

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA MENSULI
CON MIRAS A SU RECUPERACION Y MANEJO**

EDWIN AUGUSTO ARISMENDI HENAO
Ingeniero Ambiental
Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL
ESCUELA DE QUIMICA
BUCARAMANGA

2008

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA MENSULI
CON MIRAS A SU RECUPERACION Y MANEJO**

EDWIN AUGUSTO ARISMENDI HENAO
Ingeniero Ambiental
Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga

**Trabajo de grado presentado para optar el
Título de Especialista en Química Ambiental**

Director:
RICARDO RESTREPO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACION EN QUIMICA AMBIENTAL
ESCUELA DE QUIMICA
BUCARAMANGA

2008

TITULO: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA MENSULÍ CON MIRAS A SU RECUPERACIÓN Y MANEJO *

AUTOR: EDWIN AUGUSTO ARISMENDI HENAO **

PALABRAS CLAVES: Diagnostico ambiental, contaminación, aguas residuales, mapa de calidad

CONTENIDO:

Se realizó un Diagnostico Ambiental en la Cuenca de la Quebrada Mensulí, importante corriente hídrica del Área Metropolitana de Bucaramanga, debido a la contaminación que ha sufrido sus aguas por las descontroladas descargas de aguas residuales, tanto de industrias como de población urbana y rural que habitan en sus orillas. Estas descargas de agua contaminada están generando enfermedades en las personas que habitan a lo largo de la ribera de la quebrada, así como un grave daño ecológico por el descontrolado crecimiento demográfico, la deforestación, las prácticas agrícolas insostenibles, la gente desplazada, el turismo y la urbanización, que están ejerciendo un gran peso en esta importante cuenca hidrográfica.

Para la realización de este Diagnóstico Ambiental se utilizó como fuente y material bibliográfico investigaciones y tesis de grado elaboradas por estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, así como estudios hechos por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, dando importante información bibliográfica sobre la geografía, climatología, geología, aspectos bióticos, recurso suelo y recurso agua de la cuenca de la quebrada; se realizó visitas a las zonas altas, media y baja de la cuenca determinando el número de usuarios aportantes y clasificando a estos usuarios según el uso del suelo. Por último se elaboró un mapa de calidad del agua de la cuenca de la quebrada con sus principales vertimientos.

Los problemas más severos que presenta la cuenca están relacionados con la degradación de la cobertura vegetal, la erosión y la intervención del hombre con prácticas agrícolas inapropiadas sobre áreas susceptibles. Además el recurso hídrico esta afectado por las numerosas captaciones sin control y su uso como vía de evacuación aguas residuales de tipo domestico, industrial, avícola y porcícola, como consecuencia de la falta de programas de saneamiento básico rural.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Director Ricardo Restrepo.

TITLE: ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE BASIN OF THE QUEBRADA MENSULÍ FOR YOUR BACK AND HANDLING *

AUTHOR: AUGUSTO ARISMENDI EDWIN HENAO **

KEY WORDS: Diagnosis environmental, pollution, waste water, quality map

CONTENTS:

We performed an Environmental Diagnosis Basin Creek Mensulí important water flow Bucaramanga Metropolitan Area, due to contamination that has suffered water by uncontrolled discharges of wastewater from industries and urban and rural populations that live on its shores. These discharges of polluted water are generating disease in people living along the banks of the creek, as well as a serious ecological damage by the uncontrolled population growth, deforestation, unsustainable agricultural practices, displaced people, tourism and urbanization, which are exerting considerable influence in this important watershed.

For this Environmental Assessment was used as source material and bibliographic research and thesis degree designed for students from the Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga branch, as well as studies by the Autonomous Regional Corporation for the Defense of the Bucaramanga Plateau CDMB giving important bibliographic information about the geography, climatology, geology, biotic aspects, land use and water resources in the basin of the creek, was carried out visits to higher areas, middle and lower basin, determining the number of users contributing and classifying these users according to land use. Finally, we produced a map of water quality in the watershed of the creek with its key inputs.

The most severe problems making the basin are related to the degradation of the vegetation cover, erosion and human intervention with inappropriate agricultural practices in areas susceptible. Besides the water resources affected by the many uncontrolled abstraction and its use as an escape route-type domestic sewage, industrial pig and poultry, as a result of the lack of basic rural sanitation programs.

* Draft Grade

** Faculty of sciences. School of chemistry. Director Ricardo Restrepo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
1. OBJETIVOS	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 CUENCA HIDROGRAFICA	15
2.1.1 Actividades agrícolas que afectan las cuencas	17
2.1.2 Planificación de Cuencas Hidrográficas	21
3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA	27
3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA	27
3.1.1 Aspectos generales	28
3.2 CLIMATOLOGÍA	29
3.2.1 Precipitación	29
3.2.2 Temperatura	30
3.2.3 Humedad del aire	31
3.2.4 Viento	31
3.2.5 Radiación solar	32
3.3 GEOLOGÍA	32
3.3.1 Falla de Bucaramanga	33
3.3.2 Falla de Ruitoque	34
3.3.3 Falla Mariposa	34
3.4 ASPECTOS BIOTICOS	34
3.4.1 Formaciones vegetales	34
3.4.2 Fauna	39
3.5 RECURSO SUELO	41
3.5.1 Zona alta de la Cuenca	42

3.5.2 Zona media y baja de la cuenca	44
3.6 RECURSO HIDRICO	46
3.6.1 Usos del recurso hidrico	47
3.6.2 Vertimientos contaminantes del recurso hídrico	48
3.6.3 Calidad del agua	54
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFIA	74

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estaciones climáticas consultadas	29
Tabla 2. Características de las formaciones vegetales.	38
Tabla 3. Características de la fauna	39
Tabla 4. Puntos actuales de monitoreo de la CDMB sobre la Quebrada Mensulí.	55
Tabla 5. Significancia del índice de calidad del agua ICA	56
Tabla 6. Parámetros físico - químicos de la Quebrada Mensulí	56
Tabla 7. ICA promedio Quebrada Mensulí	56
Tabla 8. Clases de calidad de agua, valores BMWP/COL	59
Tabla 9. Estaciones de muestreo	60
Tabla 10. Calidad del agua en las estaciones según valores del BMWP/COL	61
Tabla 11. Índice BMWP/Col promedio Cuenca Quebrada Mensulí	62
Tabla 12. Significancia de los índices de contaminación ICO	64
Tabla 13. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo MS-05	65
Tabla14. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo AZ- 07	65
Tabla 15. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo AZ- 07	66
Tabla 16. ICOMO promedio Cuenca Quebrada Mensulí	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura. 1. Ubicación de la Microcuenca Mensulí	27
Figura 2. Nacimiento de la Quebrada Mensulí	28
Figura 3. Vegetación Bosque Húmedo Andino en el Alto de Mantilla	35
Figura 4. Vegetación Bosque Húmedo Subandino	36
Figura 5. Vegetación Bosque Seco Basal-Tropical	37
Figura 6. Cambio de la cobertura vegetal por cultivos miscelaneos y rastrojos bajos en la zona alta de la cuenca.	44
Figura 7. Zona agropecuaria con tendencia al cambio de uso del suelo a tipo recreacional e institucional en la zona media y baja de la cuenca.	46
Figura 8. Familias desplazadas por la violencia en el Sector Buenos Aires	48
Figura 9. Zona alta de la cuenca afectada por vertimientos Agroindustriales y domesticos	49
Figura 10. Area de Vertimientos en el Restaurante Mensulí	50
Figura 11. Zona de Vertimientos de Mc Pollo	50
Figura 12. Zona de Vertimiento de la Estación de Servicio San Pedro	51
Figura 13. Desembocadura Quebrada Paramito	52
Figura 14. Desembocadura Quebrada Palmichal	52
Figura 15. Desembocadura Quebrada Guayana	53
Figura 16. Metros atrás de la confluencia con Río Frío	53
Figura 17. Paso de la Quebrada Mensulí por el sector de Desplazados.	54

INTRODUCCION

Las cuencas hidrográficas son algo más que sólo áreas de desagüe alrededor de las comunidades. Son necesarias para dar apoyo al hábitat de plantas y animales, proporcionando agua potable a las personas y la vida silvestre. También nos proporcionan la oportunidad de divertirnos y disfrutar de la naturaleza.

La protección de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas es esencial para mantener la salud y el bienestar de todos los seres vivos, tanto ahora como en el futuro. La contaminación y el deterioro de las cuencas hidrográficas degradan al medio ambiente, daña el hábitat de la flora y la fauna silvestres, afecta a la economía y finalmente también afecta a la salud de los seres humanos.

Los contaminantes como el aceite automotriz, los desechos animales y humanos, las basuras y las sustancias químicas como fertilizantes y pesticidas, son descargados sin consideración alguna hacia las fuentes de agua. La población que habita las cuencas puede provocar que una parte de estos contaminantes entre a los desagües pluviales y a riachuelos sin saber que están causando un daño al medio ambiente. Ciertos contaminantes, incluyendo los pesticidas, son encontrados en nuestras cuencas a niveles lo suficientemente altos como para ser tóxicos para la vida acuática.

El sector agropecuario interviene algunos recursos naturales, básicamente el suelo y el agua, pero dependiendo del tipo y la magnitud de tal intervención se generan mayores o menores, e inclusive nulos, efectos ambientales negativos en las cuencas hidrográficas. Antes de entrar a considerarlos, es menester indicar que la agricultura es una actividad necesaria para la supervivencia del hombre por cuanto de ella depende la obtención de bienes y servicios, siempre y cuando se

haga de una forma responsable y planificada pensando en el Desarrollo Sostenible.

En el camino de hallar soluciones a todas las problemáticas descritas anteriormente, surgió la idea del adecuado manejo de las cuencas hidrográficas mediante su planificación, con una integración de muchas ciencias y disciplinas como la geología, biología, geomorfología, dasonomía, edafología, agronomía, meteorología, hidrología, economía, sociología, la conservación de los suelos y cartografía entre otras. Todo esto para llegar a la determinación del uso que le corresponde a la vida silvestre, a los suelos, las aguas, la vegetación y las acciones que le corresponden asumir al genero humano para aprovechar los recursos naturales con un rendimiento sostenible a corto, mediano y largo plazo, con las directrices de una política ambiental coherente y estrategias realizables para construir planes de ordenamiento que puedan ser cumplidos en beneficio de las comunidades y defensa del medio ambiente.

La planificación de cuencas hidrográficas se desarrolla en las siguientes fases: **diagnóstico**, ordenación, manejo y evaluación. Todo esto busca el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades humanas vinculadas con el territorio de la cuenca, así como del cuidado, conservación y mejora del medio ambiente.

La Cuenca de la Quebrada Mensulí esta ubicada en los Municipios de Piedecuesta y Floridablanca. Pertenece a la región Occidental del Macizo de Santander y tiene un área de 69 Km². Su cauce recorre una parte de las veredas Mensulí, Guayana, Alto Mantilla, La Mata y desemboca cerca al anillo vial metros abajo del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío en el Municipio de Floridablanca.

En los últimos años la Cuenca de la Quebrada Mensulí ha sufrido la contaminación de sus aguas debido a las descontroladas descargas de aguas residuales, tanto de industrias como de población urbana y rural que habitan en sus orillas. Estas descargas de agua contaminada pueden generar enfermedades a las personas que habitan a lo largo de la ribera de la quebrada, así como producir un grave daño ecológico si no se toman medidas preventivas al respecto. El descontrolado crecimiento demográfico, la deforestación, las prácticas agrícolas insostenibles, la gente desplazada, el turismo y la urbanización, están ejerciendo un gran peso en esta importante cuenca hidrográfica.

El deterioro de las áreas aferentes de la Quebrada, tanto río arriba como en las tierras bajas, causa muchos problemas al medio ambiente y a la población. El costo de este daño se percibe en la erosión del suelo, los deslizamientos, la disminución de la cantidad y la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad y graves desequilibrios ecológicos. Todo esto es uno de los principales obstáculos para buscar el desarrollo sostenible de la cuenca, por lo tanto, es necesario su ordenación y uso adecuado; es por ello que se realizó este Diagnóstico Ambiental, como primer paso para buscar la planificación de esta importante cuenca del Área metropolitana de Bucaramanga

Son muy pocos los estudios que se han realizado para determinar el verdadero grado de contaminación y degradación de la Cuenca de la Quebrada Mensulí. En la realización de este Diagnóstico Ambiental se utilizó como fuente y material bibliográfico investigaciones y tesis de grado elaboradas por estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, así como estudios hechos por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diagnóstico ambiental de la zona de la cuenca de la Quebrada Mensulí con miras a su recuperación y manejo.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar información bibliográfica sobre la cuenca de la Quebrada Mensulí.
- Realizar visitas preliminares a las zonas, determinando el número de usuarios aportantes.
- Elaborar una ruta de identificación basada en la cartografía correspondiente.
- Clasificar los usuarios de acuerdo con el uso del suelo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CUENCA HIDROGRAFICA

Según el decreto 1729 de 2002, que reglamenta las cuencas hidrográficas, en su capítulo I, artículo 1, define cuenca como “áreas de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”¹. Más de la mitad de la población mundial utiliza el agua de estas cuencas para producir alimentos, generar electricidad y lo más importante, para consumo humano.

El descontrolado crecimiento demográfico, la deforestación, la minería, las prácticas agrícolas insostenibles, el calentamiento del planeta, el turismo y la urbanización, están ejerciendo un deterioro en las cuencas, poniendo en peligro el agua dulce del mundo.

El deterioro de estas importantes áreas, tanto río arriba como en las tierras bajas, causa muchos problemas al medio ambiente y a la población. El costo de este daño se percibe en la erosión del suelo, los deslizamientos, la disminución de la cantidad y la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad y graves desequilibrios ecológicos.

Uno de los principales obstáculos para el desarrollo sostenible es la degradación de las cuencas hidrográficas; por lo tanto, es necesario su ordenación y uso adecuado; es por ello, que en las últimas décadas se han establecido programas,

¹ Decreto 1729, Capítulo 1, Artículo 1 de 2002

planes y políticas de gobierno, que con llevan a mantener el equilibrio ecosistémico.

La promulgación de la Nueva Constitución Política Nacional en el año 1.991, repercute necesariamente en la creación del Ministerio del Medio Ambiente y Reordenación del Sector Público, encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, mediante la Ley 99/93.

A pesar que los fundamentos de la política ambiental colombiana no son específicos con relación a la gestión integral en cuencas hidrográficas, en las tres últimas Administraciones del Gobierno Nacional, estuvieron fundamentalmente dedicadas a la organización y consolidación del Sistema Nacional Ambiental – SINA, expidiendo el Decreto 1729/02 sobre ordenación de cuencas, modificando así el Decreto 2857/81 y fijando las pautas generales comprometidas en el numeral 12 del artículo 5 de la Ley 99/93².

Según este decreto, en el Capítulo II, Art. 4º, el ordenamiento de las cuencas hidrográficas es un proceso orientado a planificar el uso y manejo sostenible de los recursos renovables para mantener o restablecer el equilibrio entre aprovechamiento económico y conservación de la cuenca. Debido a esto, es importante el papel de las comunidades humanas que habitan las cuencas y desarrollan acciones dentro de ella, como son sus aspectos socioeconómicos y culturales, el sistema de servicios e infraestructura dentro de la cuenca, los asentamientos humanos masivos (poblados y ciudades) y las industrias, entre otros.

² IV Congreso Nacional De Cuencas Hidrográficas. Hacia una política para el manejo de cuencas hidrográficas en Colombia². David Humberto Ojeda Awad, Asesor de la Asociación de Autoridades Ambientales Regionales y Urbanas. Asocars

El ordenamiento de cuencas hidrográficas es una actividad que involucra elementos de ordenamiento territorial. Los planes de ordenamiento territorial (POT) de los municipios buscan regular la utilización, la transformación y la ocupación del espacio de acuerdo con estrategias de desarrollo socioeconómico, en armonía con el medio ambiente y con las tradiciones históricas y culturales. Los recursos naturales renovables están claramente vinculados al territorio regional y local.

En esta dirección, la planeación del uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables en una cuenca está directamente asociada con el ordenamiento del territorio y con el uso equitativo y racional del suelo.

2.1.1 Actividades agrícolas que afectan las cuencas. Las actividades ligadas a la actividad agrícola y que generan afectaciones al medio ambiente, son en síntesis las siguientes:

- **Apertura de áreas de cultivo en terrenos pendientes.** Debido al tipo de suelo que posee la Quebrada Mensulí, es necesario analizar la estabilidad de los terrenos ya que comúnmente se presentan deslizamientos causados por el mal uso del recurso, estos deslizamientos sumados al hecho de que la Quebrada transporta gran cantidad de sedimentos puede provocar deterioro en el Recurso Hídrico.

El uso de la quema como método de limpieza y la siembra en zonas de alta pendiente ocasionan deterioro en la zona.

La frecuencia de las actividades de manejo, principalmente el laboreo del suelo, y el menor tiempo para la renovación de cultivos, que permiten la exposición más frecuente del suelo a la erosión hídrica, son circunstancias que afectan la conservación de aguas y suelos. Aunque ello no es severo en los cultivos establecidos sobre colinas bajas de suaves y cortas pendientes. Sin embargo, lo

más perjudicial es la utilización de tierras que se deben proteger y conservar: como sucede en las partes altas de las cuencas hidrográficas, reservas de fauna y flora que anteriormente se mantenían como fuente de leña y madera, márgenes de los cursos de agua, laderas escarpadas aún inadecuadas para las labores de siembra, mantenimiento, cosecha, etc.

La ocupación de tales lugares bajo la forma de cultivo a libre exposición de que se hablaba antes, es sin duda el mayor impacto ambiental generado históricamente por la agricultura.

La apertura de áreas boscosas de ladera para destinarlas a cultivos en la mayor parte de la zona andina colombiana, tiene su justificación en la medida de que se trataba de incorporar tierras a la productividad agrícola, a la generación de divisas y subsistencia económica de muchos colombianos; pero la forma de cultivo a libre exposición donde no se garantizan medidas de conservación de suelos y aguas, sumada a la ocupación de terrenos impropios como las cabeceras de las cuencas, las márgenes de los cursos de agua y las zonas escarpadas, es la responsable de la pérdida de recursos boscosos, florísticos y faunísticos de gran importancia, de la erosión hídrica, en cárcavas y masal, de la sedimentación de cursos y cuerpos de agua, de la disminución de la fauna acuática y de la pérdida de la calidad del paisaje en las zonas agrícolas.

- **Ocupación de áreas hidrológicas de afluencia física.** Merece especial consideración el problema de la siembra en las vecindades de los cursos de agua. En una cuenca hidrográfica se presenta en mayor o menor proporción, dependiendo de su tamaño, de la geología, los suelos y de la fisiografía, la formación de almacenes subterráneos de agua llamados acuíferos superficiales. Allí se acumula el agua infiltrada, no retenida por el suelo, que llegó a la cuenca por precipitación pluvial.

Los acuíferos funcionan de tal manera que se expanden (aumentan el volumen almacenado de agua) en la medida en que sucesivas precipitaciones van infiltrando agua en el subsuelo. Cuando se presentan períodos de sequía, los llamados "veranos", el acuífero se contrae (disminuye el volumen almacenado) ya que no se produce la recarga y siempre están aportando agua para la formación de caudales de las corrientes.

Debido a la fuerza de gravedad de la Tierra, el acuífero se mantiene normalmente lleno en la vecindad de la corriente aunque se presenten lluvias o no y por lo tanto el nivel freático es muy superficial e incluso se presenta el encharcamiento del terreno; pero hacia la media ladera y hacia la parte alta más cercana a la divisoria de la cuenca, el acuífero es muy variable en su tamaño: el nivel freático se encuentra entre medianamente profundo hasta muy profundo y fluctúa bastante entre los períodos de sequía y lluvia.

Lo anterior se traduce en que el terreno adyacente a los cursos de agua, que se denominan "áreas variables de afluencia física", sea muy importante desde el punto de vista hidrológico. La vegetación natural que crece en tales lugares es distinta en composición florística y estructura a la que se encuentra en los demás terrenos de media ladera y de las partes altas de la cuenca; se le llama "vegetación de ribera" y es fácilmente distinguible a lo largo de todos los cursos de agua. Esta vegetación tiene una función hidrológica muy importante, cual es la protección de las márgenes de las corrientes contra la erosión lineal que produce el caudal, la regulación de la afluencia de escorrentía superficial y subsuperficial al canal, la retención de sedimentos y nutrientes que vienen desde las laderas y también de los agroquímicos que se pudieran estar utilizando en los cultivos.

Por las circunstancias que se discutieron en el numeral anterior, en el área de la cuenca varios cultivos se han establecido llegando hasta las márgenes de los cursos de agua o áreas variables de afluencia física, una vez se ha derribado la

vegetación de ribera. Esto se hace aún desconociendo las normas ambientales de ley que obligan al mantenimiento de franjas de retiro de cualquier actividad agrícola o pecuaria.

- **Uso del agua.** La siembra y cultivos según se han venido haciendo en Colombia requiere el empleo de volúmenes importantes de agua. En relación con el uso del agua hay dos problemas ambientales. El primero de ellos se relaciona con la planificación de los recursos hidráulicos en las zonas de cultivo y el segundo con la descarga de las aguas residuales provenientes de la zona agrícola a las corrientes de agua, contaminándolas.

No obstante la oferta ambiental de agua en las cuencas colombianas es abundante, las demandas para acueductos veredales, corregimentales y municipales vienen creciendo aceleradamente por causa del aumento poblacional; además cada día se adicionan nuevas demandas tales como generación hidroeléctrica, industriales y agroindustriales, usos recreacionales etc.

Desde los años 80 se han presentado cada vez con mayor fuerza, conflictos por el uso del agua en algunas regiones de Colombia, hasta el punto que han habido problemas por disponibilidad del recurso, lo que obligará a una planificación estricta del recurso hidráulico por parte de las autoridades ambientales.

Ligadas a lo anterior están las nuevas disposiciones ambientales, concretamente el Decreto 3100 de 2003 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece un sistema de tasas retributivas por la descarga de aguas con sustancias contaminantes que pagarían los usuarios, quedando a la autoridad ambiental la tarea de descontaminación.

En el plano teórico (la posibilidad de disminuir sensiblemente el consumo de agua por la adopción de una nueva tecnología eficiente en el uso del agua) y en el plano

legal (el Decreto 3100 de 2003 que establece tasas retributivas por el uso del agua), está la posibilidad real de ejercer un control sobre la contaminación de aguas en las cuencas hidrográficas; todo dependerá de la capacidad institucional de entes gubernamentales y de las autoridades ambientales para alcanzar éste propósito.

2.1.2 Planificación de Cuencas Hidrográficas. La teoría de la planificación moderna de cuencas hidrográficas se originó en Europa y Estados Unidos desde finales del siglo pasado como una actividad orientada estrictamente a la planificación de los recursos hidráulicos. Esto es absolutamente lógico por cuanto la cuenca hidrográfica es el escenario natural donde ocurren todos los procesos y transformaciones de la porción terrestre del ciclo hidrológico.

Al hacerse evidente que el uso y manejo del agua estaba estrechamente ligado al manejo de los recursos vegetación y suelo, y las actividades relacionadas con éstos como la agricultura y el pastoreo, se amplió el concepto hasta llegar a la "planificación integral de cuencas hidrográficas"; allí se consideraba también el papel de las comunidades humanas que habitan las cuencas y desarrollan acciones dentro de ella, sus aspectos socioeconómicos y culturales, el sistema de servicios e infraestructura dentro de la cuenca, los asentamientos humanos masivos (poblados y ciudades), las industrias, etc.

Al llegar a éste concepto ampliado se puede decir que la planificación de cuencas hidrográficas es una actividad que involucra elementos de la "planificación territorial", pero no son equivalentes. La planificación territorial no precisa del concepto restrictivo y limitante de la cuenca hidrográfica, ya que se puede planificar un territorio teniendo como base otra cualquiera de las entidades naturales o artificiales que el analista desee utilizar: una zona de vida, un paisaje fisiográfico, una unidad cartográfica de suelos, una jurisdicción territorial, etc.,

aunque también, obviamente, se puede emplear el territorio delimitado por una cuenca hidrográfica.

Por otra parte, la planificación territorial se concentra en la sectorización de un territorio para las acciones de ocupación humana: asentamientos, parques industriales, agroindustrias, actividades agropecuarias, áreas recreativas, etc., y sus interrelaciones funcionales mediante canales de comunicación, desarrollos infraestructurales y redes de servicios, de manera que el territorio en su conjunto funcione ordenada y eficientemente en un horizonte de planificación determinado.

En tanto que la planificación integral de cuencas hidrográficas se ocupa de la definición del uso y manejo de los recursos naturales renovables, sobre la base de un manejo tecnológico que garantice el desarrollo sostenible, maximizando o alcanzando niveles altos de beneficio económico, social y ambiental para las comunidades humanas involucradas. Los recursos naturales renovables considerados son el agua, la vegetación, la fauna silvestre, el suelo y el paisaje.

Aunque la planificación de cuencas hidrográficas propende por el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades humanas vinculadas con el territorio de una cuenca, no se debe confundir tampoco, como suele hacerse comúnmente, con programas de mejoramiento de vivienda, de salubridad, de educación, de pacificación social, de desarrollo agropecuario, etc., aunque no se descarta que pueda involucrar acciones de ese tipo.

La planificación de cuencas hidrográficas involucra dos actividades principales: la ordenación y el manejo. La ordenación consiste en la definición de las formas de intervención, aprovechamiento y utilización de los recursos naturales contenidos en una cuenca hidrográfica, y el manejo trata de los procedimientos operativos de ejecución de la ordenación, el seguimiento, el control y la evaluación.

Las fases para abordar un proceso de planificación son:

- **Diagnóstico.** Evaluación pormenorizada de los recursos naturales renovables de la cuenca, identificando sus cualidades, aptitudes y potencialidades; las formas de utilización histórica y actual; y los problemas ambientales y de sostenibilidad generados en su aprovechamiento. Se trata en síntesis de conocer el "escenario actual" existente en la cuenca hidrográfica.
- **Ordenación.** Conocido el escenario actual se proyecta un "escenario futuro deseable" al que se pretende llegar, en un horizonte de planificación definido, conforme a las potencialidades que presenten los recursos naturales renovables, a los niveles de desarrollo tecnológico disponibles por la sociedad que interviene la cuenca y las limitaciones sociales, económicas e infraestructurales. La ordenación se traduce en un plan que expresa, sobre la base de un nivel tecnológico prefijado, las orientaciones de intervención de los recursos en el espacio y tiempo.
- **Manejo.** Constituye la fase de diseño ingenieril para establecer las actividades, métodos, labores, recursos (humanos, logísticos y económicos), cronología, etc. para llevar a cabo la ordenación durante el horizonte de planificación especificado.
- **Evaluación.** Como en todo esfuerzo de planificación, se definen mecanismos permanentes de evaluación y seguimiento de la fase de manejo para retroalimentar el diagnóstico, redefinir la ordenación y modificar, si es del caso, la ingeniería del manejo.

La evaluación es un mecanismo para obtener información de gran fidelidad para hacerle ajustes al plan, corregir equivocaciones que se cometieron en el diagnóstico del escenario actual cuando no se tenía información completa y permite adaptaciones a los nuevos cambios sociales, económicos, tecnológicos,

etc. que puedan sucederse en el marco de la cuenca durante la ejecución. Los mecanismos de evaluación más comunes son los indicadores de gestión y de ejecución de obra.

Por las características y amplitud de los conocimientos científicos y tecnológicos que se precisan para abordar una tarea de planificación de cuencas hidrográficas, se requiere que el equipo de formulación cuente con el concurso de muy diversos tipos de profesionales, entre los que pueden estar los abogados, administradores, educadores, ingenieros forestales, hidrólogos, agrónomos, zootecnistas, ingenieros sanitarios, geólogos, etc.

La planificación de cuencas exige, además del propio equipo humano de formulación, el concurso de todos los actores que de cualquier manera se relacionen con la cuenca, entre los que se pueden identificar, las administraciones de los entes territoriales (departamento y municipio), las comunidades rurales, el sector industrial y agroindustrial, las autoridades ambientales, las empresas e instituciones del Estado y las organizaciones no gubernamentales y comunitarias.

El resultado final de un esfuerzo de planificación de cuencas hidrográficas que le corresponde al equipo humano de formulación, es un documento ilustrado que contiene el diagnóstico y todas las definiciones hechas sobre la ordenación, el manejo y la evaluación. A partir de allí la responsabilidad de la ejecución le corresponde a los entes que fueron identificados para tal propósito, que normalmente suelen ser las autoridades ambientales, los entes territoriales, las instituciones del Estado, el sector industrial y la comunidad, cada quién en la proporción y tareas que le sean propias.

Siempre es deseable que se adopte una gerencia operativa para la ejecución del plan, definida en el diseño del plan de manejo, para que coordine la participación de los diferentes actores y exija el cumplimiento de sus responsabilidades,

administre los recursos, contrate e intervenga obras, y en general, lidere todos los procesos para establecer la ordenación y el manejo tal como fueron concebidos.

La ausencia de una estructura gerencial puede hacer que el esfuerzo de planificación se pierda al no haber responsables directos, situación que es corriente en Colombia

La planificación de cuencas hidrográficas en la zona andina colombiana presenta muchas limitaciones para llevarse a cabo, que tienen origen en la estructura social y económica desarrollada hasta el momento. La más severa, es la estructura de la tenencia de la tierra que involucra una gran cantidad de campesinos residentes en las cuencas, propietarios de menos del 40% del territorio, en predios de tamaño entre 1 y 5 hectáreas. Este campesinado posee los más bajos niveles de ingreso y tienen incipientes niveles de tecnificación que se traducen en las menores productividades.

Están condicionados a ocupar los sectores más críticos ambientalmente de la cuenca (las cabeceras de las corrientes, las áreas más pendientes, las riberas de los cursos de agua) y tienen acceso restringido a los programas de educación, capacitación y demás de carácter asistencial. Es común que la mayor parte de sus ingresos provengan de la venta de la mano de obra más que de la productividad de sus predios.

Dadas las condiciones económicas de éste campesinado, se dificulta la incorporación de prácticas de conservación de suelos y aguas, la supresión de cultivos en áreas críticas de su propiedad y la imposición, por fuerza de ley, de la normatividad ambiental. Muestran una fuerte resistencia a la reconversión a otras formas agrarias productivas más adecuadas.

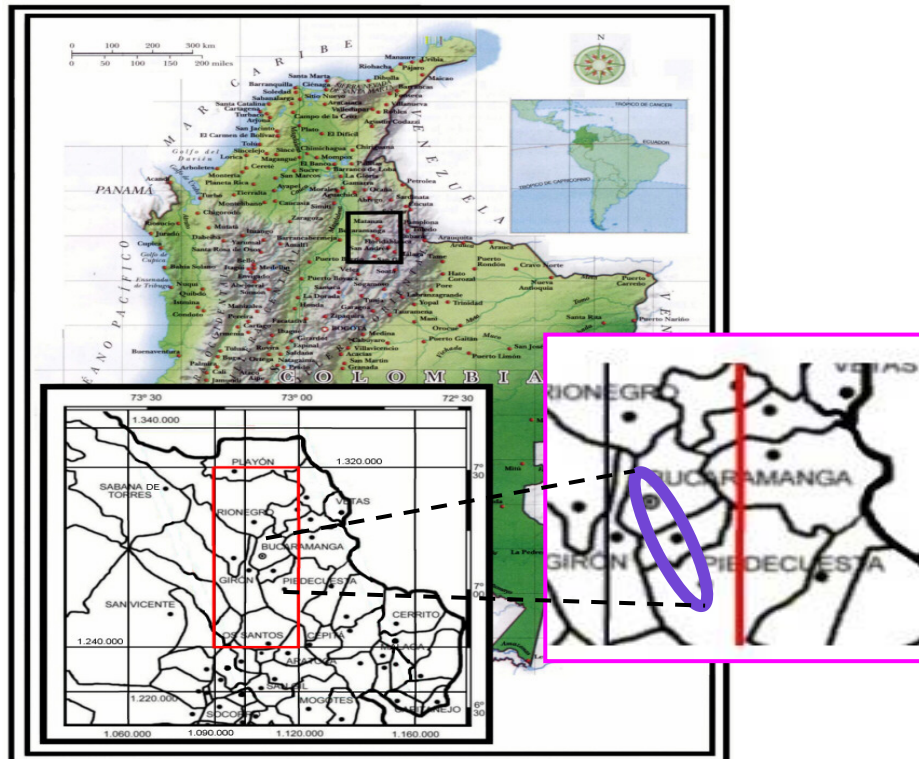
Con relación al sector de la población descrito, los planes de ordenación y manejo de cuencas deben considerar acciones importantes de educación y de carácter asistencial, incluyendo en éstos últimos, subsidios por la supresión de áreas agrícolas y la conservación ambiental.

3. DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA

3.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Cuenca de la Quebrada Mensulí esta ubicada en los Municipios de Piedecuesta y Floridablanca. Pertenece a la región Occidental del Macizo de Santander; y tiene un área de 69 Km². Su cauce recorre una parte de las veredas Mensulí, Guayana, Alto Mantilla, La Mata y desemboca cerca al anillo vial metros abajo del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de Río Frío en el Municipio de Floridablanca. En la figura 1 se ilustra la ubicación de la Microcuenca Mensulí.

Figura. 1. Ubicación de la Microcuenca Mensulí



Fuente: Estudio hidrológico de la Quebrada Mensulí hecho por la CDMB

3.1.1 Aspectos generales. La Quebrada Mensulí nace en el Alto de Mantilla, zona rural de Floridablanca y Piedecuesta en las coordenadas X: 1272500, Y: 1105500 a una altura de 2100 metros sobre nivel del mar (msnm), y desemboca en el margen izquierdo del Río Frío en las coordenadas X: 1272500, Y: 1104500 a una altura de 750 msnm. Limita por el occidente con el borde oriental de la mesa de Ruitoque, por el costado oriental limita con la falla de Bucaramanga, por el sur limita con el municipio de Piedecuesta y al norte con el casco urbano de Floridablanca.

Figura 2. Nacimiento de la Quebrada Mensulí



Fuente: El autor

La cuenca de la quebrada Mensulí hace parte de la microcuenca del Río Frío, que conforma la subcuenca del Río de Oro, que ha su vez hace parte de la cuenca del Río Lebrija.

3.2 CLIMATOLOGÍA

El objeto del estudio climático es conocer el comportamiento de los diferentes elementos que determinan las condiciones climáticas de la Cuenca Mensulí. Toda propiedad o condición de la atmósfera, cuyo conjunto define el estado físico del clima de un lugar dado para un periodo de tiempo determinado, es conocida con el nombre de elemento climático.

Los principales elementos del clima son: la presión atmosférica, la temperatura, la humedad, la dirección y velocidad del viento, la precipitación, el brillo solar y la nubosidad. Estos elementos se convierten en variables climatológicas cuando obtienen valores cuantitativos o cualitativos, producto de las mediciones o las observaciones. Con el análisis del comportamiento de estas variables en el tiempo y en el espacio, es posible hacer conclusiones sobre el clima actual y las fluctuaciones climáticas de diversa escala.

En climatología se utilizan los valores promedios para definir y comparar el clima. Para el análisis climático de la Cuenca Mensulí se tomaron como base principal las siguientes estaciones cercanas o ubicadas en la zona.

Tabla 1. Estaciones climáticas consultadas

NOMBRE	TIPO	SIMBOLO	ENTIDAD	ALTURA(MSNM)
El Rasgón	Climatológica Ordinaria	CO	CDMB	1.950
La Esperanza	Climatológica Ordinaria	CO	CDMB	1.020
PTAR	Climatológica Ordinaria	CO	CDMB	785

Fuente: CDMB.

3.2.1 Precipitación. La precipitación es uno de las características del clima más definitorio. Es también factor principal de control del ciclo hidrológico en una región. Los datos registrados de precipitación son de gran importancia para realizar un balance hidrológico climático.

En el caso particular de las estaciones Climatológicas ubicadas en la región, el movimiento de la zona de convergencia intertropical -ZCIT- es el factor que determina el régimen bimodal imperante en la zona. Adicionalmente, se presentan factores locales de mediana escala originados por la accidentalidad topográfica.

El régimen de lluvias registrado en la parte alta de la cuenca es definido por las estaciones El Rasgón y La Esperanza. Este régimen es de tipo bimodal, es decir, que se presentan dos temporadas lluviosas al año: la primera se extiende desde mediados de abril a mitad del mes de junio y la segunda de mitad de agosto hasta mediados de noviembre; durante el resto del año se observa dos períodos secos: el primero de diciembre a inicios de marzo y el segundo, menos severo, de junio a julio.

En la parte baja analizando la estación PTAR Río Frío, el régimen de lluvias para la zona también es de tipo bimodal, es decir, que se presentan dos temporadas lluviosas al año: la primera de mediados de marzo hasta mediados de mayo y la segunda de julio a mediados noviembre. Durante el resto del año se observa dos periodos secos, el primero de diciembre y a febrero y el segundo entre junio y julio.

3.2.2 Temperatura. El clima en la región es variado en la parte alta las temperaturas están relacionadas con el ambiente de muy frío, frío, parte media y baja calido y medio, influenciados por la altitud que determina la insolación terrestre. La zona intertropical es la que recibe mayor insolación por unidad de superficie, al incidir perpendicularmente sobre ella los rayos solares.

La temperatura media en la parte alta de la cuenca es de 16.8 °C. Los meses más fríos del año son noviembre, diciembre y enero. Esta temporada se caracteriza por un aumento de la insolación y disminución de la nubosidad diurna y nocturna, lo cual ocasiona pérdida de la radiación de onda larga que emite la superficie de la

tierra. La temperatura máxima promedio es de 22.5°C y la temperatura mínima promedio es de 8.3 °C.

La temperatura media en la estación CO PTAR, parte baja de la cuenca, es de 24.9 °C. Los meses mas fríos del año son diciembre y enero. La temperatura mínima promedio se obtuvo en febrero de 1986 con 21.6°C. La temperatura máxima promedio se obtuvo en abril de 1978 con 27.3°C. La temperatura máxima promedio es de 26.7°C y la temperatura mínima promedio es de 22.9°C.

3.2.3 Humedad del aire. El vapor de agua es uno de los gases atmosféricos que más variación presenta en el espacio y en el tiempo en cuanto a su cantidad en el aire. En efecto, el vapor llega al aire procedente de los mares y de las zonas húmedas de las tierras mediante la evaporación, y sale del aire por condensación y posterior precipitación.

La variación de la cantidad de vapor de agua contenido en el aire de la baja atmósfera está en función del tipo de suelo, de la época del año, de la temperatura ambiente y de otros factores que afectan al proceso de entrada (evaporación) y al de salida (condensación y precipitación).

La humedad relativa promedio para la Estación CO El Rasgón es de 83 %, con una oscilación promedio entre 79 % y 86 %. En la Estación Co La Esperanza es de 82 %, con una oscilación promedio entre 69 % y 90 %.

Según datos analizados en la Estación CO PTAR, la humedad relativa promedio para la cuenca es de 78%, con una oscilación promedio entre 76% y 79%.

3.2.4 Viento. A nivel local se producen vientos de origen casi exclusivamente térmico. Se produce un mayor calentamiento del aire en contacto con el suelo, al calentarse se dilata, pesa menos y tiende a elevarse, dejando un vacío que será

ocupado por el aire frío, mas pesado y con tendencia a descender. En la noche se produce un proceso inverso; el aire desciende de las montañas a los valles. (Brisas de valle y de montaña).

Vientos locales de carácter fuerte también son importantes por los efectos devastadores. En general en el trópico, estos factores tienen gran preponderancia en el aporte de humedad, en favorecer los movimientos verticales y en la formación de nubes convectivas, provocando chubascos o tormentas, particularmente en la tarde, los cuales pueden estar acompañados de vientos violentos de corta duración, cuyas velocidades pueden superar los 100 kph. Los ventarrones en la región son de origen espontáneo se presentan en los meses de julio y agosto.

3.2.5 Radiación solar. Es importante conocer la orientación de la cuenca, ya que esta determina la cantidad de sol que recibe durante el día y el ángulo de los rayos solares sobre la misma. Las cuencas con orientación N-S, es decir, aquellas cuyo cauce principal corre hacia el norte o hacia el sur, no reciben insolación uniforme en las dos vertientes durante todo el día; en cambio, las cuencas con orientación E-W reciben insolación en las dos vertientes durante todo el día, lo cual influye en la evaporación en forma diferente.

El promedio anual de Brillo solar en la Estación El Rasgón es de 1700 horas, para la Estación La Esperanza es de 1435.8 horas; en la Estación PTAR es de 2000 horas. En general los meses de noviembre, diciembre y enero presentan los mayores valores de brillo solar, debido a la disminución de la nubosidad.

3.3 GEOLOGÍA

La Cuenca de la Quebrada Mensulí se encuentra localizada dentro de uno de los sectores de la Cordillera Oriental más afectados por la tectónica regional.

En el Macizo de Santander se presentan fallas regionales menores de tipo normal, con dirección general hacia el Noreste, controlando algunos cursos de ríos que drenan el Macizo.

En la zona de Mesas, localizada al Oeste de la Falla de Bucaramanga, la actividad tectónica ha sido enmascarada por depósitos cuaternarios. En este sector la falla de Bucaramanga constituye la estructura tectónica más importante.

En general, la tectónica está determinada por una serie de fallas de gran longitud de tipo normal que muestran una dirección predominante NE- SW y NW-SE y que tienen asociadas fallas satélites en todas las direcciones al igual que una serie de lineamientos claramente apreciados y que se reflejan en el grado de fracturamiento de las rocas aflorantes.

3.3.1 Falla de Bucaramanga. Es uno de los accidentes más representativos del oriente y norte colombiano, ya que se extiende desde el norte del Departamento de Boyacá hasta Santa Marta incluso penetrando la plataforma continental con una longitud estimada de 550 Kms. Es una falla de desplazamiento de rumbo lateral izquierdo y localmente inversa, que forma la faja suroeste del Macizo de Santa Marta y el Macizo de Santander como lo indica Kellog J.N (1.984).

Este sistema de fallas con numerosas estructuras transversales y subparalelas, ha estado activa durante el pleistoceno, como lo constatan las evidencias de neotectónica sobre depósitos que han sido deformados, levantados y basculados, ubicados sobre los sectores de Pan de Azúcar, Lagos del Cacique y el Carrasco, hechos que corroboran la actividad posterior sobre la terraza de Bucaramanga, la cual es relativamente contemporánea con los depósitos que se encuentran en los valles de Guatiguará, Mensulí, Río de Oro y Quebrada Grande.

La actividad de la falla se hace manifiesta por la presencia de cerros alineados y lagos de origen estructural como es el caso de Pan de Azúcar, Morrórico, La Cumbre y los Lagos del Cacique. Morfológicamente, la Falla de Bucaramanga separa claramente el Macizo de Santander, la zona de mesas y cuestras y los valles intramontanos entre Piedecuesta y Floridablanca.

Sobre el flanco occidental del Macizo de Santander se observan fallas que corren subparalelas al trazo principal y que hacen parte del sistema, como en es caso de las Fallas de Umpalá, Río Lato, Sevilla, La Corcova y Río Perchiquéz. Estas han desplazado localmente el trazo de la Falla de Bucaramanga en sentido lateral derecho por los esfuerzos tensionales ocurridos durante su activación.

3.3.2 Falla de Ruitoque. Es una de las fallas que se presenta asociada a la zona de Mesas y Cuestas, con dirección N80°E y el bloque sur levantado, que corresponde a la zona del escarpe Norte de la Mesa de Ruitoque.

3.3.3 Falla Mariposa. Se localiza sobre la ladera oriental de la Mesa de Ruitoque, prolongándose hacia el Norte sobre los estratos de la Formación Girón que suprayacen el cuaternario del abanico de Bucaramanga.

3.4 ASPECTOS BIOTICOS

3.4.1 Formaciones vegetales. En la Cuenca de la Quebrada Mensulí se presentan las siguientes formaciones vegetales, que a continuación se presentan con sus características generales:

La Cuenca de la Quebrada Mensulí se encuentra en la cordillera oriental, la cual se a caracterizado por ser la más diversa del país ubicándose dentro de las siguientes zonas de vida las cuáles están basadas en los parámetros climáticos, bioclimáticos o simplemente biológicos, en clasificaciones propuestas por

Cuatrecasas (1958) y por Holdridge (1967) y la cordillera oriental la cual se ha caracterizado por ser la más adaptado por Espinal y Montenegro (1977), además a los ajustes del trabajo de campo.

- **Bosque húmedo Andino.** Contempla unidades bioclimáticas ubicadas entre los 1.800 msnm y los 2.200 msnm, localizado en la parte más alta de la cuenca, comprendiendo en su totalidad la vereda La Mata en el municipio de Piedecuesta y la vereda Alto de Mantilla en el municipio de Floridablanca.

Figura 3. Vegetación Bosque Húmedo Andino en el Alto de Mantilla



Fuente: El autor.

- **Bosque húmedo Subandino.** El bosque húmedo subandino contempla unidades bioclimáticas ubicadas entre los 1.000 msnm y los 1.800 msnm, localizado en la vereda Los Cauchos del municipio de Floridablanca.

Figura 4. Vegetación Bosque Húmedo Subandino



Fuente: El autor

- **Bosque Seco Basal-Tropical.** La formación de bosque seco basal-tropical en la cuenca contempla unidades bioclimaticas ubicadas entre 0 msnm hasta los 1.000 msnm, localizado en las veredas Valle de Ruitoque, vereda Casiano y vereda Río Frío en el municipio de Floridablanca.

Figura 5. Vegetación Bosque Seco Basal-Tropical



Fuente: El Autor

Tabla 2. Características de las formaciones vegetales.

FORMACIÓN VEGETAL	ALTITUD (msnm)	COBERTURA	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Bosque Seco Basal Tropical	0 – 1.000	Rastrojo Alto	Hacen parte del estrato superior las siguientes especies: Macanillo (<i>Mabea montana</i>), Tuno negro (<i>Blakea cf. andreana</i>) la jarilla (<i>Chromolaena scabra</i>), mulato (<i>Pollalesta sp</i>) arrayán (<i>Myrciaria sp</i>) ajicito (<i>N.n</i>). En cuanto a volumen por especie sobresale el Macanillo que además presenta el mayor número de ejemplares, seguido de zanca de diablo (<i>Miconia sp</i>). En cuanto a la abundancia, frecuencia y dominancia, es el Macanillo (<i>Mabea montana</i>), seguido de especies como la Paja puya (<i>Paspalum sp</i>) con 27.66%; el tuno negro (<i>Blakea cf.andreana</i>) y el zanca de diablo con el17.35%. La especie de mayor valor ecológico es el macanillo (<i>Mabea montana</i>) seguido de la paja puya (<i>Paspalum sp</i>), el tuno negro (<i>Blakea cf.andreana</i>).
Bosque húmedo subandino	1000 -1800	Bosques naturales secundarios	El macanillo (<i>Mabea montana</i>), es la especie con mayor número de individuos existen bejucos como el clavito (<i>Tetracera rotundifolia</i>), la especie conocida como Granizo (<i>Hedyosmum bomplandianum</i>) posee el mayor volumen, con un ejemplar el Pedro Hernández (<i>Toxicodendrom sp</i>). La especie dominante es el granizo (<i>Hedyosmum bomplandianum</i>) en cuanto a la abundancia es el macanillo (<i>Mabea montana</i>). La especie de mayor valor ecológico es el granizo (<i>Hedyosmum bomplandianum</i>) seguido del Pedro Hernández (<i>Toxicodendrom sp</i>) y el macanillo (<i>Mabea montana</i>)
Bosque Húmedo Andino	1800 -2500	Bosques naturales secundarios	Predomina el sangregao (<i>Croton funkianus</i>), seguido de san pablo (<i>Renealmia occidentalis</i>); el Otobo (<i>Dialyanthera Otoba</i>), la palma boba (<i>Trichipteris frigida(karts)</i>) la especie conocida como murillo (<i>Sapium sp</i>) posee el mayor volumen seguido del sangregao (<i>Croton funkianus</i>) el Otobo (<i>Dialyanthera otoba</i>) y la palma maclenque (<i>Nn sp</i>) poseen el mayor número de árboles, presenta la mayor dominancia, es el sangregao (<i>Croton funkianus</i>), en abundancia el Helecho espada (<i>Polypodium sp</i>), con relación a la frecuencia la palma boba (<i>Trichipteris frigida</i>). También hay presencia de diferentes tipos de musgo (Briofitas).

Fuente: CDMB.

En los últimos años debido a la acelerada expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca (Alto de Mantilla), las Briofitas, planta característica del bosque subandino y andino, ha disminuido notablemente. Otro factor que esta afectando a las Briofitas es el tráfico ilegal que estas sufren en época navideña, debido a su utilización en los tradicionales “pesebres”.

Las Briofitas cumplen un papel importante en la zona alta de la cuenca, funcionan como protector del suelo y regulador hídrico, retienen hasta 20 veces más su peso en agua obtenida de la lluvia y del rocío, la cual va liberando gradualmente aún en periodos de sequía, aportando agua a la Quebrada Mensulí.

3.4.2 Fauna. La cuenca presenta una diversa variedad de fauna, en especial en la zona comprendida entre el bosque húmedo subandino y el bosque húmedo andino. A continuación se presenta sus características:

Tabla 3. Características de la fauna

GRUPO	CARACTERISTICAS
<p style="text-align: center;">Peces</p>	<p>Se reporto el género <i>Pygidium</i> y una especie de la subfamilia Pigydiinae. Importante reportar la especie <i>Lebiasina pleurotaenia</i> conocido como pez Volador especie endémica de la región de Bucaramanga y Floridablanca. De la familia Poeciliidae se destaca la especie gupys (<i>Poecilia reticulata</i>) muy común en todos los afluentes de agua a lo largo de la cuenca.</p>
<p style="text-align: center;">Anfibios</p>	<p>A lo largo de las diferentes microcuencas del Río de Oro los anfibios se encuentra principalmente en micro hábitat asociados a ambientes húmedos a lo largo de sus formaciones vegetales, la conservación de algunas especies, dependen la conservación de los bosques nativos y su deforestación disminuye notablemente la variabilidad de estas especies como en el caso de la familia Hylidae, y Centronelidae. De la familia Bufonidae se reportaron las especies <i>Bufo typhonius</i> y <i>Bufo marinus</i>. De la Familia Leptodactylidae: en la cuenca se reporta uno solo género <i>Eleutherodactylus</i> la cual se encuentra en ramas bajas y a lo largo de las fuentes de agua dentro de la cuenca. De la familia Dendrobatidae El genero <i>Colostethus</i> es reportado para la cuenca con las especies <i>Colostethus palmatus</i> y <i>Colostethus spp1</i>.</p>

GRUPO	CARACTERISTICAS
Reptiles	De la familia Gekkonidae Se reporta el género <i>Hemidactylus</i> y <i>Gonates</i> . De la familia Tropicuridae Se reporta la especie <i>Ophriessoides erithrogaster</i> . De la familia Teiidae Es reportada por los habitantes de la zona y observada la especie <i>Ameiva ameiva</i> y la especie <i>Cnemidophorus lemniscatus</i> . De la familia Iguaniidae Se reporta la especie <i>Iguana iguana</i> Se encuentra las ramas de los árboles que crecen en las orillas de los ríos o quebradas de tierra caliente se reporta la especie <i>Leiocephalus spp</i> y el genero Basiliscos Se conocen comúnmente como cucuruchos, viven en las orillas de los ríos y suelen trepar por las ramas de los árboles ribereños. De la familia Colubridae se reporta <i>Atractus nigriventris</i> , <i>Chironius carinatus</i> , <i>Chironius fuscus</i> , <i>Erythrolamprus aesculapii</i> , <i>Erythrolamprus bizona</i> , <i>Liophis epinephelus</i> y <i>Sibon nebulata</i> . También se reporta <i>Micrurus dumerilii</i> Coral con bandas negras no en tríadas, <i>Micrurus mipartitus</i> conocida comúnmente como rabo de candela.

Fuente: CDMB.

Los pobladores afirman que han visto como la fauna se desplaza de una zona a otra, además en esta zona existen especies de gran tamaño que necesitan hábitos especiales y grandes zonas para su supervivencias. Por lo tanto sería de vital importancia la protección y conservación de los bosques secos tropicales, húmedos subandinos y húmedos andinos presentes en toda la cuenca, de lo contrario se puede aseverar que cada día algunas especies como tinajos (*Agouti paca*), saínos (*Tayasus spp*), armadillos (*Dasypus novemcinctus*), conejos (*Oryctolagus cuniculus*), ardillas (*Eutamias sibiricus*) , el Venado (*Odocoileus virginianus*) y el Oso de Anteojos (*Remarctos Ornatos*) entre otros que aun se encuentran en la zona, verán afectados sus habitas llevándolos a buscar otros territorios o incluso la muerte. La avifauna de la cuenca es muy diversidad y hermosa, sobresaliendo los azulejos, toches, colibríes y mirlas.

Amenazas. En la cuenca son varias las causas que han llevado a muchas especies de fauna silvestre a desaparecer y a otras, las ha expuesto a un alto riesgo y vulnerabilidad. La primera es la destrucción de su hábitat debida a la

expansión de actividades agrícolas, ganaderas y procesos de colonización, al consumo de leña, incendios forestales y construcción de obras civiles. Otra causa es la contaminación que se genera en la zona ya sea por residuos sólidos o por desechos propios de algunas agroindustrias como es el caso algunos galpones donde aún no tienen métodos o técnicas de control y desembocan todos sus desechos a las fuentes hídricas ocasionando la contaminación de estos y por lo tanto la migración o desaparición de las especies.

La caza indiscriminada es una de las actividades que tiene influencia en la pérdida de esta biodiversidad ya sea caza para utilizar las especies como alimento, con fines de venderlas o como objetos de trofeo para las casas.

Es de suma importancia analizar y detenerse a planear una estrategia para que estos aspectos que conllevan a la pérdida de la biodiversidad de la cuenca, siendo la culturización y capacitación la primera herramienta que se debe utilizar en este proceso; ya que la cuenca posee, aún un buen número de especies, dentro de las cuales algunas se encuentran en peligro de extinción y se encuentran en el libro rojo de Mamíferos de Colombia, como el caso del oso de anteojos (*Remarctos Ornatos*), en estado vulnerable como el venado (*Odocoileus virginianus*) y otras de preocupación menor casi amenazados como el caso del tinajo (*Agouti paca*) y la perezosa (*Barypus variegatus*), siendo por esto un área a la cual se le debe prestar una mayor.

3.5 RECURSO SUELO

Los suelos de la Cuenca de la Quebrada Mensulí se caracterizan por encontrarse en diferentes relieves y climas, así como por poseer una variada composición y textura, con diferentes coberturas y usos (Ver Anexos). No existen grandes zonas de cobertura y uso, sino parches de asociaciones de coberturas y usos, los cuales se hallan distribuidos o concentrados de acuerdo con las características

fisiográficas de la cuenca, de esta manera se pueden identificar 2 zonas que poseen suelos característicos.

3.5.1 Zona alta de la Cuenca. Sus suelos se localiza entre los 1.000 y 2.100 msnm, se caracteriza por tener pendientes muy empinadas a extremadamente empinadas (70 - 140%, >140%); son suelos derivados en su mayor parte de la meteorización del Neiss y de cuerpos ígneos intrusivos graníticos (cuarzomonzonita).

Las propiedades de los suelos de esta zona varían entre someros y profundos, de textura predominantemente areno - arcillo - gravosa de color pardo oscuro en la capa superior A (húmica) y en las restantes de color rojizo a amarillento bien drenados, con un pH casi neutro, la capacidad de intercambio iónico es media en la primera capa y baja en el resto del perfil, el contenido de bases totales es alto en el horizonte A y regular en los demás niveles; es pobre en carbón orgánico y fósforo asimilable. En esta zona se hallan los siguientes tipos de suelos:

- **Suelos de bosques.** Se ubican entre los 1.900 y 2.100 msnm en el Alto de Mantilla. En este sector predominan los suelos derivados de rocas ígneas intrusivas sobre los de origen néisico; su cobertura es de bosques secundarios de alta recuperación y su uso consiste en zonas de conservación y recarga hídrica.

- **Suelos de cultivos misceláneos y rastrojos altos.** Se localizan entre los 1.400 y 1900 msnm en las veredas Altos de Mantilla y Casiano en Floridablanca y La Mata de Piedecuesta. En esta zona la proporción entre los suelos néisicos y los graníticos es muy similar, las propiedades de estos suelos son muy semejantes a las de los anteriores pero son algo más profundos y han disminuido su capa húmica. Tienen cobertura de rastrojos altos y cultivos misceláneos de café, plátano, maíz, mora y hortalizas; el suelo es utilizado para producción agropecuaria, extracción de madera y expansión de la frontera agrícola. La

sustitución de la cobertura vegetal natural por cultivos introducidos los ha llevado a una etapa de agotamiento visible por la disminución o pérdida del horizonte A y por el surgimiento de fenómenos erosivos.

- **Suelos de cultivos misceláneos y rastrojos bajos.** Se localizan entre los 1.000 y 1.400 msnm en las veredas los cauchos y Mensuli. La cobertura de estos suelos es de cultivos misceláneos de café, plátano, yuca, maíz, hortalizas y frutales; el suelo es utilizado para producción agropecuaria, la cual se realiza de manera tradicional.

En esta zona se ha reemplazado la vegetación natural por cultivos introducidos, con predominio del cultivo limpio, afectando inclusive las áreas de protección de los cuerpos de aguas. A lo anterior se suma la construcción de vías de penetración en zonas de alta pendiente y de inestabilidad geológica, que están ocasionando el rápido deterioro del suelo. Estos suelos son los que evidencian mayor grado de agotamiento por la utilización de quemas periódicas y adecuación con azadón, lo cual ha contribuido a los fenómenos erosivos. Además son afectados por la expansión del área urbana sobre la rural.

Figura 6. Cambio de la cobertura vegetal por cultivos miscelaneos y rastrojos bajos en la zona alta de la cuenca.



Fuente: El autor

3.5.2 Zona media y baja de la cuenca. Se encuentra ubicada a lo largo de todo el valle de la quebrada Mensulí hasta su desembocadura con Río Frío, con una altura entre los 1000 y los 750 msnm. Se caracterizan por tener pendientes predominantemente planas a ligeramente onduladas (0-2%, 2-4%), son suelos derivados en su mayor parte de complejos aluvio - diluviales, con algunos afloramientos parciales de las formaciones Jordán y Girón.

Sus propiedades varían entre areno - arcillosas a gravosas, con textura predominantemente granular gruesa, de color rojizo a amarillento y de espesor variable entre 0.5 y 5 m aproximadamente, de regulares condiciones fisicomecánicas y baja fertilidad, con excepción de las planicies de inundación, las cuales son fertilizadas por las periódicas crecidas de ríos y quebradas. La cobertura y uso de esta zona es variada. Existen zonas urbanas, agropecuarias, rastrojos, vegetación de protección, eriales y recreacionales.

- **Zona urbana.** Está constituida por el área residencial y de servicios. Se aprecian algunos desarrollos sobre la autopista Bucaramanga - Floridablanca a la altura de Buenos Aires y en la zona de Floridablanca - Girón. También hay presencia de familia desplazadas por la violencia ubicadas en las orillas de la quebrada, prueba de esto es el lote de desplazados ubicado cerca al barrio la Paz, en la zona de Floribablanca-Girón.
- **Zona industrial.** El municipio de Floridablanca no cuenta con una zona industrial formalmente constituida; sin embargo se aprecian algunas industrias sobre la autopista Piedecuesta – Floridablanca como PLATACERO, Estación de servicio San Pedro, Estación de Servicio la casa del Transportador, LAVCO, AVINSA S.A, Mac Pollo, Estación de servicio Aranzoque y el TIGER MARKET.
- **Zona agropecuaria.** Se extiende a lo largo del valle de la quebrada Mensulí y parte del valle del Río Frío. La cobertura de estas zonas se emplea en cultivos misceláneos (yuca, maíz, hortalizas y frutales), rastrojos bajos y pastos y su uso está dedicado principalmente a la actividad agropecuaria avícola, porcina y ganadera (zona baja de la cuenca). La tendencia de estas zonas es al cambio de uso del suelo a tipo recreacional e institucional de baja densidad (centros recreacionales, universidades y colegios), especialmente en el sector medio de la cuenca (sede Copetran-Mc Pollo).
- **Zonas de recreación.** Son generalmente áreas verdes cubiertas de árboles, pastos y lagos; su uso está orientado a la recreación masiva y pueden ser de carácter público o privado. Entre éstas se encuentran las sedes recreacionales de Copetran, Cajasan y Comfenalco.

Figura 7. Zona agropecuaria con tendencia al cambio de uso del suelo a tipo recreacional e institucional en la zona media y baja de la cuenca.



Fuente : (CER, UIS, 1998).

3.6 RECURSO HIDRICO

La Quebrada Mensuli posee un caudal promedio de 0.40 l/s y cuenta con area de influencia aproximada de 3.658 hectareas. Sus principales afluentes son las quebradas Paramito, Palmichal, Guayana, la Cascada y la Ronda. Generalmente las aguas de la quebrada se utilizan para actividades agropecuarias y para abastecer acueductos veredales en la zona alta de la cuenca.

La fisiografía ocasiona dos comportamientos diferentes en la Quebrada Mensuli; uno de bajos caudales y altas energías, con formación de cascadas, hacia la zona alta de la cuenca por efecto de la pendiente en el Macizo; y otro de corrientes más caudalosas de menor energía en el valle de la quebrada, en el sector medio y bajo de la cuenca.

En el paso de corriente de un sistema al otro se presenta la zona de descarga donde se deposita la mayor parte del material que es arrastrado desde el Macizo. Este aspecto debe ser tenido en cuenta debido a las amenazas como riesgos por inundación y flujo de escombros durante las épocas invernales.

3.6.1 Usos del recurso hídrico. El agua en la zona alta de la cuenca se utiliza para el consumo humano, riego de cultivos y como cuerpo receptor de residuos líquidos de diferentes aportantes. El agua se toma sin concesión en 3 acueductos veredales por medio de mangueras, siendo 70 familias las que se abastecen de la quebrada.

En la zona media y baja, las aguas ya no son aptas para el consumo humano, procesamiento de alimentos u otras actividades que implique contacto con el agua, debido a las actividades antrópicas del sector. Las aguas se destinan a los usos agropecuarios ya sea en sistemas de riego o en suministro para los animales, para la extracción de arena en algunos sectores y como vías de evacuación de residuos sólidos y líquidos (avicolas, humanos, industriales y porquerizas), lo cual genera focos de contaminación en las aguas. Algunos asentamientos de desplazados ubicados en el sector de Buenos Aires, municipio de Floridablanca, utilizan el agua de la quebrada para satisfacer sus necesidades básicas: consumo doméstico, preparación de alimentos y aseo. Esto puede provocar graves problemas de salud en la población desplazada.

Figura 8. Familias desplazadas por la violencia en el Sector Buenos Aires



Fuente: El Autor

3.6.2 Vertimientos contaminantes del recurso hídrico. Las consecuencias de la intervención del hombre sobre los procesos del ciclo hidrológico y sobre el medio ambiente son cada día más severas, este hecho está causando la desaparición acelerada de las corrientes superficiales y la consecuente demanda y escasez del recurso agua. Si a estos factores se les suma la reducción de los bosques por la expansión de las fronteras agrícolas, la utilización de técnicas agropecuarias inapropiadas y el mal manejo de residuos sólidos y líquidos, se tendrá una reducción drástica en el volumen y calidad del agua requerida en un futuro inmediato. La Cuenca de la Quebrada Mensuli esta siendo afectada básicamente en tres áreas desde su nacimiento hasta su desembocadura:

- **Zona alta de la cuenca.** Se caracteriza por ser zona boscosa donde se lleva a cabo el proceso de condensación e infiltración que origina las zonas de acumulación de agua. Esta zona esta siendo afectada por vertimientos de tipo agroindustrial, debido a la utilización de pesticidas y fungicidas como alternativa de mejora de cultivos lo que ocasiona deterioro de la quebrada desde su nacimiento.

De otra parte, hay presencia de vertimientos de tipo doméstico provenientes de las casas campesinas del sector.

Figura 9. Zona alta de la cuenca afectada por vertimientos Agroindustriales y domesticos



Fuente: El autor

- **Zona media de la cuenca.** Esta área es la de mayor grado de afectación, ya que recorre gran parte de la autopista Piedecuesta-Bucaramanga, desde la sede de Copetran hasta la zona conocida como “Papi Quiero Piña”, donde es utilizada como vía de vertimiento de aguas residuales de tipo:

Doméstico: Proveniente de los asentamientos humanos, restaurantes y centros de recreación que existen en la zona como sede la sede recreacional Cajasan, condominio Mensulí, condominio Montearroyo, restaurante Mensuli, restaurante Morichal, restaurante el Pomarroso, Universidad Pontificia Bolivariana, sede recreacional Comfenalco, zona residencial plaza de toros vista hermosa, restaurante caracolí y el estadio de futbol Alvaro Gomez.

Figura 10. Area de Vertimientos en el Restaurante Mensulí



Fuente: El autor

Industrial: Provenientes de PLATACERO, Estación de servicio SAN PEDRO, Estación de Servicio la casa del Transportador, industrias LAVCO, AVINSA S.A, MacPollo, Estación de servicio Aranzoque, TIGER MARKET y la Empresa Licorera de Santander.

Figura 11. Zona de Vertimientos de Mc Pollo



Fuente: El autor

Figura 12. Zona de Vertimiento de la Estación de Servicio San Pedro



Fuente: El autor

Estos vertimientos que afectan la zona media de la cuenca siendo ambientalmente controlados, ya que estas industrias poseen sistemas de tratamiento de aguas residuales aprobados por la CDMB. Estas empresas, aunque presentan autodeclaración de vertimientos, no están comprometidas con una reducción específica de la contaminación.

Porcícola y Avícola: Provenientes de sitios como las fincas El Limonar, Villa Marina y La Esperanza. Además en esta zona la quebrada Mensuli recibe las aguas de sus principales confluencias como lo son las quebradas Paramito, Palmichal y Guayana, cuerpos de aguas contaminados por vertimientos avícolas, porcícolas y domésticos, especialmente la quebradas Paramito y Palmichal.

Figura 13. Desembocadura Quebrada Paramito



Fuente: El autor

Figura 14. Desembocadura Quebrada Palmichal



Fuente: El autor

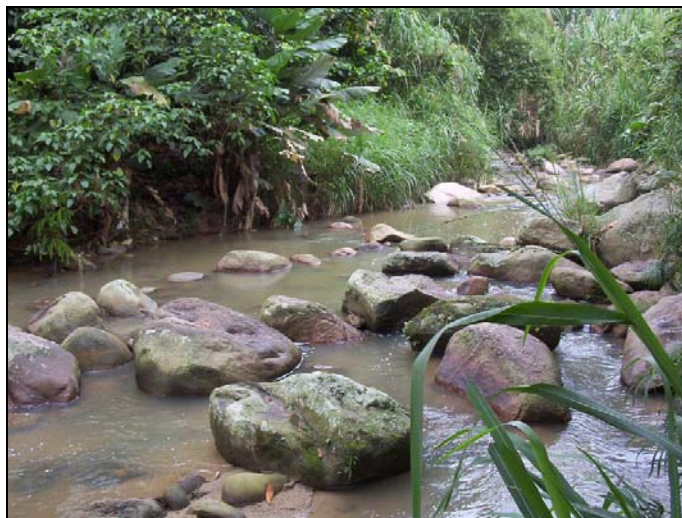
Figura 15. Desembocadura Quebrada Guayana



Fuente: El autor

- **Zona baja de la cuenca.** En esta zona hace parte de la vereda Río Frío del municipio de Floridablanca, en la cual la Quebrada Mensulí ingresa al valle del Río Frío, desde el sitio conocido como Papi Quiero Piña hasta su desembocadura con este, muy cerca de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales PTAR-Río Frío.

Figura 16. Metros atrás de la confluencia con Río Frío



Fuente: El autor

Se presentan los siguientes tipos de vertimientos:

Avícola y Porcícola: El uso del suelo en esta zona esta dedicado principalmente a la actividad agropecuaria avícola, porcina y ganadera, por eso, los vertimientos en esta zona son en su mayoría avícolas y porcícolas.

Domésticos: Proviene de las fincas agropecuarias presentes en la zona y de un asentamiento de desplazados ubicados cerca al barrio La Paz, en el municipio de Floridablanca.

Figura 17. Paso de la Quebrada Mensulí por el sector de Desplazados.



Fuente: El autor

En la zona baja de la cuenca el número de vertimientos disminuye notablemente en comparación con los presentados en la zona media. Ya que no hay presencia de vertimientos industriales.

3.6.3 Calidad del agua. Para determinar la calidad del agua de la Cuenca Mensulí se utilizaron los índices de calidad de agua físico-químicos ICA e ICO, así como el índice biológico BMWP/Col, los cuales se aplicaron en estaciones de

monitoreo ubicadas a lo largo de la toda la cuenca. Con base en estos índices se elaboró el Mapa de Calidad del Agua de la Cuenca de la Quebrada Mensulí identificando los principales vertimientos(ver anexos).

- **Índice de Calidad de Agua (ICA).** La Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) es la autoridad ambiental encargada de evaluar las condiciones físico - químicas de las aguas de la Quebrada Mensulí. Para esta labor a establecido los siguientes puntos de monitoreo:

Tabla 4. Puntos actuales de monitoreo de la CDMB sobre la Quebrada Mensulí.

Punto m	Ubicación	Altitud(m)
MS-05	Localizado antes de las descargas realizadas por los establecimientos ubicados sobre la autopista Piedecuesta – Floridablanca (PLATACERO).	1.038
AZ-07	Antes del paso de la Quebrada Mensulí por el área urbana de Floridablanca, después de la estación de servicio TIGER MARKET.	937
AZ-1A	Punto final de control, antes de la confluencia con el Río Frío, aguas abajo de PTAR.	750

Fuente: CDMB Reporte Coordinación de Seguimiento y Monitoreo Ambiental.

La CDMB evalúa la calidad de las corrientes de agua del Área Metropolitana de Bucaramanga mediante el Índice de Calidad de Agua (ICA). Este índice de Calidad del Agua está determinado por 9 parámetros que son el Oxígeno Disuelto, Demanda Biológica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, pH y Temperatura, a los cuales se les asigna un valor de acuerdo a las gráficas de calidad respectiva, que está dentro del rango de 0-100.

La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5. Significancia del índice de calidad del agua ICA

Intervalo de calidad	Calidad	Color
80 – 100	Optima	
52 – 79	Buena	
37 – 51	Dudosa	
20 – 36	Inadecuada	
0 – 19	Pésima	

Fuente: CDMB.

Los principales parámetros físico - químicos tomados por la CDMB en los puntos de aforo son: oxígeno disuelto (OD mg / l), demanda bioquímica de oxígeno (DBO mg / l), número más probable de coliformes fecales (NMP), índice de turbidez (NTU) y sólidos en suspensión (mg / l).




Tabla 6. Parámetros físico - químicos de la Quebrada Mensulí

Punto m	Oxígeno disuelto (mg / l)	DBO (mg / l)	Coliformes fecales (NMP)	Turbidez (NTU)	Sólidos en suspensión (mg / l)
MS-05	6 – 7.8	1.3 – 2.2	0.23 – 54.31	0 – 42	0- 45
AZ-07	5.4 – 7	2.3 – 3.1	0 – 35	2 – 55	0.8 - 2.6
AZ-1A	6.4 – 7.8	1.3 – 2.2	0 – 65	3 – 35	1 – 35

Fuente: CDMB. Muestreros realizados de febrero a noviembre de 2007.

A continuación se presenta el ICA promedio obtenido durante el año 2007 en los puntos de monitoreos ubicados en la Quebrada Mensulí.

Tabla 7. ICA promedio Quebrada Mensulí

Punto	Promedio 2007	Calidad	Color
MS-05(ZONA ALTA DE LA CUENCA)	69	Buena	
AZ-07(ZONA MEDIA DE LA CUENCA)	45	Dudosa	
AZ-1A(ZONA BAJA DE LA CUENCA)	52	Buena	

Fuente: El autor

El comportamiento del índice de calidad del agua en los diferentes puntos de muestreo, que tiene ubicada la red de monitoreo de la CDMB fue el siguiente: en el punto de muestreo MS-05 ubicado cerca de PLATACERO, el ICA es bueno; esto se debe a que en este punto de muestreo las aguas de la quebrada vienen de la zona alta de la cuenca en donde no se presentan mayores actividades antrópicas que deterioren la calidad del agua. Los parámetros fisicoquímicos (ver Tabla 6) se comportan de la siguiente forma: El Oxígeno disuelto presenta valores cercanos al porcentaje de saturación, lo que se relaciona directamente con las condiciones topográficas del terreno y con la velocidad de la corriente lo que genera un flujo turbulento, que permite mayor difusión del oxígeno presente en el aire. Los valores de la DBO no son muy altos y según el RAS 2000 (Titulo C) están dentro de lo establecido para una fuente de calidad aceptable (1 - 3 mg /L). Los Coliformes Totales no sobre pasan los 50 NMP/100ml que es lo que estipula el RAS 2000 para una fuente de calidad aceptable. Esta presencia de coliformes se debe a las descargas de aguas residuales que realizan los campesinos en la zona alta de la cuenca .La turbidez registrada se encuentra dentro del rango característico de fuentes de calidad aceptable.

Se hace la aclaración que después de este tramo de la quebrada, empiezan a aparecer vertimientos (industriales, domésticos, Porcícolas y Avícolas) directos sobre el recurso hídrico, acusados por los establecimientos que están ubicados a las orillas del cuerpo de agua en estudio.

Ahora, el ICA le asignó un grado calidad dudosa al punto de muestreo AZ-07, ubicado en el cruce sobre la autopista Floridablanca – Piedecuesta, después del TIGER MARKET; esto evidencia que la composición del agua en este sector de la Quebrada, esta siendo afectado por las descargas de las aguas residuales provenientes de las actividades industriales, domesticas, recreativas y agropecuarias, que tienen lugar a lo largo de la zona media de la cuenca. Las características fisicoquímicas del agua cambian, el OD disminuye un poco pero

sigue manteniéndose en un buen nivel (mayor a 4 mg /L), los valores de la DBO aumenta situando la calidad de la fuente en regular o deficiente según el RAS 2000(Título C). La presencia de coliformes se mantiene y la turbiedad aumenta, lo que es normal en fuentes con calidad regular.





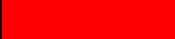
Por otro lado los resultados del ICA en el punto AZ-1A, ubicado metros antes de la confluencia con Río Frío, están demostrando que en esta parte de la quebrada hay una recuperación; La calidad del agua en este punto es buena debido a que durante el recorrido del agua por la zona baja de la cuenca disminuye notablemente los vertimiento de aguas residuales, permitiendo una autopurificación de la quebrada. Respecto a las características fisicoquímicas, el OD aumenta, la DBO y la Turbiedad disminuyen, situando nuevamente la calidad de la fuente en aceptable.

- **Índice Biológico BMWP/Col.** Ahora, con el fin de realizar un análisis más profundo sobre la calidad del agua de la Quebrada Mensulí, se presentan a continuación los resultados obtenidos en un estudio biológico realizado a lo largo de toda la cuenca de la Quebrada Mensulí por un grupo de estudiantes de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga en el año 2006. En este estudio se utilizó el método biológico BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party) para determinar la calidad de agua del sistema lótico estudiado, por medio de la clasificación taxonómica de la fauna bentónica (macroinvertebrados) hasta un nivel de familia.

Los datos que se obtienen son de carácter cualitativo (presencia o ausencia de taxones) y a cada familia se le asigna un puntaje, que va desde 1 a 10, según el rango de tolerancia a los cambios en las condiciones fisicoquímicas y biológicas del medio. Entre más alto sea el puntaje obtenido, menor adaptabilidad presentan los organismos a los cambios en las condiciones que ofrece su biotopo donde se desarrollan.

La sumatoria de todos los puntajes obtenidos por las diferentes familias encontradas en el muestreo, nos van determinar el juicio valorativo de las estaciones a las cuales se les esta realizando el estudio, como se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Clases de calidad de agua, valores BMWP/COL

Clase	Calidad	BMWP/col	Significado	Color
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy critica	<15	fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldan, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. p.32

Para la determinación de las áreas de muestreo se realizó un reconocimiento preliminar a lo largo de la Quebrada Mensulí. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de las diferentes áreas fueron:

- Ubicación geográfica, debido a que las condiciones fisicoquímicas, biológicas y las actividades antrópicas cambian con los diferentes rangos altitudinales que se presentan en la zona de estudio.
- Actividades socioeconómicas desarrolladas alrededor de la Quebrada de Mensulí, las cuales se relacionan directamente con los vertimientos sobre el cuerpo de agua, las intervenciones de su cause y remociones de la cobertura vegetal.
- Por otra parte se tuvieron en cuenta las principales confluencias de la Quebrada Mensulí; ubicadas en la parte media de la cuenca. Y son las siguientes: la Quebrada Paramito (CON-P), Quebrada Palmichal (CON-PAL) y Quebrada Guayana (CON-G). Esto se hizo con la finalidad de determinar, la

calidad del agua de estas quebradas y de observar los aportes de nutrientes y de materia orgánica que están realizando estas sobre la Quebrada Mensulí.

Tabla 9. Estaciones de muestreo

ESTACIONES DE MUESTREO		
ESTACIÓN	IDENTIFICACIÓN PUNTO	LOCALIZACIÓN
1	Quebrada Mensulí QM-1	Nacimiento de la Quebrada Mensulí (alto de mantilla)
2	Quebrada Mensulí QM-2	Vereda alto de Mensulí
3	Quebrada Mensulí QM-3	500 metros arriba de la sede recreativa de Copetran (Bocatoma)
4	Quebrada Mensulí QM-4	Detrás del Restaurante Mensulí
5	Quebrada Paramito CON-P	Después del Restaurante Mensulí y Morichal
6	Quebrada Mensulí QM-5	Estación de servicios San Pedro
7	Quebrada Palmichal CON-PAL	Antes de la Universidad Pontificia Bolivariana
8	Quebrada Mensulí QM-6	En la Universidad Pontificia Bolivariana
9	Quebrada Guayana CON-G	Metros antes del estadio Álvaro Gómez Hurtado
10	Quebrada Mensulí QM-7	En el estadio Álvaro Gómez Hurtado
11	Quebrada Mensulí QM-8	Detrás de la empresa avícola Mac pollo
12	Quebrada Mensulí QM-9	Detrás del barrio la paz en el municipio de Floridablanca
13	Quebrada Mensulí QM-10	Metros antes de la confluencia con Río Frío

Fuente: El autor

Las estaciones QM-1 y QM-2 se ubicaron en la zona alta de la cuenca, la estaciones QM-3 hasta la QM-9 se ubicaron en la zona media de la cuenca, incluyendo las desembocaduras de las quebradas Paramito (CON-P), Palmichal (CON-PAL) y Guayana (CON-G). Finalmente las 2 últimas estaciones (QM-9 y QM-10) se ubicaron en la zona baja de la cuenca.







Este estudio biológico se realizó durante el transcurso del año 2005 hasta terminar a comienzos del año 2006. Las clases de calidad de las aguas en las estaciones de monitoreo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Calidad del agua en las estaciones según valores del BMWP/COL

Estaciones		Periodos(meses)				
		AGO-SEP 2005	OCT-NOV 2005	ENERO 2006	FEBRERO 2006	MARZO 2006
Cuenca Alta	QM-1	123	119	130	125	115
	QM-2	125	115	118	114	118
Cuenca Media	QM-3	100	70	90	87	75
	QM-4	57	31	51	46	60
	CON-P	26	14	21	20	18
	QM-5	35	15	31	30	23
	CON-PAL	72	65	65	60	70
	QM-6	27	18	34	26	29
	CON-G	28	17	24	26	23
	QM-7	22	14	26	21	20
Cuenca Baja	QM-8	25	15	18	20	17
	QM-9	36	20	32	37	34
	QM-10	40	26	46	62	38

Fuente: El autor

Tabla 11. Índice BMWP/Col promedio Cuenca Quebrada Mensulí

Punto	Calidad del Agua	Color	
ZONA ALTA DE LA CUENCA	Muy Limpia - Ligeramente contaminada		
ZONA MEDIA DE LA CUENCA	Moderadamente - Muy contaminada		
ZONA BAJA DE LA CUENCA	Moderadamente - Ligeramente contaminada		

Fuente: El autor.

Los resultados de la Tabla 10 y 11 dejan ver claramente que el índice BMWP/Col en las estaciones QM-1 y QM-2 mantiene un comportamiento constante en el transcurso de los monitoreos, obteniendo una calificación de aguas muy limpias producto de la gran diversidad de taxones, que se presenta en este tramo de la quebrada. Esto indica que la calidad del agua en la parte alta de la cuenca es de muy buena calidad debido a que las actividades antrópicas de la zona que pueden alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio, todavía no superan la capacidad homeostática del ecosistema.

Al descender la quebrada hasta su zona media, las condiciones organolépticas, físicas, químicas y biológicas empiezan a cambiar notablemente. En la estación QM-3 los puntajes del índice BMWP/Col empiezan a disminuir, su calificación es de aguas ligeramente contaminadas, esto se debe a que los vertimientos de aguas residuales realizados en la zona alta de la cuenca logran romper el equilibrio del ecosistema afectando la calidad de agua.

Durante su recorrido por toda la zona media, en la autopista Piedecuesta-Floridablanca, la quebrada recibe un sin número de vertimientos disminuyendo de manera notoria los puntajes del índice BMWP/Col, como lo demuestra los resultados obtenidos en las estaciones QM-4 hasta la QM-8, las cuales se encuentran ubicadas en la parte media de la cuenca. La quebrada empieza a recibir descargas de aguas residuales (domesticas, industriales, avícolas y porcícolas) principalmente a su paso por los siguientes sitios ordenados de sur a

norte: PLATACERO, Restaurante Mensulí, Restaurante Morichal, desembocadura de la quebrada paramito, Estación de servicio San Pedro, Restaurante Pomarroso, Estación de Servicio la casa del transportador, Universidad Pontificia Bolivariana, Restaurante don lucho, Avinsa, COMFENALCO, Industrias Lavco, desembocadura quebrada Guayana, Restaurante Caracoli, Mc pollo y Tiger Market. Todos estos aspectos contaminan las aguas de la quebrada dejándola con una calidad de aguas muy contaminadas según los resultados del índice BMWP/Col. Los vertederos ubicados en las estaciones de servicio San Pedro y la casa del transportador, las industrias avícolas AVINSA y Mc Pollo, son las fuentes de contaminación que tienen un mayor grado de afectación sobre la calidad del agua de la quebrada, debido a su gran aporte de materia orgánica, grasas, detergentes y aceites. Las quebradas Paramito y Guayana en sus desembocaduras con la quebrada Mensulí presentan una elevada contaminación de sus aguas, el índice BMWP/Col les otorga una calidad de aguas muy contaminadas. Su elevada contaminación radica en que estos afluentes en su parte alta son utilizados como vías de evacuación de aguas residuales con una gran carga de materia orgánica, provenientes de fincas (avícolas y porcícolas) y condominios ubicados en sus alrededores. La Quebrada Palmichal en su desembocadura con la quebrada Mensulí posee aguas de una calidad aceptable (aguas ligeramente contaminadas) que ayudan en la dilución de la materia orgánica contenida en la quebrada Mensulí, mejorando un poco la calidad del agua.

A pesar de la evidente contaminación de las aguas que se presenta en la zona media de la cuenca, la topografía del sector permite una notoria recuperación de la calidad de las aguas cuando estas avanzan hacia la zona baja de la cuenca. En las estaciones QM-9 (ubicada detrás del barrio la paz) y QM-10 (antes de la desembocadura con Río Frió) aumentan los valores del índice BMWP/Col respecto a las estaciones anteriores, indicando una calidad de aguas moderadamente contaminadas. Esto se debe a que en esta parte de la Quebrada, disminuyen los vertimientos realizados sobre el recurso, no hay extracciones de

arena que estén afectando la morfología del cauce y la cobertura vegetal presenta una recuperación.

- **Índices de Contaminación (ICO).** Con el fin de poder establecer una comparación entre las variables fisicoquímicas y biológicas, y realizar una evaluación adecuada de la calidad del agua de la Quebrada Mensulí; se aplicaron los índices de contaminación por materia orgánica ICOMO conformado por demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, y el índice de contaminación trófico ICOTRO el cual se calcula con base en la concentración de fósforo total, a los datos suministrados por la red de monitoreo de calidad del agua de la CDMB; la cual tiene ubicados tres puntos de muestro sobre la Quebrada Mensulí.

Los ICO reflejan nula o baja contaminación cuando son próximos a cero y alta polución en la medida que se aproxima a uno. Sus rangos están consignados en la tabla 12.

Tabla 12. Significancia de los índices de contaminación ICO

ICO	Contaminación	Color
0 - 0,2	Ninguna	Blue
> 0,2 - 0,4	Baja	Green
> 0,4 - 0,6	Media	Yellow
> 0,6 - 0,8	Alta	Orange
> 0,8 - 1	Muy alta	Red

Fuente: Ramírez, Restrepo y Viña (1997).

Punto de muestreo MS-05 Platacero (Cuenca Alta). Localizado antes de las descargas realizadas por los establecimientos ubicados sobre la autopista Piedecuesta – Floridablanca; A una altura de 1018 msnm. En la tabla 30 están impresos los resultados de los parámetros evaluados por la red de monitoreo de la

CDMB, que se tuvieron en cuenta para el calculo del índice de contaminación trófica y el índice de contaminación por materia orgánica.

Tabla 13. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo MS-05

PARAMETROS	UNIDADES	MESES				
		AGOS	SEPT	OCT	NOV	FEB
OD	mg de O ₂ / L	7,3	7,8	7,2	7,8	6
DBO5	mg de O ₂ / L	2,2	2	1,3	8,8	1,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	160000	240000	160000	240000	54000
ICOMO		0,34	0,33	0,34	0,53	0,406
FOSFORO TOTAL	mgP/l	0,12	0,25	0,14	0,12	0,14
ICOTRO		eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico

Fuente: Red de monitoreo de calidad del agua de la CDMB.

Punto de muestreo AZ- 07 (Cuenca Media). Localizado en el cruce de la Quebrada Mensulí sobre la autopista Floridablanca – Piedecuesta. A una altura de 937msnm. Los resultados de este punto de monitoreo están consignados en la tabla 14.

Tabla14. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo AZ- 07

PARAMETROS	UNIDADES	MESES				
		AGOS	SEPT	OCT	NOV	FEB
OD	mg de O ₂ / L	6,8	6,8	6,9	7	5,4
DBO5	mg de O ₂ / L	11	8,8	4,2	4,6	3,6
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	160000	160000	54000	35000	54000
ICOMO		0,58	0,56	0,49	0,49	0,54
FOSFORO TOTAL	mgP/l	0,34	0,27	0,4	0,22	0,42
ICOTRO		eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico

Fuente: Red de monitoreo de calidad del agua de la CDMB.

Punto de muestreo AZ-1A (Cuenca Baja). Ubicado antes de la confluencia con Río Frío, a una altura de 750msnm. En la tabla 15 están los valores de las variables de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO.

Tabla 15. Resultados de los parámetros evaluados para el calculo de los ICO en el punto de muestreo AZ- 07

PARAMETROS	UNIDADES	MESES				
		AGOS	SEPT	OCT	NOV	FEB
OD	mg de O ₂ / L	7,3	6,9	7,1	7,8	6,4
DBO5	mg de O ₂ / L	2,2	1,3	1,3	1,4	1,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	240000	160000	240000	54000	160000
ICOMO		0,4	0,37	0,36	0,035	0,4
FOSFORO TOTAL	mgP/l	0,28	0,57	0,2	0,28	0,24
ICOTRO		eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico	eutrófico

Fuente: Red de monitoreo de calidad del agua de la CDMB.

Tabla 16. ICOMO promedio Cuenca Quebrada Mensulí

Punto	Calidad del Agua	Color	
ZONA ALTA DE LA CUENCA	Contaminación baja-media		
ZONA MEDIA DE LA CUENCA	Contaminación media		
ZONA BAJA DE LA CUENCA	Contaminación baja		

Fuente: El autor

Con el objetivo de evaluar los efectos de la contaminación por materia orgánica, en el recurso hídrico estudiado; se le aplicó el índice ICOMO a los resultados obtenidos, por la red de monitoreo de la CDMB. Se hace la aclaración de que el índice ICOMO, solo tiene en cuenta tres variables, que cuando actúan en conjunto recogen los distintos efectos de la contaminación orgánica en los ecosistemas lóticos; y son las siguientes: porcentaje de saturación Oxígeno, DBO5 y Coliformes Totales.

El comportamiento del índice de contaminación por materia orgánica, en los diferentes puntos de muestreo, que tiene ubicada la red de monitoreo de la CDMB; fue el siguiente: en el punto de muestreo MS-05 ubicado cerca de Platacero, el índice ICOMO presenta una calificación baja a media (ver tabla 13). Se hace la aclaración de que en este tramo de la quebrada, empiezan a parecer vertimientos domésticos y agroindustriales directos sobre el recurso hídrico, acusados por las fincas que están ubicados a las orillas del cuerpo de agua en estudio. Ahora el índice ICOMO, le asigno un grado medio de contaminación al punto de muestreo AZ-07, ubicado en el cruce sobre la autopista Floridablanca – Piedecuesta (ver tabla 14); esto evidencia que la composición del agua en este sector de la Quebrada, esta siendo afectado por las descargas de las aguas negras, que realizan los establecimientos y viviendas pertenecientes a esta zona. Por otro lado los resultados del ICOMO en el punto AZ-1A, ubicado metros antes de la confluencia con Río Frío (ver tabla 15), están demostrando que en esta parte de la quebrada hay una recuperación; El grado de contaminación del agua en este tramo del cuerpo de agua es bajo, esto se debe a que en esta zona no hay viviendas y establecimientos que realicen sus vertimientos sobre el recurso hídrico.

Ahora si hacemos un análisis general de las tres variables que conforman el índice por contaminación orgánica; se podrá observar que variables como el Oxígeno disuelto y la DBO5, no presentan mayores fluctuaciones en los diferentes monitoreos y en la mayoría de los casos están dentro de lo establecido por el RAS 2000, para una fuente de calidad aceptable. Esto se debe al caudal y a las condiciones topográficas, que hacen que se generen una buena difusión del oxígeno en el agua. A diferencia de los Coliformes Totales (ver tabla 13 , tabla 14 y tabla 15) que sobre pasan los 50 NMP/100ml; que es lo que estipula el RAS 2000 para una fuente de calidad aceptable, esto se debe a todas las descargas de las aguas residuales que realizan los establecimientos y viviendas ubicados a las orillas de la quebrada.

Por otra parte los resultados obtenidos para el índice por contaminación trófica: ICOTRO en los diferentes puntos de muestreo (registrados en la tabla 13, 14 y 15) son constantes; dándole un calificativo de eutrófico al ecosistema. Esto es debido a todas las actividades socioeconómicas, que rodean la parte baja de la Quebrada Mensulí, las cuales aportan una gran cantidad de nutrientes, para ser más específicos de fósforo, por el uso de detergentes, los cuales contienen grandes cantidades de fósforo aumentando el contenido de fosfatos en las aguas residuales domesticas y produciendo una condición nociva en ecosistema estudiado.

CONCLUSIONES

Los problemas más severos que presenta el recurso suelo de la cuenca están relacionados con la degradación de la cobertura vegetal, la erosión y la intervención del hombre con prácticas agrícolas inapropiadas (la tala y quema indiscriminada de bosques y el uso de cultivos limpios en zonas de alta pendiente) sobre áreas susceptibles.

El recurso hídrico esta afectado por las numerosas captaciones sin control y su uso como vía de evacuación aguas residuales de tipo domestico, industrial, avícola y porcícola, como consecuencia de la falta de programas de saneamiento básico rural.

Los vertederos ubicados en las estaciones de servicio San Pedro y la casa del transportador, las industrias avícolas AVINSA y Mc Pollo, son las fuentes de contaminación que tienen un mayor grado de afectación sobre la calidad del agua de la quebrada, debido a su gran aporte de materia orgánica, grasas, detergentes y aceites.

El agua de la quebrada Mensulí en su zona mas alta es de buena calidad, son aguas muy limpias, conforme esta desciende hacia su zona media disminuye su calidad debido a las actividades antrópicas del sector; ya en su zona media sus aguas son moderadamente contaminadas, y en algunos sectores son aguas muy contaminadas, debido al aumento de vertimientos con una gran cantidad de carga orgánica; en su zona baja las aguas de la quebrada son moderadamente limpias, esta notable recuperación se debe a la disminución de vertimientos lo que permite una autopurificación de la quebrada.

En las áreas de producción agrícola de la cuenca se están presentando procesos erosivos por la degradación de suelos producto de técnicas agrícolas inapropiadas y la deforestación de las márgenes del cauce de la quebrada, favoreciendo el arrastre de los suelos por las aguas de escorrentía; estos procesos de remoción en masa en estas áreas son deslizamientos que están relacionados con la intervención del hombre mediante la tala de árboles en la ribera de la quebrada y la desestabilización de laderas por medio de vías de penetración.

La expansión de la frontera agrícola en la zona alta de la cuenca, reduce significativamente el área de infiltración y aumenta la escorrentía superficial, lo cual ocasiona erosión, deslizamientos y obstrucción de los cauces.

Desde el punto de vista de formaciones vegetales cabe resaltar, que solo se encuentran en la zona de alta de la cuenca, donde se encuentra la formación andina y un reducto de subandina; en las otra dos zonas (media y baja) no se presenta formaciones definidas, pues son áreas que han sufrido alteraciones de su cobertura vegetal por cultivos convencionales o la construcción de vivienda.

Actualmente la cuenca de la quebrada Mensulí presenta una transformación acelerada de la cobertura vegetal debido a la expansión de la frontera agrícola para el establecimiento de cultivos a pequeña escala como café, plátano, arveja, pepino cohombro, entre otros; esta expansión causa la pérdida paulatina de la vegetación por las quemas o talas selectivas, que dejan el suelo expuesto en algunos casos a procesos erosivos, y provocan sedimentación o reducción en los caudales de cuerpos de agua que irrigan la zona.

La deforestación de los bosques en la zona alta de la cuenca pone cada vez más en peligro su función protectora; la apertura de carreteras en sitios inestables sin una adecuada planificación también contribuye con la pérdida de la capa vegetal, al igual que estimula la colonización espontánea y no controlada a lo largo y ancho

de su trayectoria y de sus zonas de influencia, lo cual genera procesos de deforestación al interior de los bosques andinos.

La cuenca de la quebrada Mensulí ha sufrido una fuerte intervención por la actividad antrópica, que le ha dado un nuevo uso al suelo, es decir se han talado grandes extensiones de bosques; que han quedado reducidos actualmente a unas pequeñas manchas en diferentes puntos estratégicos. Esto ha obligado a la utilización del suelo para expandir la frontera agroindustrial, común en los últimos años.

Las zonas media y baja de la cuenca muestran un estado ecológico aceptable, presenta procesos antrópicos por la implantación de cultivos de subsistencia e industrias a pequeña escala; este es un bioma que se encuentra prácticamente acabado, debido a que esta vegetación es alterada de forma rápida; el cambio de la vegetación natural se debe a la expansión de la vivienda urbana y de la frontera agrícola.

La fauna y flora de la cuenca se ve cada día más amenazada por la disminución de los hábitats naturales y la presión antrópica ejercida en los últimos años, ya sea por el crecimiento urbano o por el cambio de usos del suelo, es decir el paso de bosques naturales a un sistema netamente de agricultura; esto ha obligado al desplazamiento de la fauna a lugares que les ofrezcan alimento y refugio y que cada día se reducen; esto es posiblemente lo que ha puesto en peligro de extinción algunas especies y ha llevado a otras a la fuga hacia otros terrenos.

La falta de ejecución de las políticas existentes de manejo y control sobre los recursos naturales, por parte de la CDMB y las autoridades de los Municipios de Piedecuesta y Floridablanca han permitido que ocurran hechos como la pérdida de la cobertura vegetal por la tala o quema para la expansión de la frontera agrícola,

perdida la diversidad biológica por la alteración y fragmentación de los ecosistemas naturales.

RECOMENDACIONES

Es importante que los municipios de Floridablanca y Piedecuesta lideren junto con las CDMB, la empresa privada y la comunidad en general, programas de educación ambiental orientados a la conservación y protección de los recursos naturales, mediante la utilización de tecnologías menos contaminantes, y concientización ciudadana de la preservación del medio ambiente como factor determinante en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector.

Proteger las áreas de acumulación del recurso hídrico y los riachuelos, que se refiere principalmente a las áreas boscosas localizadas en la parte alta de la cuenca y a los corredores de vegetación que protegen los cauces; estos terrenos deberán ser adquiridos por los municipios o por la CDMB, para su recuperación, conservación y manejo.

BIBLIOGRAFIA

ALBA-TERCEDOR, J. Macroinvertebrados acuáticos y la calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA), 1996. Almería 2: p. 203-213.

AVILES, G. Aplicación de los métodos biológicos para la determinación de la calidad de las aguas. Rev. Ingeniería Civil (86), 1999. P.125-130.

Bioindicación de la calidad del agua de la quebrada Mensulí utilizando el método BMWP/Col. ARISMENDI EDWIN, GUTIERREZ JUAN GABRIEL.2006

Decreto 1729, Capítulo 1, Artículo 1 de 2002

DOMINGUEZ, G. Aspectos del ambiente físico-químico del río Chaguana: un primer paso en el uso de los Macroinvertebrados bentónicos en la evaluación de su calidad de agua. 2005. Revista tecnológica ESPOL Vol. 18, N 1, p. 127-134.

FIGUEROA, Ricardo. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. VI Jornadas del CONAPHI-CHILE, 2005, p. 1-24.

FLOREZ, Mara. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del estero Peu Peu comuna de Lautaro IX región de la Araucanía, 2004, Trabajo de grado (Licenciado en recursos naturales). Universidad Católica de Temuco. Facultad de ciencias.

INGA-SOLÍS, R.1, Regalado, S.1 y Rivera, J.1 Diagnóstico ambiental de la cuenca alta y media del río Bulubulu y subcuenca del río Capulí.

JARAMILLO LONDOÑO, Juan Carlos. V Seminario de Desarrollo sostenible y Medio Ambiente, Universidad Industrial de Santander. Evaluación de las comunidades de plantas acuáticas y macroinvertebrados asociados y su relación con la calidad del agua en un embalse tropical en tierras bajas. Enero 1999 – Mayo 2001

LINARES, E. L. y J. Uribe - Meléndez Libro rojo de briófitas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. . 2002.

RODRIGO MAHECHA, Jose Vicente; TRUJILLO, Fernando. Libro rojo de briófitas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. . 2006.

Plan de ordenamiento Territorial de Floridablanca 2000 – 2009 Componente Rural.

Plan de ordenamiento Territorial de Floridablanca 2000 – 2009 Subsistema Físico Biotico.

PLAN DE ORDENACION Y MANEJO AMBIENTAL SUBCUENCA RIO DE ORO, GRUPO DE PLANIFICACION ORDENAMIENTO AMBIENTAL TERRITORIAL POAT, CDMB, 2007

QUINTERO Claudia, 2002 Diagnostico y evaluación de los vertimientos en la quebrada Mensulí.

RAMIREZ, G; RESTREPO, Ricardo y CARDEÑOZA, M. Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulaciones. 1999. p. 89-99.

RAMIREZ, G; RESTREPO, Ricardo y VIÑA, G. Cuatro Índices de contaminación para caracterización de aguas continentales y vertimientos. Formulaciones y aplicación, 1997. p. 135-153.

RAMIREZ, G y VIÑA, G. Limnología Colombiana. Panamericana, Colombia. 1998. p.3-127.

RESTREPO, Ricardo y RAMIREZ A. Programas de monitoreo sobre aguas continentales para la evaluación de impactos ambientales por vertimientos, 1999.

ROLDÁN, G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia, uso del método BMWP/Col. 2003

_____. Fundamentos de limnología neotropical. Ed. Universidad de Antioquia. 1992. 150 p.

SCHWAB Glenn et al. Ingeniería de Conservación de suelos y aguas. Editorial Noriega-Limusa. Ed 1. 1990. pp 17-67.

SANCHEZ, A. Biomonitorio de ríos en la gestión de cuencas. IX Congreso Nacional de irrigación, Mexico, 1999. p 65-71

SAWYER, C. y McCarty, P. Química para ingeniería ambiental. Mc Graw Hill. 2000. p. 556-595.

SEGNINI, Samuel. El uso de los Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. 2003. ECOTROPICOS 16(2): p.45-63.

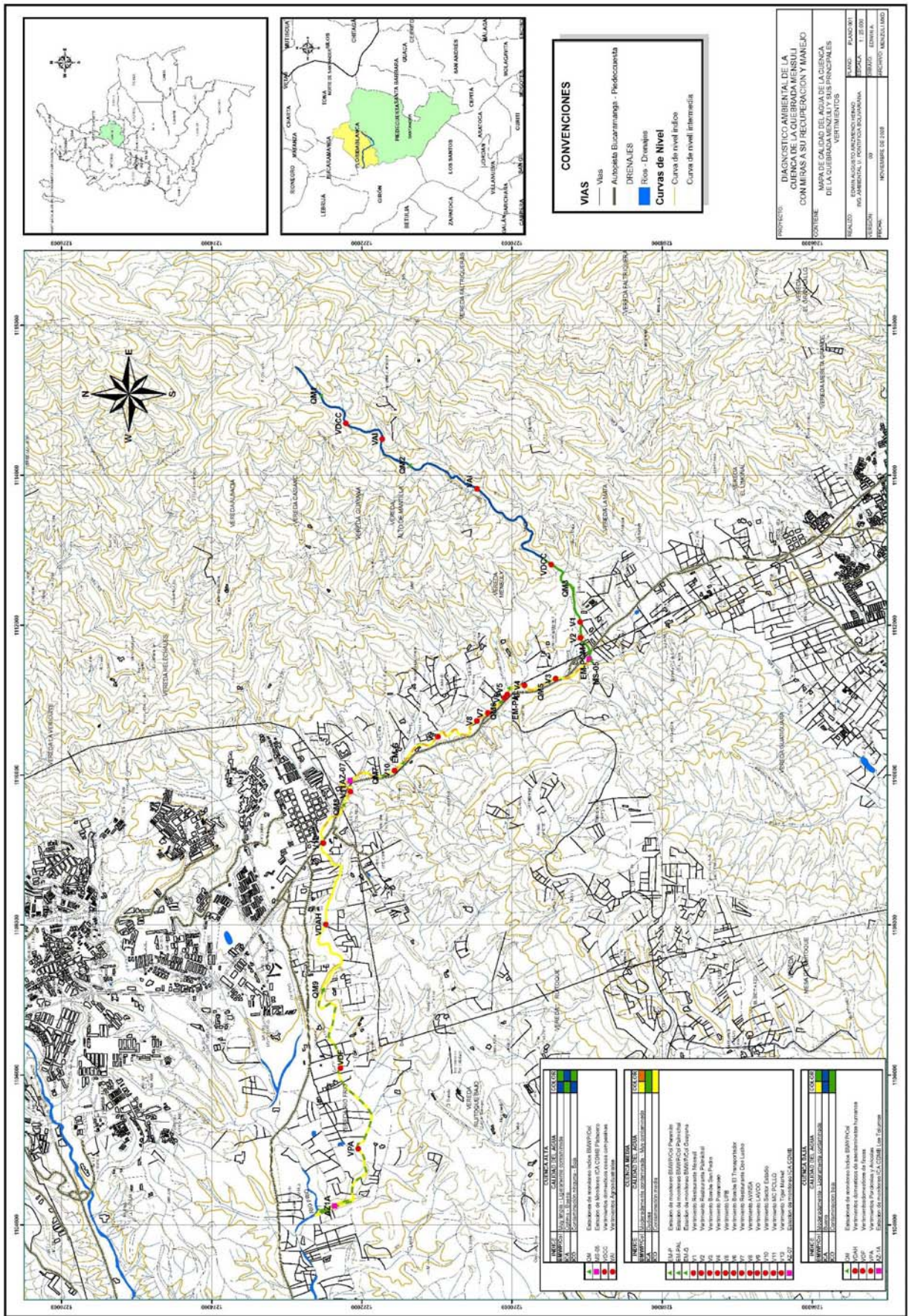
SOANEZ, Mariano et al. Medio Ambiente en la opinión pública. Ediciones Mundi-prensa. Ed 1.1997. pp 138.

WEBGRAFÍA

<http://www.cdmb.gov.co>

ANEXOS

Anexo A. Mapa De calidad del agua de la cuenca de la quebrada Mensulí y sus principales vertimientos



B. Mapa uso y cobertura vegetal actual del suelo de la Cuenca de la Quebrada Mensulí

**PLAN DE
ORDENAMIENTO
TERRITORIAL
MUNICIPIO DE
FLORIDABLANCA**



ALCALDIA DE
FLORIDABLANCA
Dr. LIS EDUARDO RODRIGUEZ PINZON



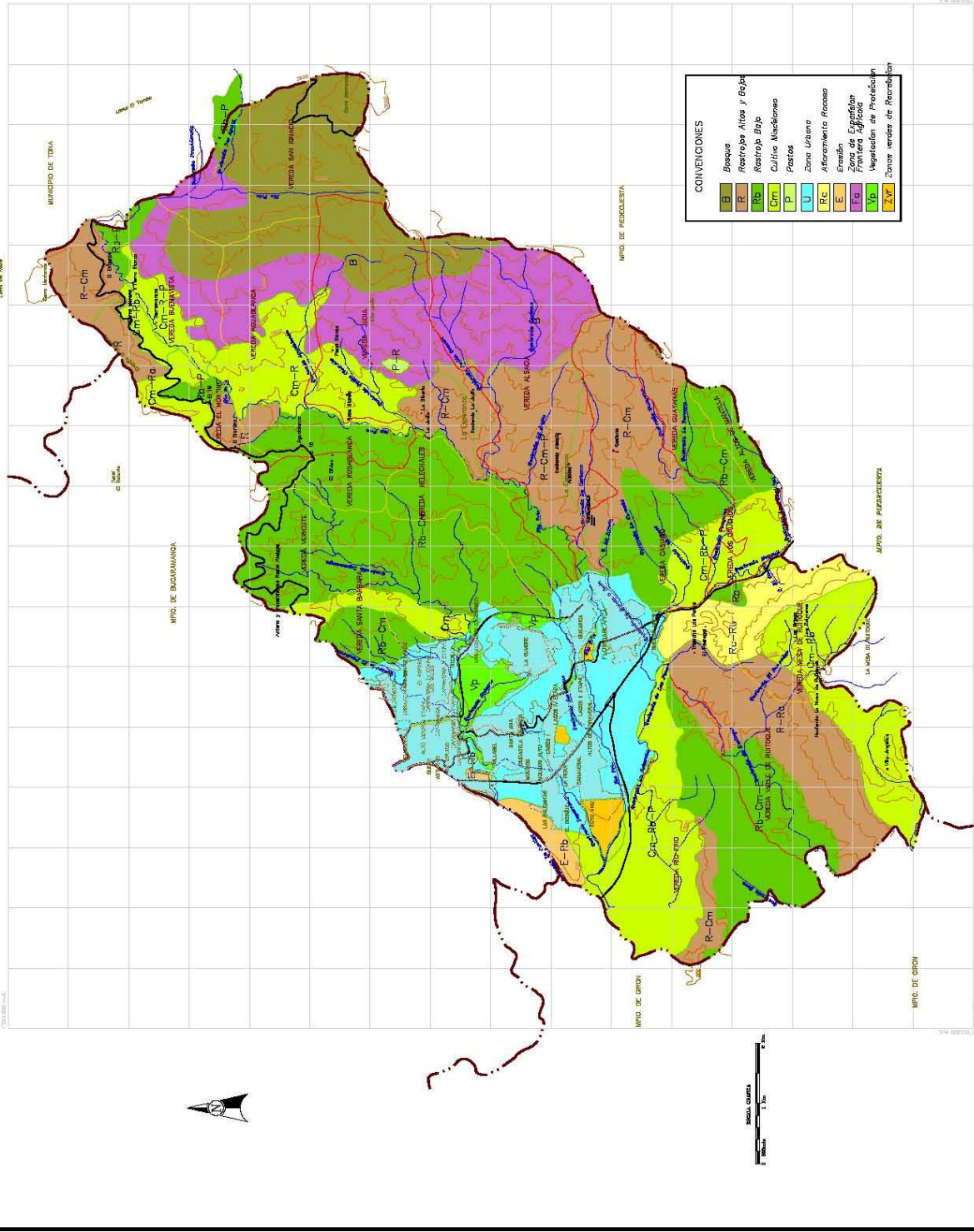
UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL
DE SANTANDER
RECTOR:
Dr. MIGUEL JOSE PHILLA GUTIERREZ



CENTRO DE
ESTUDIOS
REGIONALES
DIRECTOR:
Dr. AHUADO ANTONIO GUDIERRE RINCON
INTERINSTITUCIONAL:
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECRETARIA DE EDUCACION
CLASES DE GRUPO SIG:
Código de Clasificación SIG:
BÁSICO: ROBINSON CALINDO T.

**MAPA DE
USO Y COBERTURA
VEGETAL ACTUAL
DEL SUELO**

GRUPO CER-SIG	MAPA SIG-DWIG
1:25.000	13
AGOSTO, 2000	5



CONVENCIONES

B	Bosque
R	Restrepo Alto y Bajo
Rb	Restrepo Bpp
Cm	Cultivos Mixtos
P	Pantanos
U	Zona Urbana
EC	Affirmación Razono
E	Ermita
FR	Frontal de Protección
ZP	Zona verde de Protección



02031800-0001

1302000-0001

Anexo C. Mapa de Veredas IGAC y segregados

**PLAN DE
ORDENAMIENTO
TERRITORIAL
MUNICIPIO DE
FLORIDABLANCA**



ALCALDIA DE
FLORIDABLANCA
ALCALDE:
DR. LUIS ENRIQUE RODRIGUEZ PINZON



UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL
DE SANTANDER
RECTOR:
DR. MIGUEL JOSE PIELLA GUTIERREZ



CENTRO DE
ESTUDIOS
REGIONALES
COORDINADOR:
DR. AMADO ANTONIO GUERRERO RINCON
INTERVALERIA:
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
SECRETARIA DE PLANEACION

ELABORADO POR:
AQUILINO FALD ADELDO GARCIA

**MAPA DE
VEREDAS IGAC
Y SEGREGADOS**

GRUPO CER-SIG	CER-IGAC
MAPA 1.3D.DWG	
Escala	1:25.000
Fecha	13 AGOSTO, 2000

