



2.3. **Determinación de la composición y variación espacio-temporal de los sedimentos.**

El área de drenaje en la cuenca del río Cesar, abarca unos 22.931 Km², con una descarga media anual de 396 m³/s (IDEAM, 2010), que desemboca a la ciénaga de Zapatoza y de allí al río Magdalena.

2.3.1. **Caudal (m³/s).**

La medición del caudal fue presentada en el apartado 2.2.1. de los fisicoquímicos, como parte de la dinámica de esos parámetros, aquí se presenta el proceso hidráulico sobre el fondo del cauce y los cambios que se observaron durante este trabajo.

La precipitación es el principal factor que afecta los caudales del río Cesar, así como de sus afluentes. En la región de Valledupar el promedio anual del régimen de lluvias muestra que se presentan dos picos, uno en mayo (150 mm) y el segundo en octubre (más de 200 mm de precipitación; Figura 2-70; IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, 2011). Estos patrones generales son alterados por eventos como los de El Niño y la Niña (IDEAM, 2005 y 2011), que cambian drásticamente las precipitaciones no solo en cantidades sino en los tiempos que esas cantidades caen.

Durante el año 2011, el país fue azotado por el fenómeno climático de La Niña (IDEAM, 2011), que afectó las precipitaciones normales de la región haciendo que durante el inicio y el final del año, la precipitación se vieras aumentadas. Esta información se hace relevante porque se debe incluir en los planes de manejo de la cuenca, ya que son estos cambios en los patrones climáticos los que más influyen sobre la conservación de las pocas zonas de bosque, que existen en las riberas del Cesar.

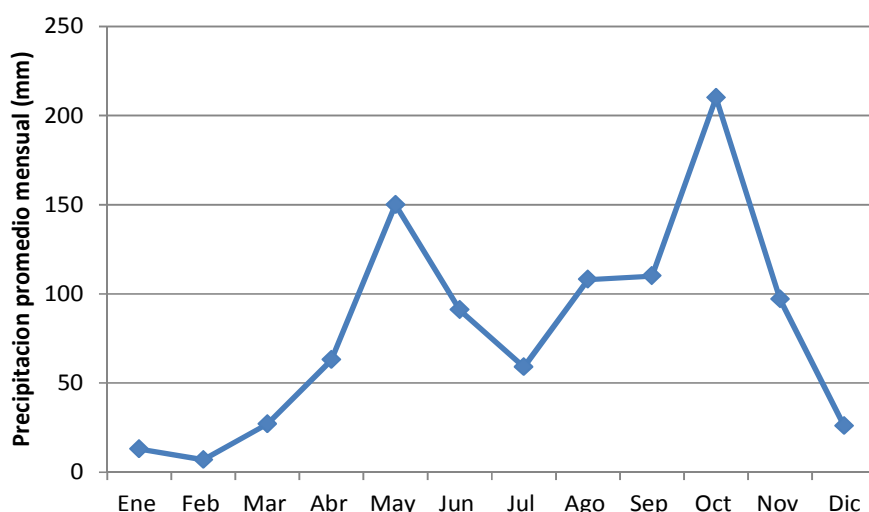


Figura 2-70. Promedio mensual (multianual) de la precipitación en el área de Valledupar (IDEAM, 2005).

El descenso de la corriente de agua, se produce desde los 151 msnm (entrada del río al departamento del Cesar), hasta los 22 msnm en la ciénaga de Zapatoza (Figura 2-71);



esta información es de interés porque, permite analizar cuales sitios presentan riesgos de erosión debido a la pendiente del río y cuales tienen condiciones para un buen manejo.

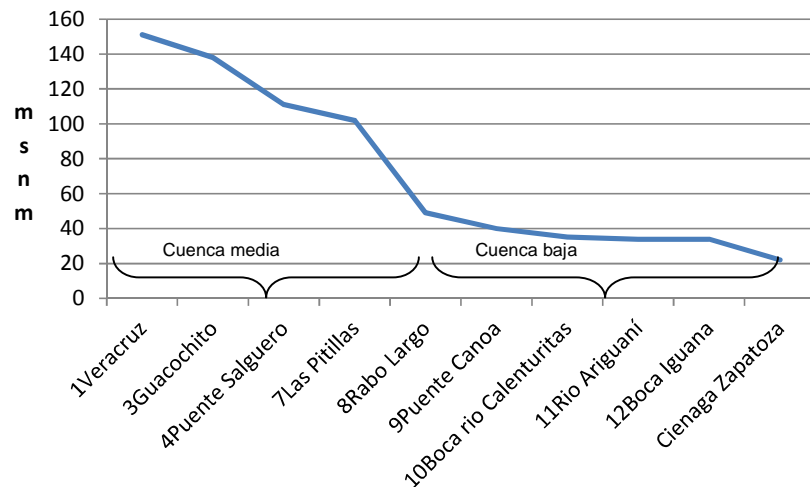


Figura 2-71. Perfil longitudinal del río Cesar entre su ingreso al departamento y su desembocadura en la ciénaga de Zapatoza.

Las secciones de aforo, en los diferentes sitios donde se hizo medición de caudal son presentadas a continuación para hacer un análisis de la manera como fluye el río por los diferentes estratos de atraviesa, se aclara que los aforos fueron realizados en la zona en el que el río estaba fluyendo en el momento de la medición.

En la frontera con La Guajira, el río Cesar tiene un mayor profundidad en el lado derecho (mirando en dirección del flujo del agua) y su amplitud fue de 5.5 metros, su profundidad máxima apenas superó los 80 cm y se presentó como una pequeña corriente de agua. En la desembocadura del río Badillo, la mayor profundidad de la sección se dio en el lado derecho (120 cm), lo que es generado por los meandros y curvas que se presentan en el curso del agua (Figura 2-72), el ancho del río fue de 16 m. Este tipo de características son de importancia por la acumulación de material de arrastre y para definir las áreas críticas de las riveras que requieren un manejo para evitar la deforestación y la erosión. Toda el área entre el sitio por donde ingresa el río Cesar al departamento, hasta las Pitillas, presenta acumulación de arenas y grava sobre zonas específicas que generalmente son explotados por los pobladores, en algunos sitios más que otros (Figura 2-72), pero existe un conocimiento del potencial que tiene el río en la producción de material de arrastre (Hermelin, 2007).

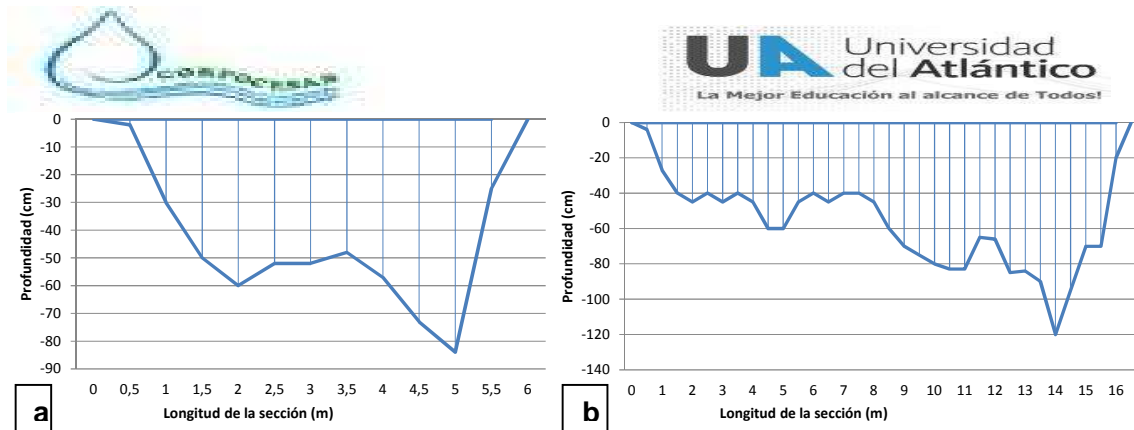


Figura 2-72. Perfiles batimétricos tomados en los sitios de muestreo de Veracruz (a) y la desembocadura del río Badillo (b).

La Figura 2-73 muestra la amplia playa de arena que dejan las escorrentías de los ríos, que son aprovechadas por los pobladores cuando tienen la oportunidad. Estas playas de arenas son tapadas completamente por las aguas en eventos de fuertes lluvias, por lo que el cauce del río se amplía más allá de las mediciones realizadas.



Figura 2-73. Imágenes de los sitios de muestreo en Veracruz (a) y río Badillo (b).

En la estación de Guacocho, el río presenta la mayor profundidad en su lado izquierdo (66 cm; Figura 2-74), pero hay que tener en cuenta que esta zona presenta valores de sedimentación alta y en algunas zonas se presenta la formación de islotes de arena y arcilla que dividen en dos la corriente principal de agua. La zona de Guacocho adolece de la formación de cárcavas, lo que representa una fuerte erosión de las riveras, que se refleja en los valores de los sólidos en suspensión (promedio de 63,5 mg/L) y en la turbidez del agua (promedio de 19.78 NTU). En Puente Salguero se evidenció que la máxima profundidad (menos de 2.5 m), pero el ancho del río sobrepasó los 20 m y fue evidente durante los días de lluvia, que el cauce se desborda más allá de estos límites medidos. En este sitio se realizan los vertimientos de los sistemas de tratamiento de los municipios de La Paz y Valledupar, también es el sitio donde el ancho del río se aumenta significativamente con respecto a los sitios anteriores.

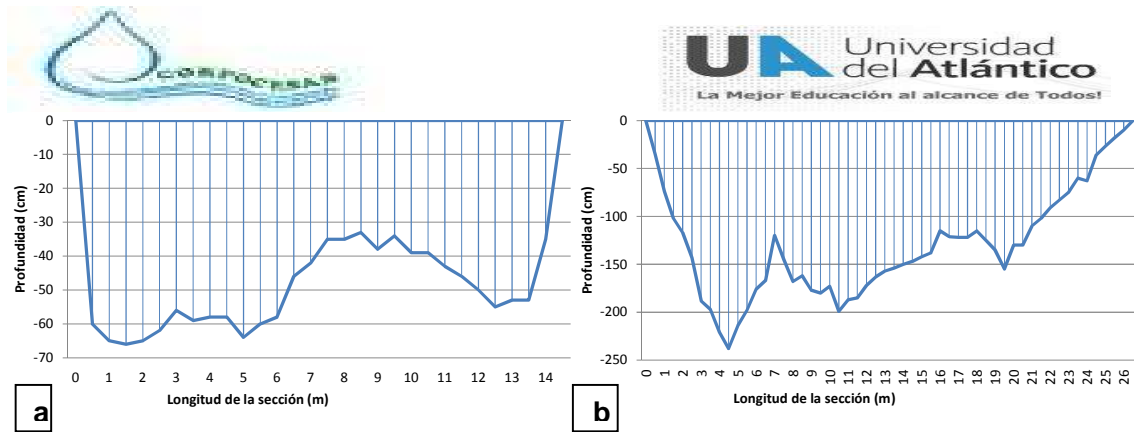


Figura 2-74. Perfiles batimétricos tomados en los sitios de muestreo de Guacochito (a) y Puente Salguero (b).

En estos sitios se hace aprovechamiento de los materiales de arrastre que trae el río, debido principalmente a la proximidad con el mayor centro de demanda de estos productos (Figura 2-75). Sin embargo es probable que no sean los más adecuados en términos de la conservación de la cuenca, para realizar el aprovechamiento. Esta consideración se hace al analizar la gráfica de descenso del río, que probablemente genera las mayores velocidades en el flujo del agua y que puede generar problemas de erosión en las riveras, como efectivamente se presenta en la localidad de Guacochito.



Figura 2-75. Imágenes de los sitios de muestreo de Guacochito (a) y Puente Salguero (b).

En la parte baja del río Guatapurí, la profundidad máxima fue de un poco más de un metro registrada en su lado derecho y su ancho de 14 m (Figura 2-76), como se observó en estaciones anteriores el cauce del río evidenció que cuando se presentan aumentos del caudal, el agua se desborda inundando los terrenos adyacentes. Aunque este río presenta poca intervención en términos de los vertimientos que se hacen sobre él, es muy utilizado para la toma de agua para riego; también recibe los vertimientos del sistema de tratamiento “El Tarullal”. En la estación de las Pitillas, el ancho del río alcanza los 40 m y su máxima profundidad fue de 2.5 m, en su parte central. La ubicación de máxima profundidad se relaciona con el hecho que el cauce del río parece estar encajonado en una hondonada generada por el mismo río (Figura 2-77), esto contrasta con la manera como el cauce hace una lateralización en las estaciones anteriores, seguramente por la fuerza de la corriente y la topografía del terreno.

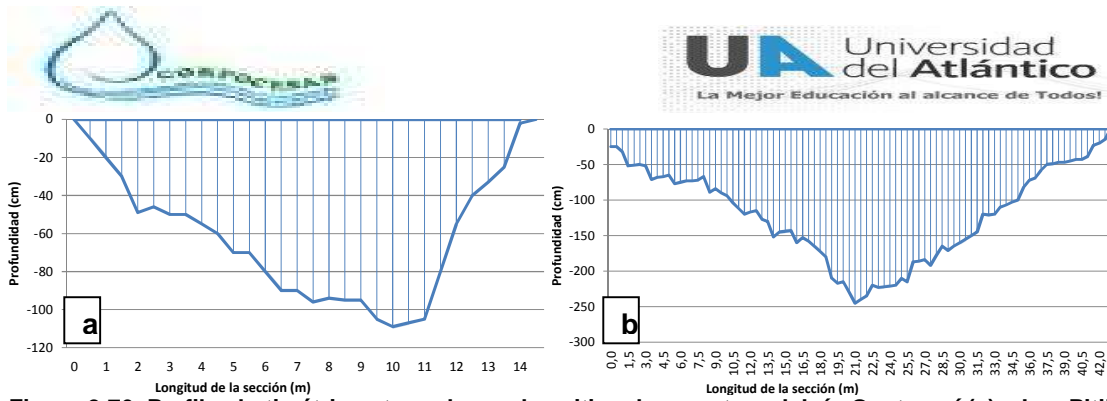


Figura 2-76. Perfiles batimétricos tomados en los sitios de muestreo del río Guatapurí (a) y Las Pitillas (b).

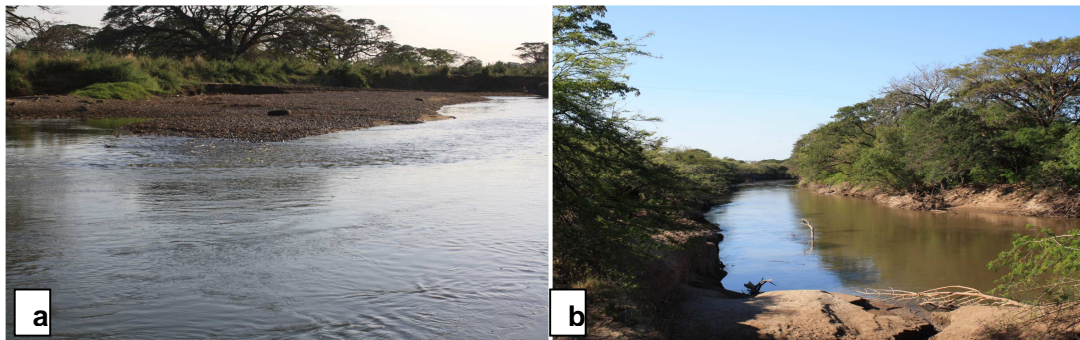


Figura 2-77. Imágenes de los sitios de muestreo del río Guatapurí (a) y Las Pitillas (b).

Las estaciones ubicadas después de Las Pitillas, se consideran como la cuenca baja del río Cesar; la estación de Rabo largo mostro la mayor profundidad (3 m; Figura 2-78) en el lado izquierdo del río y el ancho del cauce fue mayor de 60 m, en este sitio se evidenció durante el mes de noviembre de 2010, que las aguas cubren gran parte de la zona que ocupan las casas de los pescadores. El aumento en el ancho del cuerpo de agua, es evidencia de que el río empieza a disminuir la velocidad como consecuencia de la disminución de la pendiente de inclinación topográfica (el promedio para todo el recorrido dentro del departamento es de 15°). En la estación de Puente Canoa, las características de la sección tomada son similares a la estación de Rabo largo, con máximo de profundidad hacia el lado izquierdo del río (3.2 m). En la Figura 2-79 se observan las características del cauce del río y se aprecia en Puente Canoa, como un árbol presenta las raíces expuestas, producto del fenómeno de pérdida del suelo sobre el cual crece. En este sitio también existe aprovechamiento de los materiales de arrastre del río.

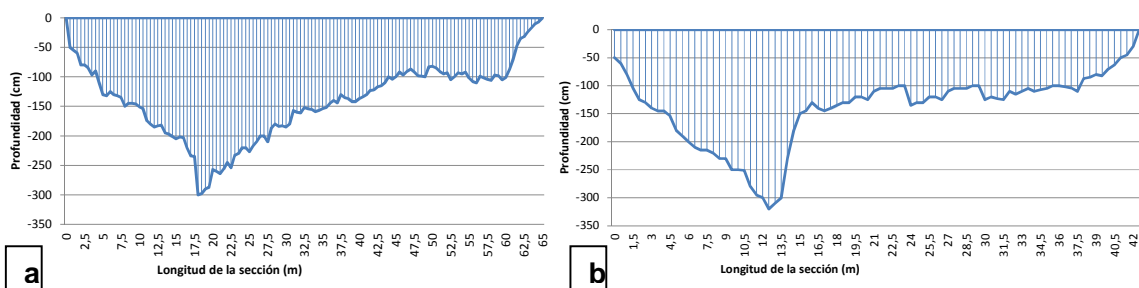


Figura 2-78. Perfiles batimétricos tomados en los sitios de muestreo de Rabo Largo (a) y Puente Canoa (b).



Figura 2-79. Imágenes de los sitios de muestreo Rabo largo (a) y Puente Canoa (b).

La estación frente al río Calenturitas, mostró que la máxima profundidad, esta hacia la parte central del canal del río (2.15 m; Figura 2-80), lo que se mantiene como característica de las estaciones de la cuenca baja del río. La estación de Boca Iguana continuó con la tendencia de la máxima profundidad hacia la parte media del río (2.2 m); desde la estación de Puente Canoa, la cuenca baja del río se presenta como una zona con tendencia a inundarse por constituirse en una zona con poca pendiente hasta su desembocadura, por lo que se constituye en la zona de amortiguamiento de los aumentos de caudal del río Cesar (Figura 2-81).

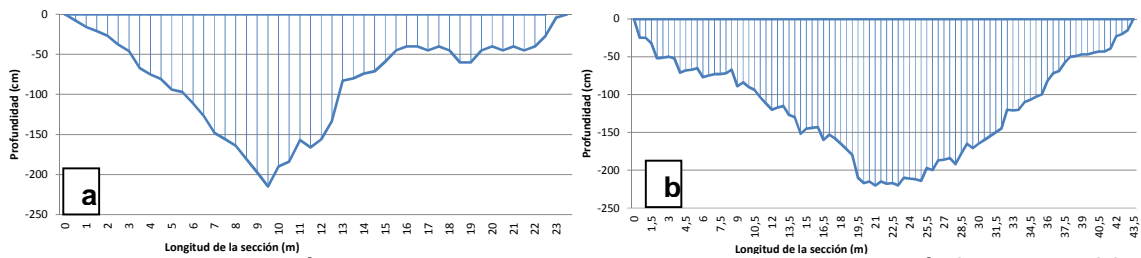


Figura 2-80. Perfiles batimétricos tomados en los sitios de muestreo de frente al Río Calenturitas (a) y Boca Iguana (b).

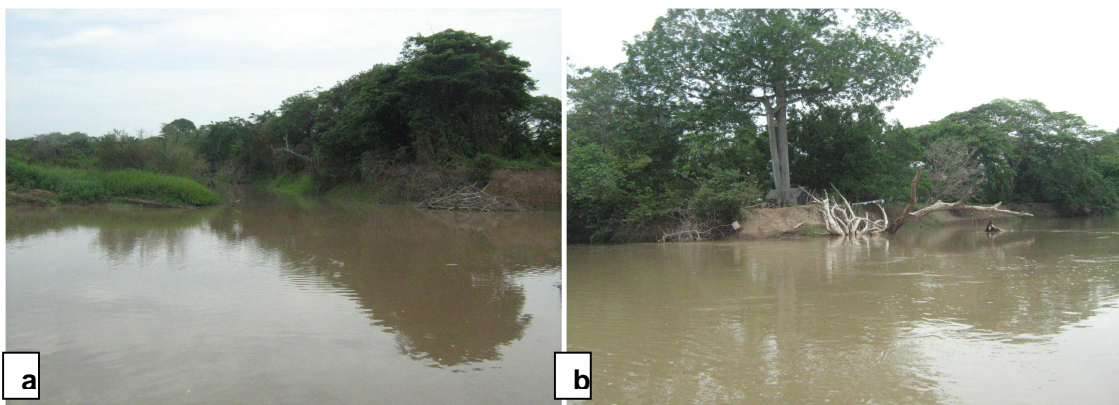


Figura 2-81. Imágenes de los sitios de muestreo frente al río Calenturitas (a) y Boca Iguana (b).



Los análisis de los caudales registrados durante el trabajo, indicaron que los flujos están influidos por las lluvias en la cuenca alta, los aportes de otros ríos y el uso que se hace del caudal del mismo (los vertimientos principalmente). En general es claro que las estaciones en la cuenca media tienen menores caudales, mientras que las estaciones de la cuenca baja presentaron mayores caudales (Figura 2-82), como consecuencia de los cambios en la pendiente de descenso, los aportes de otras fuentes de agua naturales y los vertimientos que llegan a su cauce.

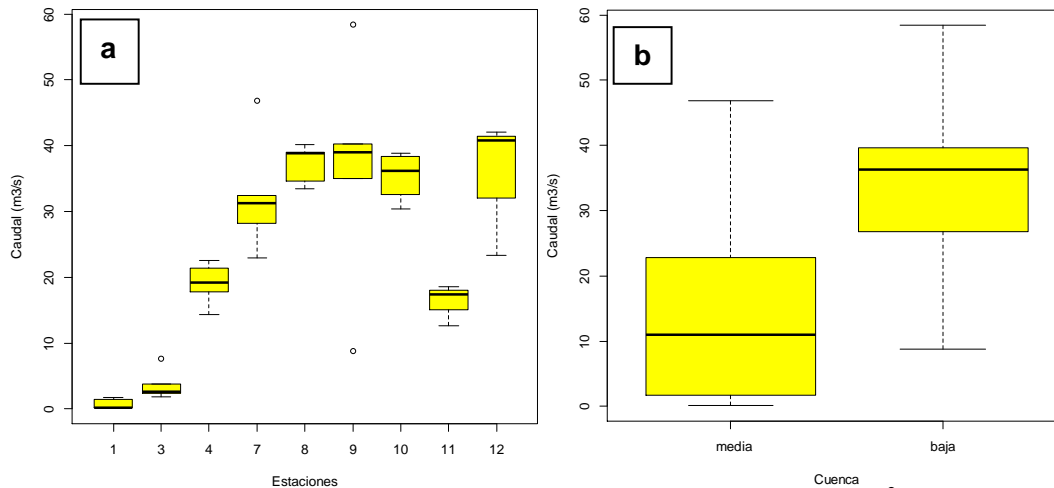


Figura 2-82. Comparación de los caudales entre las estaciones de muestreo (m^3/s ; a) y entre cuencas del río Cesar (b).

2.3.2. Sólidos suspendidos totales (mg/L).

Junto al análisis de los caudales y los cambios en las condiciones geográficas que experimenta el cauce del río Cesar, se realiza el de sedimentos que es influido completamente por el caudal y la topografía del río.

Las mayores concentraciones se registraron en la cuenca baja del río (Figura 2-83), donde por efectos de la disminución de la pendiente de descenso, la probabilidad de erosión sobre las riveras se disminuye y probablemente sea también, la mejor zona para aprovechar todo el material que el río arrastra (arenas y gravas).

Estas recomendaciones deberán estar acompañadas por un seguimiento al recurso que permita hacer correcciones si se notan cambios en los patrones de inundación de la zona. Así como de una política social conciliada que permita la autorregulación en el aprovechamiento del recurso (Peña, 2011).

El origen de la mayor parte de los sólidos que arrastra el río, son las riveras del mismo que por causas del fenómeno de erosión y los aumentos súbitos del caudal, causan pérdida de suelos; durante el recorrido realizado se pudo comprobar como los árboles grandes se caen o están cerca de hacerlo por causa de la pérdida de suelos alrededor de las raíces (ver Figura 2-79).

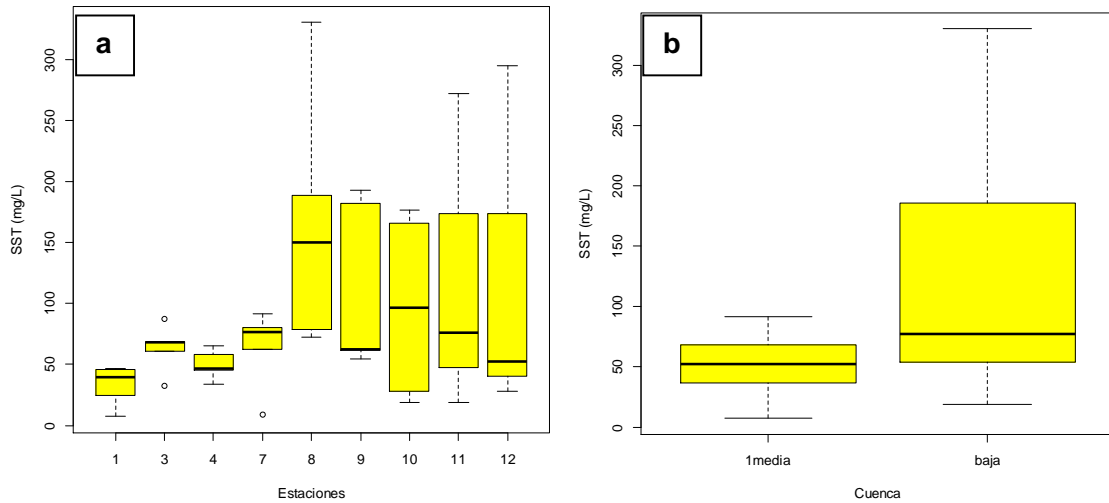


Figura 2-83. Comparación de los sólidos en suspensión entre estaciones (mg/L; a) y entre cuencas del río Cesar (b).

2.3.3. Turbidez (NTU).

La turbidez está influida en su mayor parte por los sólidos en suspensión (ver apartado sobre turbidez; correlación del 66%), así como por los diferentes aportes que reciben las aguas del río tanto naturales como de los vertimientos. En el último caso, los vertimientos de los sistemas de tratamientos, llegan con compuestos nitrogenados y fosforados que en su mayoría son utilizados por microalgas para su proceso de desarrollo y las algas son alimentos para otros organismos microscópicos que en condiciones adecuadas, se reproducen rápidamente. La presencia de organismos y las sustancias que excretan hacen parte de las causas que afectan la claridad del agua, en forma de turbidez (Montoya *et al.*, 2011; Figura 2-84).

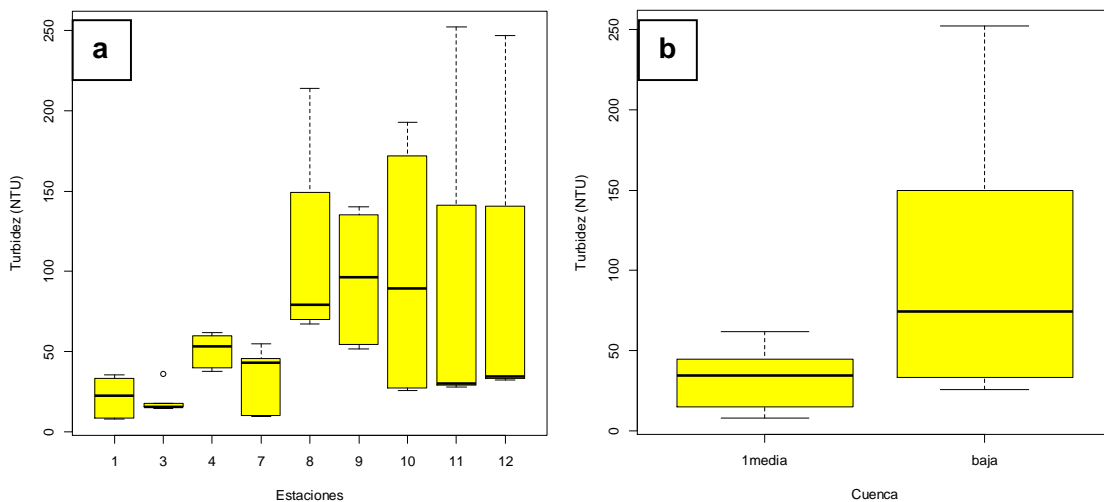


Figura 2-84. Turbidez del agua entre estaciones (a) y entre las cuencas media y baja del río Cesar (b).



2.3.4. Usos potenciales del agua del río Cesar, según la calidad analizada.

El decreto 1594 de 1984, define los principales usos de que en Colombia tienen las aguas naturales, siguiendo los mismos lineamientos podemos inferir que tipos de usos potenciales tienen las aguas del río Cesar.

El artículo 29 del decreto, expresa la destinación de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarias y servidas de la siguiente forma:

- a. Consumo humano y doméstico;
- b. Preservación de flora y fauna;
- c. Agrícola;
- d. Pecuario;
- e. Recreativo;
- f. Industrial;
- g. Transporte.

Consumo humano y doméstico: Las principales cabeceras municipales hacen la toma de agua para el consumo humano, de fuentes diferentes al río Cesar: por ejemplo Valledupar lo hace del río Guatapurí, La paz lo hace de una quebrada que desciende desde la serranía del Perijá, etc. Sin embargo, a pesar de presentar sistemas de acueductos algunas de las poblaciones cercanas a Valledupar, realizan el traslado del agua desde la capital del departamento a sus localidades, para utilizar esta agua en el consumo humano.

El ejemplo está en el municipio de La Paz, donde los pobladores compran agua que llevan desde Valledupar y la utilizan en las labores de consumo y preparación de alimentos. El resto de las actividades (lavar, aseo personal, etc.), se realizan con agua que toman del grifo. Las razones de los pobladores para realizar estas prácticas, dicen es que la calidad del agua que le brinda el acueducto no tiene la calidad del agua que se distribuye en Valledupar, por lo que esta práctica se realiza en diferentes localidades alrededor de la capital departamental. Esta situación plantea dos interrogantes iniciales: el primero tiene que ver los procesos que se aplican en los diferentes acueductos, en la poblaciones ubicadas a lo largo de la cuenca del río Cesar, que al parecer no generan confianza en sus pobladores y; la segunda, la calidad del recurso natural para ser utilizada en los procesos de potabilización.

En el caso de la calidad del recurso, es claro que la presencia constante de microorganismos como los coliformes y otras especies portadoras de enfermedades o amenazas para la salud en las aguas del río Cesar, hace que su uso en los procesos de potabilización, presente mayores retos. No es imposible hacerla potable, pero si más costoso en detrimento de los presupuestos locales destinados a esta labores. Es deseable tener fuentes de agua, con buenas condiciones de calidad que ayudarían en la disminución de costos en los procesos de potabilización y al mismo tiempo, brindar el ambiente sano consagrado en la constitución nacional, para una mayor calidad de vida de las sociedades modernas.

Preservación de flora y fauna: El uso natural de las aguas del río Cesar, debería ser la preservación de flora y fauna; en este sentido sus aguas cumplen bastante bien este



cometido aunque se pueden presentar momentos, en que por la dinámica del río las condiciones de uso pueden cambiar.

Las calificaciones de calidad de aguas presentada en el resumen de la descripción de los fisicoquímicos, es un índice que permite tener una valoración del recurso con fines de preservación de flora y fauna, es decir su vocación natural; sin embargo las actividades sociales o antrópicas demandan diferentes usos que analizaremos con base en las condiciones actuales de las aguas del río. Es importante señalar que el río Cesar se constituye en un polo de conservación ambiental y de la biodiversidad, en varios aspectos. Por lo que se recomienda que se realice un manejo adecuado a la cuenca del río, de manera que los vertimientos y otros usos sean moderados o eliminados para que se conserven las características naturales (ambientes sanos y limpios), para esta zona del departamento.

Agrícola y pecuario: Las principales actividades antrópicas que se desarrollan a lo largo de la cuenca del río Cesar son: agricultura y ganadería. En estos casos se observó que el uso principal del río es para hacer vertimientos; en algunas fincas se observó que el río es desviado para irrigar los pastizales. En zonas como Badillo, los cultivos de arroz toman aguas mediante acequias desde el río Badillo, que luego son dirigidas hasta otros sitios incluyendo el río Cesar, después de tránsito por los cultivos. Los análisis de contaminantes de larga duración en el medio, indicaron que el río lleva poca o ninguna carga de los mismos (con una excepción analizada en el apartado de contaminantes), así que es posible la utilización de las aguas del río Cesar en labores agrícolas principalmente, ya que la carga de microorganismos patógenos disminuye su calidad en usos para la ganadería.

El aprovechamiento pesquero en el río, sigue siendo una labor importante pero la demanda de los productos de este arte ha disminuido. La calidad del agua y la cadena trófica de algas, zooplancton y macro invertebrados es suficiente para mantener un stock de peces en el río, que está influida por las temporadas climáticas de lluvias y sequías. Sin embargo las cifras de diversidad indicaron que en la estación de Puente Salguero, fueron las más bajas y que las mayores cantidades de peces fueron colectadas en la cuenca baja del río.

Se infiere de la información analizada, que el río Cesar sigue manteniendo el potencial para la actividad pesquera, pero que la intervención de las zonas donde los peces realizan actividades de alimentación, desove y crecimiento, ha disminuido el stock pesquero; incluso se comenta en el mercado de Valledupar que el sabor de los peces que sacan del Salguero tiene un sabor extraño y es consumido. En el corregimiento de Las Casitas, sus pobladores acostumbraban a pescar en el sector del Salguero, en la actualidad se dedican de manera exclusiva a la producción de ladrillos.

Industrial: El uso industrial del río Cesar, depende de las condiciones del uso y de los efectos ambientales que tanto la actividad industrial, como los vertimientos que la misma genere. Por el momento creemos que no se debería promover el uso industrial en las inmediaciones del río Cesar, pero cada tipo de actividad industrial deberá ser evaluada cuidadosamente para evitar el deterioro de las condiciones naturales de la cuenca.

En la actualidad, el vertimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de varios municipios, es el único uso industrial que presenta la cuenca del río Cesar. En este



caso la recomendación es disminuir las concentraciones de varios de los factores que pueden causar problemas ambientales.

Transporte: El río cesar tiene en la actualidad, un sistema de transporte en lanchas artesanales conocidas como “Jhonson”, que se dedican a llevar pescadores y cargas entre diferentes sitios del río. Los principales sitios de movimiento de carga, están ubicados en la cuenca baja del río, pero se sabe que pueden llegar a remontar hasta el municipio de Valledupar donde incluso comercian y movilizan gasolina proveniente de Venezuela.

Este transporte no se puede realizar todo el año, ya que depende del nivel del río (caudales), para realizar las travesías. Existen épocas del año, que por influencia de fenómenos como el niño, el río alcanza valores por debajo de las cotas históricas, lo que imposibilita el paso de las lanchas. Ocurre todo lo contrario cuando los niveles del río aumentan, ya que los motoristas hacen viajes por casi todo el río.

Con manejos que permitan conservar la ronda hidráulica del río, es posible que el caudal se regule mejor y se pueda navegar por el río durante mayor tiempo del año. En la actualidad, el transporte está restringido a los meses en que las lluvias permiten el paso de las lanchas.