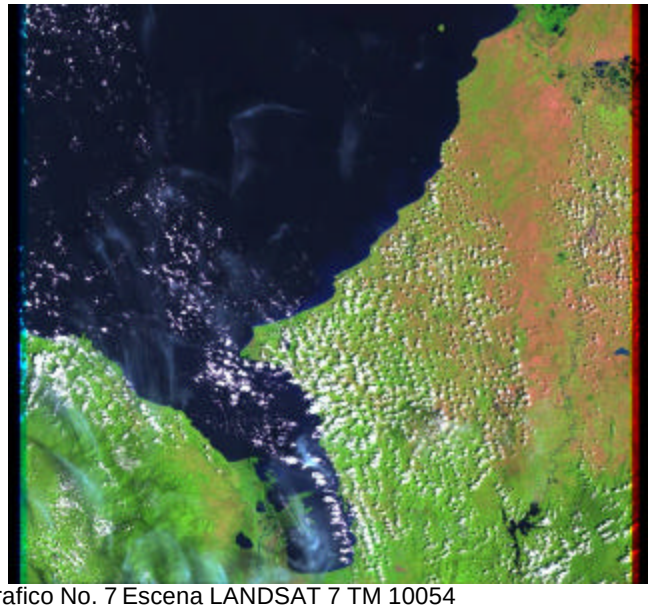


Grafico No. 7 Escena LANDSAT 7 TM 10054