

4.2.3.1. SISTEMA HIDROGRAFICO MUNICIPIO DE BARRANCABERMEJA

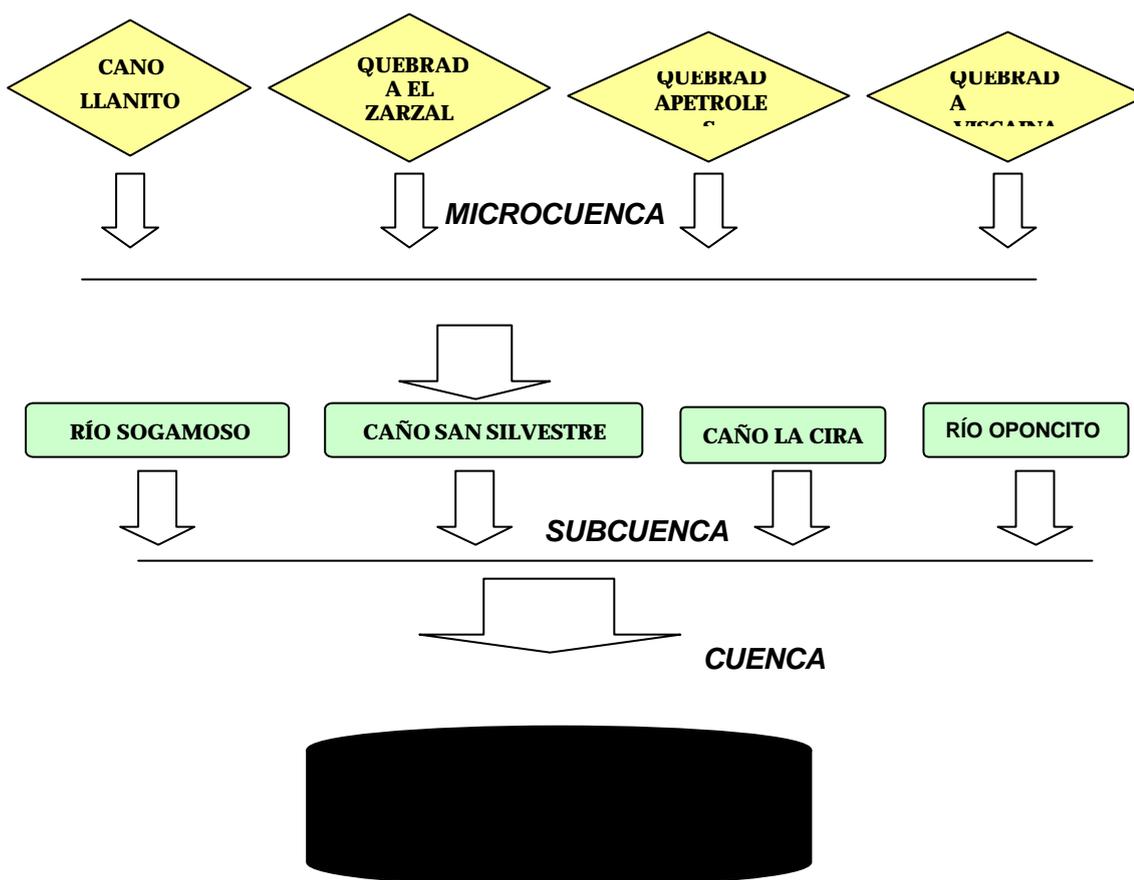


Figura 20. Jerarquización de las cuencas localizadas en la jurisdicción del municipio de Barrancabermeja.

Ancho Promedio: Se halla dividiendo el área de la cuenca por su longitud axial.

Forma: Característica que define la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde su origen hasta su desembocadura.

Factor de forma: Expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca, indicando la tendencia hacia las crecidas, a factores de forma bajos menor susceptibilidad a la ocurrencia de crecidas

Coeficiente de Compacidad: Surge de la relación de la cuenca con un círculo de igual perímetro, complementa al factor de forma y clasifica las cuencas de acuerdo a su redondez y alargamiento.

Índice de Alargamiento: Se obtiene de relacionar la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor, medido perpendicularmente a la dimensión anterior, un índice pequeño indica una cuenca poco alargada y su forma se asemeja a la de un cuadrado.

Índice de Homogeneidad: Se obtiene de relacionar el área de la cuenca con un rectángulo que tiene por lado mayor la longitud máxima de la cuenca y por lado menor el ancho máximo de la cuenca.

Pendiente del Cauce: desnivel obtenido en restar la cota más alta del cauce principal con la cota más baja de la desembocadura, se da en metros de elevación por kilómetro de desplazamiento.

A continuación se hará el análisis morfométrico a las cuencas de mayor importancia y que se encuentran localizadas dentro del municipio de Barrancabermeja, para el caso de las corrientes de mayor envergadura como lo son el río Oponcito, Opón, Magdalena y Sogamoso se necesita un trabajo a escala regional donde puedan ser referenciados objeto que no corresponde al presente trabajo. (Ver Cuadro análisis morfométrico página siguiente, y Anexo 8)

4.2.3.2 Cuencas mayores

El territorio municipal se enmarca entre el río Magdalena, al Occidente, y las grandes cuencas de dos de sus principales tributarios, el Sogamoso y el Opón, al Norte y Sur, respectivamente, que descienden del macizo santandereano al Oriente. La dirección general del drenaje es Noroeste.

La importancia del río Magdalena en esta parte del departamento de Santander es innegable, si se tienen en cuenta factores como la capacidad de carga, el caudal, la complejidad de los materiales que transporta y la actividad del mismo río. El cauce, en la zona, es trezado. La capacidad de carga está relacionada con el caudal, por lo cual adquiere más valor en las épocas de lluvias fuertes, las cuales concuerdan con la mayor depositación de materiales sobre la zona de derrame de su gran planicie aluvial.

Cuadro 13. Parámetros morfométricos de las principales cuencas

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ÁREA (Km)	PERIMETRO (Km)	LONGITUD		A. MAX (Km)	A. MED (Km)	FORMA				Pm (m/Km)
					AXIAL	CAUCE			Fc	Kc	la	lh	
RÍO MAGDALENA	1. SOGAMOSO												
	2. SAN SILVESTRE	2a. LLANITOS	192.00	58.75	26.20	25.75	7.53	7.33	0.28	1.20	3.48	0.97	0.97
		2b. EL ZARZAL	237.30	58.45	24.00	31.70	14.79	9.89	0.41	1.07	1.62	0.67	12.28
		2c. PEROLES	336.50	70.05	28.00	36.65	17.20	12.02	0.43	1.08	1.63	0.70	13.59
		2d. VIZCAINA	206.20	74.75	27.60	30.50	12.70	7.47	0.27	1.47	2.17	0.59	0.82
	3. LA CIRA		161.20	53.20	18.43	19.10	9.38	8.75	0.48	1.18	1.96	0.93	3.59
	4. OPONCITO												

A. MAX: Ancho máximo **la:** Índice de alargamiento
(medido) **lh:** Índice de homogeneidad

A. MED: Ancho promedio **Pm:** Pendiente média del
(calculado) Cauce

Ff: Factor de forma

Kc: Coeficiente de compacidad

La actividad del río se observa con más claridad en la zona aluvial, al Norte de Puerto Wilches, donde hay numerosos cauces abandonados, con nivel freático generalmente alto. La topografía tiene forma de pequeños bacines, que acumulan materiales finos, depositados por las aguas de derrame en las épocas de inundación. La misma actividad ha formado islas o ha tapado antiguos cauces. El drenaje predominante en el área influida por el Magdalena es el anastomosado.

Río Sogamoso

Formado por la unión de los ríos Suárez y Chicamocha, entra a la zona estudiada aproximadamente por su parte media y la atraviesa varios kilómetros hasta su confluencia con el Magdalena. Es el más caudaloso de los afluentes del Magdalena, con influencia en el área de San Vicente, Barrancabermeja y Puerto Wilches; sirve de límite entre los dos últimos municipios.

El tipo de drenaje predominante en la cauce del Sogamoso y dentro del área estudiada, parece ser el dendrítico, , teniendo en cuenta también las formas de sus tributarios, entre los cuales sobresalen el Chucurí, las quebradas Putana, Lisama y Gayumba.

La actividad del río es notable y aún se encuentran algunos rápidos en la parte baja de su recorrido. Se forman también pequeñas islas y orillares y en las épocas de invierno inunda gran parte de su llanura aluvial, limitando su uso. La duración de las inundaciones ocasionadas por el río Sogamoso no es muy significativa, pero sí importante por la cantidad de agua de desborde y los materiales que entonces deposita.

Desde el punto de vista del drenaje, si se tiene en cuenta el área influenciada por el río o sus afluentes, es el más importante de los tributarios del Magdalena.

Río Opón

En la zona estudiada prácticamente carece de importancia este río, por lo cual se hace referencia únicamente a un afluente, el río la Colorada, que tiene mayor influencia.

El río la Colorada Nace en la parte alta de la rama Occidental de la cordillera Oriental y sirve de límite a los municipios de Simacota y San Vicente; tiene dos afluentes importantes: el Llano que se forma por la unión del Cascajales y el río

Sucio, y el Oponcito. El Cascajales, afluye la quebrada Vergelana y al Oponcito el caño Arrugas y la quebrada la Llena.

Los ríos enumerados y otros afluentes pequeños, sirven de drenaje a la mayor parte del municipio de San Vicente y parte de Barrancabermeja. En épocas de invierno, aumenta el caudal de estos ríos y ocasiona algunas inundaciones que limitan el uso de sus llanuras aluviales. y ocasiona algunas inundaciones que limitan el uso de sus llanuras aluviales.

Como el caudal normal es pequeño, la influencia es relativamente escasa; pero si se tiene en cuenta la pendiente, los materiales de transporte y los esporádicos aumentos de caudal, es preciso concederle importancia a la actividad de estos ríos.

El patrón de drenaje predominante parece ser el dendrítico, con pequeños afluentes de drenaje variable. En la parte alta hay gran influencia de estos ríos debido a la cantidad de material que arrancan y transportan con ayuda de la fuerza de gravedad.

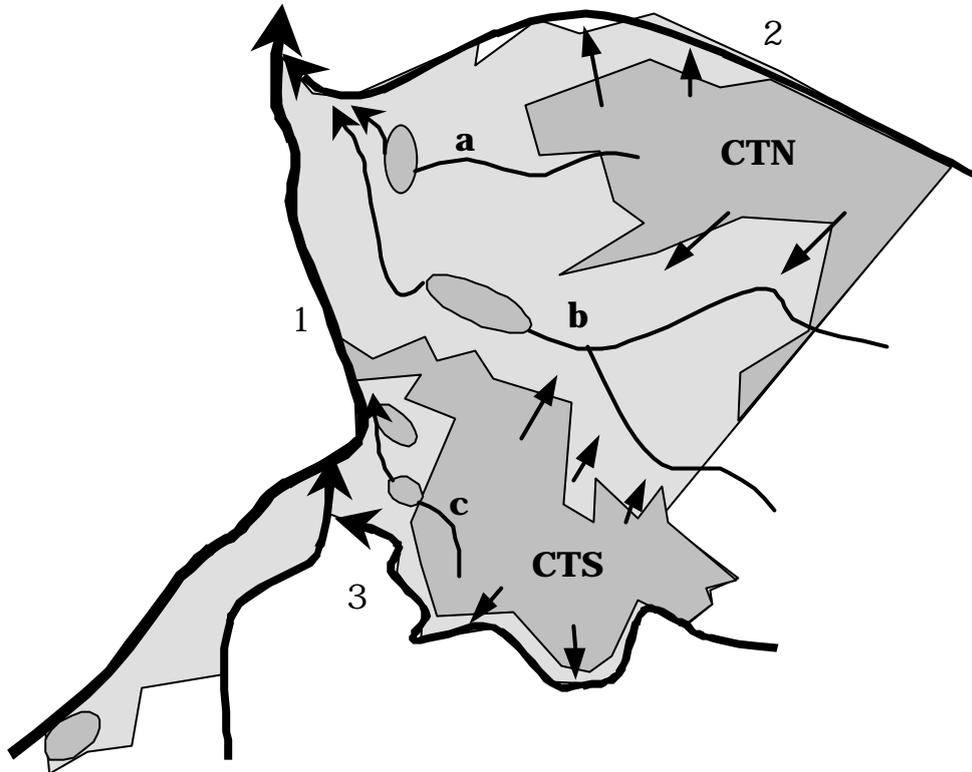
En la zona Norte de Puerto Wilches, especialmente desde Bocas del Rosario hasta la desembocadura del río Lebrija, se encuentran varios sistemas de drenaje complejo. Esta zona es bastante pantanosa y también inundable por desbordamiento del Magdalena.

En la zona montañosa, el río Chucurí constituye la principal red de drenaje. Nace en la parte alta, pasa a escasos kilómetros de San Vicente y lleva sus aguas al río Sogamoso.

4.2.3.3 Cuencas internas

A su interior, el territorio está conformado por tres cuencas principales que corren en dirección general Noroeste: las dos menores drenan las terrazas altas del norte (El Llanito) y del sur (La Cira – Juan Esteban) dentro del propio municipio y desembocan a ciénagas que a su vez desaguan al río Sogamoso y al caño Cardales, respectivamente, que a su vez vierten al Magdalena.

La tercera, la cuenca de la ciénaga San Silvestre, es la mayor; discurre por el tercio medio del municipio de oriente a occidente; nace en la Cordillera Oriental en el municipio vecino de San Vicente de Chucurí y recoge afluentes de las terrazas y



colinas del norte y del sur del municipio, drenando hasta la ciénaga mencionada y de allí, por el caño de San Silvestre vierte al tramo final del río Sogamoso.

En el modelo de la figura se presenta la base física natural del territorio, conformada por la estructura hidrográfica y orográfica.

En la figura:

Río Magdalena

Figura 21. Modelo simplificado estructura natural del municipio

Río Sogamoso

Río Opón – La Colorada – Oponcito

Cuenca del Llanito

Cuenca de San Silvestre

Cuenca de La Cira – Juan Esteban – Cardales

CTN: colinas y terrazas del norte

CTS: colinas y terrazas del sur

Las flechas indican la dirección del drenaje. Las flechas pequeñas indican la dirección de drenaje de las colinas hacia las principales cuencas. Las elipses en el esquema representan las principales ciénagas.

El sistema hídrico de Barrancabermeja está compuesto:

Sistemas lénticos: Ciénagas, pantanos, lagunas de desborde.

Sistemas lóticos: Quebradas, caños, ríos.

4.2.3.3.1 Sistemas lénticos

En el área urbana se encuentran las ciénagas Miramar y Juan Esteban, las cuales se hayan en la actualidad en un alto grado de contaminación, merced a los vertimientos que reciben, producto de actividades humanas y actividades industriales (aguas servidas). Estas ciénagas fueron ecosistemas naturales, de alto potencial turístico y pesquero que generaban sustento a los habitantes de la región.

En el área rural encontramos un gran número de ciénagas, algunas haciendo parte de ecosistemas estratégicos como el caso de las ciénaga San Silvestre (Cuenca hidrográfica ciénaga San Silvestre), la gran mayoría de éstas ciénagas presentan algún grado y forma de deterioro: sedimentación, tala de bosques, vertimientos de aguas residuales, etc.

Las principales ciénagas del área rural son: San Silvestre, El Llanito, Brava, Zarzal, Zapatero, Salado, Guadalito, Tierradentro, Sábalo, El Tigre, El Castillo, La Cira, Chucurí, Del Guamo.

4.2.3.3.2 Sistemas lóticos

Incluyen quebradas, caños y ríos, en el área urbana y rural del Municipio.

Los principales ríos del Municipio, y que además sirven de límites de éste son: Magdalena, Sogamoso, La Colorada y el Oponcito. Siendo los dos primeros los más importantes desde el punto de vista de la navegabilidad; el Magdalena con capacidad para todo tipo de embarcaciones y el Sogamoso para embarcaciones pequeñas.

Existe un gran número de caños y quebradas ubicadas en el área urbana y convertidos en la actualidad en cauces de aguas servidas, estos son: quebradas Lavanderas y Las Camelias; y los caños: Cardales, Rosario, Palmira, Internacional. La totalidad de dichos vertimientos se entrega a los humedales o directamente al río Magdalena sin tratamiento alguno.

En el área rural las quebradas y caños son los cuerpos hídricos de mayor significancia, aunque en épocas de verano bajan ostensiblemente sus caudales. La pesca en ellos incluye variedad de especies como: mojarra, blanquillo, bocachico, comelón, dorada, nicuro, arenca, etc.

Las quebradas y caños mas representativos del área rural del Municipio de Barrancabermeja son:

La Llana	La Vizcaína	Del Guamo
Las Lajas	La Meseta	San Silvestre
La Arenosa	Agua clara	Rojo
La Raíz	Llanito	Mal abrigo
La Pedregosa	Guarumo	Agua bonita
La Lizama	Tapazón	La Cira
La Putana	Zarzal	La María
Tabla roja	Jeringa	El Cuarenta
La Cristalina	De la muerte	El Salado

Cuadro No. 13A. Sectorización de Cuencas

Sectorización de las cuencas					
CUENCA		SUBCUENCA	AREA TOTAL	CUBRIMIENTO	
MAYOR	CUENCA	SIST. DE CIENAGA	SUBC (HECT)	HECT	%
Río Magdalena	Sistema de Ciénaga	Ciénaga Chucurí	40,056	6,810	17.00
	Río Opón	Río Opon Bajo	62,231	5,781	9.29
	Río Opón	Río La Colorada	54,551	5,602	10.27
	Río Opón	Río Oponcito	47,816	2,429	5.08
	Sistema de Ciénaga	Ciénaga La Cira	13,336	13,336	100.00
	Río Sogamoso	Río Sogamoso bajo	161,722	92,861	57.42

Fuente: Planeación Municipal – Atlas Ambiental de Santander – CORPES Centro Oriente

En estas subcuencas y sistemas de ciénagas se encuentra gran variedad de quebradas, ciénagas y caños, ente los cuales se mencionan los siguientes:

Cuadro No. 14 Fuentes de agua

Fuentes de agua		
CIENAGAS	QUEBRADAS	CAÑOS
San Silvestre	El Llanito	El Llanito
El Llanito	Aguas claras	El Rosario
Opón	Zarzal	Guarumo
Brava	La Llana	De la Muerte
Zapatero	Arenosa	Del Guamo
Juan Esteban	La Raiz	El Tigre
Salado	La Pedregosa	Zarzal
Guadualto	Lizama	La Jeringa
Tierra Adentro	La Putana	San Silvestre
Sábalo	Tabla Roja	Rojo
El Tigre	La Cristalina	Mal Abrigo
	Vízcaína	La Rompida
	De la Meseta	

Fuente: Planeación Municipal

Cuenca del Río Magdalena

De acuerdo con datos estadísticos de los últimos 15 años se tienen los siguientes aportes al río Magdalena por subcuenca localizadas dentro del área denominada como Magdalena Medio Santandereano:

Cuenca del Sogamoso	45%
Cuenca del Carare	30%
Cuenca del Opón	7%
Cuenca del Oponcito	8%
Cuenca del Lebrija	10%

El Río Magdalena es pues la arteria fluvial más importante de la región y cauce principal donde entregan sus aguas la totalidad de las cuencas presentes dentro del municipio de Barrancabermeja, es de anotar el grave estado de deterioro de este importante recurso hídrico y fluvial, a causa de la infinidad de desechos recibidos a través de su curso, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar.

El Río Magdalena se convierte en límite municipal de Barrancabermeja con el municipio de Yondó, Departamento de Antioquia.

Subcuenca del Río Sogamoso.

Aunque dentro de la zona de estudio no recibe el aporte de ninguna corriente superficial de importancia, marca un divisoria natural entre los comportamientos localizados hacia el norte y sur de su curso. Fluyen las aguas provenientes de las Ciénagas El Llanito y San Silvestre, a la cual abastecen las quebradas El Zarzal y Vizcaína.

Tiene una longitud de 116 Km, con una cuenca total de 111.944 Ha (111 Km²), desde su nacimiento, dado por la confluencia de los ríos Suárez y Fonce, presenta un cañón angosto y profundo hasta el llamado Puente Sogamoso (cruce de la vía Bucaramanga - Barrancabermeja), donde se explaya, convirtiéndose en un canal amplio.

Conforman parte de esta cuenca las veredas de Llanito Bajo, Sogamoso, La Raíz, La Unión, Yacaranda, cabecera de los corregimientos de la meseta de San Rafael y la Fortuna, se localizan dentro de la zona de escorrentía de esta subcuenca hacia la margen izquierda en el sector jurisdicción del municipio de Barrancabermeja.

Subcuenca del Caño San Silvestre.

Es una de las Subcuencas mas importantes localizadas dentro del municipio de Barrancabermeja, se localiza hacia la parte central, es una cuenca achatada, con pendientes bajas hacia su desembocadura y altas hacia sus cabecera, esta conformada por las microcuencas de Llanitos, El Zarzal, Petroles y Viscaina, comprende una extensión aproximada de 972 Km² y una pendiente media de 6.92 m/Km.

Microcuenca del Caño Llanitos.

Se localiza hacia la parte norte del municipio de Barrancabermeja, posee una extensión aproximada de 192 Km² repartida entre las veredas de Campo Galan, San Silvestre, Llanito Alto, La Arenosa, Capota, San Luis, Sabato, Cienaga Brava y la cabecera de el corregimiento de Llanitos.

El cauce principal es el caño Llanitos que drena sus aguas a la quebrada Viscaina y esta a su vez al río Sogamoso, su factor de forma es 0.28 lo que indica que el caño Llanitos es muy poco susceptible a las crecidas aunque su coeficiente de compacidad indique una forma oval – redonda esto debido a la poca extensión de su cauce principal 25 Km y a la baja pendiente de los terrenos que recorre.

Los índices de alargamiento y homogeneidad indican un tiempo de concentración relativamente corto indicando una forma con tendencia rectangular alargada.

Además dentro de esta microcuenca se encuentra la ciénaga de Llanitos que actúa como reguladora de caudales.

Microcuenca de la Quebrada el Zarzal.

Se localiza ocupando el sector nororiental del municipio de Barrancabermeja con un área aproximada de 237.3 km² esta conformado por las veredas el Zarzal, la Fortuna, San Luis y Tapazon.

Su cauce principal es la Quebrada el Zarzal con una longitud de 31.7 km desde su nacimiento en el municipio de San Vicente de Chucurí hasta desembocar en el caño San Silvestre y este hasta la ciénaga del mismo nombre.

El factor de forma es de 0.41 un índice medio – bajo indicando que la microcuenca posee cierta susceptibilidad a la ocurrencia de crecidas, el coeficiente de compacidad indica una forma casi redonda a oval – redonda indicando tendencia clara a las crecidas, los índices de alargamiento y homogeneidad corroboran este criterio indicando una cuenca achatada.

Microcuenca de la Quebrada Peroles.

Se localiza hacia el oriente del municipio de Barrancabermeja con una extensión de 336 Km², agrupando las veredas de Petroles, comuneros, Campo 38, Plantas Nueva, Campo 5, Las Marías, Campo 32 y La Legia.

Su cauce principal es la quebrada Petroles que tiene su nacimiento en el municipio de San Vicente de Chucurí, recorriendo 36.65 Km hasta su desembocadura en el caño san silvestre.

de acuerdo a el análisis morfométrico realizado se concluye que tiene un compartamiento muy similar a la microcuenca de la quebrada el Zarzal, lo que indica una susceptibilidad media a las crecidas a causa de su forma casi redonda a oval – redonda con un tiempo para concentración menor que si fuera mas alargada.

Microcuenca de la Quebrada Viscaina.

Se localiza hacia el centro del municipio de Barrancabermeja posee una extensión de 206.2 Km² agrupa las veredas de San Silvestre, Comuneros, Ciénaga Brava, Campo 45, y parte del casco urbano de Barrancabermeja, hace parte de la Subcuenca de San Silvestre y recibe los aportes de las quebradas El Zarzal y Petroles, se localiza hacia la desembocadura sobre el Magdalena, gran parte de esta microcuenca esta cubierta por ciénagas y humedales lo que indica un control de caudales constante.

Su Factor forma de 0.27 bastante bajo, indica una baja susceptibilidad a las crecidas, sin embargo es necesario tener en cuenta los aportes de las quebradas Zarzal y Petroles que tienen tendencia a las crecidas.

Esta cuenca por encontrarse en la parte baja y tener una pendiente baja 0.82 m/Km, tiene tendencia a las inundaciones causadas por las avenidas torrenciales, su coeficiente de compacidad indica una forma Oval – oblonga a rectangular – oblonga con una significancia de retardo en el tiempo de concentración para la escorrentía capturada por la propia cuenca.

En resumen esta cuenca actúa como amortiguación de las avenidas de las quebradas Zarzal y Petroles.

Subcuenca del Caño la Cira

Se localiza en el extremo sureste del municipio de Barrancabermeja, ocupa las veredas de Santo Domingo, La Colorada, Cuatro Bocas, Tierra Adentro, Campo 38, Campo 6, Vara Santa, Quemadero, El Cretáceo, El Palmar, La Cira, La Floresta, Planta Nueva, Campo 14, Campo 13 y la cabecera del corregimiento de Centro.

Posee una extensión de 161.2 Km² su cauce principal tiene un longitud de 19.1 Km con una pendiente media de 3.59 m/Km, Su factor forma indica cierta tendencia a las crecidas; sin embargo, el corto trayecto de su cauce no permite una basta acumulación de escorrentía de igual forma su baja pendiente y el control de caudales por las ciénagas disminuyen el riesgo de avenidas torrenciales pero aumentan las posibilidades de anegamientos e inundaciones por cambios de nivel y crecidas.

De acuerdo a su coeficiente de compacidad posee una forma casi redonda a Oval – redonda indicando susceptibilidad de crecidas a causa de un tiempo de concentración bajo.

Subcuenca del Río Oponcito

Es una de las principales fuentes hídricas del Municipio se encuentra en el extremo sur y constituye el límite con los municipios de Puerto Parra y San Vicente de Chucurí, hacen parte de esta subcuenca las veredas de Aguas Negras, san rafael de Chucurí, Ciénaga del Opón, Tenerife, Campo 25, Campo 23, Oponcito, Campo 16, La Legia, Campo 32 y las cabeceras de los Corregimientos de san Rafael de Chucurí y del Opón.

4.2.3.4 HUMEDALES Y CIENAGAS

La mayoría de las ciénagas cercanas al complejo petrolero de Barrancabermeja, poseen los mas altos índices de alteración de sus ecosistemas, por lo tanto estos cuerpos de aguas han sufrido incalculables flujos de contaminación por desechos químicos y orgánicos, alterando la dinámica de la vida acuática de la misma.

Las ciénagas son elemento constituyente básico del plano inundable, por tal razón sus formas y tamaños considerados en un año hidrológico, son función del nivel del agua en el sistema.

Las estructuras orgánicas de las ciénagas permiten agruparlas en 4 tipos:

Ciénaga de tipo 1: Es una ciénaga simple y primaria, conectada directamente con el río.

Ciénaga de tipo 2: Es el Conjunto o racimo de ciénagas, consiste en una ciénaga primaria (conectada directamente con el río) y una o más ciénagas secundarias conectadas directamente o indirectamente con la ciénaga primaria.

Ciénaga tipo 3: Una ciénaga primaria conectada indirectamente con el río.

Ciénaga tipo 4: Ciénaga aislada, sin conexión con el río.

Específicamente, ciénagas del tipo 1,3 y 4 poseen el máximo tamaño; mientras que las ciénagas de tipo 2 en los períodos de altos niveles de agua, se expanden hasta conformar un solo cuerpo de agua, denominado célula hidrológica (Bazigos, et al, 1975).

Las situadas en el centro hacia el municipio de Barrancabermeja conforman pequeños sistemas de dos y tres ciénagas y hacia el norte, ocupando un área aproximada de 1269.42 Km² (**Fuente:** SIG- UIS)

En la parte media se diferencian dos complejos de Biomas de Humedales, las ciénagas que rodean la Empresa Colombiana de Petróleos, que presentan alteraciones antrópicas de origen industrial y las ciénagas que conservan parte de su estado in situ, con alteraciones de origen cultural.

Las Ciénagas del Llanito, San Silvestre, La Brava, el Zarzal, Juan Esteban y Miramar. La mayoría de estas ciénagas recibieron descargas de desechos de hidrocarburos, afectando su dinámica acuática, cabe resaltar que la ciénaga de Miramar, fue la más afectada y la cual posee el mayor número de estudios para su recuperación.

Dentro de las principales ciénagas y humedales localizados en jurisdicción del municipio de Barrancabermeja tenemos.

Ciénaga el Castillo

El área en estudio se localiza en las márgenes del Río Magdalena, sobre la cota de 70 y 100 m.s.n.m. El área está conformada por terrazas antiguas disecadas, sobre las que se asienta el municipio de Barrancabermeja y el Valle aluvial actual, compuesto por diques medios y bajos.

Sobre las terrazas, los ecosistemas terrestres se encuentran totalmente reemplazados por la zona urbana del municipio de Barrancabermeja y por praderas de pastos para la ganadería; en el valle aluvial reciente, los bacines más profundos alojan un complejo de ciénagas que permanecen con agua todo el año o la mayor parte de él; algunas de estas áreas inundadas, tienen gran extensión y mayor profundidad, es el caso de las Ciénagas de San Silvestre o la de Juan Esteban las cuales alcanzan profundidades hasta de unos seis metros.

El humedal, El Castillo es un sistema complejo de pantanos y esteros cuyo nivel de agua promedio anual es de 3.5 m. El nivel menor alcanzado en la época de sequía es de 1.5 metros, desaguan hacia el río Magdalena a través de drenajes menores que llegan al caño Cardales.

Ciénaga El Llanito y San Silvestre

La ciénagas San Silvestre y El Llanito se encuentran ubicada en una depresión inundable, sobre el margen derecho del río Magdalena, en el municipio de Barrancabermeja y a la confluencia del río Sogamoso.

Esta ciénaga está formada por un sistema de cuerpos de agua, que están unidos por estrechos caños, constituyendo un área aproximada de 280 hectáreas. Los caños Jeringas y el Llanito alimentan la ciénaga con las aguas provenientes de los terrenos ondulados de origen petrolero, el caño de Jeringas se encuentra parcialmente obstruido disminuyendo su aporte a la ciénaga.

Es importante destacar la estrecha relación que existe con la Ciénaga San Silvestre, esta cubre un área de 9 Km² está unida a otras ciénagas como La Brava, El Zarzal y El Sábalo; este sistema es alimentado por las aguas provenientes de los caños Zarzal, La Tigra, La Viscaina, esta ultima proveniente de los caños petroleros.

Esta ciénaga vierte sus aguas al río Sogamoso por el caño San Silvestre, el cual a cincuenta metros aproximadamente de su desembocadura, se le unen las aguas de la ciénaga El Llanito. Estos humedales forman un sistema amortiguador de las crecientes durante la época de lluvias de los ríos Sogamoso y Magdalena siendo visibles los procesos de refugio y remanso, dándose la inundación de la cuenca. Hay una clara influencia del caño el Rosario el cual vierte sus aguas contaminantes provenientes de los afluentes industriales de la petroquímica de Barrancabermeja; determinando el mecanismo hidrológico de la contaminación para éstas ciénagas.

A los alrededores de la ciénaga los ecosistemas terrestres se encuentran totalmente remplazados por praderas de pastos para ganadería. La Vegetación acuática no es abundante pero es notorio pequeños parches de *Eichonnia cressipes* junto a otros macrófitas flotantes como *Pistia stratoides*, *Salvinia auriculata*, *Salvinia rotunditofolia*, *Polygonum sp.*

En general los problemas que afronta la ciénaga El Llanito y San Silvestre son destrucción de la vegetación terrestre; contaminación orgánica, sólidos sumergidos y en suspensión, aguas residuales domésticas por parte de los habitantes de bajos recursos, que viven aledaños al cuerpo de agua de este húmedal.

Ciénaga de Miramar

Situada al Lado del Complejo Industrial de Barrancabermeja, se alimenta de las quebradas Las Lavanderas y Las Camelias que llevan las aguas servidas de Barrancabermeja y junto a los crudos que recibe del complejo, es una de la ciénagas más contaminadas de la zona, actualmente se encuentra en recuperación por parte de Ecopetrol, su cuenca mide unos 7.2 Kms².

Ciénaga de Juan Esteban

El área de la ciénaga está ubicada en el sur-oriente de Barrancabermeja, con un espejo de agua de aproximadamente 10 hectáreas.

El área de la cuenca que drena a la ciénaga es de aproximadamente 120 hectáreas, donde el Caño La Cira es el principal afluente. Otros caños como el Agua Blanca y el Verdum que se encuentran sedimentados y taponados como resultado de la contaminación causada por los asentamientos humanos en la periferias del cuerpo de agua.

El caño eferente llamado Juan Esteban gestor del caño Cardales presenta problemas de sedimentación en épocas de verano que a veces es imposible entrar por este camino a la ciénaga según los pescadores y habitantes de la región.

Los habitantes de la zona son de bajos recursos económicos, algunos residen en los barrios periféricos de Barrancabermeja, la situación económica les ha conllevado a disponer de los recursos naturales de una forma inapropiada, causando la destrucción casi total de la vegetación y el desplazamiento de especies faunísticas de la región que se han desplazado a otros ambientes naturales.

La mayor parte de la vegetación ha sido reemplazada por pastizales y para el uso de la agricultura. Esto ha permitido grandes deslizamientos de suelo por escorrentía causados por el agua de lluvia que sin duda permite el avance de la erosión incontrolable. Este desplazamiento y la caza esta por terminar lo poco que queda de fauna fuertemente amenazadas en los últimos años.

Ciénaga del Opón

Pertenece al Municipio de Barrancabermeja, su principal afluente es la quebrada Vízcaína y caño Limones; desemboca por medio del caño Mal Abrigo al río Magdalena, su cuenca tiene un área de 42.36 Kms².

El área de la cuenca de agua localizada en las márgenes del Río Magdalena, perteneciente a la jurisdicción de Barrancabermeja y bajo la supervisión de la UMATA. En sus orillas se destacan los corregimientos de Punta de Piedra y Las Mercedes que también hacen parte de este humedal.

La comunidad del Opón no cuenta con programas de desarrollo o gestión de entidades privadas o municipales. La ciénaga se considera como una fuente de agua para los habitantes aledaños pero no cuenta con estudios para evaluar su potabilidad para el consumo humano.

Con relación a la pesca la actividad la ejercen de acuerdo a la oferta y la demanda del recurso (épocas de producción), en su mayoría los pescadores son habitantes de la misma ciénaga, aunque ocasionalmente pueden llegar pescadores de otras áreas dependiendo igualmente de la oferta, se pesca en el caño de acceso a la ciénaga.

La vegetación se encuentra en gran parte desplazada por potreros para la ganadería. Lo que ha traído como consecuencia la sequía del humedal y sedimentaciones a la misma. Los caños y Río Opón, están nutriendo a la ciénaga de forma irregular debido que éste se encuentra taponados y sedimentados. En ciénaga hay poca presencia de macrófitas, pero su mayor problema es la disminución de los volúmenes de agua, que afecta la pesca, proceso que ha alertado a la comunidad.

La zona en general se encuentra desprovista de la vegetación original del ecosistema, bosques secundarios degradados, rastrojos altos y bajos, así como pastizales y cultivos agroindustriales y potreros destinados para la ganadería.

Como se puede apreciar la vegetación presenta especies comerciales y muy apetecidas como el laurel, abarco y aceite, sin embargo, no alcanzan tallas comerciales en la actualidad; es de destacar la Reserva Forestal en Campo Capote, donde hay extensiones de abarcos cultivados que están siendo comercializados y sacados sin ningún permiso de la reserva, que se encuentra hoy en manos de la CAS.

Sistema Chucurí

Se encuentra en el límite entre los municipios de Barrancabermeja y Puerto Parra, forman parte la ciénaga de Chucurí, Aguas Blancas, Aguas Manzas, El Barro y Aguas Negras. Sus principales afluentes son Quebradas las Montoyas, La Tigra y

los Patos, mediante un caño desemboca en el río Magdalena. Su cuenca mide 112.38 Kms².

Su canal de salida no es muy definido a partir de las quebradas que le circundan, pero parece tener una estrecha relación con la infiltración hacia las corrientes superficiales cercanas.

4.2.4 Calidad Agua y aire en el municipio de Barrancabermeja.

4.2.4.1 Calidad del aire.

La contaminación atmosférica es un grave problema que afecta a todas las veredas del municipio, ya sean las directamente influenciadas por la actividad industrial de los hidrocarburos o por las quemadas tradicionales para la obtención de carbon vegetal o como método de rosería, los siguientes datos plasmados en este apartado corresponden a los registros llevados a cabo por Ecopetrol. Tales registros evalúan las concentraciones máximas de dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, monóxido de carbono (CO) y oxidantes fotoquímicos Ozono (O₃), cuyos valores máximos fueron fijados en el decreto 02 de 1982 tal como se indica a continuación:

CONCENTRACIÓN MÁXIMA DEL GAS Y/O PARTÍCULAS			
NO _x (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	Material Particulado (µg/m ³)
100	15000 en 24h	400	400 en 24h

Para el sector industrial de Ecopetrol globalizado en la Superintendencia de Mares, cuenta en la actualidad con la autorización de funcionamiento parte aire otorgada mediante Resolución 2431 expedida el 20 de Diciembre de 1995 por la seccional de salud de Santander para un periodo de 5 años, actualmente se desconoce la licencia de funcionamiento expedida por la autoridad ambiental.

La caracterización de la calidad de aire en el área de la superintendencia de Mares se realizó de acuerdo con los estudios hechos con anterioridad en la zona. Los documentos base corresponden a los estudios denominados “diagnóstico preliminar del distrito de producción El Centro: Emisiones atmosféricas” realizado en Julio de 1993 por ECP – ICP, “Monitoreo de la línea base de la calidad del aire que entra a los campos del distrito de producción El Centro. Barrancabermeja Santander” elaborado por Teknocroma Ltda en diciembre de 1994; “Modelamiento

de la calidad del aire del distrito de producción El Centro” preparado por Alvaro Martinez para ECP – ICP Julio de 1995; y por último “cartografía temática del distrito de producción El Centro, Campos Galan, San Silvestre, Gala y Llanito; la Cira, infantas y Tenerife; Lisama, Tesoro, Nutria y Peroles; Colorado San Luis, Aguas Blancas y la Mojada” elaborado por Geoambiental para ECP en Diciembre de 1995.

4.2.4.1.1 Inventario de fuentes fijas de emisiones y ruido.

El cuadro que se expone a continuación referencia cada una de las fuentes, los datos son extraídos del estudio realizado por Geoambiental Ltda. Posteriormente se cuantifican los valores para cada fuente emisora, los índices se expresan en unidades libras contaminantes por millón de pies cúbicos de gas según el consumo de combustible de cada equipo.

Cuadro No. 15 Inventario de fuentes fijas de emisiones y ruido de los diferentes campos.

Localización de fuentes fijas	Tipo de emisión producido	Identificación de instalaciones con las fuentes fijas	Fuente fija	Medida de manejo ambiental	Norma
GALAN, GALA, LLANITO	Gases y material particulado	Estaciones: planta deshidratadora Galan, Planta compresora de gas Llanito	Teas* Tratadores TEE Motocompresores	Tea: altura 33m. Calibración de los sistemas de combustión	La altura mínima de la chimenea debe ser de 15m.
	Ruido	Planta compresora de gas Llanito	2 motocompresores	Cortinas arbóreas para minimizar impactos	Decreto 02/82 (63 a 2000 hertz), nivel de presión sonora 75 dB.
LA CIRA INFANTAS	Gases y material particulado	Planta de proceso, Planta compresora El Centro, Planta deshidratadora La Cira y El Centro, Planta de inyección 5.	2 calderas de vapor, motocompresores Horno, teas, tratadores TEE turbinas	Captura de vapores de la planta de glicol, calibración de los sistemas de combustión	Decreto 02/82 reglamenta los niveles de contaminación atmosférica.
	Ruido	Planta de proceso El Centro, Planta de inyección 5.	Turbinas, motores	Implementación de medidas industriales	Resolución 08321 de 1985 del min Salud protección y conservación de la audición
COLORADO, SAN LUIS, AGUAS BLANCAS	Emisión de gases	Pozos	Motores de combustión en campos San Luis y Aguas Blancas. 3 motocompresores	Calibración de sistemas de combustión	Decreto 02/82 reglamenta los niveles de contaminación atmosférica.
	Ruido		Motocompresores	Implementación de medidas industriales	Decreto 948 de 1995
LISAMA, TESORO, NUTRIA Y PEROLES	Emisiones de gases y partículas	Estaciones de recolección central, SW, satélite, Sur, Tesoro y Peroles, compresora	Teas	Tea altura 33m.	Decreto 948 de 1995
	Ruido	Planta compresora Lisama	Motocompresores	Implementación de medidas industriales	Resolución 08321 de 1985 del min Salud protección y conservación de la audición

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

* las teas se utilizan solo en caso de emergencia.

Cuadro No. 16 Características de las fuentes fijas.

INSTALACIÓN	SITIO	EQUIPO	COMBUSTIBLE GAS (m ³ d)	Temp. Gases (°F)
PLANTA PROCESO	El Centro	Horno	14160	700
		Caldera	5664	350
		Tea	227	1000
PILANTAS DESHIDRATADORAS	Galan	Equipos tratadores TEE	5437	600
	El Centro		4191	600
	La Cira		3968	380
PLANTAS CPMRESORAS	Lisama	Motocompresores	21240	380
	Llanito		2832	380
	Centro		8496	380

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

Cuadro No. 17 Estimativos de emisiones de fuentes fijas, según consumo de combustible

INSTALACIÓN	SITIO	EQUIPO	GAS NATURAL		NO _x			CO			SO ₂			PARTÍCULAS		
			m ³ d	Mft ³ d	FACTOR	EMISIÓN		FACTOR	EMISIÓN		FACTOR	EMISIÓN		FACTOR	EMISIÓN	
						lb/d	g/s		lb/d	g/s		lb/d	g/s		lb/d	g/s
Planta deshidratadora	ELC	Tratador TEE	4191	0.15	140	21	0.11	35	5.3	0.028	0.6	0.10	0.0005	5	0.70	0.0037
	La Cira		3965	0.14	140	19.6	0.10	35	4.9	0.026	0.6	0.10	0.0005	5	0.70	0.0037
	Galan		5437	0.19	140	26.6	0.14	35	6.7	0.035	0.6	0.10	0.0005	5	1.00	0.0052
Planta de proceso	El Centro	Horno	14160	0.50	140	70	0.37	35	17.5	0.092	0.6	0.30	0.0016	5	2.50	0.0131
		Caldera	5664	0.20	140	28	0.15	35	7.0	0.037	0.6	0.12	0.0006	5	1.00	0.0052
Plantas compresoras	Lisama	Motocompresores	21240	1.05	300	31.5	1.66	120	12.6	0.662	0.6	0.60	0.0032	NA	0	0
	ELC		8496	0.30	300	90	0.47	120	36.0	0.189	0.6	0.20	0.0011	NA	0	0
	Llanito		2832	0.14	300	42	0.22	120	16.8	0.088	0.6	0.10	0.0005	NA	0	0

Las emisiones se expresan en lb/d. Los cálculos se basan en factores de emisión (lb/10⁶ft³) tomados de EPA AREA PROTEGIDA – 42

NA: No aplicable

Cuadro No. 18 Concentraciones de dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y part. en suspensión.

SITIO	SO ₂ (µg/m ³)	CO (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN 24 Horas
Estación La Cira nfantas 01	2.3471	4.50	0.0893	13.981
Estación La Cira nfantas 04	1.7140	5.17	0.3346	37.8287
Estación La Cira nfantas 06	2.0486	1.03	0.5212	15.1886
Campo Llanito	ND	1.17	0.1742	45.5377

Campo Lisama	ND	1.13	0.1380	63.7528
Campo Colorado	ND	0.0	0.1350	39.1989

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

Las emisiones de equipos pueden estimarse usando factores de emisión; estos índices han sido desarrollados como promedio de las emisiones de muchos equipos similares. En el caso del uso del gas como combustible, los índices se expresan en unidades de libras contaminantes por millon de pies cúbicos de gas según el consumo de combustible en cada equipo.

De acuerdo con el monitoreo desarrollado por Teknocroma en 1994, el cual ofrece datos de la contaminación atmosférica aportada por otras actividades desarrolladas en el municipio, diferentes a las instalaciones petroleras se establece la línea base o valores de fondo de la calidad de aire en la zona (cuadro anterior). Para el monitoreo se seleccionaron los siguientes puntos, estaciones La Cira – Infantas 01, 04, 06, estación Llanito Nororiental, subestación electrificadora de Santander en el campo Lisama y planta compresora de gas Colorado. Es de aclarar que el muestreo se hizo en contraposición a la dirección del viento de forma tal que no se percibieran los efectos de las instalaciones.

En los puntos de muestreo cercanos a las estaciones del campo La Cira – Infantas, las concentraciones de SO₂, NO₂, y CO pueden atribuirse al tránsito vehicular ocasional y a procesos de descomposición, evaporación de materia orgánica en los separadores API y en las piscinas de oxidación, además de la contribución por otras empresas o fuentes localizadas en el área diferentes a la infraestructura petrolera.

En los campos restantes no se observa un marcado aporte de emisiones de los elementos S, N, y C a la atmósfera. Otra fuente probable podría ser el polvo arrastrado por el viento, fenómeno bastante común en áreas rurales y que puede estarse presentando de igual manera en los campos Llanito, Lisama y Colorado.

4.2.4.1.2. Modelamiento de la calidad de aire

En 1995 se realizó un modelamiento matemático de la dispersión de los contaminantes emitidos por las fuentes fijas de los procesos industriales con los hidrocarburos, de tal manera que se pudo fijar un pronóstico de las

concentraciones máximas de contaminantes en los diferentes campos bajo un escenario de condiciones meteorológicas adversas, dando como resultado pronósticos de concentraciones máximas que pueden esperarse.

El modelamiento surgió como respuesta a la carencia del conocimiento puntual de concentraciones máximas bajo diferentes circunstancias meteorológicas en el área de estudio; es de anotar que los modelos no reemplazan en ningún momento las mediciones o monitoreos, pero pueden indicar la necesidad de estos, así como el lugar y el momento de la realización de los mismos, de tal manera que la probabilidad de registrar las concentraciones máximas sea más alta. El análisis fue hecho utilizando un modelo de "screening" con el propósito de determinar las concentraciones máximas probables, denominado COMPLEX de EPA y el modelo de simulación "Valley".

Antecedentes: En el diagnóstico de emisiones de ELC (Martínez, 1993) se calcularon las tasas de emisión fijas existentes con base en factores de emisión (US-EPA 1985) aplicados según el consumo de combustible en cada equipo de combustión. Los datos de consumo de gas combustible son aquellos suministrados por ECP para el presente trabajo. Las tasas de emisión estimadas en este estudio fueron utilizadas en el modelamiento. El flujo de salida de los gases de combustión se calculó por medio de un balance de masa. Inicialmente se requiere de una fórmula química equivalente del combustible utilizado en los equipos de ELC. Esta fórmula se calculó a partir de un análisis de la composición del gas natural usado como combustible, la fórmula química resultante es la siguiente: $C_{1.07}H_{4.10}N_{0.02}O_{0.015}$

Debido a que la norma colombiana no es específica para algunos equipos, se utilizan las normas de los Estados Unidos para calderas y compresores que utilicen combustible fósil, con lo cual se detectó que los estimativos para la emisión de NO_x por los compresores a gas están encima de la norma de ese país. Sin embargo, la modelación del elemento indica que no hay un efecto mayor sobre su concentración y se cumple fácilmente la norma de calidad del aire. Los resultados de la modelación dan las concentraciones más altas de los contaminantes primarios como el monóxido de carbono (CO), material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO_2) pronosticadas en cada uno de los 180 receptores alrededor del punto de emisión.

La calidad del aire a la que las personas en el área de influencia de las instalaciones estarían expuestas está dada no solo por el aporte de la fuente particular que se está modelando, sino también por la concentración del

contaminante particular que ya existe en el medio ambiente, llamada comunmente "concentración de fondo". En la modelación, las concentraciones de fondo fueron tomadas de las mediciones realizadas por Teknocroma en 1994, el siguiente cuadro muestra el resumen de la modelación.

Cuadro No. 19 Resumen de los resultados de la modelación

CONCENTRACION MÁXIMA	SECTOR	DISTANCIA (m)	MODELO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	FONDO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TOTAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Concentración máxima de NO_2 (norma $100\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-año}$)	La Cira	100	0.40	0.33	0.73
	Galan	100	0.22	6.17	6.39
	Lisama	3000	1.30	0.14	1.44
	Llanito	100	1.17	0.17	1.34
	Proceso	100	1.36	0.52	1.88
Concentración máxima de CO (norma $15000\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-año}$)	La Cira	100	0.10	5170	5170.10
	Galan	100	0.06	ND	ND
	Lisama	3000	0.52	1130	1130.52
	Llanito	100	0.47	1170	1170.47
	Proceso	100	0.35	1030	1030.35
Concentración máxima de SO_2 (norma $400\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-24h}$)	La Cira	NA	0	1.71	1.71
	Galan	NA	0	ND	ND
	Lisama	NA	0	ND	ND
	Llanito	NA	0	ND	ND
	Proceso	100	0.01	2.05	2.06
Concentración máxima de Material particulado (norma $400\mu\text{g}/\text{m}^3\text{-24h}$)	La Cira	100	0.01	45.19	45.20
	Galan	100	0.01	25.67	25.68
	Lisama	NA	0	36.75	63.75
	Llanito	NA	0	48.54	48.54
	Proceso	100	0.04	37.83	37.87

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

De acuerdo con el monitoreo realizado en 1994 con el cual se hallaron las concentraciones de “fondo”, la contaminación del aire no solo está dada por la industria petrolera sino por otras actividades desarrolladas sin que estas emisiones lleguen a tomar valores significativos.

El aporte de las operaciones industriales a la contaminación del aire en el área de influencia para todos los contaminantes, es mínimo ya que se encuentran muy por debajo de la norma ambiental aún en condiciones meteorológicas adversas. Es decir, la calidad del aire en el territorio municipal es muy bueno y no afecta la salud ni el bienestar de las personas que lo habitan.

Es posible asegurar que la utilización del gas natural como combustible en los equipos de combustión es la razón principal para asegurar un mínimo impacto de

las operaciones de la industria de hidrocarburos sobre la calidad del aire y constituyen la mejor garantía de mantenimiento de la misma. Además, las emisiones causadas por los motocompresores son menores, debido a la calibración de sus sistemas de combustión.

4.2.4.1.3 Inventario de fuentes contaminantes y sistemas de tratamiento. La calidad del agua se define como el valor establecido para algunos parámetros característicos de la misma. En el área de estudio existen diversas fuentes contaminantes que no necesariamente involucran actividades petroleras, por ejemplo las empresas EDASABA, Fertilizantes Colombianos, pueden estar aportando algún tipo de sedimento que esté interfiriendo con la calidad de las aguas. Además, existen otras fuentes de contaminantes por parte de los asentamientos humanos de las poblaciones el Llanito, La Fortuna, El Centro, Yarima, Albania y Campo 23 entre otros, que aportan aguas servidas a los cuerpos de agua cercanos a ellos.

En lo que corresponde al municipio, se tiene en cuenta que las actividades desarrolladas en el área y las actividades de perforación programadas a mediano y corto plazo involucran el uso y afectación del elemento agua, por lo cual se realiza una evaluación de la calidad de las aguas de las principales corrientes presentes en el área de estudio.

Se determinaron variables fisicoquímicas y biológicas, cuyo registro permite conocer la disponibilidad de nutrientes y condiciones bajo las cuales se llevan a cabo los ciclos de vida y el mantenimiento de las especies acuáticas, adicionalmente se establece la capacidad de uso en cuanto a potabilidad, utilización en riego y actividades industriales.

Por toda el área de estudio es destacable el hecho que los cuerpos de agua mantienen en sus riberas vegetación de tipo protector, que aunque en algunos casos no es muy exuberante, si permite la protección de los cauces impidiendo la sedimentación acelerada de los mismos. Como se mencionó en el inventario de usos del agua, los cuerpos de agua tanto lénticos como lóticos cumplen funciones específicas y en la actualidad son utilizados con diferentes fines.

4.2.4.2 Caracterización fisicoquímica de los principales cuerpos de agua del Municipio.

La selección de los cuerpos de agua del sector de estudio se hizo de acuerdo con los principales caudales y teniendo en cuenta que los puntos de muestreo se ubicaran tratando de cubrir todo el Municipio.

En general, los cuerpos de agua muestreados presentan vegetación circundante en buen estado lo que permite el establecimiento de especies faunísticas y la migración de otras. Sin embargo, existen sitios que están siendo talados ya sea para extracción de madera o implantación de cultivos, lo que puede acarrear problemas a los sistemas hídricos.

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados fueron: coliformes totales y fecales, cloruros, conductividad, pH, sólidos en sus diferentes formas, sulfatos, turbidez, acidez, alcalinidad, oxígeno disuelto, DBO, DQO, nitratos, nitritos, grasas y aceites, fenoles, níquel, bario, plomo, vanadio, cadmio y cromo. Los valores obtenidos se pueden observar posteriormente.

Respecto a los diferentes parámetros analizados se puede concluir que:

pH: El pH es una medida de equilibrio ácido – base producido por varias sustancias disueltas, sales y gases. Los cuerpos de agua muestreados presentan un rango que permite el desarrollo de organismos (6.6 – 8.27 unidades) y los hace aptos para consumo humano previa desinfección, también para uso en actividades recreativas, uso agrícola y pecuario según lo establecido en el Decreto 1594/84. Los valores más altos de pH coinciden con los más altos de alcalinidad y los más bajos coinciden con los datos más altos de acidez, corroborándose la relación que existe entre ellos.

Alcalinidad: Es causada por la presencia de carbonatos, hidróxidos y en menor proporción por boratos, silicatos, fosfatos y sustancias orgánicas. La alcalinidad por sí sola no se considera perjudicial para el hombre, pero se encuentra asociada a valores altos de pH, dureza y excesivos sólidos disueltos. Esta combinación sí puede resultar perjudicial. De acuerdo con los valores de alcalinidad presentes en los cuerpos de agua muestreados es posible la potabilización del líquido.

Acidez: Se encuentra determinada por el contenido de dióxido de carbono proveniente de los procesos biológicos. Los valores hallados en los cuerpos de agua se encuentran dentro de los rangos permisibles según el Decreto 1594/84.

Sólidos: El valor más alto de sólidos totales se ve relacionado con el más alto de turbiedad (2917 mg/lit – 295NTU) el dato lo presenta la quebrada el Zarzal

excediendo los valores admisibles para agua potable lo que puede indicar la presencia de materia orgánica y gran cantidad de detritus que podrían dificultar el proceso de purificación. Los otros cuerpos de agua poseen valores admisibles (0 - 500) y permisibles (500 – 1000), con tratamiento previo y por lo tanto se puede utilizar para el consumo humano.

Oxígeno Disuelto: Todos los cuerpos de agua evaluados poseen niveles de oxígeno disuelto mayor de 4mg/lt de Oxígeno lo que permite el crecimiento normal de la biota.

DQO (Demanda química de Oxígeno): Los valores obtenidos para este parámetro en los cuerpos de agua se encuentran dentro de lo normal. Sin embargo los valores más altos se registraron en el río La Colorada por la presencia de desechos orgánicos y químicos a causa de los asentamientos humanos cercanos a su cauce y en la ciénaga El Llanito debido al nivel de descomposición de la materia orgánica a altas temperaturas, características en este tipo de sistema léntico.

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno): Este parámetro mide la demanda de oxígeno en las relaciones bioquímicas generadas por los microorganismos acuáticos durante los procesos respiratorios y de síntesis. Los datos obtenidos para DBO oscilan entre 5-12 mg/lt O_2 los cuales se encuentran dentro de los rangos normales para cuerpos de agua lénticos y lóticos, mostrando que el contenido de la materia orgánica al ser descompuesta por acción especialmente de tipo bacteriana es baja.

Conductividad: La conductividad eléctrica es una medida de iones disueltos; en los cuerpos hídricos muestreados se hallan valores que promueven la productividad y el desarrollo de diversos organismos, sin embargo el dato de la ciénaga El Llanito es superior (820 μ S/cm) posiblemente por la ligera presencia de cloruros (286 mg/lt) en este sistema léntico.

Cloruros: Este elemento se encuentra de forma natural haciendo parte de la composición química de casi todas las aguas. El valor más alto reportado es el de la ciénaga Llanito posiblemente debido a los aportes de sus afluentes.

Nitratos y Nitritos: Son las formas como se encuentra en N en los cuerpos de agua. El valor máximo es de 1.08 mg/lt perteneciente al río La Colorada el cual se encuentra dentro de los parámetros de admisibilidad para consumo humano con tratamiento de desinfección ya que altas concentraciones de nitrógeno y otros

compuestos pueden generar eutroficación o alta productividad de algas y plantas acuáticas que con el tiempo pueden invadir el cuerpo de agua.

Sulfatos: Los datos obtenidos muestran valores bajos en el contenido de sulfatos lo cual permite todos los usos descritos bajo el Decreto 1594/84.

Cuadro No. 20 Parámetros físico-químicos de los cuerpos de agua

PARÁMETRO	Cg Llanito	Cg. San Silvestre	Río La Colorada	Río Oponcito	Q. La Vizcaina	Q. Zarzal	Vda Cuatrobocas
PH Unidades	6.95	6.6	7.42	8.17	7.8	7.72	7.9
Oxígeno disuelto (mg/lit)	7.8	6.3	6	6.2	6	4.8	5.2
Sólidos totales (mg/lit)	650	83	194	447	297	2917	162
Sulfatos (mg/lit)	12.1	5.3	5.1	26.5	5.8	21	7.1
Turbiedad NTU	13.6	9.8	28.5	140.3	64.5	295	8
Acidez (mg/lit)	9.5	14.3	9.5	4.7	9.5	9.5	9.3
Alcalinidad (mg/lit)	32.5	12.5	15	70	25	72.5	127.5
Cloruros (mg/lit)	286	4.65	34.37	2.15	1.43	2.15	3.6
Conductividad (Us/CM)	820	40	120	160	60	150	220
DBO (mg/lit)	8	10	12	10	5	8	5
DQO (mg/lit)	64	55	68	32	48	35	16
Nitrato (mg/lit)	0.03	ND	ND	ND	ND	ND	0.28
Nitratos (mg/lit)	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Grasa y/o aceites (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fenoles (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo Hexavalente (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Niquel (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bario (mg/lit)	0.68	0.06	0.29	0.06	0.07	0.07	0.02
Plomo (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vanadio (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmio (mg/lit)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliformes fecale (nmp/100ml)	240	4	9	240	21	15	<3
Coliformes Totales (nmp/100ml)	460	7	93	460	210	21	>3

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. ECOPETROL, 2000

Grasas y/o Aceites: Los aceites de origen vegetal o animal por lo general no presentan peligro para el hombre y el medio ambiente, pero los procedentes del petróleo presentan alta toxicidad, en especial a los organismos acuáticos. En las aguas muestreadas los datos de laboratorio no reportan detección alguna de estos elementos por tanto pueden ser usados para consumo humano.

Fenoles: No fueron detectados en los cuerpos de agua muestreados.

Metales Pesados: Metales como el Niquel, Plomo, Vanadio, Cadmio, y Cromo hexavalente no fueron detectados en los análisis de laboratorio y el Bario presenta un rango de 0.004 y 0.68 mg/lit, valores que se encuentran dentro de los criterios de calidad admisibles para la destinación de los recursos para fines recreativos, uso agrícola y pecuario.

Coliformes: Los datos de coliformes totales se muestran dentro de los valores admisibles para el consumo humano previo tratamiento de desinfección; para uso agrícola cuando el agua se utiliza en el riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto y uso recreativo.

Los datos de coliformes fecales de la ciénaga El Llanito y el río Oponcito indican que las aguas de estos sistemas pueden tener los usos anteriormente mencionados excepto el recreativo el cual solo puede ser de contacto secundario.

4.2.4.2.1 Análisis histórico de la calidad del agua.

En el territorio municipal año a año la destrucción de ecosistemas trae graves desequilibrios en los regímenes hídricos, por ejemplo en la ciénaga de San Silvestre se cortan 97.200 m³ de madera al año¹. A continuación se presenta el inventario de aguas residuales domésticas e industriales y la caracterización de aguas industriales producidas en las diferentes instalaciones industriales presentes en el territorio municipal, así como los cuerpos receptores de esos vertimientos; de manera que nos permitan determinar el grado de afectación de agua en la zona de estudio. De otra parte, se tipifican los sistemas de tratamiento utilizados para el manejo de las aguas residuales.

4.2.4.2.2 Inventario de aguas residuales: En el municipio de Barrancabermeja se producen dos tipos de aguas residuales: aguas industriales y aguas domésticas.

Las aguas industriales se generan a partir del manejo del crudo y del gas en las estaciones de recolección. El mecanismo de separación de fases agua – aceite – gas se hace mediante medios físicos utilizando separadores y químicos, utilizando desmulcificantes. El sistema de drenajes de las estaciones envía las aguas aceitosas al separador API; de allí pasan a los equipos WEMCO para el mejoramiento de la calidad, estos equipos consisten en un separador de placas corrugadas o CPI y un depurador o sistemas de celdas de flotación, luego las aguas pasan a las piscinas de retención y de oxidación y finalmente a los cuerpos receptores; por su parte, el crudo y el gas va a las plantas de deshidratación y a las plantas compresoras respectivamente.

Con estos sistemas de tratamiento de aguas asociadas al proceso de producción, se disminuye de las aguas aceitosas, la carga en parámetros como sólidos

¹ Plan de manejo integrado de la ciénaga de San Silvestre y su cuenca hidrográfica, 1992.

sedimentables, DBO₅, DQO, Grasas y aceites y fenoles básicamente, a la vez que se mejoran características como temperatura, pH, y oxígeno disuelto.

La tabla de la página siguiente muestra un inventario de aguas residuales para cada uno de los campos que se encuentran en el municipio en cuanto a aguas servidas y aguas de residuos industriales; las primeras por actividades que conllevan el aseo, alimentación y consumo y las segundas, en su mayoría aguas resultado de la explotación de crudo y en menor proporción aguas producto del lavado de equipos.

4.2.4.2.3 Caracterización de vertimientos industriales: El cuadro siguiente muestra un inventario de los residuos líquidos en algunos lugares del territorio municipal, los datos fueron tomados del estudio e evaluación ambiental de los campos de la superintendencia de Mares elaborado por GEOCING LTDA en el año 2000.

Posteriormente vienen las tablas que señalan los vertimientos realizados en el caño de la Cira, la estación La Cira, Estación Llanito Nororiental, Estación Llanito 3, estación Gala y la deshidratadora Galán que finalmente vierte los residuos al río Magdalena. se presentan los valores promedios para análisis desde el año 1994 hasta el año 2000, año en el cual se reportan los últimos estudios. Es de tener en cuenta que las estaciones Llanito Nororiental, Llanito 3 y estación Gala no se reportan monitoreos para los últimos años, puesto que desde 1998 no realizan vertimientos directos a las fuentes cercanas; sus aguas residuales, son recogidas y conducidas hacia la deshidratadora Galán para su respectivo vertimiento al río Magdalena.

Cuadro No. 21. Fuentes contaminantes y tratamientos

CAMPO	FUENTE	TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN	FUENTE HÍDRICA RECEPTORA
LA CIRA – INFANTAS	Zona semiurbana del corregimiento El Centro Áreas residenciales Casinos Talleres Oficinas generales	Aguas residuales, domésticas (negras, grises)	Se efectúa a través de 94 pozos sépticos. Los casinos cuentan con trampa de grasas, pozos sépticos, campos de infiltración y lechos de secado Los pozos sépticos drenan por rebose y el material sólido se retira en el mantenimiento.	Efluente de los pozos séptico se filtra a través del campo de infiltración hacia los suelos circundantes
	Plantas deshidratadoras de La Cira y El Centro Estación de recolección Planta de proceso	Aguas asociadas al crudo	Agua asociada al proceso de producción del crudo y gas es separada en superficie por medios físicos, químicos y térmicos en las estaciones de recolección y en las plantas deshidratadoras El agua separada por diferentes métodos se envía al separador API donde se retira la capa del sobrenadante de crudo, el agua residual pasa a los equipos de mejoramiento de calidad WEMCO y de allí a dos piscinas de retención y oxidación y finalmente es vertida a los cuerpos de agua contiguos	Caños La Cira y El Reposo
		Aguas de lavado de equipos	En la planta de proceso las aguas de lavado que normalmente solo tienen sólidos sedimentables, grasas y aceites, pasan por trampas API antes de ser vertidas al medio ambiente En las demás plantas, las aguas van al sistema de tratamiento de las aguas industriales.	
	Estaciones de recolección LCI 01, 02, 03, 04, 05	Aguas residuales domésticas	Las aguas residuales domésticas de estas instalaciones se manejan con un sistema integral de biodegradación anaeróbica, resolviendo en un filtro fitopedológico.	Ninguna fuente hídrica llega al suelo
GALAN GALA LLANITO	Planta compresora de gas Llanito	Aguas residuales domésticas (negras y grises)	Recolección de las descargas hechas en los baños hacia un sistema de cajas y trampas de grasas que conduce hacia el pozo séptico donde el agua dreña por rebose hacia el exterior, el sólido acumulado se retira en el mantenimiento.	Ninguna fuente hídrica llega al suelo
	Planta deshidratadora Galán y estación única de Galán	Agua de lavado de equipos	Separación de fases agua-aceite-gas por medios mecánicos y químicos. Las aguas de lavado que normalmente solo tienen sólidos sedimentables, grasa, aceites, pasan por trampas API antes de ser vertidos al medio ambiente.	Río Magdalena
		Aguas asociadas al crudo	Agua asociada al proceso de producción del crudo y gas es separada en superficie por medios físicos, químicos y térmicos en las estaciones de recolección y en las plantas deshidratadoras El agua separada por diferentes métodos se envía al separador API donde se retira la capa de crudo, pasa posteriormente a un sistema de placas corrugadas y celdas de flotación, de donde pasa a un sistema de tres piscinas en tierra y de allí se vierte al río Magdalena	

Cuadro No. 22 contaminantes Caño La Cira

CAÑO LA CIRA			
AÑO	FENOLES (mg/l)	BARIO (mg/l)	CLORUROS (mg/l)
1999	0.017	76.3	5220.7
1998	0.01	65	7209
1997	0.03	34.6	5116.3

1996	0.12	20.7	6871
1995	0.01	21.5	5739.2

Cuadro No. 23 contaminantes Ciénaga El LLanito

**ESTACION LLANITO
NORORIENTAL**

AÑO	FENOLES (mg/l)	BARIO (mg/l)	CLORUROS (mg/l)
1999	-	-	-
1998	-	-	-
1997	0.03	104	29247
1996	0.04	57.8	23311.6
1995	0.003	27.8	3757.5

Cuadro No. 24 contaminantes Ciénaga El Llanito

ESTACIÓN LLANITO 3

AÑO	FENOLES (mg/l)	BARIO (mg/l)	CLORUROS (mg/l)
1999	-	-	-
1998	-	-	-
1997	0.03	98	30171
1996	0.023	58.1	22849.5
1995	0.15	24.1	24980.4

Cuadro No. 25 Contaminantes deshidratadora Galán

DESHIDRATADORA GALAN

AÑO	FENOLES (mg/l)	BARIO (mg/l)	CLORUROS (mg/l)
1999	0.06	47	11282.3
1998	-	-	-
1997	0.02	123	16453
1996	0.012	42.6	10565

1995 0.01 19 9829

De acuerdo con dicho análisis se concluye que la calidad de los vertimientos industriales de las diferentes plantas y estaciones a variado, tendiendo al aumento en la concentración de parámetros como cloruros y bario, mientras los fenoles tienden a mantenerse en concentraciones similares. Ello no implica necesariamente que los sistemas de tratamiento no estén funcionando, el siguiente cuadro muestra la eficiencia de los sistemas de remoción, a la luz de los artículos 72 a 74 del decreto 1594/84, se hace un análisis del porcentaje de remoción actual para las diferentes instalaciones

Cuadro No. 26 Eficiencia de remoción del sistema en las diferentes estaciones y plantas deshidratadoras. Monitoreos de 1997 y 1999

PUNTO DE MONITOREO	PARAMETRO	UNIDAD	ENTRADA API		SALIDA SISTEMA		REMOCIÓN %	
			1997	1999	1997	1999	1997	1999
Planta deshidratadora El Centro	Sólidos suspendidos	mg/lit	134	52.7	36	16.6	73	68.5
	DBO ₅	mg/lit O ₂	37	282	38	222	-5	21.3
	DQO	mg/lit		712		504		29.2
	Fenoles totales	mg/lit	0627	0.35	0.015	0.13	98	62.9
	Grasa y aceites	mg/lit	286.4	26.6	199.3	8.83	30	67
Planta de Proceso*	Sólidos suspendidos	mg/lit	81.3		13.7		85	
	Fenoles totales	mg/lit	0.620		0.087		85	
	Grasa y aceites	mg/lit	137.9		17.0		88	
Planta deshidratadora La Cira	Sólidos suspendidos	mg/lit	98.4	61.3	35.3	22.7	64	63
	DBO ₅	mg/lit O ₂	65	443.73	383	158	-497	64.4
	DQO	mg/lit		1110.3		325		70.7
	Fenoles totales	mg/lit	1.653	0.39	0.653	0.22	60	43.6
	Grasa y aceites	mg/lit	3097.7	10.4	280.8	4.05	91	61
Estación Nororiental Llanito*	Sólidos suspendidos	mg/lit	128.6		107.5		16	
	DBO ₅	mg/lit O ₂	50		25		50	
	Fenoles totales	mg/lit	0.056		0.035		38	
	Grasa y aceites	mg/lit	636.4		12.0		98	
Estación Llanito No. 3°.	Sólidos suspendidos	mg/lit	165.7		110.6		33	
	DBO ₅	mg/lit O ₂	57		50		11	
	Fenoles totales	mg/lit	0.058		0.034		41	
	Grasa y aceites	mg/lit	151.8		18.8		88	
Planta deshidratadora Galán	Sólidos suspendidos	mg/lit	59.6	161.7	118.9	82.7	-100	48.8
	DBO ₅	mg/lit O ₂	60	488	60	276	0	43.4
	DQO	mg/lit		1250.7		721		
	Fenoles totales	mg/lit	0.041	0.27	0.019	0.06	54	77.8
	Grasa y aceites	mg/lit	386.2	297.7	28.7	7.97	93	97.5
Estación Gala*	Sólidos suspendidos	mg/lit	168.0		109.2		35	
	DBO ₅	mg/lit O ₂	30		15		50	
	Fenoles totales	mg/lit	0.080		0.004		95	
	Grasa y aceites	mg/lit	117.1		11.3		90	

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

*Estaciones que en la actualidad ya no realizan vertimientos

Decreto 1594/84: Remoción de sólidos suspendidos >50%
Remoción de DBO₅ > 20%
Remoción de grasa y aceites] 80%
Concentración de fenoles 0.2 mg/lt.

Planta deshidratadora El Centro: Los porcentajes de remoción para todos los parámetros excepto grasas y aceites están por encima del mínimo establecido. No obstante, los porcentajes de remoción de todos los parámetros excepto DBO₅, han disminuido respecto a 1997.

Planta deshidratadora La Cira: El porcentaje de remoción de sólidos se mantuvo prácticamente en el mismo valor y dentro de la normatividad, mientras que parámetros como DBO₅, y fenoles mejoraron el primero su porcentaje de remoción y el segundo sus valores en concentración de tal forma que se ajustan a la norma. Mientras que la remoción de grasas y aceites disminuyó su porcentaje quedando por fuera del límite mínimo admisible.

Planta deshidratadora Galán: En 1997 la estación tiene un buen porcentaje de remoción de grasas y aceites (93%), pero los demás parámetros muestran eficiencia bastante bajas, que se encuentran por debajo del mínimo permisible. En 1999 el porcentaje de remoción en todos los parámetros evaluados fue mayor que en los años anteriores.

En general se puede decir que las sustancias vertidas de mayor interés que presentan concentraciones elevadas son los de cloruro. Bario y fenoles, sin embargo para el bario se desarrollo un proyecto piloto biorretenedor, pero dados sus costos y las últimas publicaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde se precisa el bajo impacto ambiental que genera este elemento, se ha suspendido el proyecto, sin embargo el último monitoreo registro valores bastante bajos en los caños del sector.

Otros estudios² evalúan diferentes puntos de muestreo, que incluyen sitios antes y después del vertimiento /caño La Cira y caño Reposo), durante tres época climáticas diferentes (lluvia, sequía y transición sequía lluvia) y utilizando especies nativas tropicales como bioindicadores (plantas, algas y camarones), se logro establecer que para los caños antes nombrados, hay un aporte significativo por parte de los vertimientos industriales que se presentan a lo largo de ambos caños.

² Informe de resultados exotoxicológicos de los vertimientos y cuerpos receptores del área de influencia de la gerencia centro – oriente – CGO. ICP, 1999.

En época de sequía se presenta un incremento en la cantidad de sales lo que hace que la conductividad aumente; para la época de lluvias y transición se observó una turbulencia de aguas que permite la remoción de sedimentos y hace que se promueva una biodegradación anaeróbica que produce acidificación de las aguas.

En este estudio ecotoxicológico se pudo evidenciar que la presencia de sales no afecta las especies ni en el ámbito de zooplacton ni de macrófitas, a pesar de presentar niveles de cloruros superiores a los parámetros legislativos de calidad del agua para consumo humano. Se puede sospechar que las sales estén disueltas en su totalidad o que estén en forma de sulfatos, fosfatos, y carbonatos que hacen que estas concentraciones no sean letales a los bioindicadores utilizados.

Por otra parte el comportamiento de los fenoles muestra una tendencia a disminuir a través del tiempo, manteniéndose concentraciones bajas que no limitan el uso del agua. Lo anterior se debe posiblemente a la eficacia que ofrecen las piscinas de oxidación de las estaciones y plantas deshidratadoras que utilizan la fotooxidación, y tiempos prolongados de retención, elementos que contribuyen a disminuir la carga de fenoles en el agua a drenar.

4.2.4.2.4 análisis físico – químicos de las aguas.

Los análisis que a continuación se consignan hacen parte de los diferentes estudios realizados por Ecopetrol sobre diversas fuentes de agua.

Cuadro No. 27 Resultado de los análisis fisicoquímicos realizados en el río La Colorada

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO DE DETERMINACIÓN	VALOR MAYO DE 1997	VALOR DICIEMBRE DE 2000
PH	Unidades	ELECTROMÉTRICA	7.49	7.38
CAUDAL	m ³ /s	AFORO	1.47	148
ACIDEZ	mg/lit	TITULACIÓN	2.8	2.4
ALCALINIDAD	mg/lit	VOLUMÉTRICA	51.14	50.2
DOO	mg/lit	REFLUJO CERRADO	102	162
DBO	mg/lit	INCUBACIÓN 5 DÍAS	11	50
CLORUROS	mg/lit	VOLUMÉTRICA	1.9	1.0
TURBIDEZ	NTU	NEFELOMETRÍA	888	560
SÓLIDOS TOTALES	mg/lit	GRAVIMETRÍA	1917	1920
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/lit	ELECTROMÉTRICA	110	200
SÓLIDOS SUSPENDI.	mg/lit	SECADO 103°C	1632	1650
GRASAS Y ACEITES	mg/lit	GRAVIMETRÍA	1.96	1.0
VANADIO	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	ND	ND

BARIO	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	0.082	0.050
NIQUEL	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	0.008	0.002
CROMO	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	0.010	0.01
PLOMO	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	0.0014	0.0011
CADMIO	mg/lit	ABSORCIÓN ATÓMICA	ND	ND
NITRATOS	mg/lit	ESPECTOFOTOMETRÍA	5.2	4.0
NITRITOS	mg/lit	ESPECTOFOTOMETRÍA	ND	ND
SULFATOS	mg/lit	TURBIMETRÍA	33.51	28.9
FENOLES	mg/lit	COLORIMÉTRICO	0.004	0.004
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	ELECTROMOTRÍZ	170	120
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ML	TUBO MÚLTIPLE	2400	2400
COLIFORMES FECALES	NMP/100ML	TUBO MÚLTIPLE	210	160
DET E. COLI		PRESENCIA		POSITIVA

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

Con base en los anteriores análisis se deduce que el agua del río La Colorada presenta un pH ligeramente alcalino, pero dentro del rango en el cual es posible el desarrollo de la mayoría de los organismos sin ningún tipo de afectación; sólidos totales un tanto elevados, que indican la presencia de materia orgánica y detritus, y presencia de sustancias no deseables como fenoles en valores que exceden los límites establecidos. Así como bario, cromo y plomo en cantidades a los valores mínimos aceptables para aguas potables, las actividades de la industria petrolera no vierte sustancias sobre este cuerpo de agua por tanto los metales pesados que se encuentran no son atribuibles a esta actividad.

El río Sogamoso tiene una calidad aceptable y todos los parámetros evaluados se encuentran dentro del rango admisible para el tratamiento del agua por métodos sencillos, en general el agua tiene una tendencia de pH neutro, sólidos totales un tanto elevados, que indican la presencia de materia orgánica y detritus.

Cuadro No. 28 Caracterización físico – química de las aguas del río Sogamoso

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
CAUDAL	m ³ /s	470
pH	Unidades	7.3
OXÍGENO DISUELTO	mg/lit	7.8
SÓLIDOS TOTALES	mg/lit	240
SULFATOS	mg/lit	12.1
TURBIEDAD	NTU	10.6
ACIDEZ	mg/lit	9.5
ALCALINIDAD	mg/lit	32.5
CLORUROS	mg/lit	2.15
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	150

DBO	mg/lt	8
DQO	mg/lt	35
NITRATOS	mg/lt	0.03
NITRITOS	mg/lt	0.01
COLIFORMES FECALES	NMP/100ML	15
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ML	21

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000

Cuadro No. 29 Caracterización físico – química de las aguas del río Magdalena

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR CANO LA CIRA	VALOR RÍO MAGDALENA
PH	Unidades	6.74	8.22
OXÍGENO DISUELTO	mg/lt	3.5	3.85
TEMPERATURA	°C	29.7	30.7
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/lt	14.33	325
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/lt	20.3	219.5
ALCALINIDAD	mg/lt	26	106.5
CLORUROS	mg/lt	19.9	12.3
CONDUCTIVIDAD	μS/cm	47.5	224
DBO	mg/lt	37.3	7.5
DQO	mg/lt	95.3	45.5
GRASASA Y/O ACEITES	mg/lt	8.14	14
FENOLES	mg/lt	0.0007	0.001
BARIO	mg/lt	8	0.03
FÓSFOR TOTAL	mg/lt	0.053	23.5
DUREZA	mg/lt	82	37.5

Fuente: Estudio de evaluación ambiental y plan de manejo ambiental para los campos de la superintendencia de mares. GEOCING LTDA, 2000