



**Alcaldía de Medellín**  
**Secretaría del Medio Ambiente**

**CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO  
HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL  
MUNICIPIO DE MEDELLÍN**

PROYECTO DE PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO PARTICIPATIVO, 2008-2009

INFORME FINAL

CONVENIO No. 4600020256 de 2009  
entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín  
y la Corporación Comité Pro Romeral

MEDELLÍN, Diciembre de 2009



## CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

PROYECTO DE PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO PARTICIPATIVO, 2008-2009

### INFORME FINAL

CONVENIO No. 4600020256 de 2009  
entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín  
y la Corporación Comité Pro Romeral

MEDELLÍN, Diciembre de 2009

1. Revisado por:	3. Aprobado por:	3. Fecha elaboración:	4. Fecha aprobación:	5. Copia No. ____
				6. Asignada a:
Cargo:	Cargo:			



## ALCALDÍA DE MEDELLÍN

ALONSO SALAZAR JARAMILLO  
Alcalde

Secretaria del Medio Ambiente  
LIDA PATRICIA GIRALDO MORALES

Subsecretaria de Planeación Ambiental  
NATALIA POSADA JARAMILLO

Subsecretario Metro Río  
CARLOS EDUARDO MACÍAS TORRES

Subsecretaria Cultura Ambiental  
MARÍA MÓNICA ECHEVERRY POSADA

Subsecretario del SIMPAD  
CAMILO ZAPATA WILLS



**ALCALDÍA DE MEDELLÍN**  
**SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE**

**EQUIPO DE TRABAJO SMA**

CARLOS ARTURO BOZÓN PÉREZ  
Interventor



## CONSULTORÍA

### EQUIPO DE TRABAJO

CARLOS MARIO URIBE GARCÍA  
Coordinador del Proyecto y Área Hidrología

SERGIO ANDRÉS GIRALDO MIRA  
Área de SIG

NATALIA VELÁSQUEZ VÁSQUEZ  
Técnica Auxiliar

MARÍA YONY ORTIZ HERRERA  
Administración del proyecto



## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. ALCANCES	11
5. POBLACIÓN OBJETO	12
6. MARCO DE PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	12
7. METODOLOGÍA	15
8. MONITOREO DEL RECURSO AGUA	17
9. GENERALIDADES SOBRE LA CUENCA DOÑA MARÍA Y EL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO	18
9.1 ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA PRINCIPAL Y LAS QUEBRADAS AFLUENTES	22
9.2 EL AGUA COMO FACTOR DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN EL CORREGIMIENTO	24
9.3 USO Y MANEJO DEL AGUA EN EL CORREGIMIENTO	26
9.4 ESTADO DEL RECURSO EN LAS QUEBRADAS ESTUDIADAS	30
9.5 DESCRIPCIÓN COMPLEMENTARIA DE ALGUNAS MICROCUENCAS DE SAN ANTONIO DE PRADO	37
10. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS Y TRAMOS	70
10.1 PARÁMETROS CONSIDERADOS	76
10.2 RESULTADOS DE LABORATORIO	78
10.3 INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS	83
10.3.1 Contenido de materia orgánica	83
10.3.2 Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica	90
10.3.3 Patógenos	93



10.3.4	Comparación histórica de la contaminación por patógenos	98
10.3.5	Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y de patógenos	102
10.3.6	Oxígeno Disuelto	108
10.3.7	Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2009)	116
10.3.8	Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas	118
10.3.9	Nutrientes y sus diferentes formas	123
10.3.10	Turbidez	123
10.3.11	pH	126
10.3.12	Dureza	130
10.3.13	Olor	133
10.4	CÁLCULO DE CAUDALES EN ALGUNOS SITIOS DE LAS QUEBRADAS EVALUADAS	135
10.5	RESULTADO FINAL SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA - SADEP)	137
10.6	PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO	149
11.	EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES EN EL PRESENTE ESTUDIO	150
11.1.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNAS AFECTACIONES DE RETIROS Y CAUCES EN LAS QUEBRADAS EVALUADAS	156
12.	OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES	176
13.	INFORMACIÓN SIG	181
14.	PRODUCCIÓN DE VIDEO	181
15.	INDICADORES Y FUENTES DE VERIFICACIÓN	182
16.	ANEXOS	182
16.1	RESULTADOS DE LABORATORIO	182
17.	ÍNDICES TEMÁTICOS	183



## CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los graves problemas de deterioro de los recursos naturales en San Antonio de Prado han sido reconocidos desde hace varios años, pero la Agenda Ambiental corregimental y estudios de monitoreo ambiental posteriores han demostrado que principalmente los recursos agua, suelo y bosques, están tan afectados por las actividades productivas ejercidas por sistemas de manejo insostenibles y por procesos urbanísticos desordenados y mal planificados desde el punto de vista ambiental, que en muchos casos la oferta ambiental de los bienes y servicios ambientales se muestran insuficientes para la demanda de ellos, no tanto porque la oferta absoluta sea insuficiente, si no porque la afectación o deterioro de estos recursos como el agua y el suelo es tan elevada que los hace inutilizables (SMA de Medellín, Agenda Ambiental Corregimental de San Antonio de Prado, 2007; SMA de Medellín Monitoreo del recurso Agua en San Antonio de Prado, 2008)

La inadecuada relación sociedad/naturaleza, ha causado una fuerte y acelerada contaminación de casi todas las fuentes hídricas del corregimiento, especialmente en la zona centro y sur en donde predominan los usos agropecuarios y urbanísticos. Por otro lado esto ha conllevado no sólo a un déficit estacional en la oferta hídrica para uso humano, si no además para uso animal y aún para actividades agropecuarias, limitando las posibilidades de producción y la rentabilidad, y por consiguiente la permanencia en el tiempo de las formas de producción campesinas.

La Agenda Ambiental inicialmente, luego los estudios de monitoreo en recursos naturales, y más recientemente la primera fase del programa de reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológicos, han demostrado la veracidad de estos diagnósticos y la urgente necesidad de implementar acciones de contrarresten estas tendencias y las reviertan desde el corto plazo, pero estas propuestas de proyectos y programas de recuperación y control deben estar sustentados en una base científica confiable, en datos medidos y en acciones evaluadas. En esta perspectiva los monitoreos del recurso agua están desempeñando un papel fundamental en la sustentación de proyectos que buscan el control de daños y la recuperación del recurso, como en el caso del programa de reconversión agrotecnológica y producción más limpia en el corregimiento.



## 2. JUSTIFICACIÓN

El concepto de sostenibilidad implica la conservación en buen estado de los recursos naturales utilizados durante los procesos productivos, de manera que puedan seguir siendo usados por las generaciones futuras, pero también implica la conservación de estos, de manera que se garantice la supervivencia de las demás especies y la vida misma. Por este motivo, se requiere organizar los procesos productivos, las formas de relación sociedad/naturaleza, las tecnologías y sistemas de manejo, de manera que se garantice este propósito de conservación, pero la efectividad de estas acciones sólo puede medirse mediante actividades de monitoreo del estado ambiental de los recursos que buscan protegerse

El deterioro acelerado y profundo del recurso agua en todas las quebradas con influencia urbana, y en la mayoría de las relacionadas con producciones agropecuarias en la zona rural del corregimiento, ha generalizado un estado de déficit latente en la disponibilidad de este recurso, que se manifiesta no sólo en recurrentes periodos de racionamiento en épocas de sequía en algunos barrios y veredas, si no además en racionamiento en zonas rurales para actividades agrícolas que dependen del riego y aún para algunas ganaderas, lo cual incide directamente en disminución de la rentabilidad económica para las actividades que no pueden acceder al recurso en momentos críticos (Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, "Monitoreo del recurso hídrico en San Antonio de Prado", 2008).

Estas deficiencias en la oferta del recurso agua no está necesariamente relacionada con un déficit natural de la oferta de agua (caudal neto disponible), si no más bien con la "oferta utilizable", es decir, la que proveen las fuentes no contaminadas o poco contaminadas. En otras palabras, la mayor limitación de la oferta del agua para actividades productivas, para consumo humano y animal, para recreación y para la supervivencia de otras especies (las silvestres), está relacionada fuertemente con la calidad del agua disponible, o sea con su grado de contaminación o sanidad (Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, "Monitoreo del recurso hídrico en San Antonio de Prado", 2008).

Inspirados en los resultados y recomendaciones de los estudios de monitoreo del recurso agua en San Antonio de Prado llevados a cabo por la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, en 2007 y 2008, se decidió implementar de manera estructural el programa de Reconversión Agrotecnológica y Producción más Limpia en San Antonio de Prado, y otros proyectos relacionados tanto en la zona urbana como rural del corregimiento, como una manera práctica de contribuir en la preservación y mejoramiento del estado ambiental del agua y las microcuencas. Pero así mismo se ha visto la necesidad de intensificar estos monitoreos en cuanto a su frecuencia (2 veces al año) y ampliar el número de quebradas monitoreadas de manera que se puedan medir los impactos de los demás proyectos sobre los recursos naturales locales y regionales, además mejorando la frecuencia y cantidad de estos monitoreos se pueden ajustar algunos otros proyectos y en un lapso de unos 5 años mas podría tenerse información mínima básica para intentar realizar un modelaje.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el monitoreo del recurso hídrico y trayectos de retiros de quebrada, en el corregimiento San Antonio de Prado del municipio de Medellín, de acuerdo con las directrices trazadas en la Agenda Ambiental y en la segunda fase de monitoreo de quebradas.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad del recurso agua de las principales quebradas del corregimiento de San Antonio de Prado, en los sitios determinados en la fase anterior, en las 16 microcuencas establecidas, de acuerdo con las directrices técnicas establecidas en la fase anterior.
- Caracterización ambiental y monitoreo del estado de cobertura e intervención de las zonas de retiro aledañas a los sitios de muestreo de calidad de agua, incluyendo los puntos críticos de vertimientos, asociados a fuentes de contaminación.
- Articular los proyectos de seguimiento y monitoreo a la formulación de los planes, programas y proyectos ambientales identificados en el PAAL del corregimiento.
- Proponer proyectos y acciones específicas y puntuales, en el marco del PAAL, que permitan aminorar los impactos ambientales negativos que deterioran la calidad del recurso agua y los retiros de las quebradas involucradas en el estudio
- Consolidación y presentación de la información producto del estudio mediante herramienta SIG, (ArcGis 9.X).

### 4. ALCANCES

Con la ejecución de este proyecto se pretende dar continuidad al proceso de conocimiento del estado de recurso agua en el corregimiento en lo que respecta a la calidad; así como establecer la oferta general, grado de contaminación y los problemas ambientales asociados a la calidad del recurso, identificar las causas principales que generan los estados de deterioro encontrados durante la ejecución de la evaluación de la calidad del recurso.



Se harán muestreos de aguas para identificar la contaminación del recurso en las partes altas, medias y bajas de manera que identifique su calidad con relación a su posible uso y se complementarán algunas evaluaciones que identifiquen su disponibilidad (8 sitios nuevos).

Estos análisis se harán sobre las 16 microcuencas contempladas en la fase anterior, a excepción de La Manguala, La Limona y La Despensa que tendrán cuatro sitios de muestreo, para un total de 51 sitios de muestreo.

Se propone la eliminación del sitio de muestreo de la Cabuyala alta debido a que en los últimos meses fue invadido con construcciones civiles.

Estos muestreos se realizarán sobre las siguientes Quebradas:

La Despensa, La Sorbetana, La Manguala, La Limona, La Zorrita, La Jacinta, El Buey, La Cañaita, La Barro Azul (o Barba Azul), La Isabela, La Zulia (la Verde o La Honda), La Popala, El Coco o Macana, Larga (en El Salado), Larga (en La Verde) y La Cabuyala. y los ocho nuevos sitios de aforos serán concertados con la interventoría en las partes medias de las microcuencas seleccionadas.

## 5. POBLACIÓN OBJETO

La población directamente beneficiada son los habitantes del corregimiento que viven en las áreas correspondientes a las 16 microcuencas evaluadas.

Indirectamente se beneficiarán todos los demás habitantes del corregimiento, debido a que en un futuro podrán disfrutar de una mayor oferta de agua menos contaminada, retiros de quebradas en mejor estado, lo que repercutirá en un ambiente general más sano para el disfrute recreativo o el uso directo de sus recursos naturales.

## 6. MARCO DE PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El PAAL de San Antonio de Prado está compuesto por 8 líneas estratégicas, fundamentadas en el Perfil Ambiental Corregimental. Estas 8 líneas estratégicas se nutren con 29 programas y 88 proyectos priorizados a lo largo de los 12 años del Plan. En el gráfico<sup>1</sup> se aprecia un resumen de las líneas estratégicas del PAAL.

El presente proyecto está enmarcado en la línea estratégica 1: “Agua (Énfasis en calidad)”, programa: “Recuperación Ambiental del Agua en Quebradas Urbanas y Proveedoras de Agua para Acueductos” con sus proyectos PAAL ARM-1: “*Monitoreo de la calidad del agua*”



en quebradas”, ARM-2: “*Monitoreo del estado de los retiros de quebradas*”; y en la línea estratégica 3: “Bosques (Énfasis en Biodiversidad)”, programa: “Recuperación y Manejo Social Integral de Ecosistemas Boscosos y Áreas de Reserva Públicas” con su proyecto PAAL BRP-1: “ Consolidación de áreas de retiro privadas y públicas” y BRM-1: “*Monitoreo de áreas boscosas nativas*”. A su vez está muy relacionado con los proyectos de la línea estratégica 4: “Social (Énfasis en la relación Sociedad/Naturaleza)”.

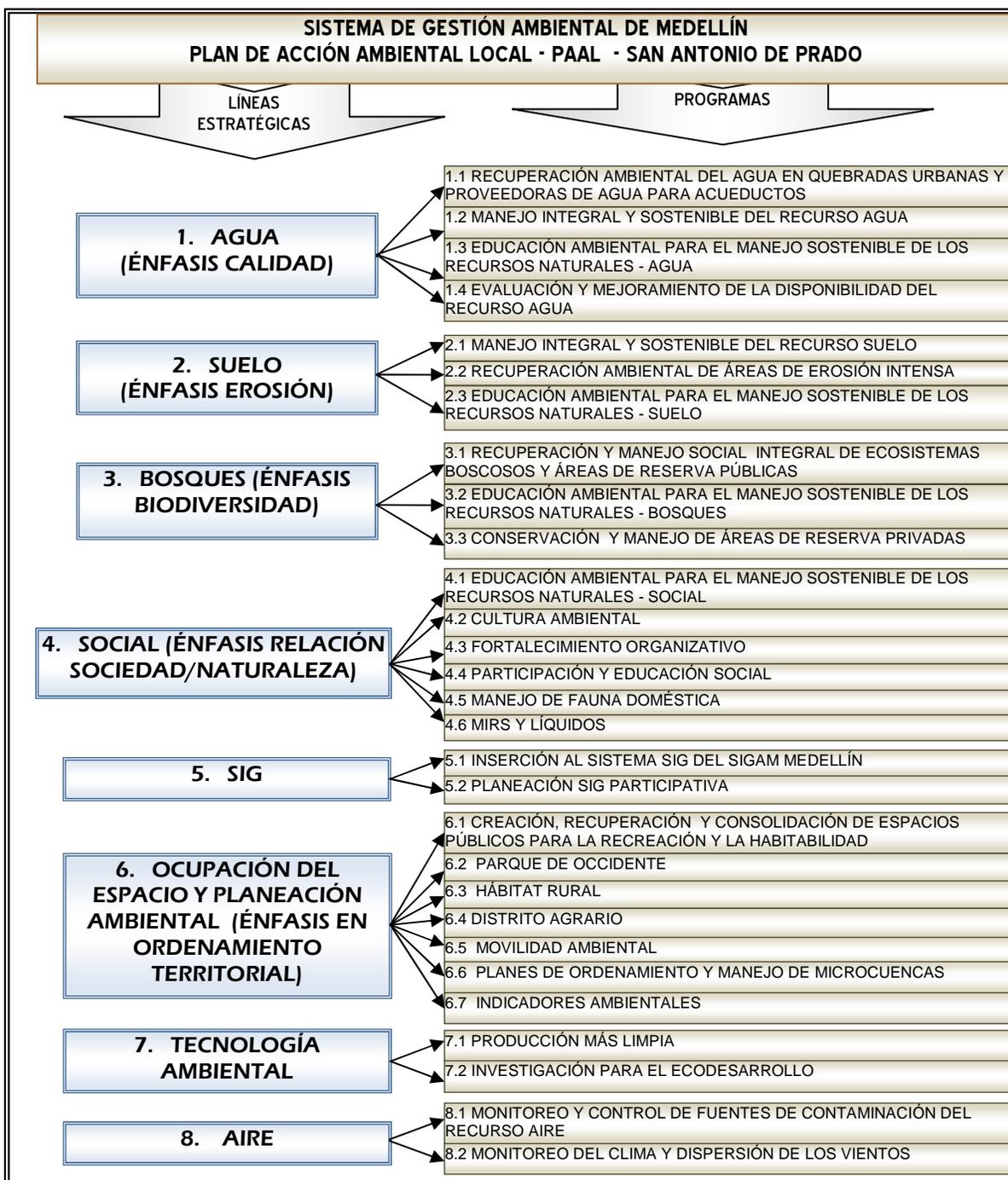


Gráfico 1 Líneas Estratégicas y programas del PAAL SADEP. (Tomado de “Agenda Ambiental Local para San Antonio de Prado y Bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental”. 2007. SMA.)



En el marco de este proceso de consolidación del SIGAM, el municipio ha elaborado un sistema de indicadores ambientales en el cual “se reconoce que el análisis de la sostenibilidad se debe realizar con el apoyo de instrumentos que permitan el monitoreo de los recursos naturales, su evaluación y comunicación sobre sus avances y tendencias, con el fin de reorientarla en los procesos de planeación” (SMA, 2006). El actual proyecto está ubicado en esta línea de acción del SIGAM y se convierte en una implementación real del propósito de mantener un monitoreo constante en algunos recursos naturales de la ciudad y sus localidades.

Estos proyectos PAAL se encuentran a su vez sustentados en las estrategias, programas y proyectos del Plan Ambiental de Medellín, que gestiona el SIGAM de Medellín, referenciados en el PAAL SADEP (Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Agenda Ambiental de San Antonio de Prado, 2006), así como en el Plan de Desarrollo de Medellín 2008-2011, principalmente en la Línea 4. Hábitat y Medio Ambiente para la Gente, Componente: 4.2 Medio Ambiente, Programa: 4.24 Cultura Ambiental para la Vida, Proyectos: 4.2.4.2 Educación, sensibilización y participación para las buenas prácticas ambientales, 4.2.4.3 Educación y Sensibilización para el uso y consumo sostenible de los recursos naturales y el manejo de la fauna doméstica y silvestre

## 7. METODOLOGÍA

La metodología implementada se basó en las directrices metodológicas definidas por el estudio de monitoreo de los recursos bosques y suelos en San Antonio de Prado, SMA de Medellín, 2008.

Los pocos ajustes introducidos se describen en los capítulos respectivos, así mismo los sitios nuevos de monitoreo.

La metodología general y su ruta procedimental puede resumirse en el gráfico 2.

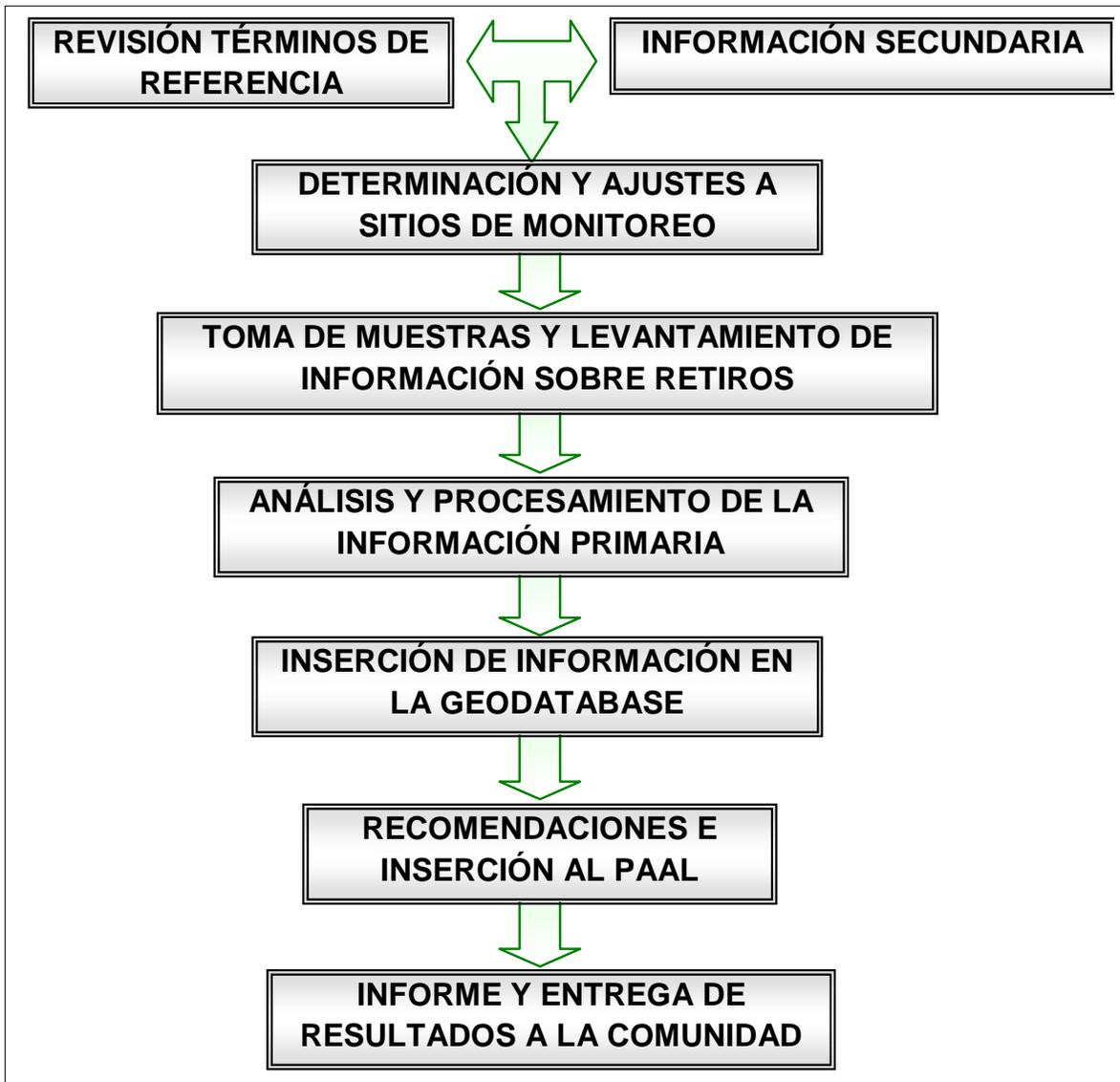


Gráfico 2 Proceso metodológico para el monitoreo del recurso agua en SADEP, 2009



## 8. MONITOREO DEL RECURSO AGUA

A partir de 2008 la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, en procura de implementar parte del programa de monitoreo sobre el estado ambiental de los recursos naturales en la ciudad, tal como se proclama en el documento “Sistema de Indicadores Ambientales” (SMA, 2006), -que pretende conocer el estado actual de los recursos naturales y las presiones que se ejercen sobre ellos por causa de las acciones humanas, con el fin de definir las políticas, programas y acciones que garanticen su conservación, administración y uso sostenible en el marco de la visión del manejo sostenible de los ecosistemas estratégicos asociados a microcuencas que surten acueductos-, destinó recursos para iniciar el monitoreo de los recursos bosques y agua en San Antonio de Prado, aprovechando un proyecto gestionado por la vía de Planeación y Presupuesto Participativo.

Los fundamentos para estos monitoreos, en la localidad, venían desde la construcción de la Agenda Ambiental Corregimental y su Plan de Acción Ambiental Local, PAAL, desde 2007, que sentó las bases al construir la línea base ambiental para los recursos suelo, bosques y agua, y a partir de allí la comunidad local ha venido gestionando recursos para la implementación del programa de monitoreo ambiental de los recursos naturales en el corregimiento, lo cual puede considerarse como un ejemplo pionero en la región, por su concepción de integrar el desarrollo sostenible local con el desarrollo de la ciudad y la región: el corregimiento visualiza y reconoce los impactos ambientales y los beneficios que genera el territorio y su relación con territorios lejanos y trata de incidir al respecto llevando un control sobre el estado de sus recursos que pueden impactar aguas abajo en la gran cuenca, incluso aunque está esté por fuera de su jurisdicción.

Ante el éxito del primer proyecto de monitoreo para los recursos agua y bosques, en 2008, se decidió destinar recursos de PP, para el proyecto de monitorear el agua en 2009, bajo las directrices trazadas en 2008 y el cual fue cofinanciado por la Corporación Comité Pro Romeral, en la modalidad de Convenio.

Se espera que el municipio siga apoyando el programa a mediano y largo plazo, con recursos ordinarios y no por la vía de PP, dado que la escasez de estos recursos económicos impiden que la localidad continúe destinando los recursos necesarios.

Si bien los proyectos adelantados en 2008 y 2009, para el recurso agua son modestos, sirven para dejar establecida una propuesta metodológica y plantean la necesidad de insertar de manera urgente el proceso enmarcado en el SIGAM con el proceso de monitoreo que realiza Corantioquia y en general con el proceso planteado por el POMCA y REDRÍO, además urgen por que la ciudad asuma con recursos ordinarios la responsabilidad de llevar un monitoreo permanente sobre el estado de sus recursos naturales, en concordancia con el propósito de consolidar la "Ciudad y la Región Sostenible"



En tal sentido el estudio de Monitoreo anterior (SMA, 2008), plantea que "...estos procesos de monitoreo de los recursos naturales en San Antonio de Prado, están incluidos en el PAAL, y por consiguiente hacen parte del SIGAM de Medellín; por esta razón es completamente inadecuado que la garantía de continuidad de este proyecto dependa exclusivamente de los recursos de PP, dado que no sólo son muy costosos en relación con el bajo presupuesto asignado a la comisión ambiental de PP, si no que siendo un proyecto de ciudad con influencia sobre la calidad ambiental de todo el río (la descontaminación y manejo integral sostenible del río Medellín o Aburrá), son los recursos ordinarios quienes principalmente deben asumir esta tarea *ininterrumpible*; es decir, los procesos de monitoreo de los recursos naturales no pueden depender presupuestalmente de la voluntad comunitaria en el proceso de PP."

## **9. GENERALIDADES SOBRE LA CUENCA DOÑA MARÍA Y EL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO**

### UBICACIÓN Y ÁREA DE LA DOÑA MARÍA

La cuenca principal a la cual vierten las 17 quebradas incluidas hasta ahora en el programa de monitoreo ambiental de calidad del agua y de los retiros de quebradas es la Doña María. Las subcuencas incluidas se ubican en la parte media de la cuenca Doña María, que a su vez corresponde a la parte sur y centro del corregimiento (ver fotos 1 a 4).

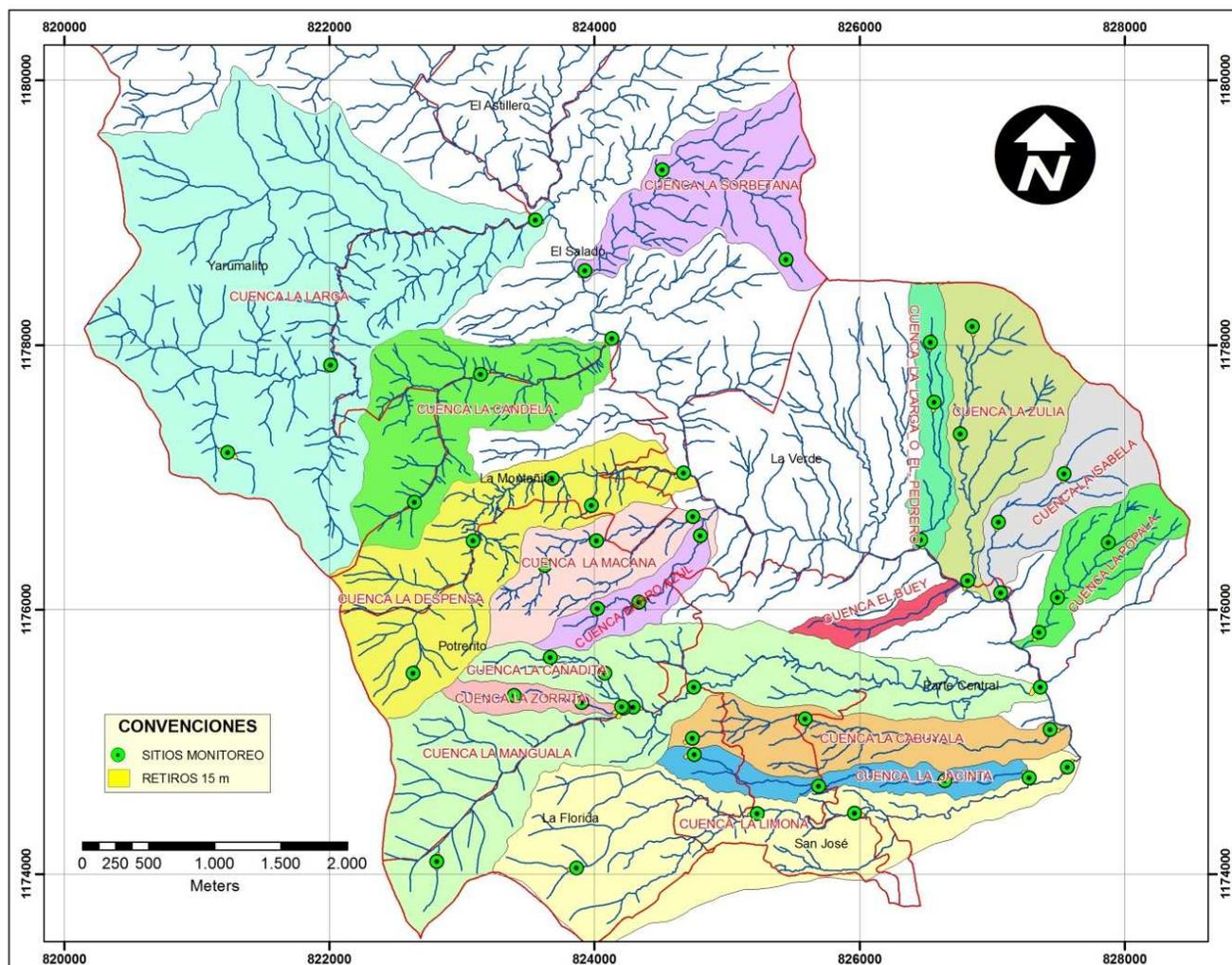
*"La Doña María nace en el Alto del Padre Amaya (normalmente se considera como sitio de nacimiento el Alto de Canoas) y recorre el corregimiento de norte a sur, cruzando luego el municipio de Itagüi antes de desembocar al río Aburrá. A esta tributan directamente más de 90 microcuencas (La Manguala, La Despensa, La Limona, La Cabuyala, La Cajones, El Barcino, La Zulia, La Astillera, La Larga, La Piedra Gorda, La Isabela, La Popala, La Zorrita, La Guapante, etc), todas jóvenes, con fuertes pendientes, alta rugosidad y recorridos cortos." ( SMA, Monitoreo de los recursos suelo y bosques en San Antonio de Prado", 2008)*

Las 16 quebradas consideradas en este monitoreo 11 nacen en la formación orográfica llamada Cuchilla del Romeral, vertiente hacia el Río Aburrá (La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Cabuyala, La Candela, La Barro Azul, La Cañadita, La Zorrita, La Macana o El Coco, La Despensa, La Larga del Salado-Yarumalito) y 5 en la formación del Barcino, vertiente hacia La Doña María, subcuenca del Río Aburrá (La Popala, La Isabela, La Zulia, La Larga de la Verde o El Pedrero, La Sorbetana).



**Fotos 1 a 4** Vista panorámica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María. En la parte Media de esta cuenca se ubican todas las microcuencas incluidas en este estudio.

En el mapa 1 puede observarse la conformación de la red hidrológica del corregimiento en la zona centro y sur y la ubicación de las cuencas seleccionadas para las actividades de evaluación de la calidad del agua durante 2008 y 2009.



**Mapa 1** Red hídrica de San Antonio de Prado y Cuencas en estudio

*La cuenca Doña María se encuentra localizada al occidente del Valle de Aburrá. Limita al occidente con los municipios de Heliconia y Angelópolis, al oriente con el corregimiento de Altavista, al norte con los corregimientos San Cristóbal y Palmitas y al sur con los municipios de Itagüí y La Estrella. La parte de la cuenca perteneciente a Medellín, se encuentra en jurisdicción del corregimiento de San Antonio de Prado.*

*La parte de la cuenca correspondiente a San Antonio de Prado tiene un área de 6061 ha, siendo la cuenca de mayor extensión del municipio de Medellín, de ésta área, 5602 ha (92.4%) se encuentra en suelo rural, 372,8 ha (6.1%) es suelo urbano y el restante 1.4% es área de expansión (Actualización red hídrica, 2006).*



*El área completa de la cuenca, incluyendo lo correspondiente a San Antonio de Prado, La Estrella e Itagüi es de 71,4 Km<sup>2</sup> (según Corantioquia, 2005) ( SMA, Monitoreo de los recursos suelo y bosques en San Antonio de Prado", 2008)*

El Perfil Ambiental de Medellín reporta que *“La cuenca hidrográfica de la quebrada Doña María, con una superficie de 68.41 kilómetros cuadrados, es de las más grandes y torrenciales que tributan al río Medellín. Esta quebrada tiene una longitud de 20 km y nace en la vereda Yarumalito, alto de Canoas; y, debido a sus características torrenciales, pone en alto riesgo las proximidades de algunos drenajes secundarios como el de La Manguala, La Despensa, La Limona y La Chorrera, entre otros”*. (Citado por Agenda Ambiental para San Antonio de Prado, S.M.A., 2007).

En la foto 5, satelital, puede observarse la ubicación y forma de la cuenca Doña María

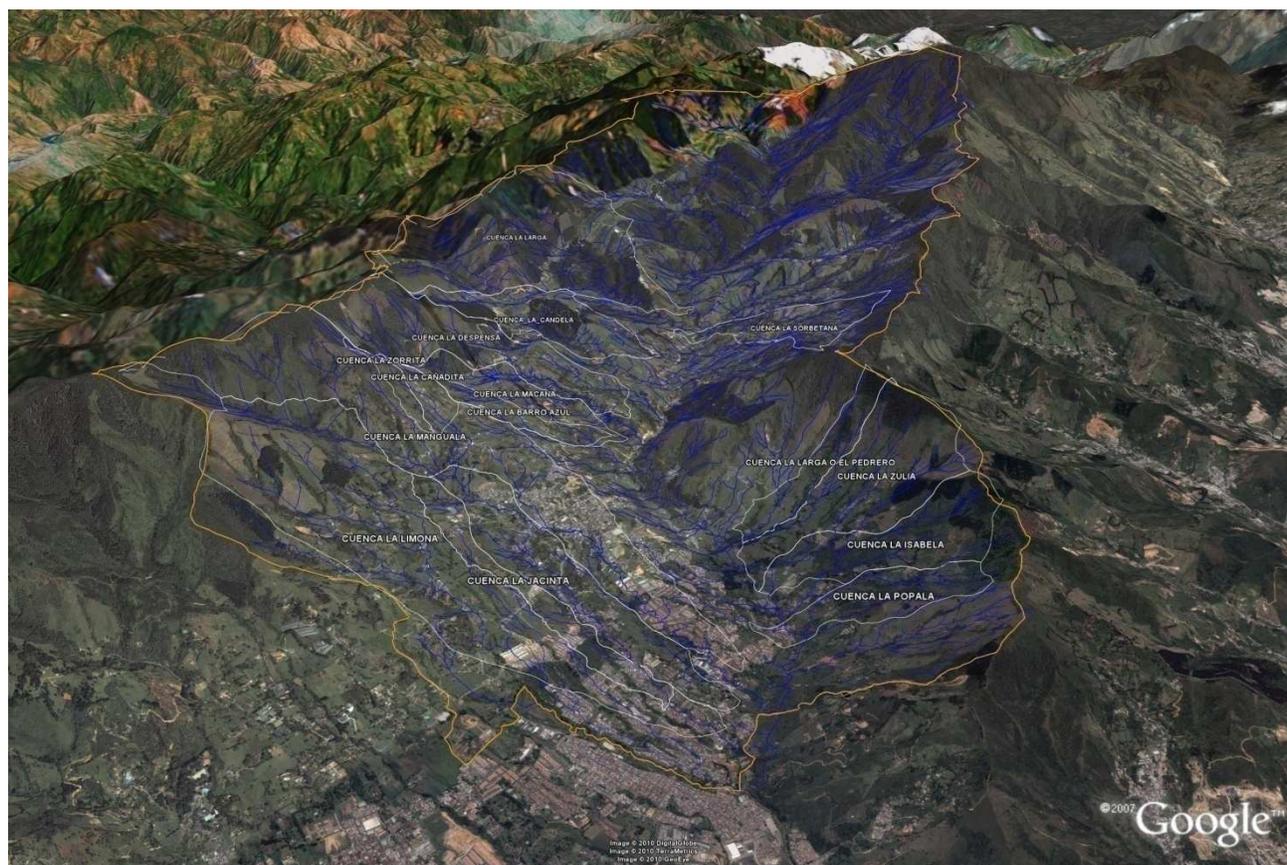


Foto 5 Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado



## 9.1 ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA PRINCIPAL Y LAS QUEBRADAS AFLUENTES

En el estudio “Agenda Ambiental para el corregimiento San Antonio de Prado y bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental”, (SMA,2007) y en el estudio de Monitoreo de los Recursos Agua y Bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008), se realiza una completa descripción de la cuenca Doña María y sus cuencas tributarias objeto de monitoreo en el corregimiento, durante la primera y segunda fase. Estas informaciones incluyen las características morfológicas y morfométricas, y además compendian y actualizan la información sobre una gran cantidad de parámetros relacionados con las cuencas y con las quebradas principales. Se recomienda consultar estos estudios para obtener mayor información.

Con relación a los afluentes implicados en los monitoreos, la Agenda Ambiental de San Antonio de Prado, 2007, señala las siguientes características morfológicas y morfométricas:

**Tabla 1** Características Morfológicas y morfométricas de algunos afluentes de la Doña María en San Antonio de Prado

Microcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Perímetro (km)	Longitud de la corriente principal (km)	Índice de Compacidad	Cota nacimiento	Cota Desembocadura	Densidad Hidrológica	Densidad de drenaje (km/km <sup>2</sup> )	Número de orden
LA MANGUALA	4,024	12,70	5,85	1,79	2.750	1.640	7,21	3,49	4
LA CABUYALA	1,047	6,80	3,20	1,87	2,030	1.640	11,46	14,29	3
LA MACANA	1,252	4,80	2,10	1,21	2.280	1.795	13,58	7,07	4
LA DESPENSA	2,198	7,60	3,20	1,45	2.540	1.820	10,01	4,48	2
LARGA	4,809	11,00	4,00	1,42	2.150	1.895	9,36	5,11	4
LA LIMONA	3,338	10,00	4,50	1,54	2.430	1.620	5,69	5,63	3
LA POPALA	0,699	3,60	1,17	1,35	2.170	1.650	11,44	6,90	3
LA ISABELA	0,896	4,70	2,00	1,18	2.170	1.680	14,49	6,52	3
SORBETANA	1,310	6,00	3,00	1,48	2.346	1.880	8,40	5,84	3
LA ZULIA	1,330	5,60	2,40	1,37	2.170	1.695	7,52	5,64	3

Tomado de Agenda Ambiental de San Antonio de Prado , 2007

Y en el estudio de monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, 2008, se actualizó y complementó la información tal como se muestra a continuación en la tabla 3



**Tabla 2** Características morfométricas de algunos afluentes de la Doña María en San Antonio de Prado

Microcuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Longitud de la corriente principal (m)	Cota nacimiento	Cota Desembocadura	Largo de la cuenca (m)	Ancho máximo(m)	Altura máxima de la cuenca (msnm)
LA DESPENSA	221	8.126	3.806	2.705	1.800	2.957	1.242	2.740
LA SORBETANA	142	6.701	2.754	2.375	1.875	1.888	1.574	2.405
LA LIMONA	360	10.421	4.469	2.550	1.622	4.492	1.393	2.600
LA MANGUALA	404	13.278	6.600	2.710	1.646	5.117	1.661	2.795
LA JACINTA	56	6.435	2.958	2.014	1.660	2.831	370	2.058
EL BUEY	19	3.028	1.307	1.880	1.695	1.361	468	1.915
LA CAÑADITA	34	3.055	1.497	2.445	1.648	1.320	338	2.505
LA ZORRITA	23	2.991	1.344	2.490	2.040	1.376	268	2.555
LA LARGA (YARUMALITO)	659	12.863	3.709	2.540	1.890	3.656	3.873	2.575
LA LARGA O PEDRERA	51	4.764	1.997	2.105	1.705	1.982	402	2.340
LA POPALA	67	4.146	1.658	2.080	1.662	1.600	637	2.186
LA ISABELA	93	4.934	1.963	2.060	1.685	1.812	940	2.205
LA CABUYALA	111	6.833	3.254	2.010	1.634	3.043	556	2.050
LA BARRO AZUL	41	3.705	1.659	2.150	1.815	1.604	356	2.225
LA ZULIA	145	6.352	2.591	2.120	1.690	2.318	1.320	2.320
LA MACANA O EL COCO	132,8	5.050,4	2.133	2.210	1.815	2.050	1.000	2.395

Tomado de Estudio de Monitoreo de los Recursos Agua y Bosques de San Antonio de Prado , 2008

En el actual estudio, se realizaron los cálculos para la nueva subcuenca incluida: La Candela, dando por resultado la información que se presenta en la tabla 3 que muestra además algunos datos corregidos en los valores morfométricos y morfológicos anteriores.



**Tabla 3** Características morfométricas de La Quebrada La Candela y otras

Microcuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Longitud de la corriente principal (m)	Cota nacimiento	Cota Desembocadura	Largo de la cuenca (m)	Ancho máximo(m)	Altura máxima de la cuenca (msnm)
LA CANDELA	175,5	6.840	3.120	2.350	1.860	2.460	1.282	2.475
LA LARGA (YARUMALITO)	658,9	12.863	5.270	2.540	1.890	3.600	3.742	2.575
LA MANGUALA	403,6	13.278	6.600	2.710	1.646	5.145	1.556	2.795
LA LIMONA	360	10.421	5.409	2.550	1.622	4.500	1.430	2.600

En el numeral 9.5.16 se amplía la descripción de la microcuenca La Candela

## 9.2 EL AGUA COMO FACTOR DE PRODUCCIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL EN EL CORREGIMIENTO

El Estudio de Monitoreo de de los Recursos Agua y Bosques en San Antonio de Prado, 2008, señala como a pesar de la abundancia absoluta del recursos agua en la localidad, se presentan épocas de insuficiencia, escasez y racionamientos que afectan no sólo a las viviendas urbanas, si no además a las rurales y a las actividades productivas. Este estudio además señala que la principal causa de este fenómeno no es la escasez absoluta del recurso en las épocas críticas (de sequía), si no más bien el grado de afectación del recurso (contaminación) que lo hace inutilizable para el consumo domiciliario y la producción agropecuaria; y a esto se le agrega una disminución constante en la oferta, debido a la fuerte afectación de las zonas de recarga, zonas de nacimientos y retiros, que al ser intervenidos no pueden cumplir su función receptora y acumuladora a pesar de la existencia de factores naturales muy convenientes como los derivados del efecto Föhn, principalmente en la Cuchilla del Romeral, generando en algunos sitios lluvias de montaña y zonas de bosques que se pueden considerar como nublados.

*"Pero es necesario resaltar que esta abundancia también está en función de la carga normal de los ecosistemas, es decir, bajo condiciones de usos agropecuarios y forestales tradicionales, adaptados a las potencialidades del uso de la tierra y bajo condiciones de poblamiento rural, este recurso probablemente nunca sería limitante para la vida y el desarrollo económico del territorio; pero bajo las condiciones actuales de sistemas*



*agrotecnológicos destructivos y contaminantes y de proyectos de poblamiento que exceden la capacidad de carga del territorio y sus recursos, es previsible que a corto plazo empiecen a manifestarse los factores limitantes para el desarrollo sostenible. De hecho estos ya se han manifestado en varios sitios, tanto en veredas como en la zona urbana." (Estudio de Monitoreo de de los Recursos Agua y Bosques en San Antonio de Prado", SMA, 2008)*

La relación directa entre la disponibilidad del agua con calidad que pueda ser utilizada para usos agropecuarios y la posibilidad en que las unidades productivas puedan avanzar tecnológicamente e incrementar su rentabilidad económica es evidente y ha sido descrita tanto por la Agenda Ambiental Corregimental como por la segunda fase de monitoreo de los recursos agua y bosques en san Antonio de Prado.

El establecimiento de sistemas de producción destructivos, contaminantes y por consiguiente no sostenibles, termina por afectar la permanencia de las economías campesinas, que no pueden competir con los altos precios del suelo rural que impone la urbe en expansión, ni puede competir con los altos costos de producción y la baja productividad. Sin rentabilidad, el uso de la tierra rural, los sistemas de producción agropecuarios y las economías campesinas, terminan cediendo sus espacios a fincas de recreo, parcelaciones, urbanizaciones o en el mejor de los casos son absorbidas por grandes propietarios dedicados a actividades de ganadería en pastoreo en laderas fuertes, que degradan rápidamente los horizontes orgánicos de los suelos, contaminan las fuentes de agua y presionan los relictos de bosques, y en algunos años terminan también colapsando e ingresando de lleno al mercado de la especulación de tierras

Adicionalmente, la contaminación indiscriminada de las corrientes de agua, afecta de manera directa a un gran número de especies animales y vegetales, que terminan desapareciendo al no encontrar disponibilidad de los recursos que requieren para su existencia. Esto no sólo impacta la calidad de vida humana por el déficit que se genera en la oferta de áreas públicas ambientalmente sanas y agradables para el disfrute, el daño en los paisajes, la pérdida de salubridad pública, etc., si no que además tiene repercusiones éticas, dado que irresponsablemente se induce la extinción de otras muchas especies que tienen igual derecho que la humana a vivir y evolucionar en el planeta, tal como se señala en el estudio de monitoreo del 2008.

En la actualidad sólo cerca de 5 quebradas de la parte centro y sur del corregimiento (las mas influidas por los procesos urbanísticos), conservan vida acuática como peces y anfibios. Aunque la causa principal es la contaminación por vertimientos directos de aguas residuales provenientes de viviendas, las aguas residuales provenientes de actividades pecuarias y el inadecuado manejo de los retiros en las partes rurales también una causa de gran importancia.

El citado estudio aborda la problemática del sobrepoblamiento del territorio y del rebasamiento de la capacidad de carga en los siguientes términos:



*"El corregimiento tiene unos recursos limitados y cada vez menos abundantes que condicionan la "capacidad de carga del ecosistema corregimental": los suelos disponibles no alcanzan a surtir los alimentos para la creciente población, el incremento desbordado en la demanda por el agua no es compensado con una mayor oferta de este recurso, si no que por el contrario está cada vez menos disponible por efectos de la contaminación y la destrucción de los bosques que contribuyen a su almacenamiento en los perfiles del subsuelo y las rocas fracturadas en las partes altas de las montañas.*

*De continuar esta tendencia, el recurso agua en el corregimiento será crítico en cuanto a disponibilidad, y es probable que se incrementen los conflictos sociales por acceder al recurso. En la actualidad ya se ha hecho necesario el trasvase de algunas quebradas para surtir la demanda en algunos barrios y sectores del corregimiento. Los conflictos entre las demandas agropecuarias y urbanas por el agua no son inexistentes, e incluso ya se plantea seriamente que el corregimiento empiece a importar agua de otras regiones para atender las necesidades urbanas en la zona central, expandida poblacional y geográficamente sin control, no desde la perspectiva del POT y de los Planes Parciales, si no desde la perspectiva de los niveles de capacidad de carga poblacional que puede resistir el corregimiento, si se persigue su sostenibilidad socioambiental." (Monitoreo de los recursos agua y bosques en san Antonio de Prado, SMA, 2008)*

### 9.3 USO Y MANEJO DEL AGUA EN EL CORREGIMIENTO

El estudio de monitoreo de los recursos agua y bosques en san Antonio de Prado, 2008, hace un análisis sobre este tema de manera amplia por lo cual no es necesario repetir esta información. Se recomienda leer el citado estudio para ahondar en el tema tanto desde la perspectiva local como en su relación con la región.

No obstante conviene resaltar algunos aspectos que han incidido recientemente en la calidad general de las aguas en varias microcuencas objeto del actual estudio.

En primer lugar la relación de la comunidad con el recurso agua en la localidad sigue las tendencias culturales y técnico-ambientales del resto de la ciudad: hay una muy baja conciencia con respecto a su cuidado y uso sostenible, se utiliza sin control, en muchos casos se despilfarra y en la mayoría se contamina luego, a pesar de que con algunas prácticas y tecnologías de reconversión agrotecnológica en las unidades productivas, este fenómeno sería evitable.

En los pocos casos en que el estado ha realizado control a los sitios y actividades contaminantes, el impacto positivo se ha hecho notable y los beneficios aguas abajo son tan evidentes que se ha generado una conciencia ciudadana muy localizada e incipiente, pero importante en algunas cuencas como El Coco, La Cañadita, La Zulia; pero en otros casos donde no se ha realizado el control oportuno y efectivo a procesos de contaminación



innecesarios y evitables, el deterioro ha aumentado y aguas abajo el desprecio por los retiros y cauces de ciertas quebradas es evidente.

La comunidad sólo puede denunciar tímidamente, por el temor a represalias, y en esa medida el papel del estado (principalmente de las autoridades ambientales), no puede depender exclusivamente de estas denuncias, si no que deben establecerse programas permanentes de monitoreo, vigilancia y control de vertimientos y ocupación de retiros y aún de cauces que son intervenidos con infraestructuras en concreto, pero además es indispensable complementar estas actividades con programas de apoyo a la reconversión agrotecnológica, construcción de alcantarillados, construcción de pequeñas plantas de tratamiento en pequeños centralidades que hacen inviable económicamente la construcción de redes colectoras y técnicamente imposibilitan la construcción de tanques sépticos.

En las zonas rurales es necesario implementar campañas permanentes para formar integralmente en el uso racional del agua, pues parte de la escasez estacional presente se debe a despilfarros en el uso aguas arriba en algunos predios que no controlan técnicamente los riegos en cultivos, mantienen bebederos en potreros con corriente continua, sin reguladores, realizan riegos excesivos de excretas líquidas, no hacen control a tuberías rotas, etc.; pero a su vez esto debe ir complementado con una campaña fuerte y permanente por la defensa y el cuidado de los retiros como estrategia para mantener a largo plazo la disponibilidad del agua y el mejoramiento de su calidad; pero además como estrategia para incrementar los espacios verdes disponibles aguas abajo, principalmente cuando son adquiridos por el estado y dedicados a la recreación pública como en el caso de los parques lineales.

Un aspecto relacionado con lo anterior tiene que ver con la pertenencia y apropiación cultural y social de las zonas de reserva ecológica que proveen bienes y servicios ambientales, pues en la práctica su manejo sostenible en las microcuencas abastecedoras de agua con destino al consumo humano y actividades agropecuarias, depende de cuan profundamente las comunidades se sienten beneficiarias directas y en esa medida protectoras empáticas de ellas. No debe eludirse en los análisis y tomas de decisiones el aspecto de la propiedad con referencia a propuestas estratégicas de conservación y uso sostenible, y en el caso del corregimiento es imprescindible profundizar los proyectos de compras de predios, así como el establecimiento de subsidios a la conservación de áreas privadas e incentivar el manejo comunitario de áreas protegidas de propiedad estatal.

En el anterior estudio de monitoreo, se destaca, citando a La Agenda Ambiental, 2007, que:

*"...falta una relación directa entre los acueductos (comunitarios y de EPM) y las áreas abastecedoras de aguas. Las cabeceras y nacimientos no les pertenecen ni los administran o les hacen mantenimiento o cuidado en miras a salvaguardar una producción sostenible del bien ambiental que consumen. "Tampoco estimulan a los propietarios de estas zonas para que conserven los bosques nativos y aunque se nota la preocupación por el cuidado no toman medidas prácticas para llevarlo a efecto, como*



*compras de predios, aporte de subsidios económicos a los propietarios, realización de campañas de cuidado y manejo de áreas de protección, etc."*

Y prosigue la Agenda Ambiental:

*"Dentro de los planes de compra de predios y áreas de nacimientos, que realiza la alcaldía de Medellín, a través de la secretaría del Medio Ambiente, debe ser prioritario proyectos complementarios a la actividad de compra, como la capacitación a ciertas organizaciones comunitarias tales como JACs, Acueductos comunitarios y organizaciones ambientales locales, para que asuman el comodato (u otra figura similar) de estas áreas y las administren con sentido de pertenencia, apropiación y visión socioambiental, pues son estas organizaciones las mayores dolientes de estas zonas, ya sea por que usufructúan sus bienes y servicios o porque sus principios y funciones, así como su convicción lo determina."*

Y el estudio de monitoreo de los recursos naturales, 2008, expresa al respecto:

*"Para el caso del corregimiento debe partirse de las 9 JACs rurales existentes en donde existen acueductos comunitarios (San José, La Florida, Potrerito, Montañita, La Verde, El Salado, La Loma, Vergel Centro, Vergel Sur, estas dos últimas urbanas), así como de los acueductos comunitarios de San José, El Vergel, Manantial, Potrerito, Montañita, varios acueductos en La Verde, La Sorbetana, y finalmente organizaciones ambientales locales que trabajan en esta línea como la Corporación Comité Pro Romeral para la Recuperación y Preservación de Microcuencas..."*

"En el caso de las áreas de reserva de propiedad pública, es necesario empezar a capacitar a ciertas organizaciones locales como JACS, Acueductos comunitarios y organizaciones ambientales (ONG locales) para que asuman, mediante contrato, la administración de las áreas de conservación en cabeceras y nacimientos de quebradas, luego que son adquiridas por el estado en sus procesos de compras. La mejor y más económica administración de estas áreas deriva de las propias organizaciones locales dolientes y urgidas de conservar estos espacios que les proveen los bienes y servicios ambientales que demandan a diario. De todas maneras es imprescindible involucrar a los acueductos comunitarios y principalmente a EPM, como actores que apoyen económicamente los costos de la administración de estas áreas, si realmente están comprometidos en la producción del recurso agua y en el manejo socioambiental sostenible de las zonas proveedoras de estos bienes y servicios ambientales, que en últimas les arrojan ganancias económicas a estas empresas. Es importante sensibilizarlas sobre estos apoyos, vistos en su real dimensión: son una inversión que permite dar sostenibilidad ambiental y económica a su negocio."

A nivel local existen planteadas varias estrategias, programas y proyectos hasta el 2019 en el PAAL, muchas de las cuales están esperando el apoyo institucional para su implementación integral, tal como lo señala el estudio de monitoreo, 2008. Un detalle al respecto puede consultarse en el citado estudio; no obstante merece destacarse el proyecto



de Reconversión Agrotecnológica y producción más limpia, perteneciente al programa “MANEJO INTEGRAL Y SOSTENIBLE DEL RECURSO AGUA” del PAAL, proyecto AMR-1: “Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias, agroindustriales e industriales no sostenibles”, dado que de él pueden surgir modificaciones importantes en el uso de la tierra, desde ganadería hacia plantaciones, o por lo menos se pueden transformar los sistemas de manejo agrotecnológicos tradicionales hacia otros Artesanales Avanzados, más productivos y ambientalmente sanos.

En lo relacionado con los usos tradicionales del agua en el corregimiento, el estudio de monitoreo, 2008, realiza una amplia descripción de la situación actual, por lo cual se recomienda su consulta para los aspectos de los usos del agua en el corregimiento, las fuentes abastecedoras de agua, los principales sistemas abastecedores, sistemas de captación, y los sistemas de tratamiento de aguas residuales, etc.

Con relación al impacto generado por los proyectos implementados hasta ahora de construcción de sistemas de conducción y/o tratamiento de aguas residuales, puede decirse que muy positiva en los casos de los alcantarillados y moderadamente positivas en los casos de tanques sépticos. En estos últimos los impactos son menores y en algunas ocasiones son negativos con relación a la situación anterior, cuando en algunos predios existían pozos sépticos en tierra, los cuales entregaban finalmente delgadas laminas de aguas filtradas a los cauces, a diferencia de ahora que en su mayoría generan una descarga directa a los cauces sin pasar previamente por filtros ni por superficies de infiltración que ayuden a depurar los líquidos de las viviendas.

Es cierto que la medida de implementar os tanques surgió de la necesidad de contribuir a la descontaminación de las quebradas y a la vez al control de la erosión por movimientos en masa, los cuales algunas veces se relacionaban con pozos sépticos mal diseñados o contruidos en zonas pendientes inestables; pero en todo caso debió estudiarse caso por caso para evaluar la conveniencia del cambio de tecnología en cada predio y no realizarla indiscriminadamente, y sobre todo sin la técnica adicional de infiltrar las aguas resultantes en el suelo o por lo menos de filtrarla externamente antes de entregarla de manera directa a cauces relativamente limpios que fueron contaminados por las descargas directas de tanques sépticos. No obstante, el balance general de estos proyectos es positivo para el corregimiento que ha visto mejorar la calidad de las aguas en varias quebradas que fueron objeto de estos proyectos.

Muchos sitios se quedaron a la espera de soluciones alternativas frente a la imposibilidad de acceder a alcantarillados y a pozos sépticos: se trata de algunas concentraciones de viviendas (grupos entre 5 y hasta 30 viviendas) en donde se conceptuó que era antieconómico construir redes de alcantarillados, pero que los terrenos tampoco permitían construir tanques sépticos, por lo cual fueron descartadas para las intervenciones de saneamiento básico. Es urgente entonces, llevar a cabo una evaluación técnico-económica para la implementación de pequeños sistemas de tratamiento cerca a los sitios donde se presentan estas situaciones, ante la perspectiva de mantener quebradas en pésimo estado



ambiental, sirviendo como cloacas y perdiendo su función ambiental y social como espacios recreativos o que oferten el recurso agua para producciones agropecuarias, y siendo fuente de vectores, enfermedades y malos olores. Sectores en Potrerito, El Salado, La Verde, la parte central, entre otros, esperan una solución racional y pronta a este problema, tal como se planteaba ya desde el anterior proyecto de monitoreo de los recursos naturales en SADEP, 2008. Para más detalles consúltese el citado estudio.

Finalmente conviene resaltar al respecto que los proyectos de tanques sépticos tiene otra gran debilidad en cuanto a que al parecer no ha contado con suficiente asesoría para el mantenimiento en cada predio, por lo cual en algunos casos se colmatan y empiezan a funcionar como una descarga directa, ya que los propietarios no los limpian con regularidad e incluso algunos no lo hacen nunca. Estos proyectos deberían contemplar planes de monitoreo, capacitación y asesoría permanente, por lo menos durante los primeros años.

Aún se mantiene en algunos casos una situación bastante delicada: el vertimiento parcial y directo de aguas servidas a las quebradas por parte de algunas urbanizaciones recientemente construidas, en contravención abierta a las normas de construcción y manejo de las aguas residuales. Además falta control y manejo en los procesos de erosión o arrastre de escombros y suelo en proyectos urbanísticos. Otras veces barrios o sectores completos de barrios antiguos vierten sus aguas residuales a las quebradas cercanas, las cuales se convierten en cloacas abiertas, perdiendo las posibilidades que representan sus retiros para constituir parques lineales, como en el caso de La Cabuyala, El Buey, La Cañadita que son afectadas desde la zona del nacimiento, u otras como La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Pedrera o Larga en La Verde, La Isabela que son afectadas en sus partes medias y bajas.

#### 9.4 ESTADO DEL RECURSO EN LAS QUEBRADAS ESTUDIADAS

Durante el proyecto de monitoreo 2009, se encontró que en las partes bajas y medias de las quebradas consideradas existe contaminación del recurso agua, debido tanto a la disposición de basuras y escombros en algunos casos, como al vertimiento de aguas servidas y a la acumulación de contaminantes desde las partes medias y en ocasiones desde las altas, derivadas de actividades agropecuarias con manejos ambientalmente inapropiados. En algunos casos incluso las partes altas de las quebradas presentan regular o mala calidad del agua, a pesar de que algunas son utilizadas para uso doméstico y animal aguas abajo.

El estado de las aguas por encima de la cota 2.400 oscila entre regular y bueno en la mayoría de casos, siendo el factor más limitante la presencia de coliformes totales y/o fecales y en cuanto a retiros en las partes más altas (zonas de nacimientos) en algunos casos se presentan afectaciones de tipo natural (socavamientos, deslizamientos) y



antrópicas (falta de coberturas arbóreas, invasión de potreros, basuras y en pocos casos incluso descargas directas). En los casos en que la calidad del agua en las partes altas de quebradas por encima de los 2.400 m.s.n.m. presentan calidad regular, el fenómeno se asocia a contaminación por coliformes provenientes de actividades ganaderas que no han conservado bien los retiros, y aunque las corrientes no reciban descargas puntuales directas, la intromisión de animales en las corrientes y el lavado laminar de los potreros incide en la contaminación.

Es de resaltar que ya dos zonas de nacimientos fueron invadidas por construcciones de casas y obras civiles (El Buey, La Jacinta, La Cabuyala) y algunas más están en riesgo (La Cañadita, La Barro Azul)

El fenómeno de basuras en las partes más altas de algunas quebradas se presenta aún dentro de bosques densos, producto de los desperdicios dejados por los paseantes que realizan “turismo”, y en menor medida por los propietarios que dejan desperdicios de sus actividades, principalmente empaques de agroquímicos y costales, aunque en ocasiones también basuras del hogar. Por debajo de la cota 2.400, en las quebradas de la parte central y sur del corregimiento (las evaluadas), la calidad de las aguas empieza a bajar como producto de la contaminación por basuras, la pérdida de los retiros protegidos y la recepción de aguas servidas de casas que no cuentan con alcantarillado, pozos sépticos o algún otro sistema de tratamiento de aguas residuales; pero en otros casos está asociada a las descargas directas que realizan los pozos sépticos instalados por EPM, algunos de los cuales parece que no cumplen todos los requisitos técnicos y terminaron por generar una problemática ambiental mayor, desde el punto de vista de la calidad de las aguas en algunas quebradas, aunque sirvieron en arte para controlar los problemas de movimientos en masa.

En general el fenómeno de contaminación se hace más evidente a medida que se descende por las quebradas. En este año, a diferencia del anterior, no hubo evidencias de mejoramiento de la calidad del agua a medida que se descendía por el cauce, y como efecto de la autodepuración.

Pudo corroborarse que en los sectores más urbanizados de las microcuencas, tanto por proyectos nuevos como por asentamientos subnormales que carecen de una infraestructura de servicios públicos que sirva de apoyo al control de la contaminación, la contaminación de todo tipo es muy fuerte, la capacidad de resiliencia de la quebrada es rebasada notablemente y sólo se presentan especies polisaprobias como el Tubifex, larvas de las familias Chironomidae, Culiciidae y algunos Caracoles del género Physidae, así como algas pardas.

En contraste, prácticamente todas las áreas de nacimientos de las quebradas monitoreadas que nacen por encima de la cota 2500, están protegidas con vegetación en diverso grado de extensión y calidad. Algunas aún presentan muy buenas coberturas vegetales (óptimas) como La Despensa y La Manguala, inmersas en bosques nativos, otras presentan mezclas



apropiadas de cobertura entre bosques nativos y plantaciones forestales como en La Larga del Salado-Yarumalito, La Candela y La Sorbetana; pero algunas otras presentan sólo los retiros en bosques y rastrojos, seguidos por potreros que amenazan los cauces y los impactan en algún grado, como en el caso de La Limona. Las quebradas que nacen en la vereda La verde (La Isabela, La Larga o El Pedrero, La Popala, La Zulia), presentan afectaciones en su calidad de agua, desde las partes altas, asociado a la afectación de sus retiros y nacimientos.

Las quebradas de la parte centro y sur del corregimiento, cuyos nacimientos están en cotas por debajo de 2.300 y que además se relacionan con espacios intervenidos por actividades agropecuarias intensivas como ganadería de leche asociada a riego de excretas, marraneras o producción avícola, y principalmente por asentamientos humanos concentrados, presentan los mayores daños ambientales, sus aguas son inadecuadas para el uso humano, animal y aún para el uso ambiental o recreativo. Entre éstas se destacan La Cañadita y La Macana o El Coco en Potrerito, El Buey en la parte central, La Cabuyala en La Florida-El Vergel. Y con una tendencia a llegar a esta categoría se encuentran La Jacinta en La Florida, La Barro Azul y La Zorrita en Potrerito, y La Zulia, la Isabela y la Larga o Pedrera en La Verde.

Sobre este tipo de quebradas es necesario realizar proyectos integrales de control a las descargas y fuentes de contaminación, no sólo por la importancia estratégica que representan como espacios públicos potenciales para la recreación pública, si no por que en muchos casos estas fuentes son luego utilizadas por algunas viviendas para su uso doméstico o agropecuario, e incluso por acueductos formales o informales de alto consumo, como sucede con casos como los de La Zorrita-Manguala, La Limona, La Macana.

Cuando se hace consideración de los factores que deterioran la calidad del agua en el corregimiento, se destacan como principales causas las siguientes:

- Vertimiento directo de aguas residuales domésticas en viviendas que carecen de sistemas de tratamiento o conducción de dichas aguas
- Vertimiento directo de aguas residuales domésticas en viviendas que poseen sistemas de tratamiento de aguas (tanques sépticos), pero que al estar mal diseñados o contruidos o que al carecer de mantenimiento, descargan directamente a los cauces sin retener los sólidos hasta un nivel aceptable
- Vertimiento directo de aguas residuales de actividades pecuarias (marraneras, gallineros, establos, caballerizas, trucheras)
- Vertimiento directo de aguas cargadas de sedimentos de actividades mineras ya sea el lavado de subsuelos con el fin de obtener arenas para la construcción, la extracción de materiales de playa y la implementación de escombreras improvisadas en los retiros de quebradas que finalmente aportan sus cargas a los cauces
- Aguas cargadas de sedimentos provenientes de actividades de construcción de urbanizaciones y obras públicas



- Aguas cargadas de sedimentos provenientes de los procesos de erosión laminar en laderas dedicadas a ganadería de pastoreo y en menor escala a la agricultura
- Sedimentos provenientes de los movimientos en masa o socavamientos laterales en quebradas.
- Arrojo puntuales de basuras y escombros en retiros y cauces
- Carencia de aislamiento en retiros de quebradas, lo cual permite el ingreso directo de ganado a las corrientes y zonas de nacimientos.
- Descargas laminares de grandes cantidades de sedimentos y contaminantes orgánicos provenientes de las actividades de riegos de excretas líquidas en potreros en laderas, principalmente cuando se realizan en épocas de lluvias.

Sin embargo, el deterioro del recurso agua no sólo está asociado a las descargas de aguas residuales de viviendas, fincas e industrias, si no que se asocia además a fenómenos de intervención de retiros y baja cultura ambiental, tal como se aprecia en el gráfico 3.

Los casos en que la contaminación llega a ser muy alta, debido a descargas puntuales o agrupadas de gran impacto, como en el caso de La Macana, La Cañadita, la Larga de La Verde en el sector de Las Camelias y La Despensa en el sector que recibe las descargas de la empresa de lácteos La Fortuna, deben concebirse como proyectos de choque urgentes que controlen la situación, debido a que podrá obtenerse un fuerte impacto positivo con menor esfuerzo.

Las afectaciones mostradas en el gráfico corresponden a las presentadas en los trayectos de 50 metros arriba y debajo de los sitios de muestreo.

Como se observa las mayores afectaciones se relacionan con la invasión de los retiros por ganadería y la consiguiente carencia de cobertura boscosa, en un grado también alto se presentan las construcciones de obras civiles que afectan los cauces (puentes, muros de contención, pequeñas presas) que afectan el flujo de animales aguas arriba y abajo, e igualmente se presentan afectaciones por presencia de basuras, socavamientos laterales, deslizamientos, y descargas directas de aguas residuales (ver gráficos 3, 4 y 5).

La erosión laminar generada por las actividades agropecuarias (principalmente las de ganadería en laderas, asociadas a riego de excretas), puede decirse que son las más impactantes para el recurso agua y suelo en el corregimiento. La prevención y el control de sus impactos está determinado por los sistemas de manejo agrotecnológicos existentes, unido a los inadecuados usos del suelo en relación con las zonas de vida, las pendientes donde se implementan y por los mismos tipos de sistemas de manejo implementados; en esa medida el programa mas estratégico a corto, mediano y largo plazo contemplado en el PAAL SADEP, que interviene esta problemática es el de Reconversión de los Sistemas de Manejo Agrotecnológicos, junto con el de manejo de aguas residuales y saneamiento básico.

De todas maneras las mayores causas de afectaciones son en su conjunto relativamente fáciles de controlar y aún de revertir, mediante la implementación de proyectos como los contemplados en el PAAL, algunos de los cuales ya están en ejecución, aunque a niveles muy bajos en relación con sus necesidades. Proyectos como los de recuperación de retiros (aislamiento y reforestación), manejo socioambiental de trayectos de retiros de quebrada, procesos de educación ambiental, Saneamiento básico, etc., ameritan ser fortalecidos y convertidos en programas permanentes, luego de algunos reenfoques que les permitan ser más efectivos.

Los tramos de retiros evaluados que se ubicaron cerca a proyectos de construcción de urbanizaciones, mostraron intervenciones físicas que impactaban la calidad de las aguas desde el punto de vista del aporte de sedimentos, principalmente en La Limona, La Jacinta, La Cabuyala y La Barro Azul. Se mantienen movimientos en masa activos y de gran tamaño, en la parte media de La Popala, en la parte alta y media de La Zorrita, en la parte media de La Barro Azul, La Macana, así como socavamientos y derrumbes en La Manguala Media-Alta. Sin embargo, esta situación está aminorada por la época relativamente seca en el segundo semestre de 2009, que ha permitido estabilizar temporalmente los derrumbes y deslizamientos presentados en los dos últimos años.

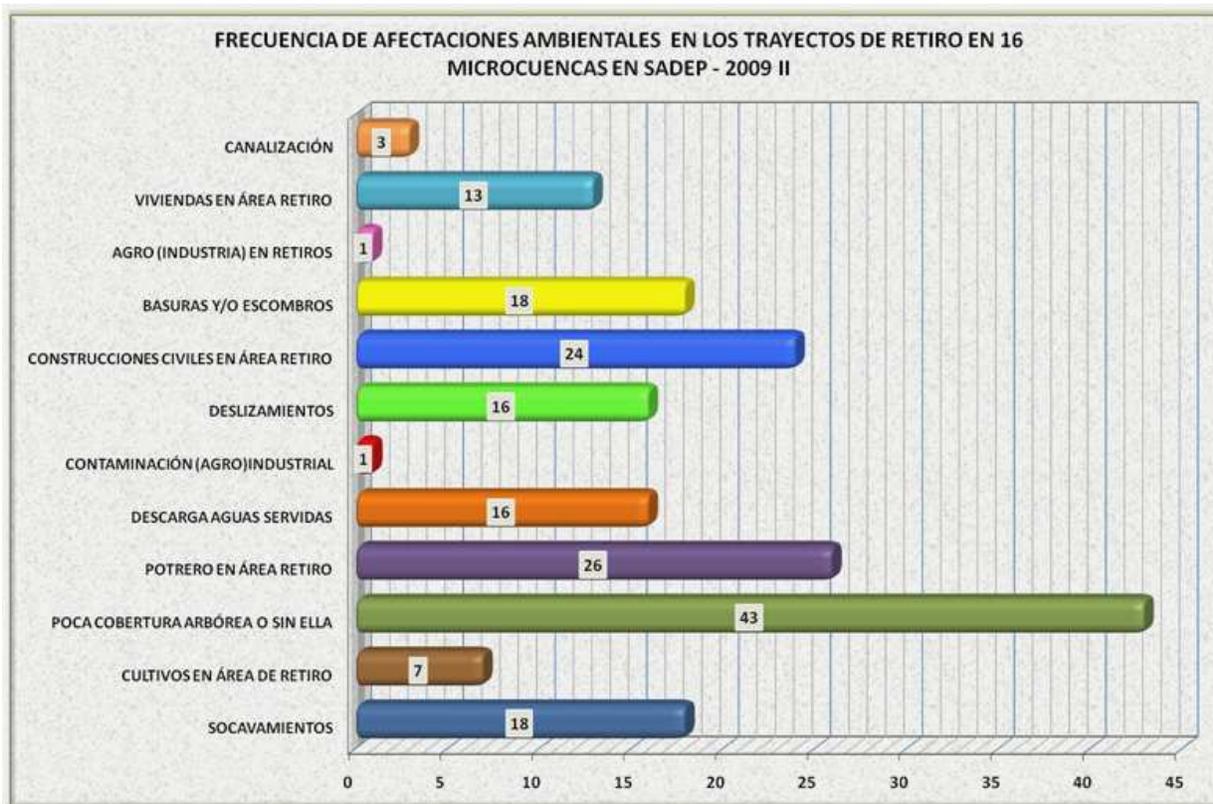
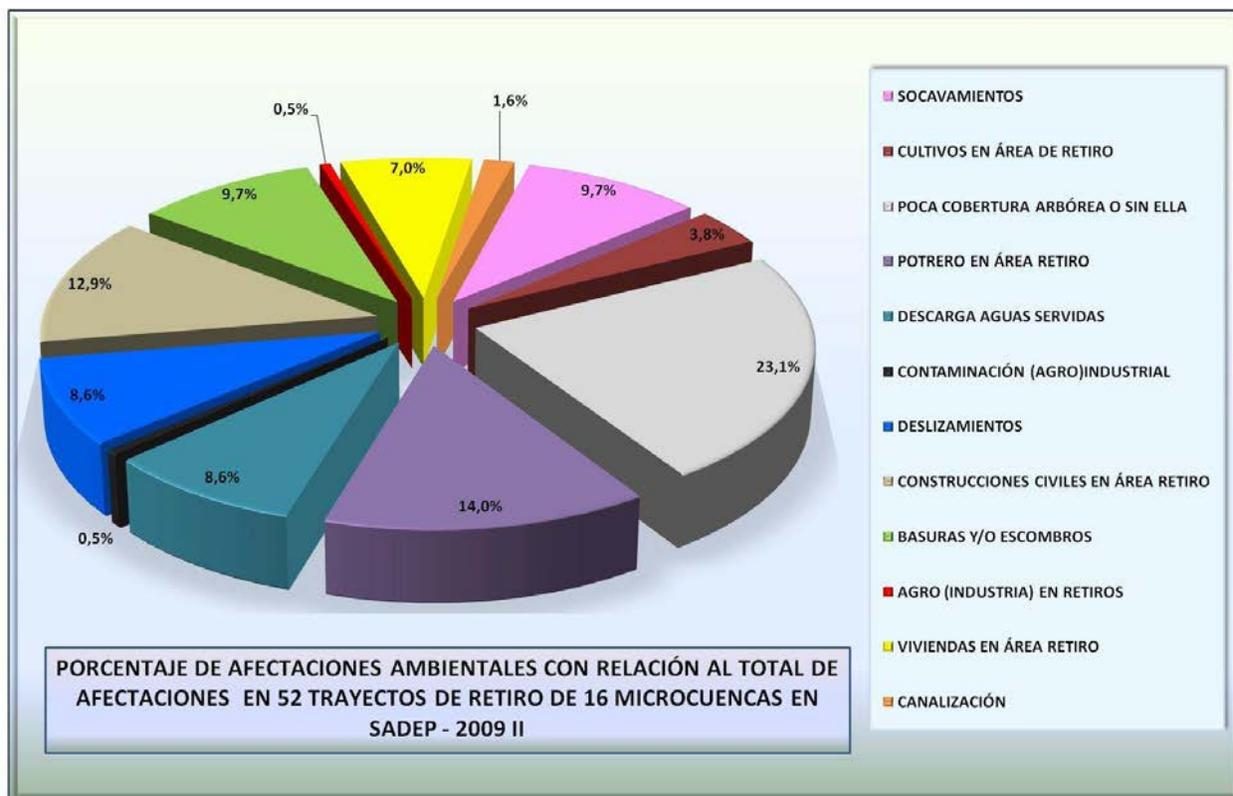


Gráfico 3 Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2009

En el gráfico 3 puede notarse que los fenómenos de socavamiento lateral de cauces están presentes en 18 de los 52 tramos de retiro evaluados, así como en 16 de los 52 trayectos se presentan deslizamientos. Si se tiene en cuenta que los socavamientos laterales están muy relacionados con la baja o inexistente cobertura arbórea en los retiros, que con sus raíces previenen y controlan la erosión lateral, observamos que este es uno de los principales detonantes del fenómeno, lo cual se corrobora con el hecho de que la mayor causa de afectaciones de retiros es la falta de cobertura arbórea en ellos y la invasión por ganadería (43 y 23 de los casos considerados respectivamente, con respecto al total: 52) y continúa presentándose en un muy alto porcentaje de los retiros: 82,7% y 50% del total de retiros (ver gráfico 5)

Esto nos lleva a prever que la situación de socavamientos laterales no mejorará en el corregimiento en el corto plazo y consecuentemente la de movimientos en masa asociados a retiros de quebradas, mientras no se impulse fuertemente los proyectos de aislamiento y siembra de árboles en los retiros, tal como está contemplado en el PAAL. Es necesario tener en cuenta que estas acciones no deben depender exclusivamente de los recursos de PP, cada vez mas insuficientes en proporción a las necesidades ambientales de la localidad.



**Gráfico 4** Porcentaje de afectaciones con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en las quebradas evaluadas, 2009



A nivel general, las microcuencas evaluadas carecen de suficiente cobertura arbórea (bosques y rastrojos), de manera que les permita a sus ecosistemas cumplir idóneamente las funciones de regulación de caudales, almacenamiento de aguas, corredores y conectores biológicos, prevención de desastres, control al arrastre de sedimentos, etc. El uso inadecuado de la tierra en cabeceras, zonas de nacimientos de quebradas y retiros de las mismas, incrementa notablemente los conflictos de uso, lo que se manifiesta no sólo en procesos erosivos acrecentados, si no en una mayor contaminación hídrica y por consiguiente en menor disponibilidad real del recurso para la sociedad.

En el estudio de monitoreo realizado en 2008, pueden observarse el estado de la coberturas vegetales en cada una de las microcuencas estudiadas y se muestra como los conflictos de uso son elevados, generando consiguientemente impactos ambientales negativos.

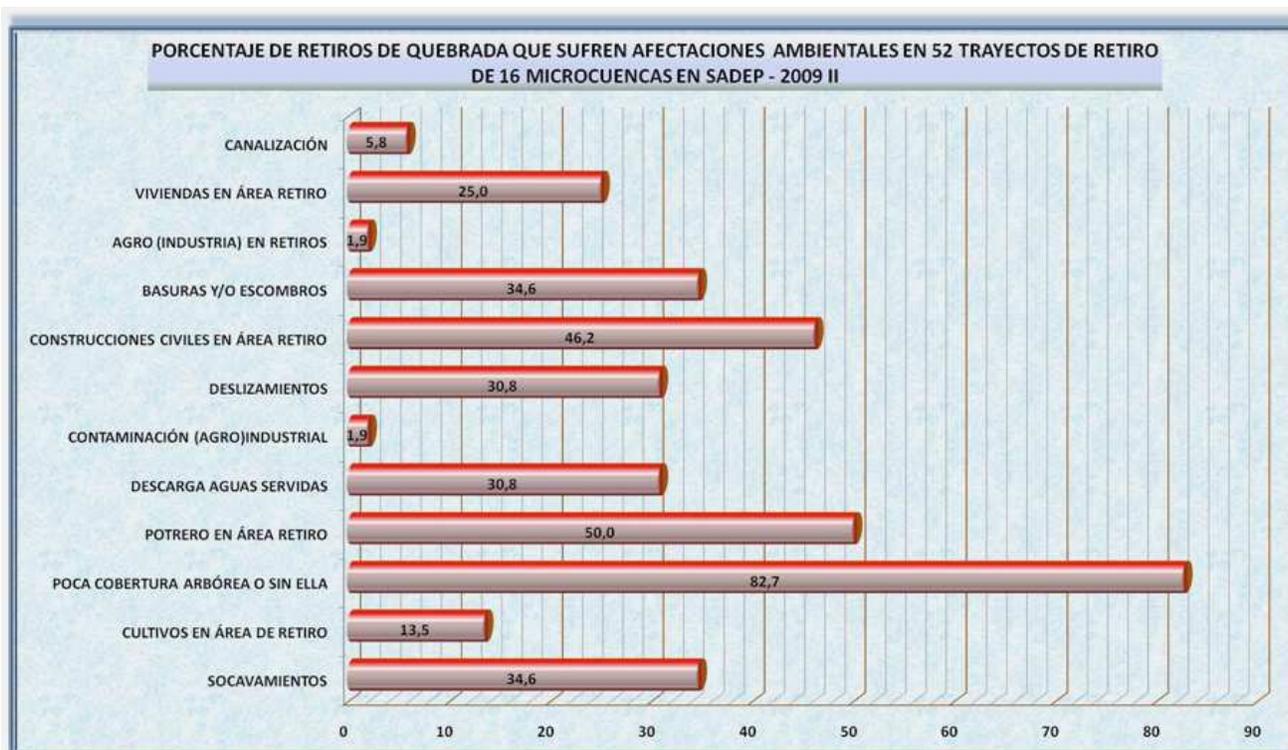


Gráfico 5 Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren los diferentes tipos de afectaciones en SADEP, 2009

A nivel de cultura ambiental puede decirse que se presenta un leve mejoramiento en cuanto a la presencia de basuras en quebradas, tanto en cauces como en retiros, probablemente debido a las actividades emprendidas mediante convites de recuperación de tramos de quebradas, en el proyecto de Gestión Socioambiental de retiros de quebradas.



## **9.5 DESCRIPCIÓN COMPLEMENTARIA DE ALGUNAS MICROCUENCAS DE SAN ANTONIO DE PRADO**

En el informe del proceso de monitoreo de los recursos naturales en 2008, se hizo una descripción general y amplia de cada una de las microcuencas involucradas por lo cual se recomienda consultar en dicho informe la información pertinente a la caracterización morfológica y morfométrica de las microcuencas involucradas en los monitoreos hasta hoy.

En este numeral se ampliará la información gráfica existente para cada microcuenca, desde la perspectiva de espacialidad en 3D.

### **9.5.1 CUENCA QUEBRADA DOÑA MARÍA**

En la foto 6 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)

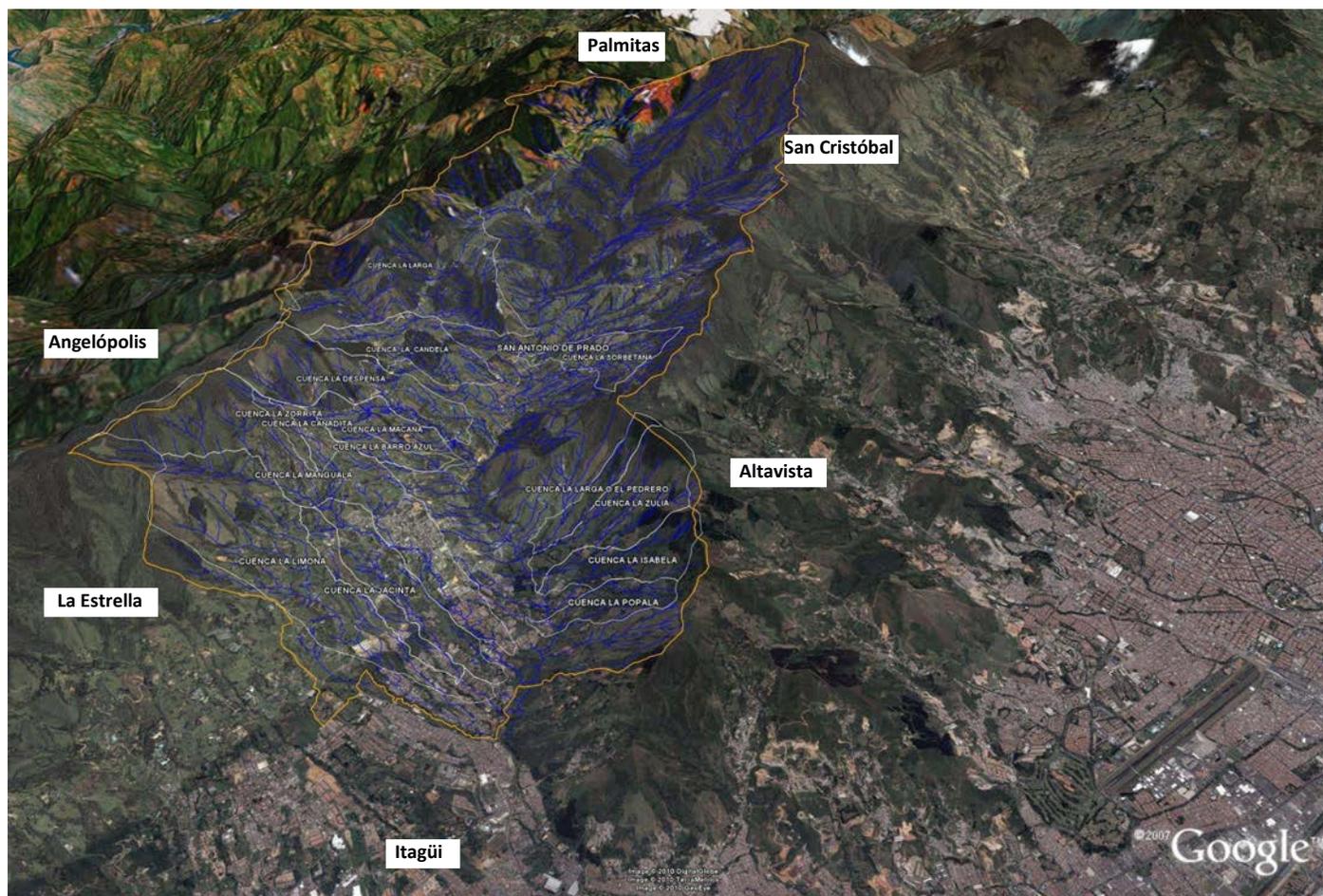


Foto 6 Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y contexto local



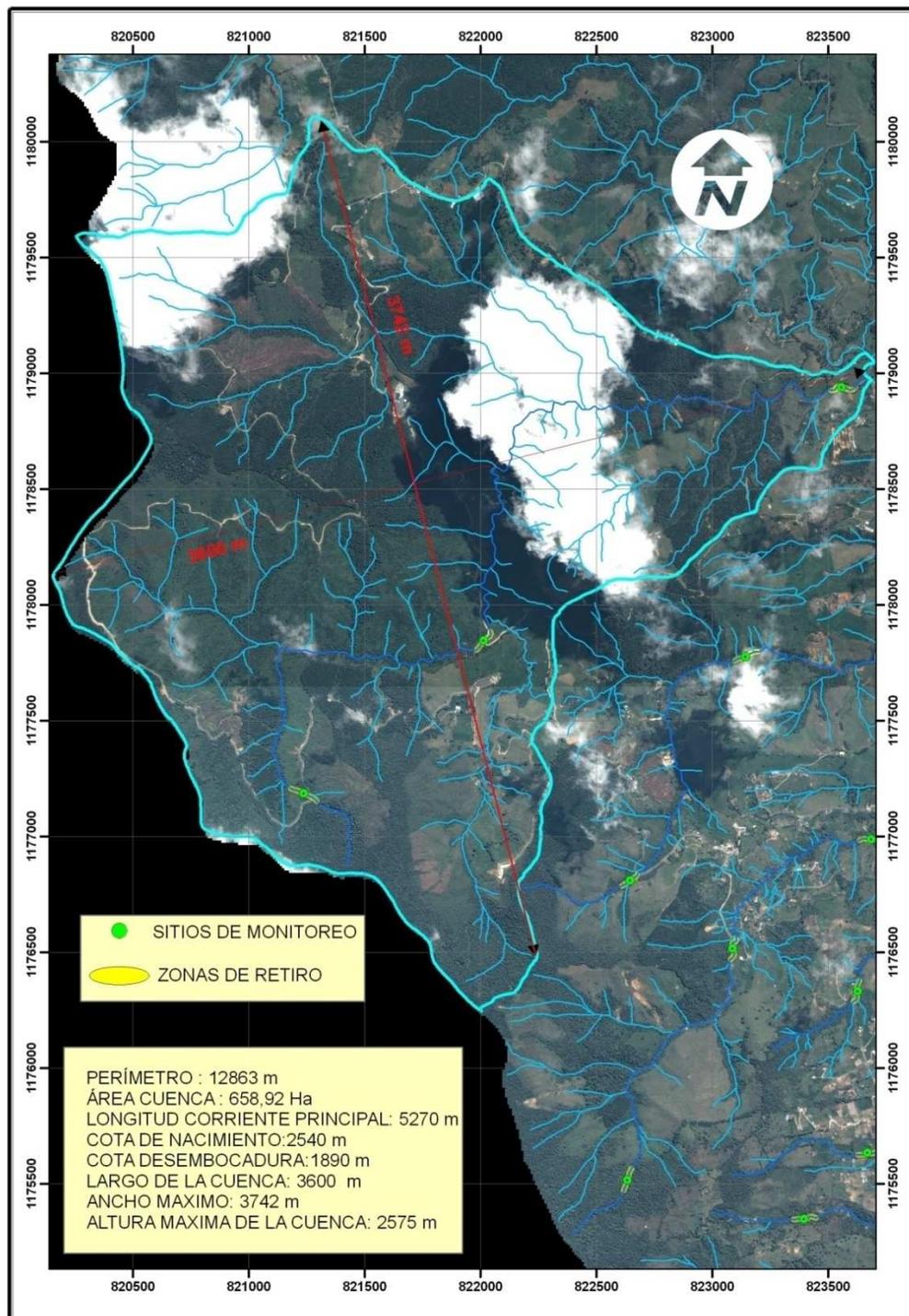
### 9.5.2 MICROCUENCA LA LARGA (en El Salado- Yarumalito)

En el mapa 2 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 2 Microcuenca La Larga



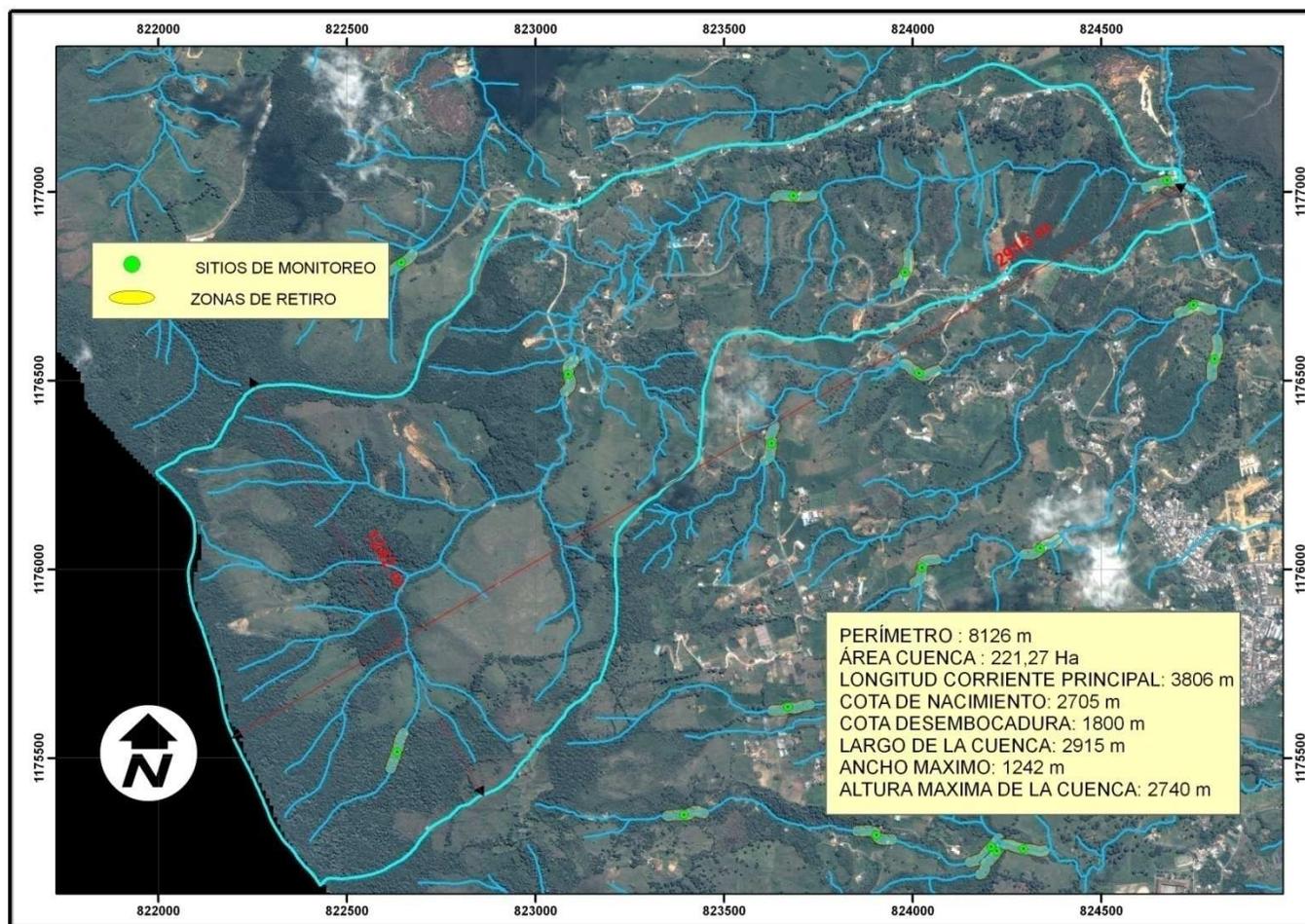
### 9.5.3 MICROCUENCA LA DESPENSA

En el mapa 3 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 3 Microcuenca La Despensa

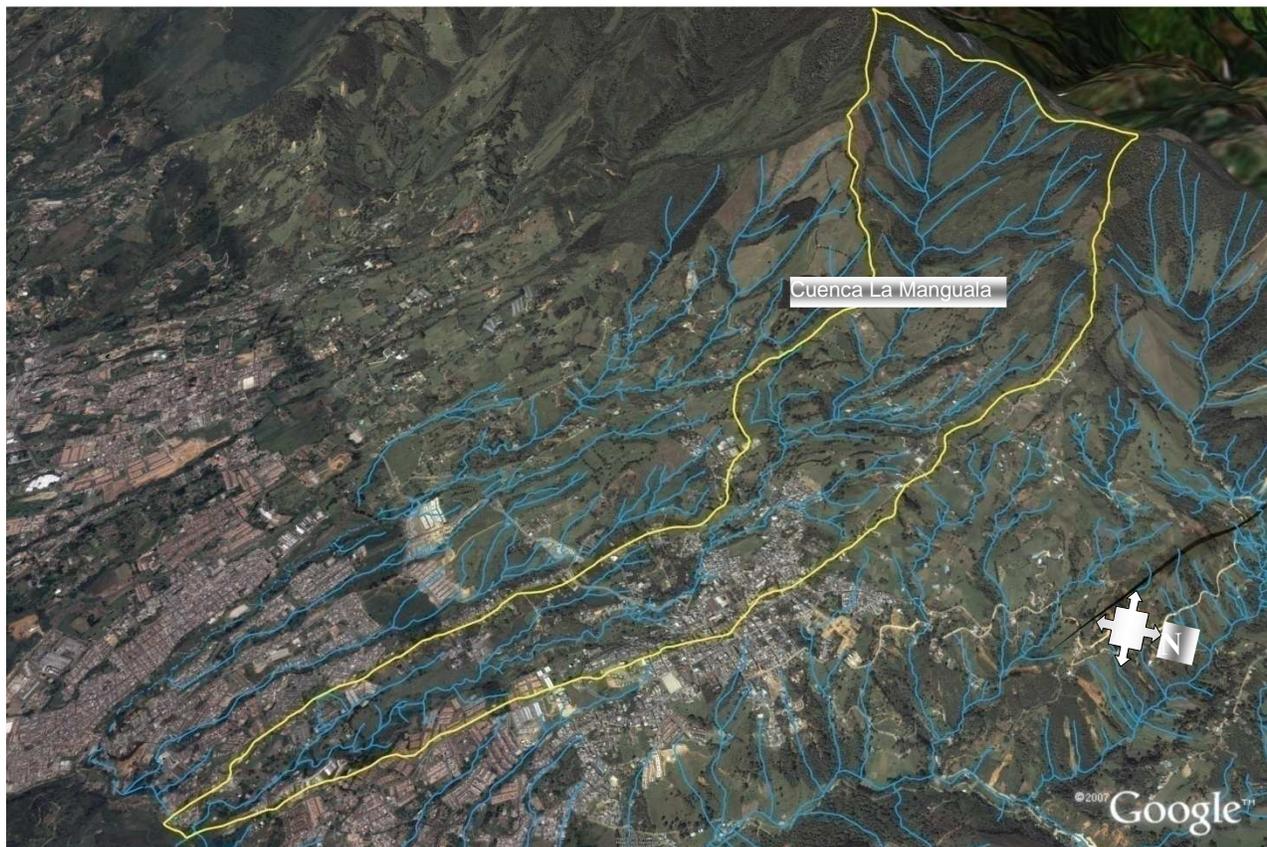


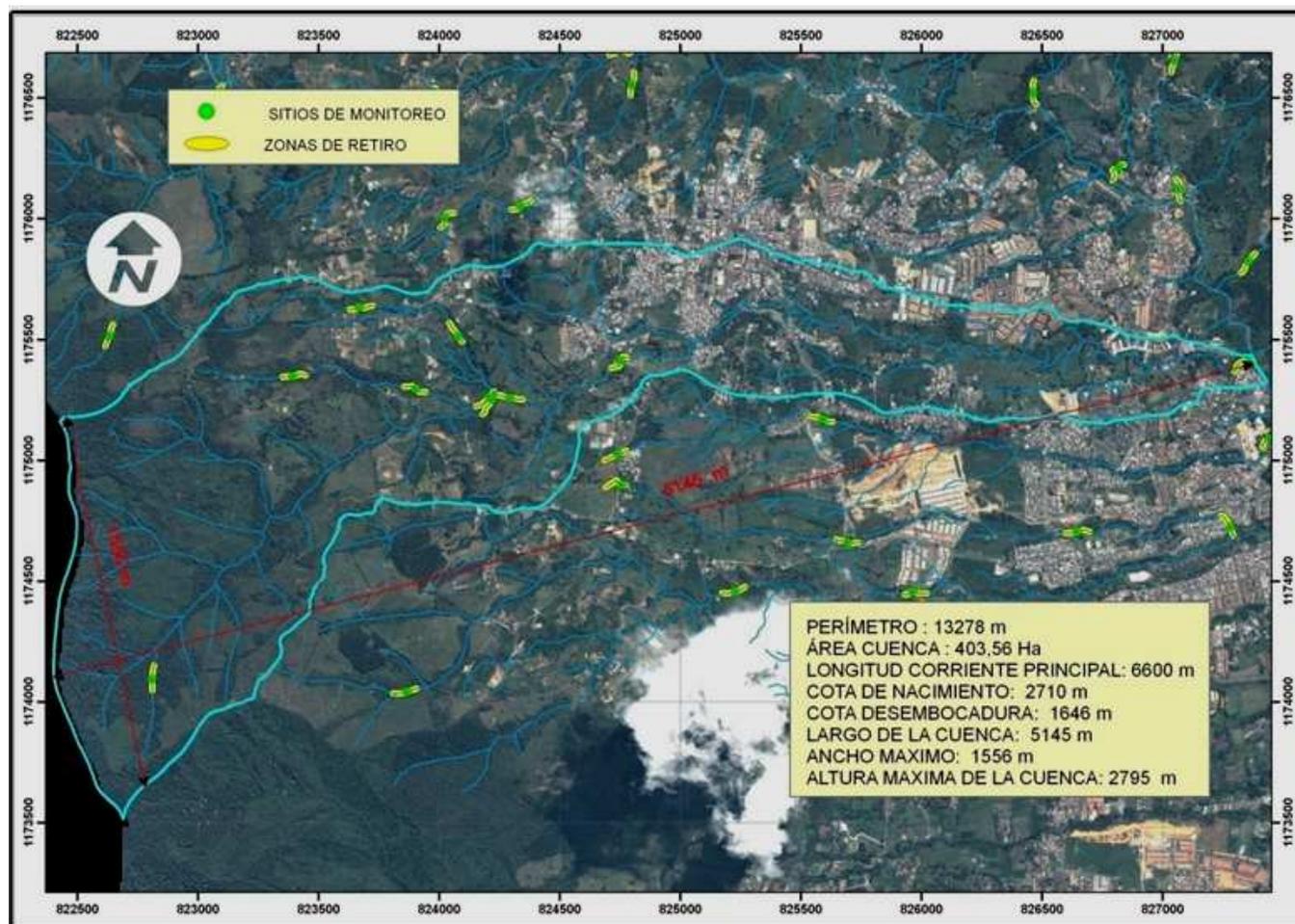
#### 9.5.4 MICROCUENCA LA MANGUALA

En el mapa 4 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 4 Microcuenca La Manguala

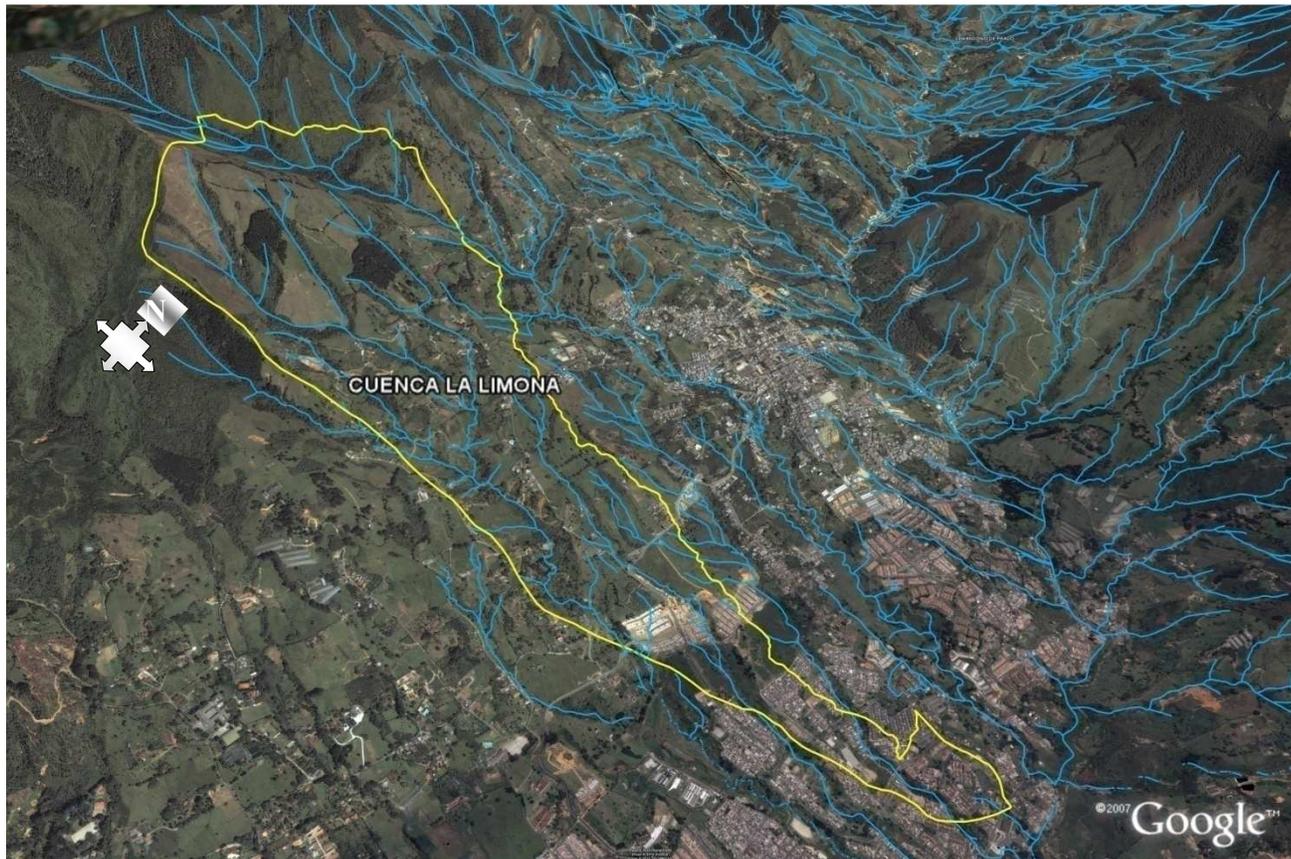


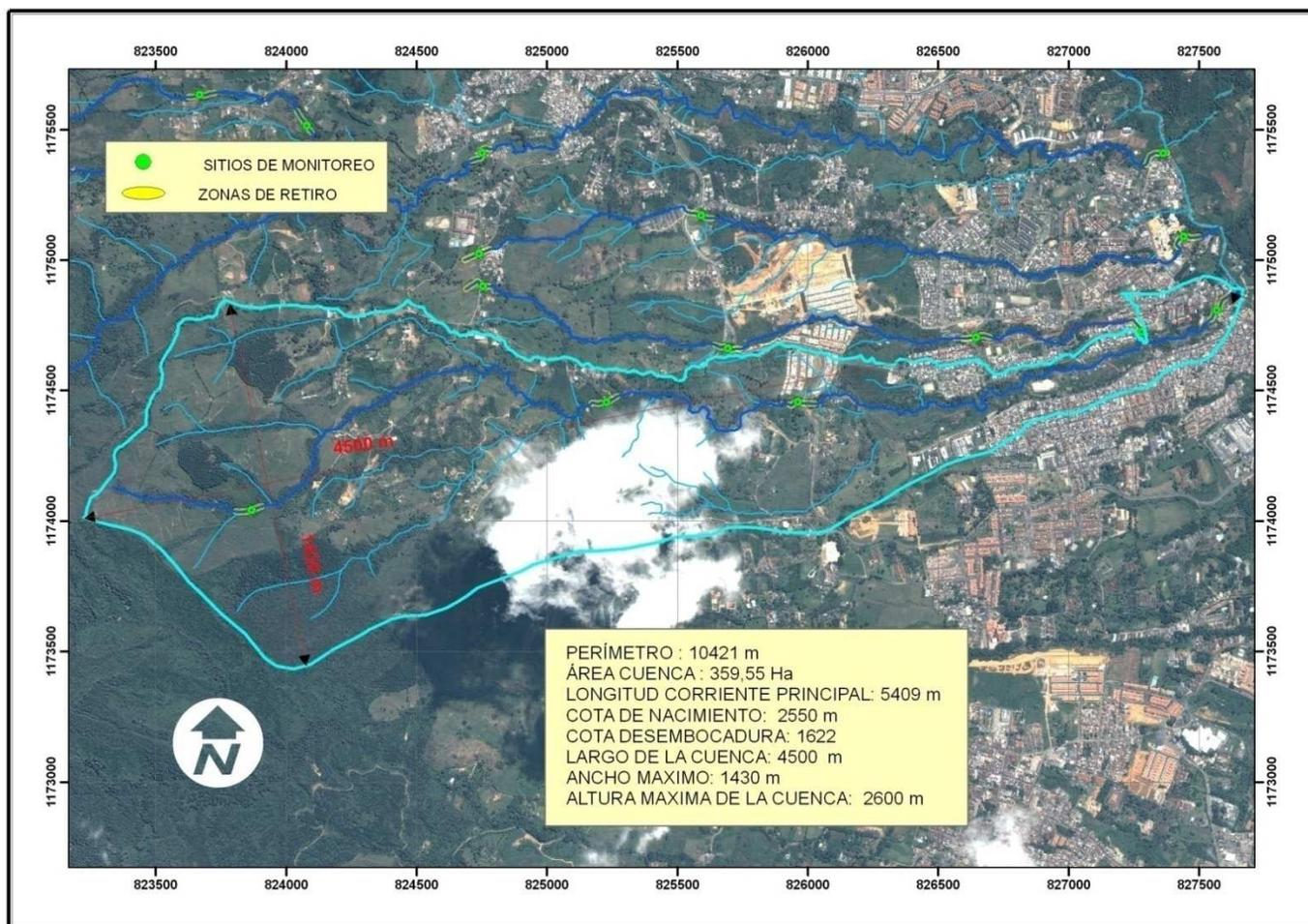
### 9.5.5 MICROCUENCA LA LIMONA

En el mapa 5 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 5 Microcuenca La Limona

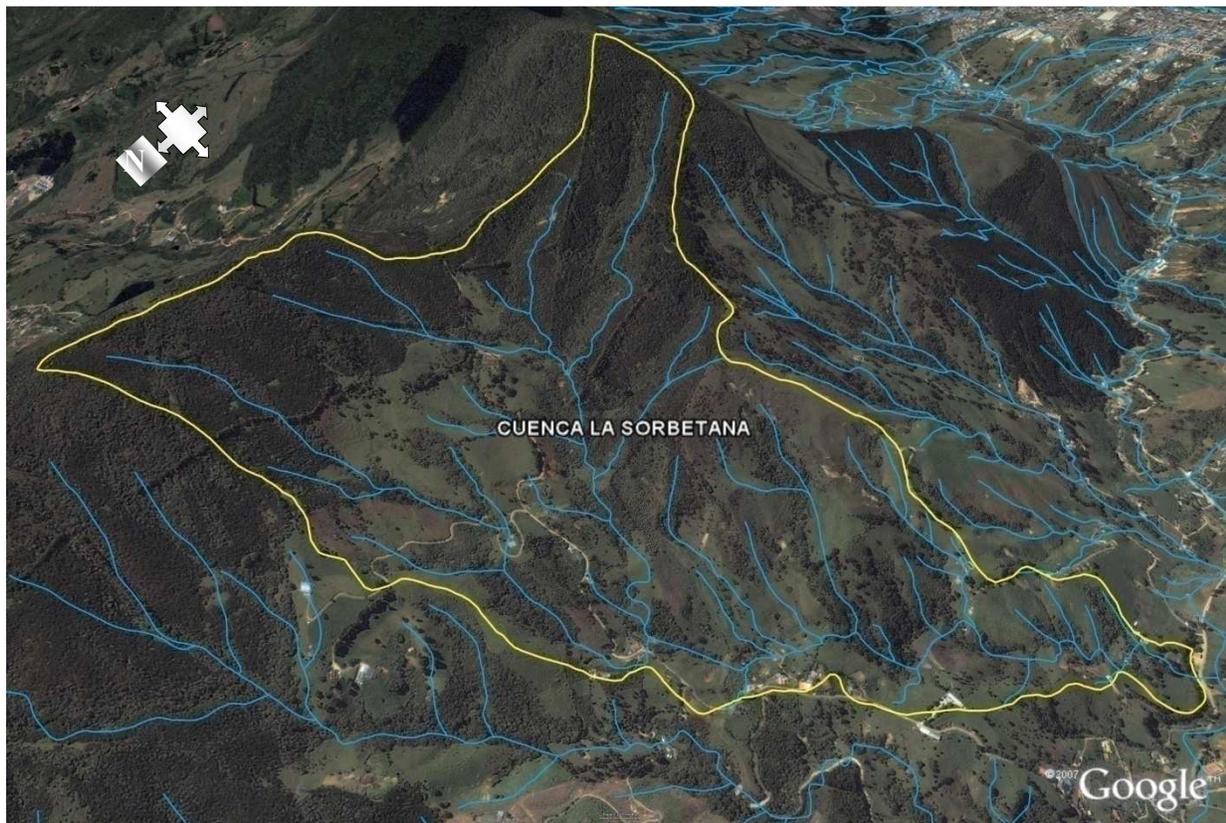


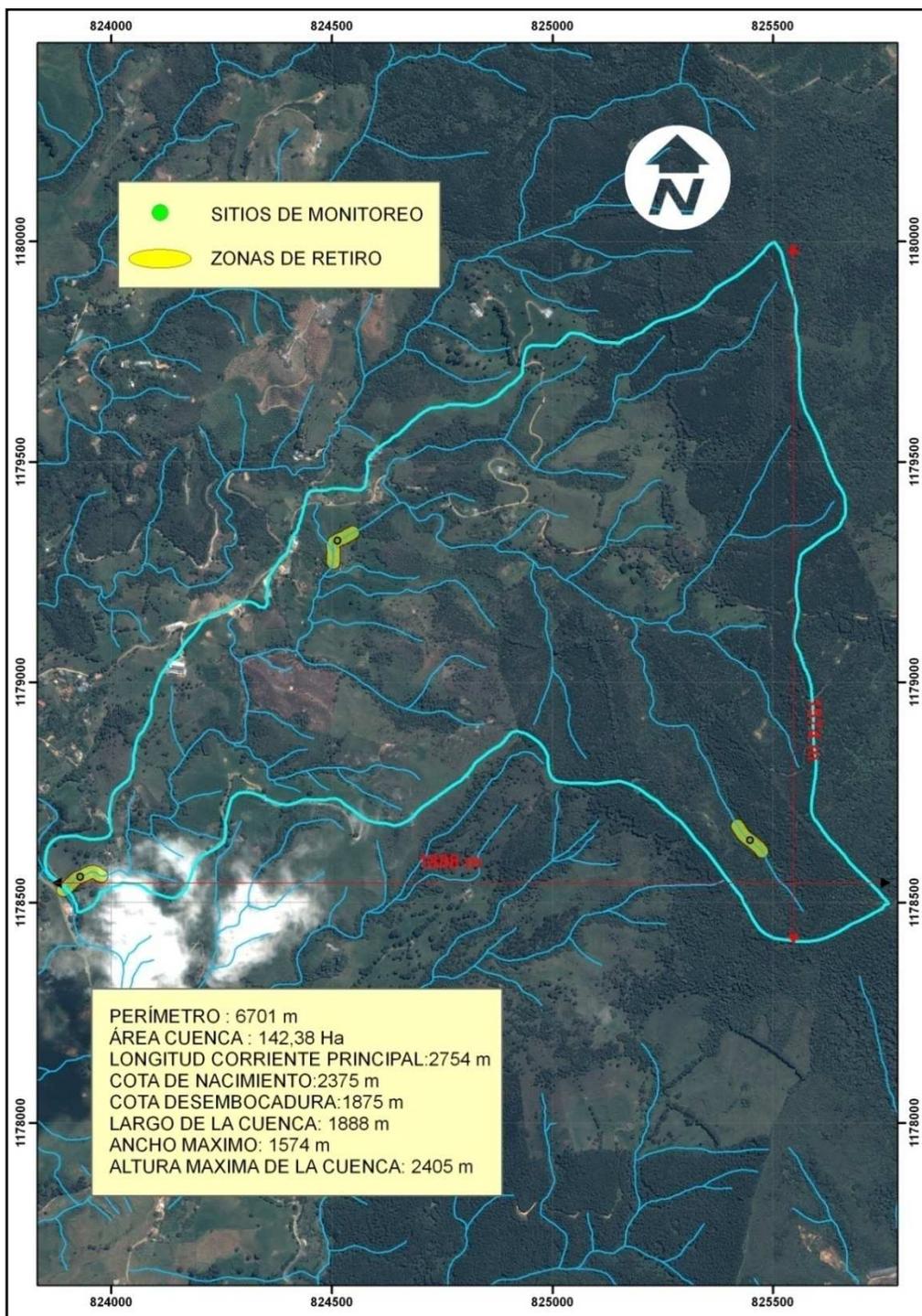
### 9.5.6 MICROCUENCA LA SORBETANA

En el mapa 6 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 6 Microcuenca La Sorbetana

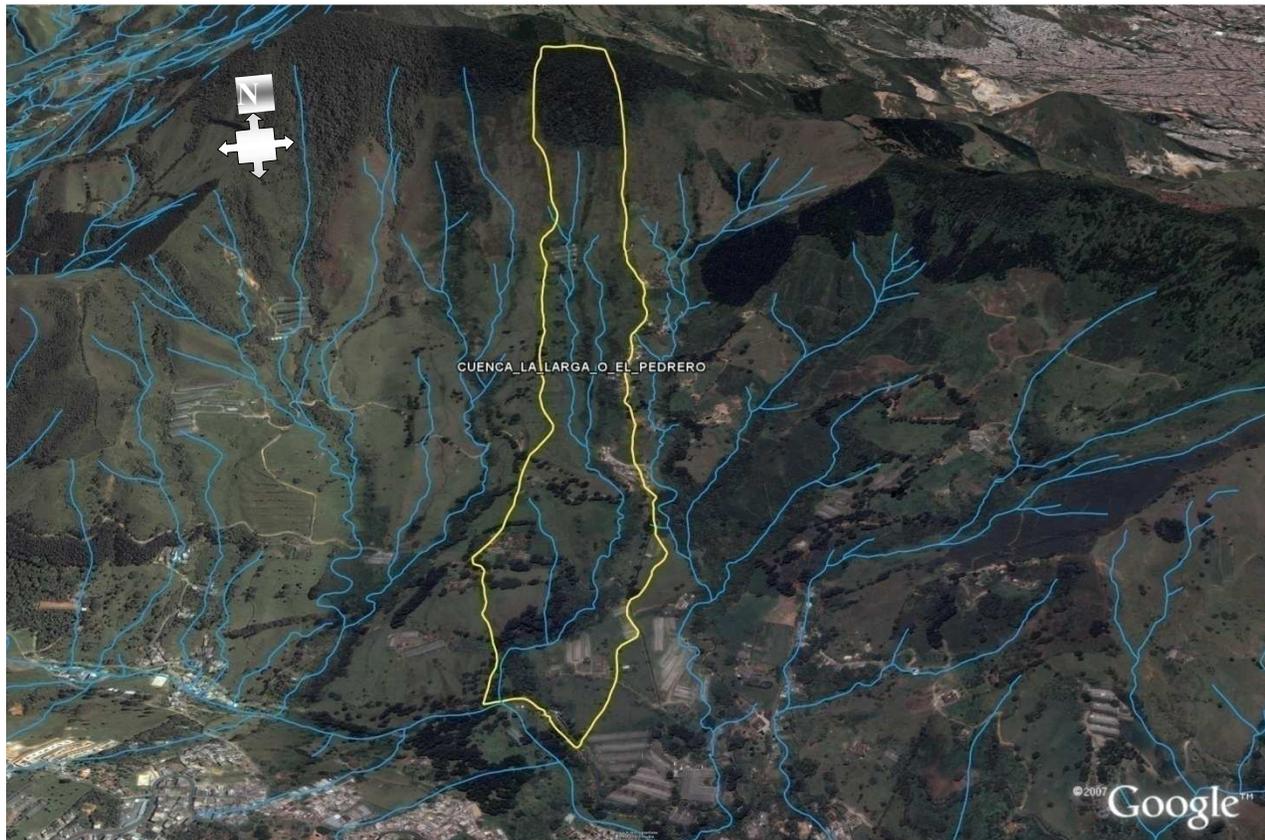


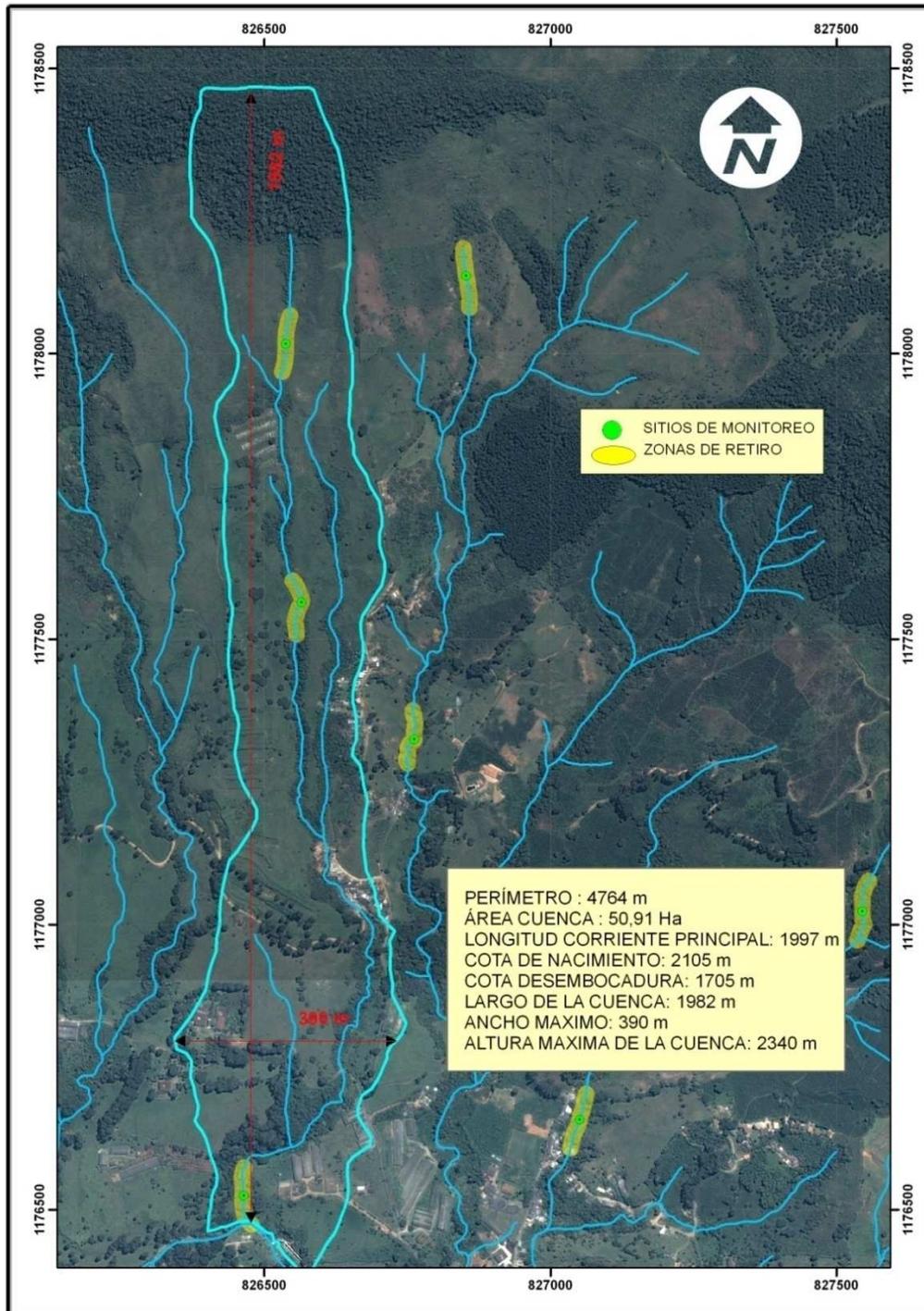
### 9.5.7 MICROCUENCA LA PEDRERA O LARGA (en La Verde)

En el mapa 7 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





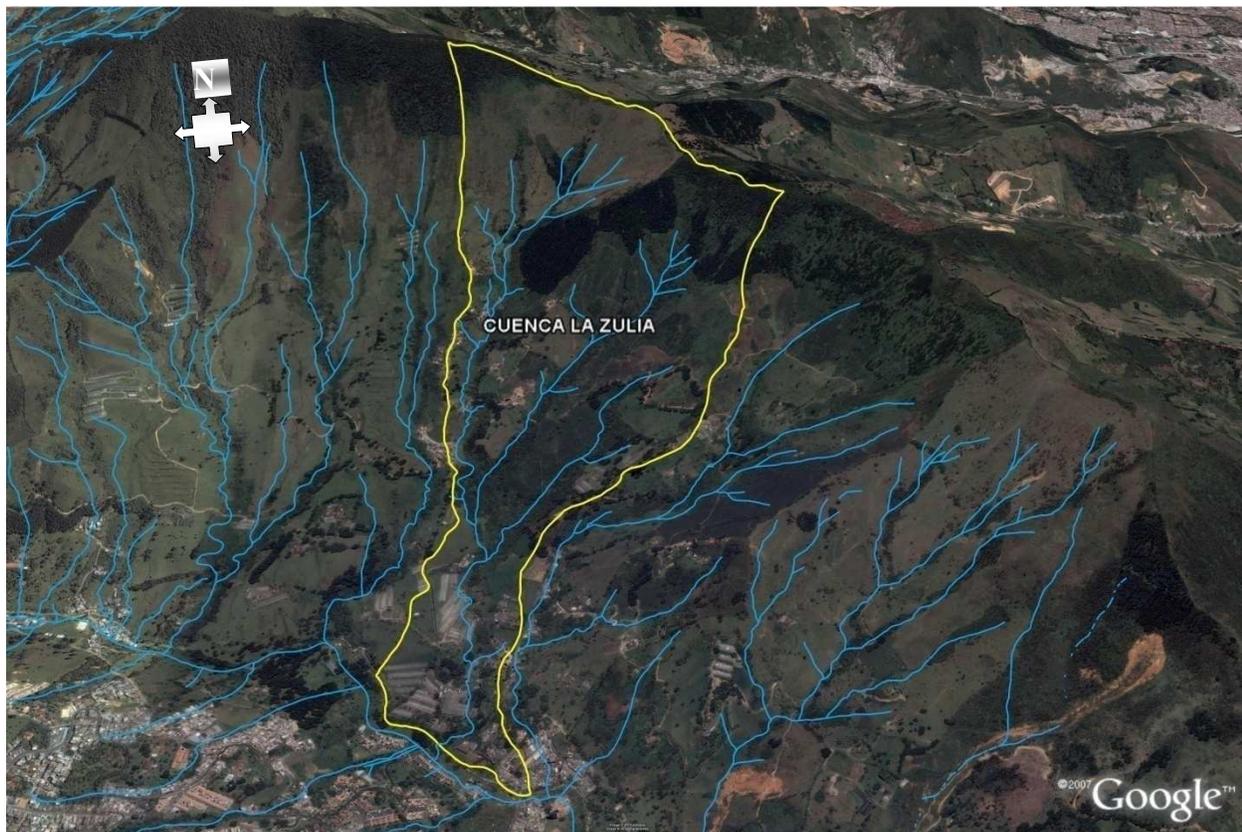
Mapa 7 Microcuenca La Pedrera o Larga (de La Verde)

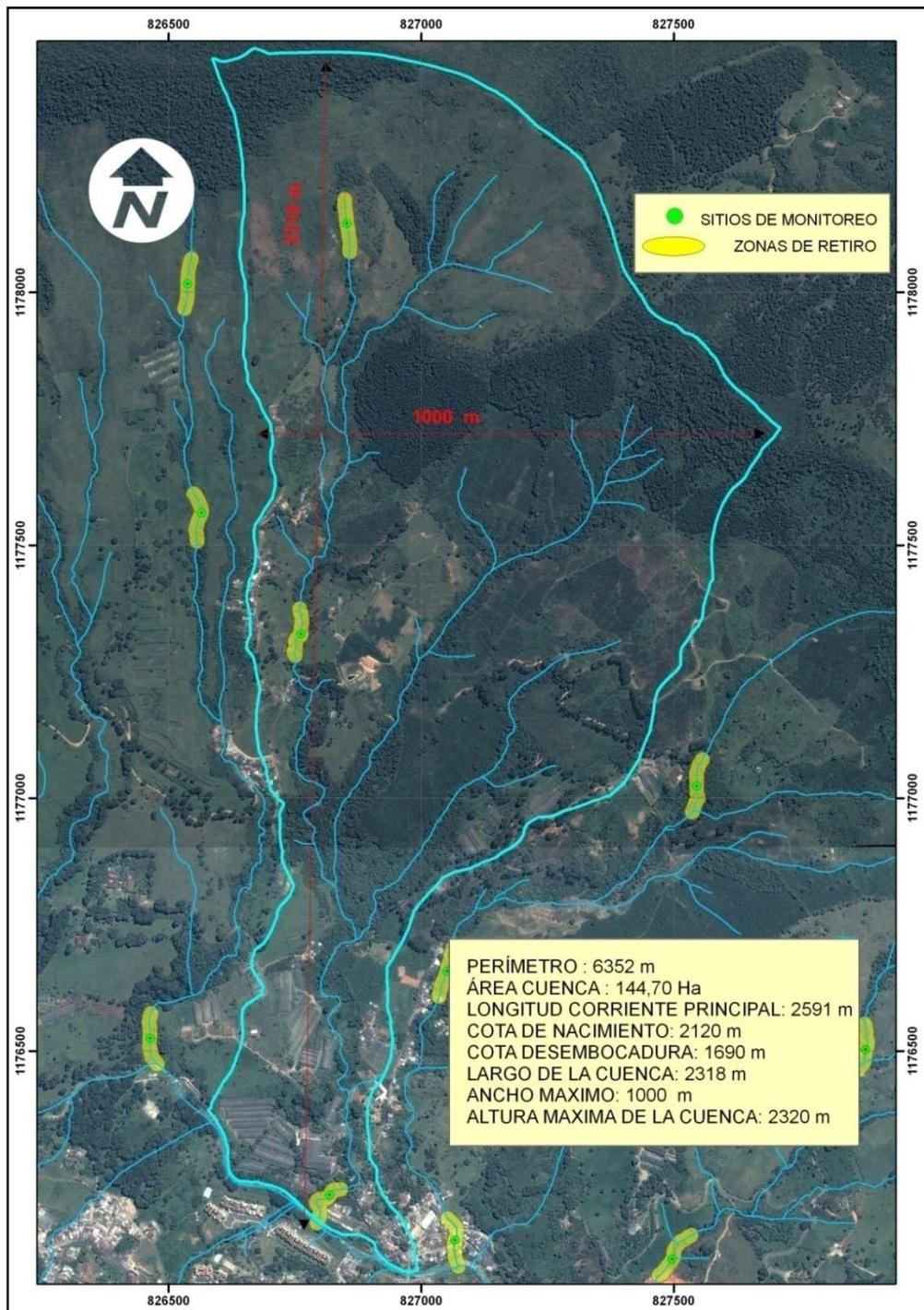
### 9.5.8 MICROCUENCA LA ZULIA

En el mapa 8 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 8 Microcuenca La Zulia

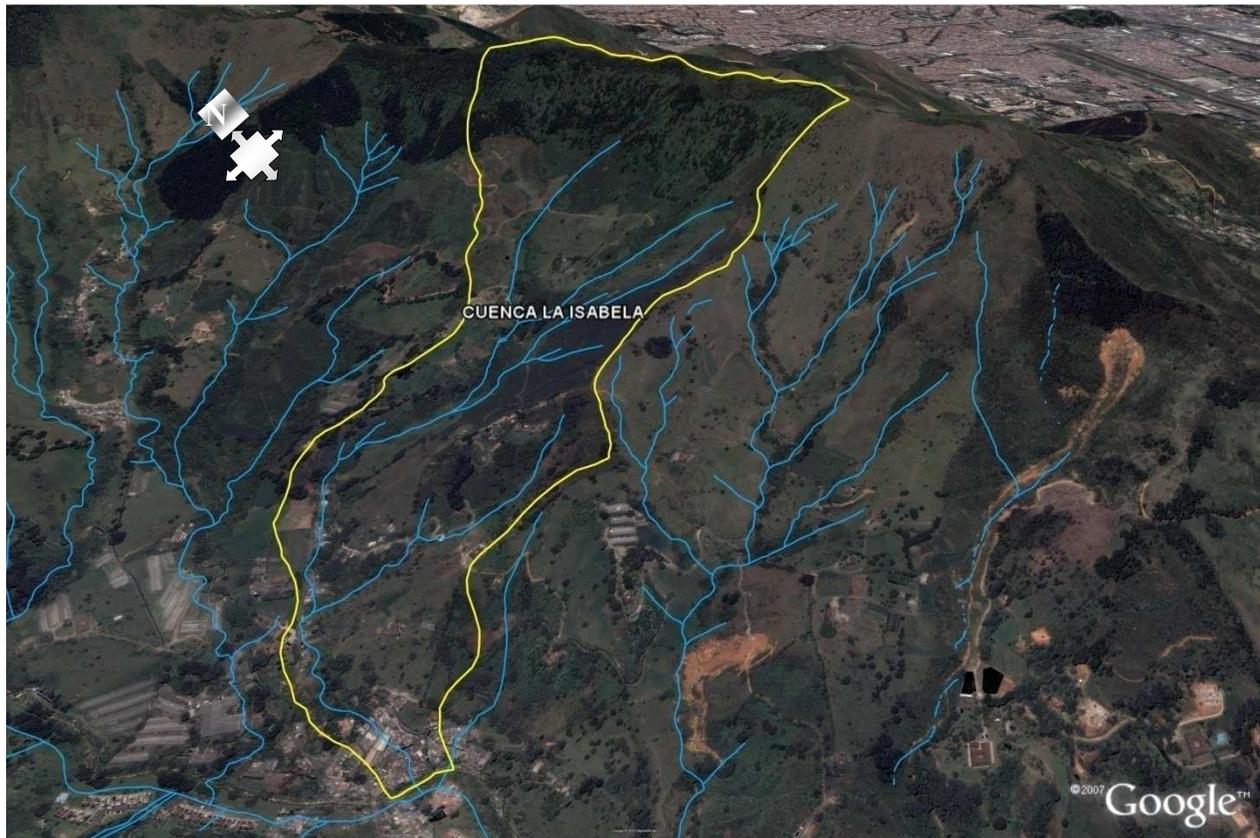


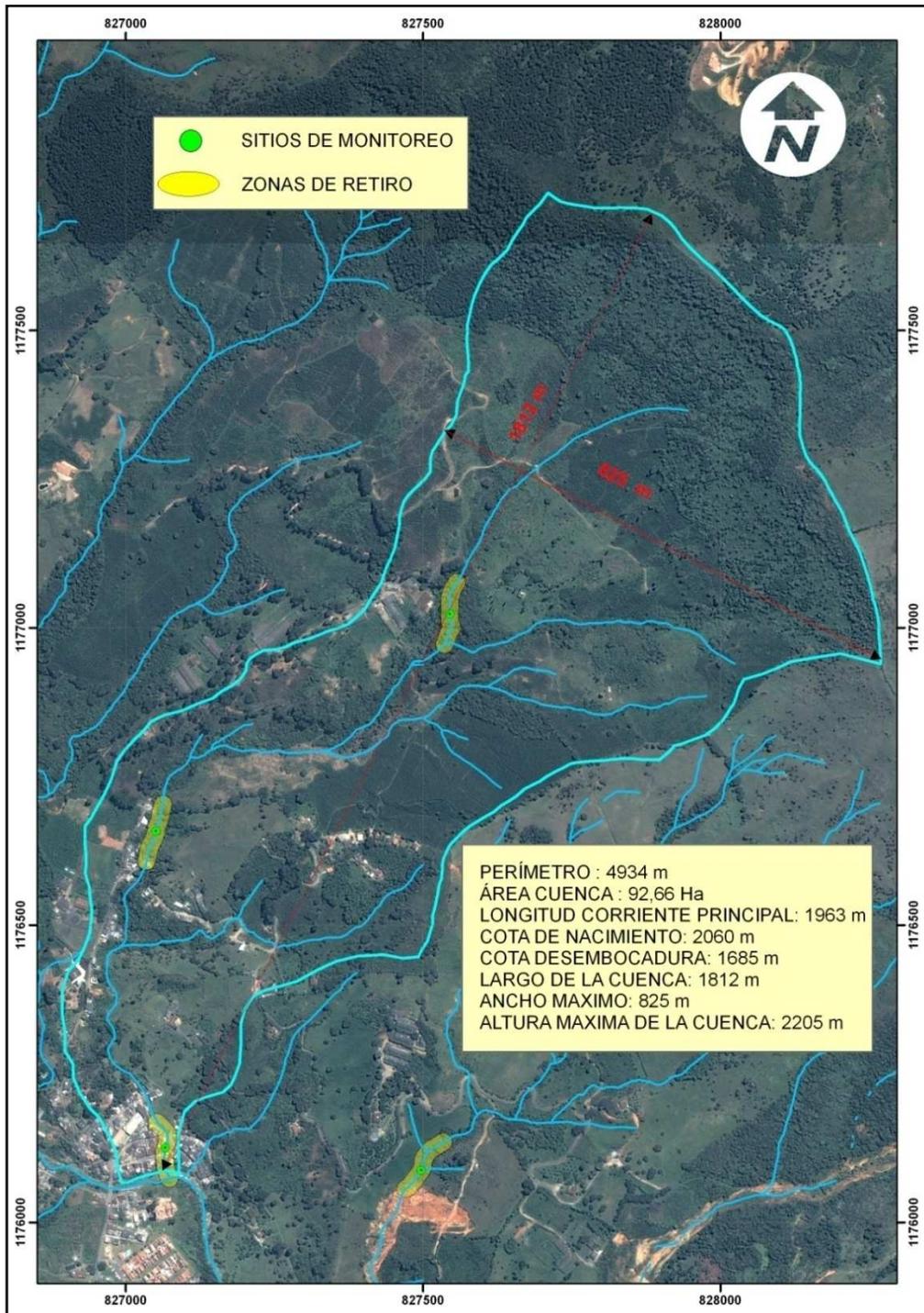
### 9.5.9 MICROCUENCA LA ISABELA

En el mapa 9 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 9 Microcuenca La Isabela

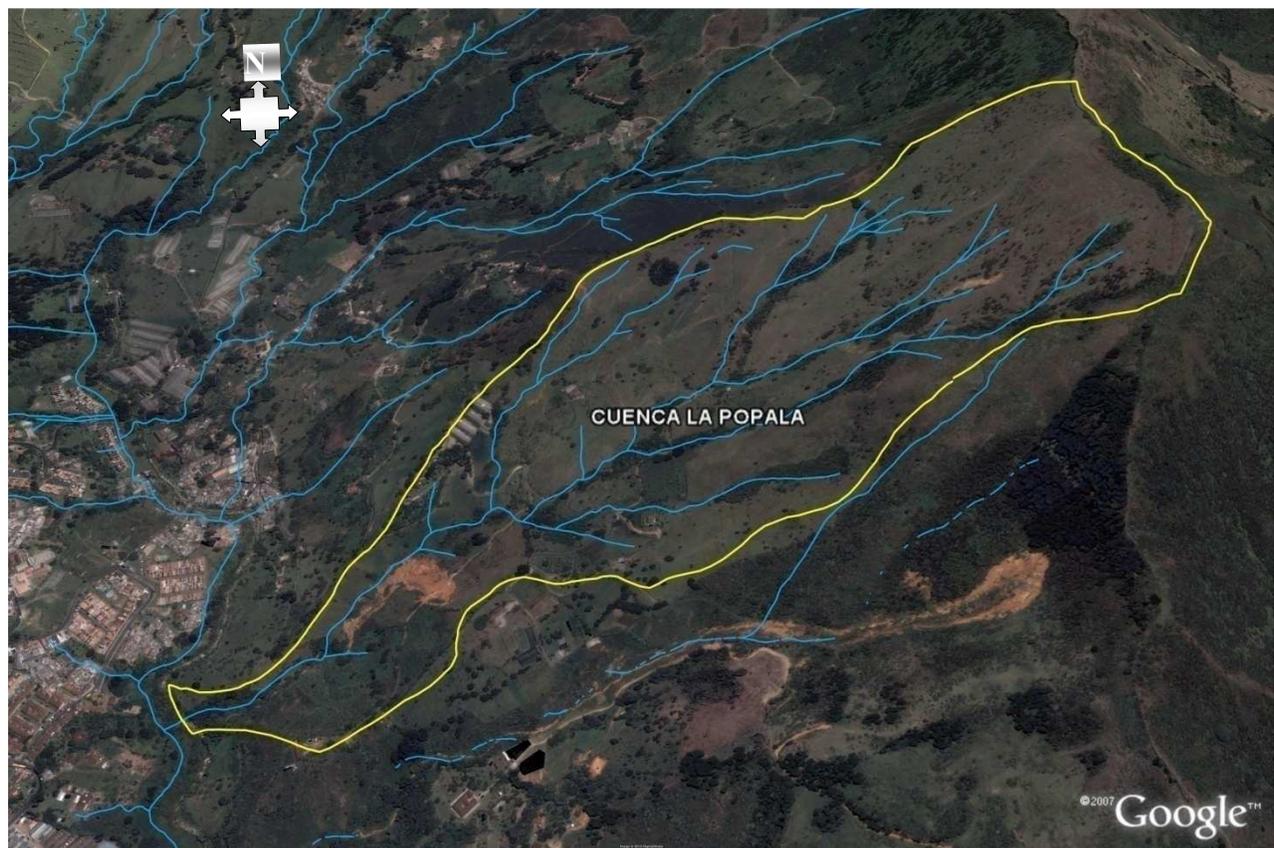


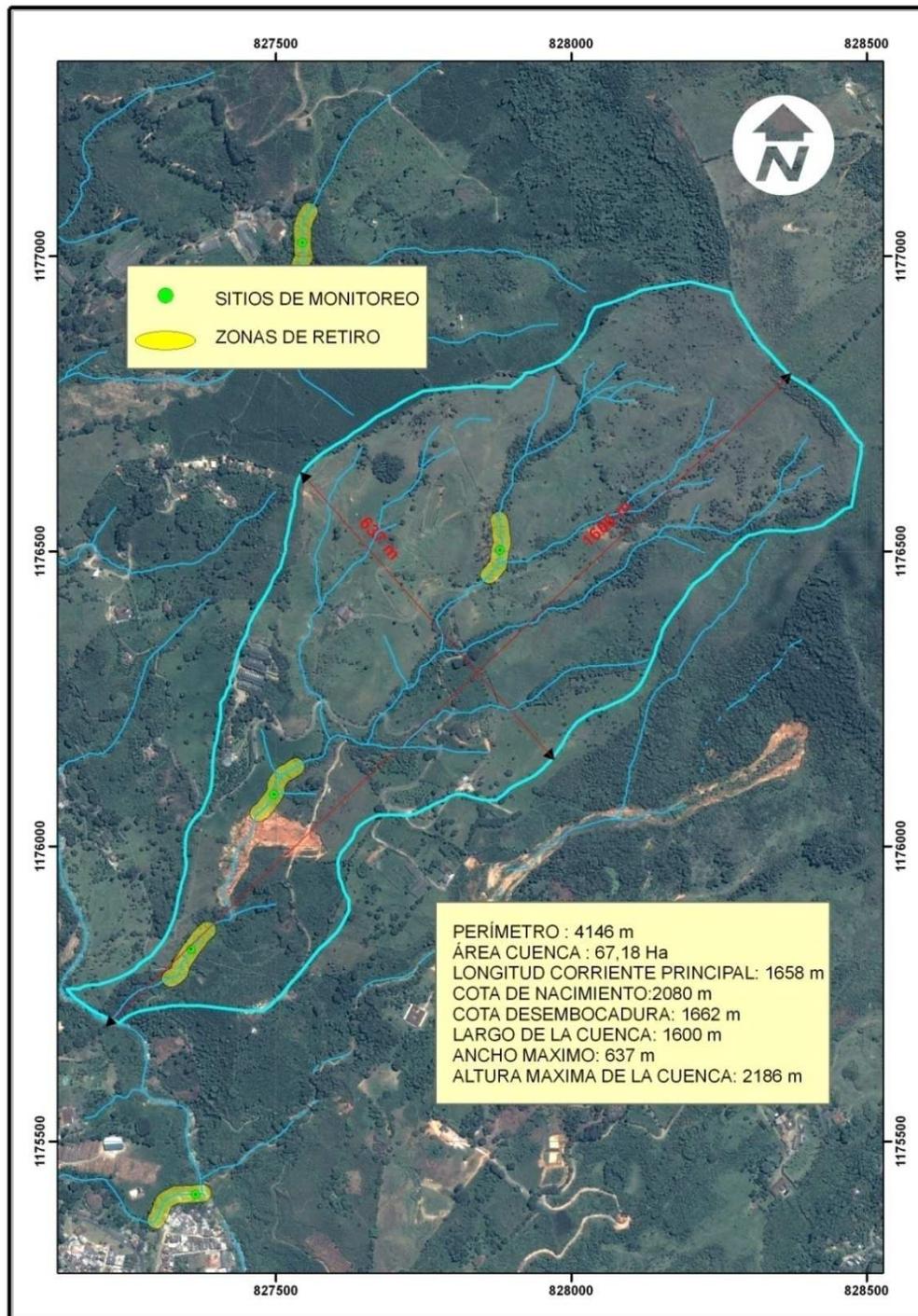
#### 9.5.10 MICROCUENCA LA POPALA

En el mapa 10 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 10 Microcuenca La Popala

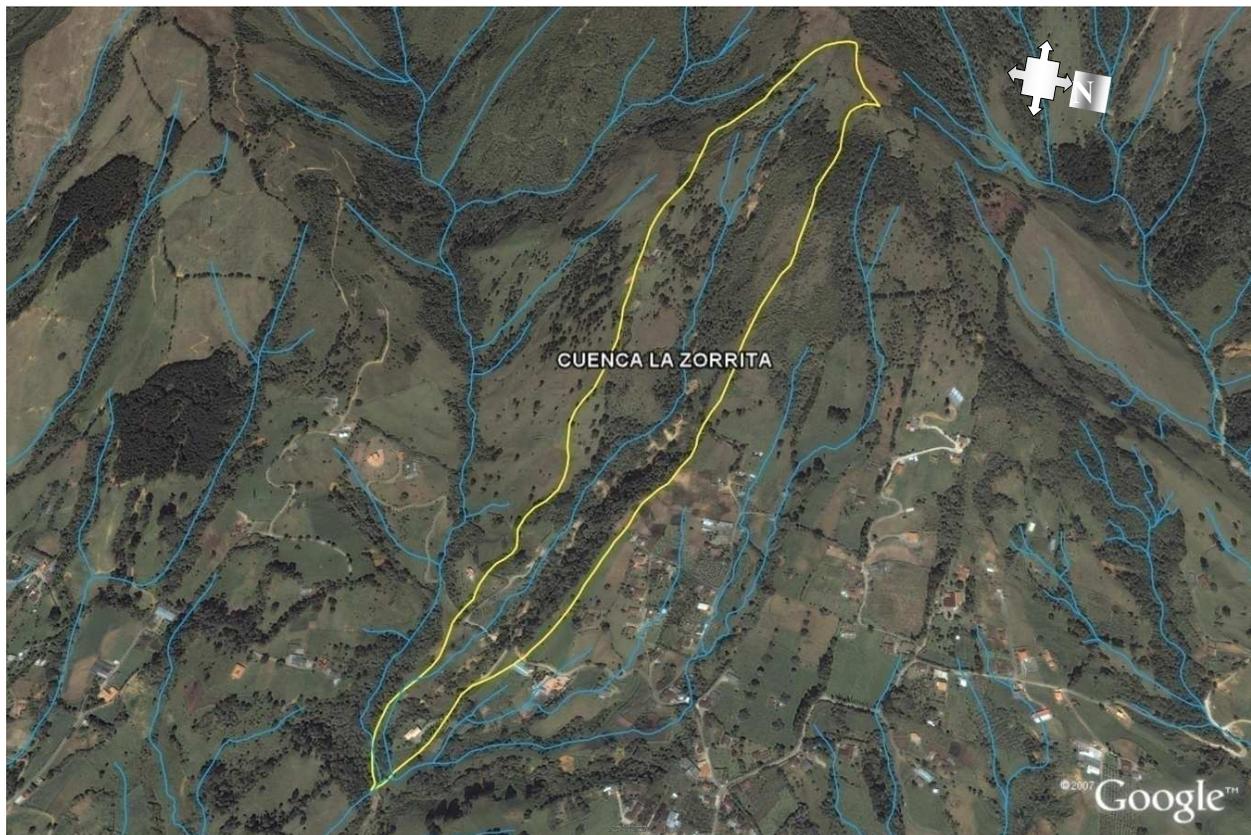


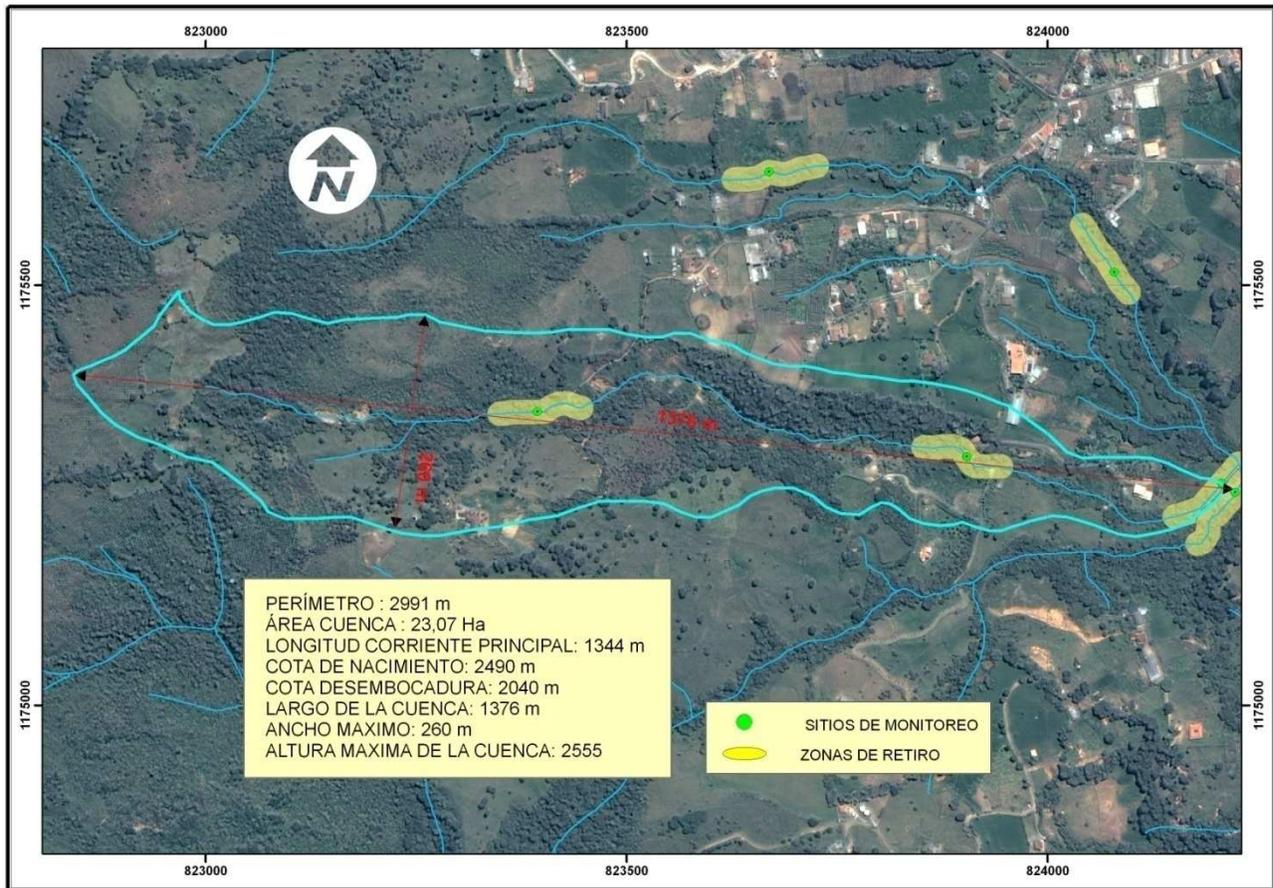
### 9.5.11 MICROCUENCAS LA ZORRITA

En el mapa 11 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





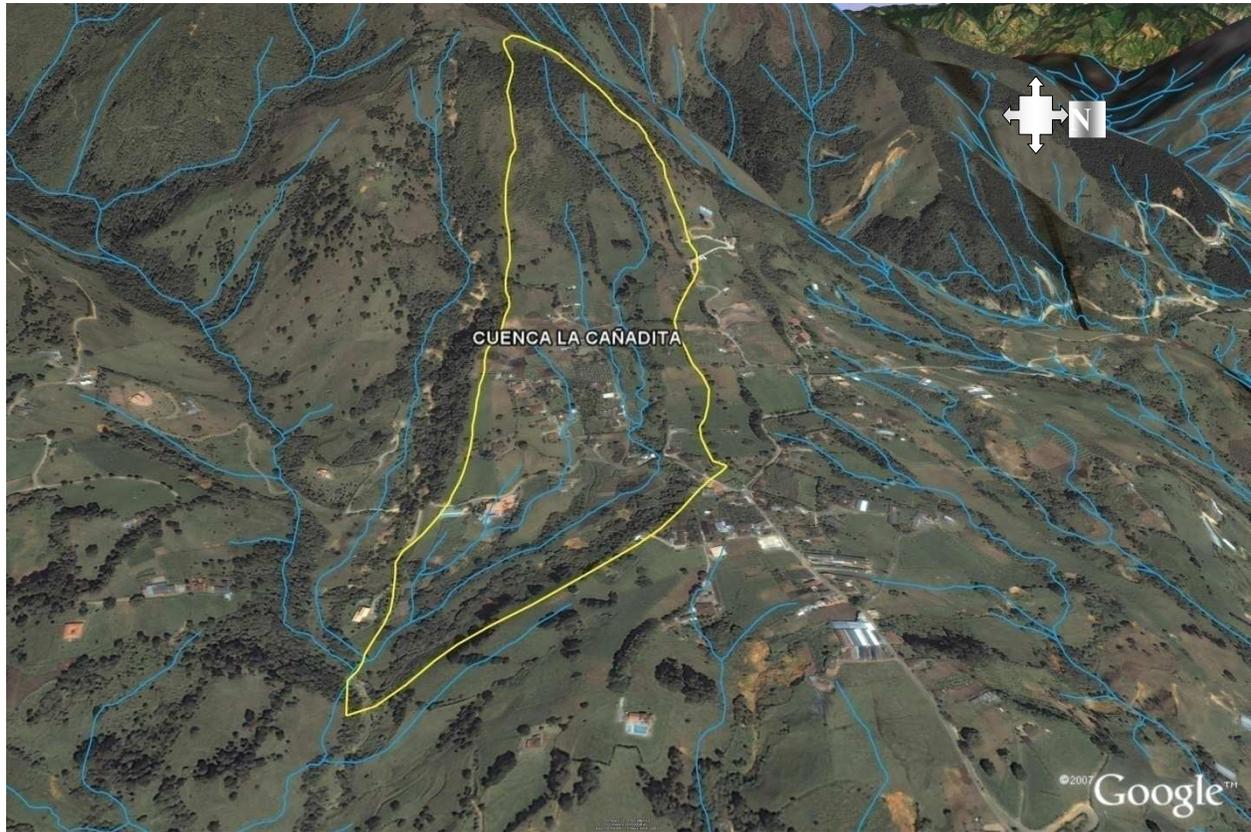
Mapa 11 Microcuenca La Zorrita

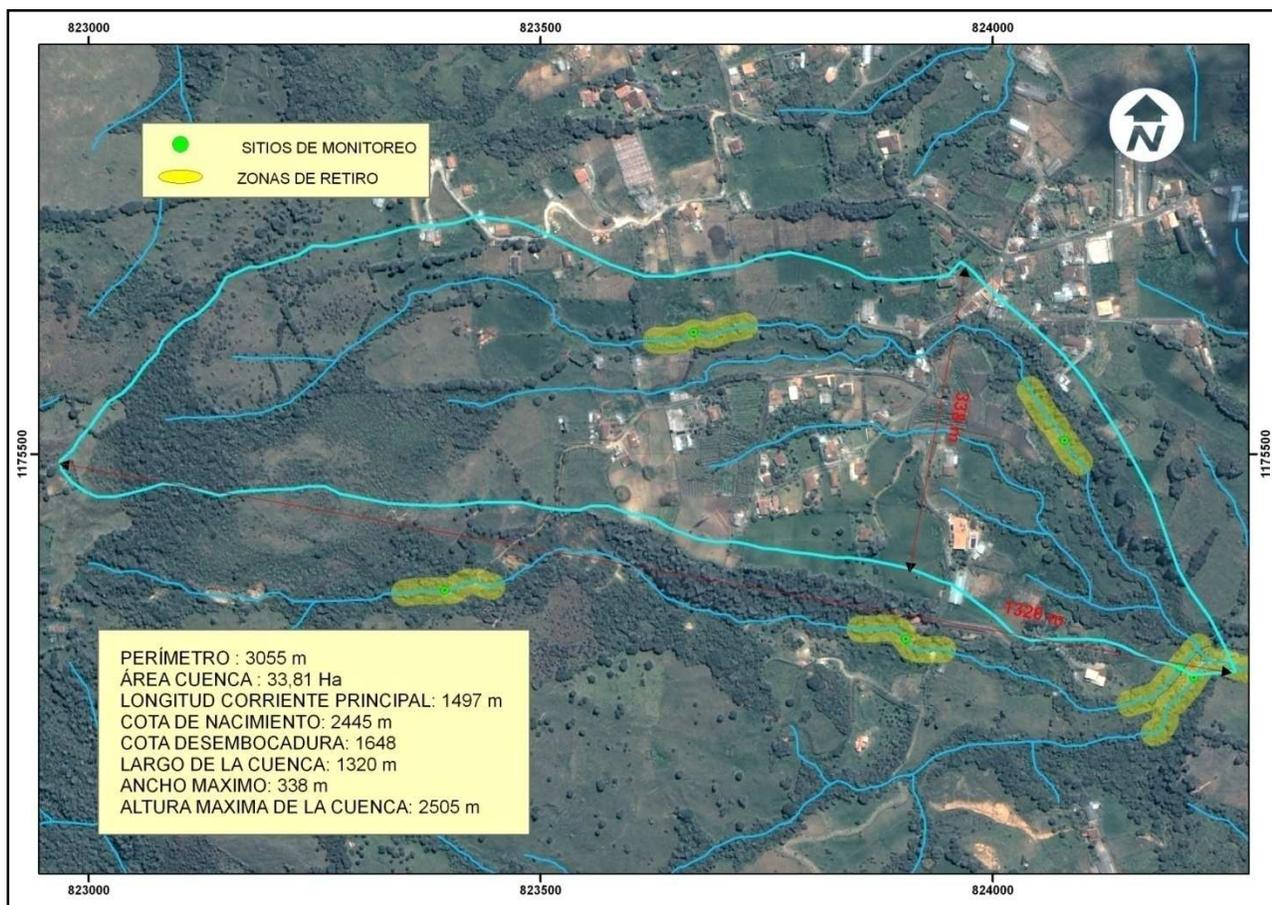
### 9.5.12 MICROCUENCAS LA CAÑADITA

En el mapa 12 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





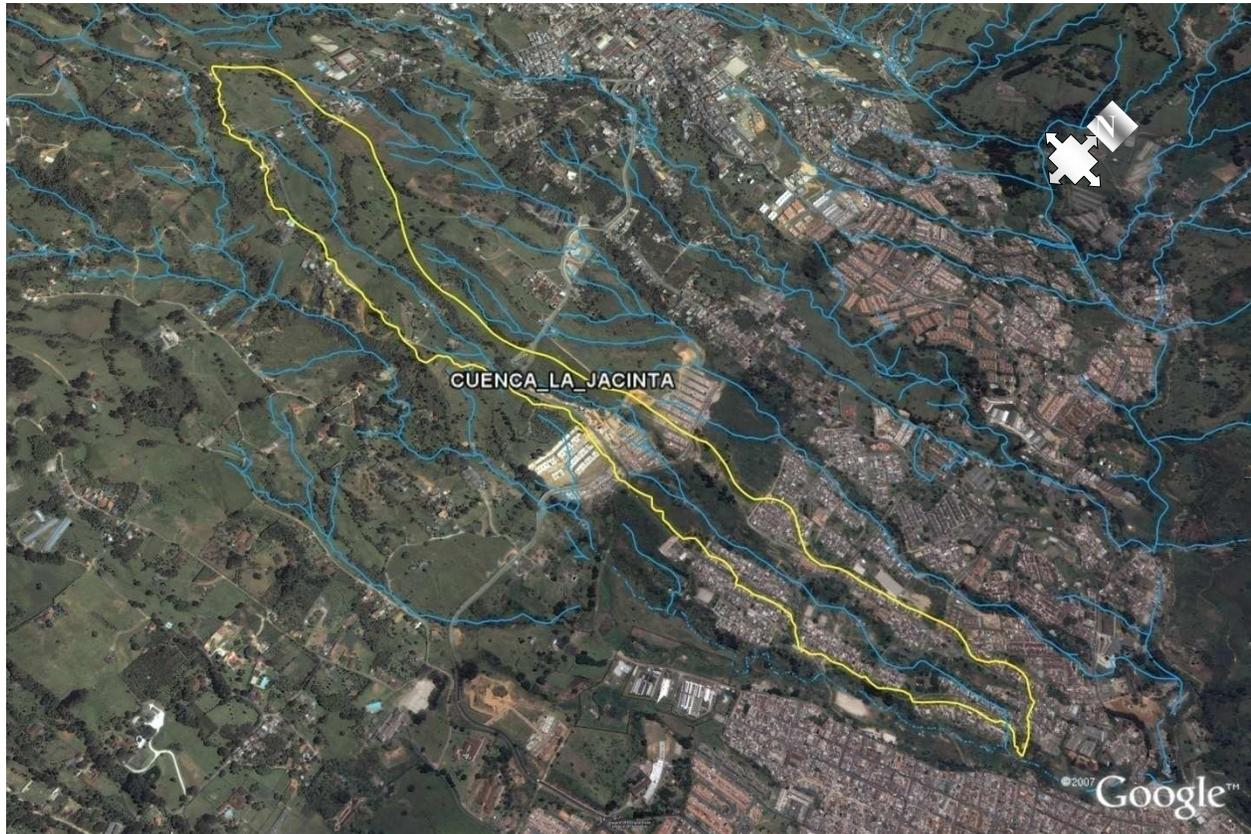
Mapa 12 Microcuenca La Cañadita

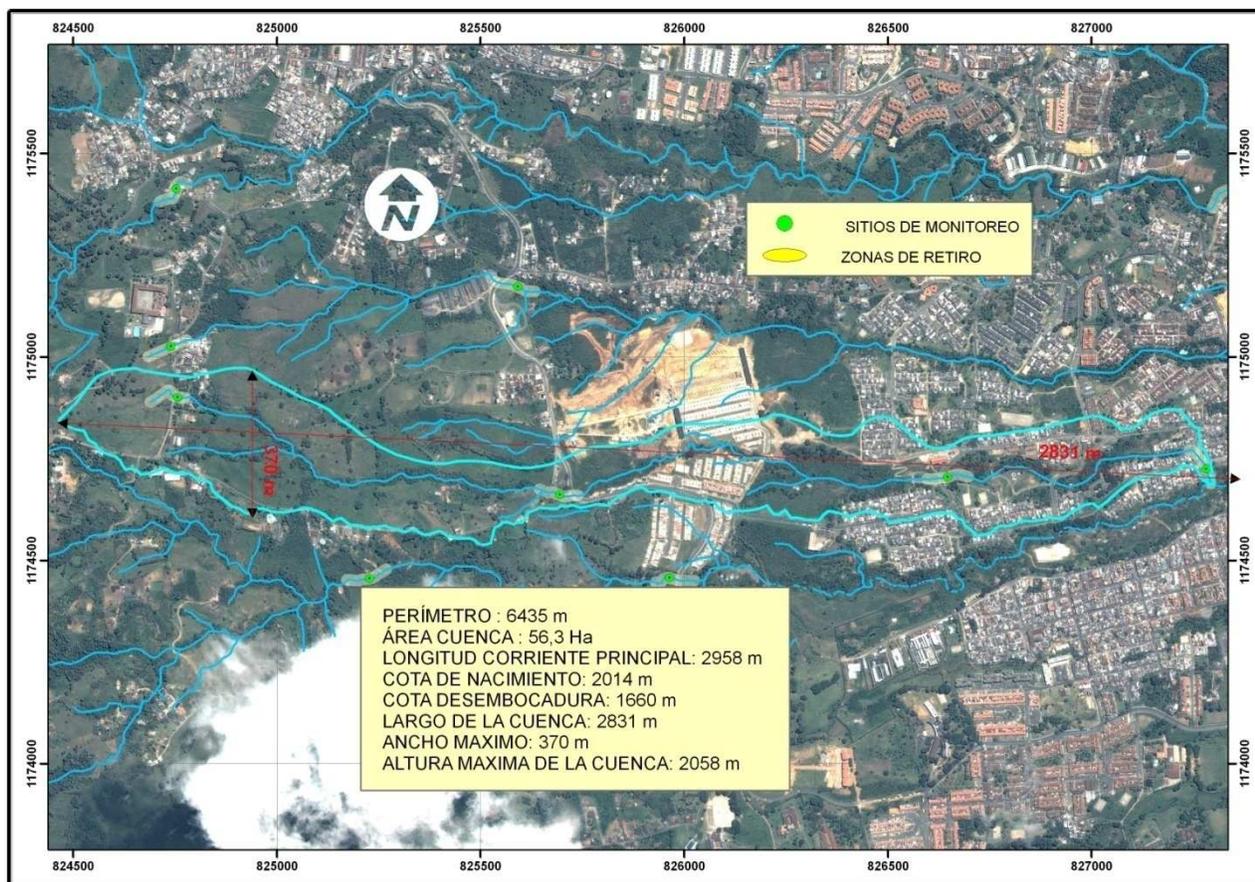
### 9.5.13 MICROCUENCA LA JACINTA

En el mapa 13 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 13 Microcuenca La Jacinta

### 9.5.13 MICROCUENCA LA MACANA O EL COCO

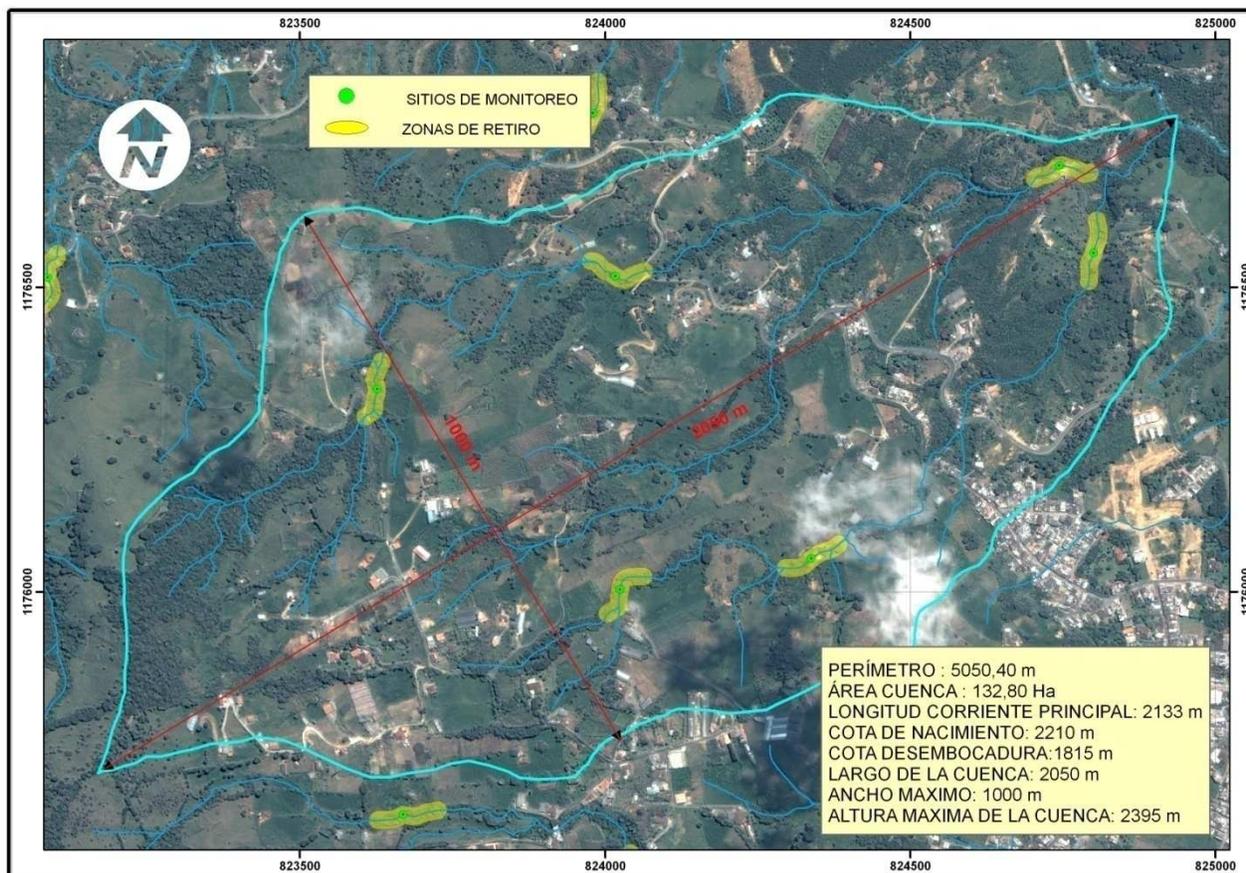
En el mapa 14 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, SMA, 2008)



En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





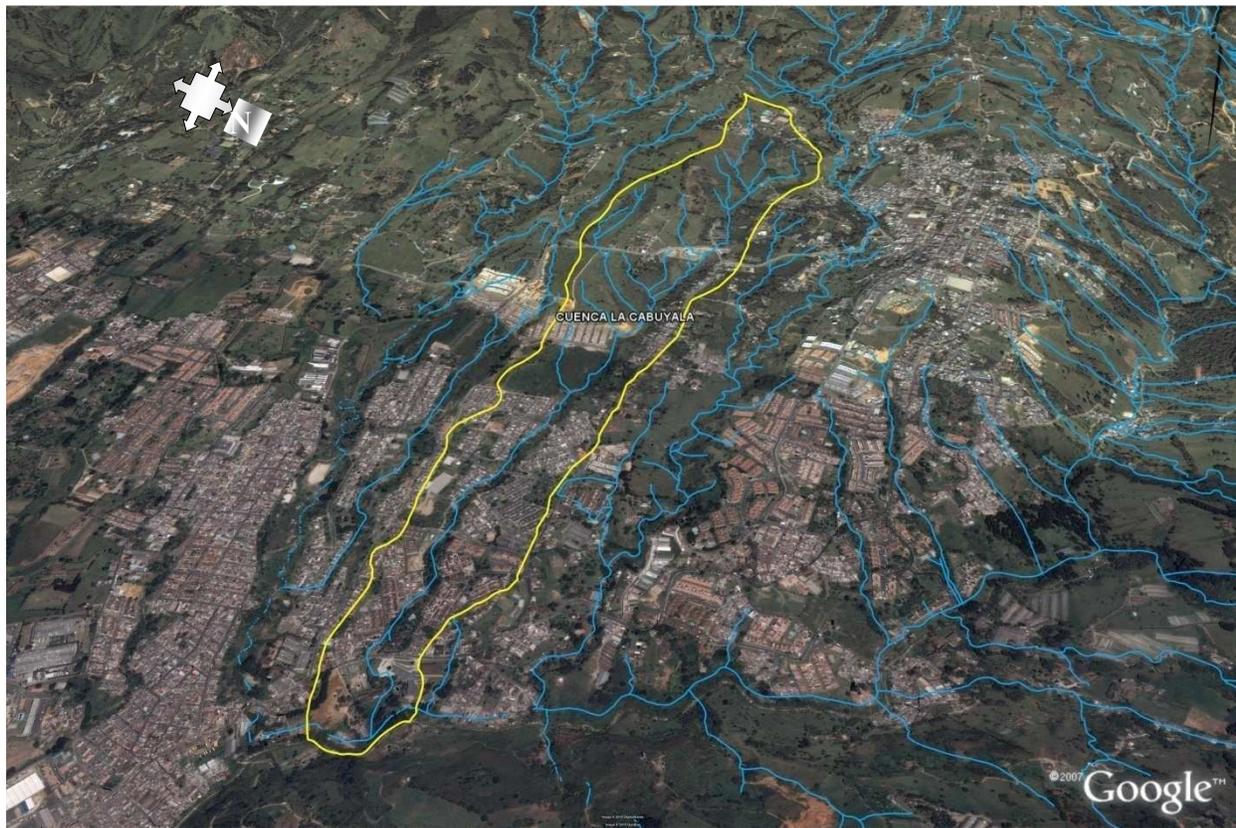
Mapa 14 Microcuenca La Macana o El Coco

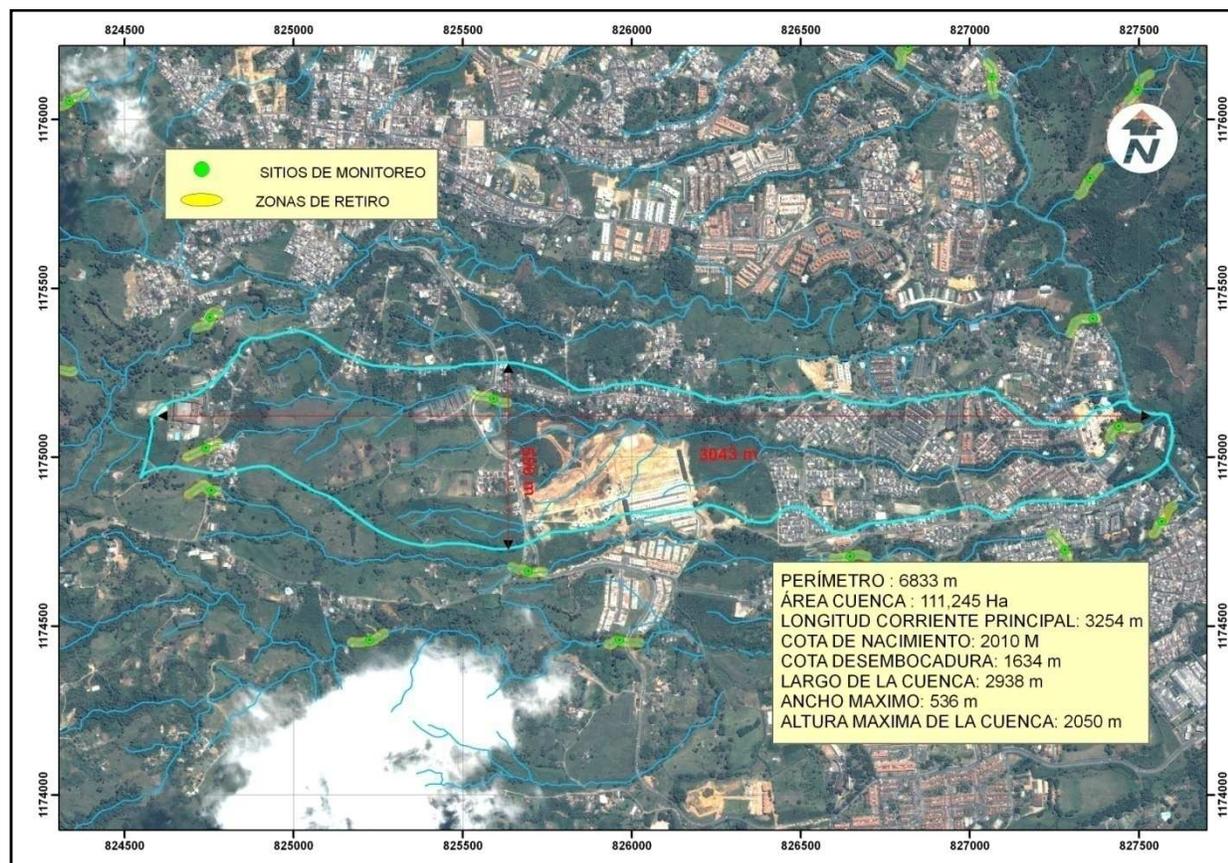
#### 9.5.14 MICROCUENCA LA CABUYALA

En el mapa 15 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2008)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 15 Microcuenca La Cabuyala

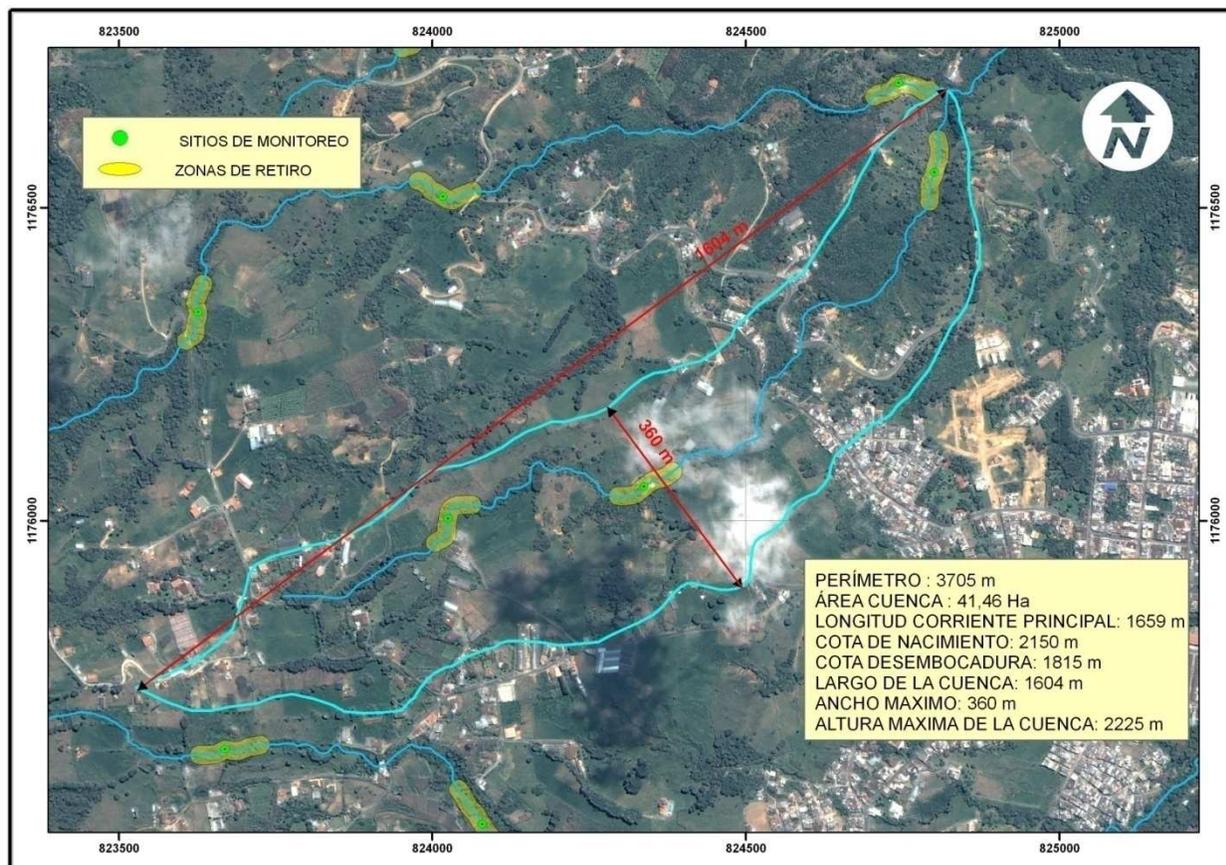
### 9.5.15 MICROCUENCA LA BARRO AZUL

En el mapa 16 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

Una mayor información sobre sus características biofísicas puede consultarse en el informe sobre el monitoreo de los recursos agua y bosques en San Antonio de Prado, (SMA, 2009)

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.



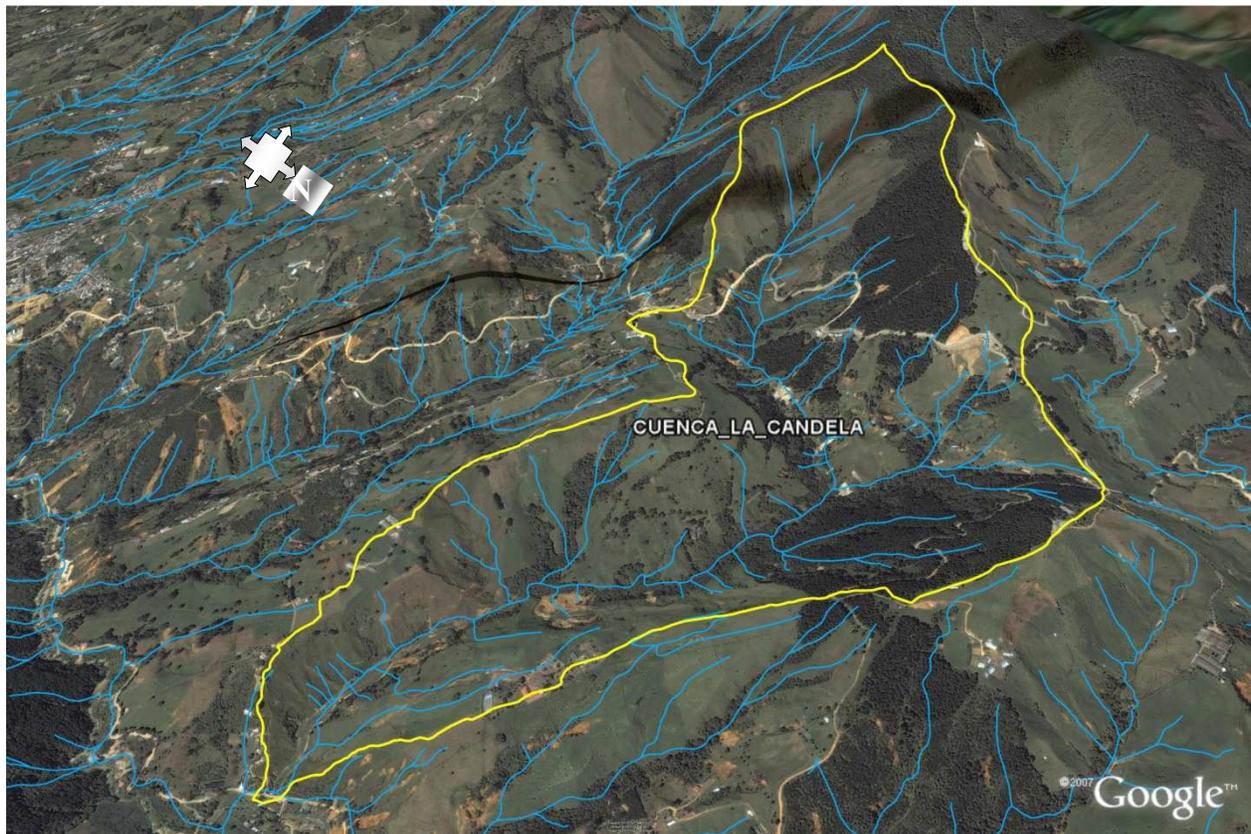


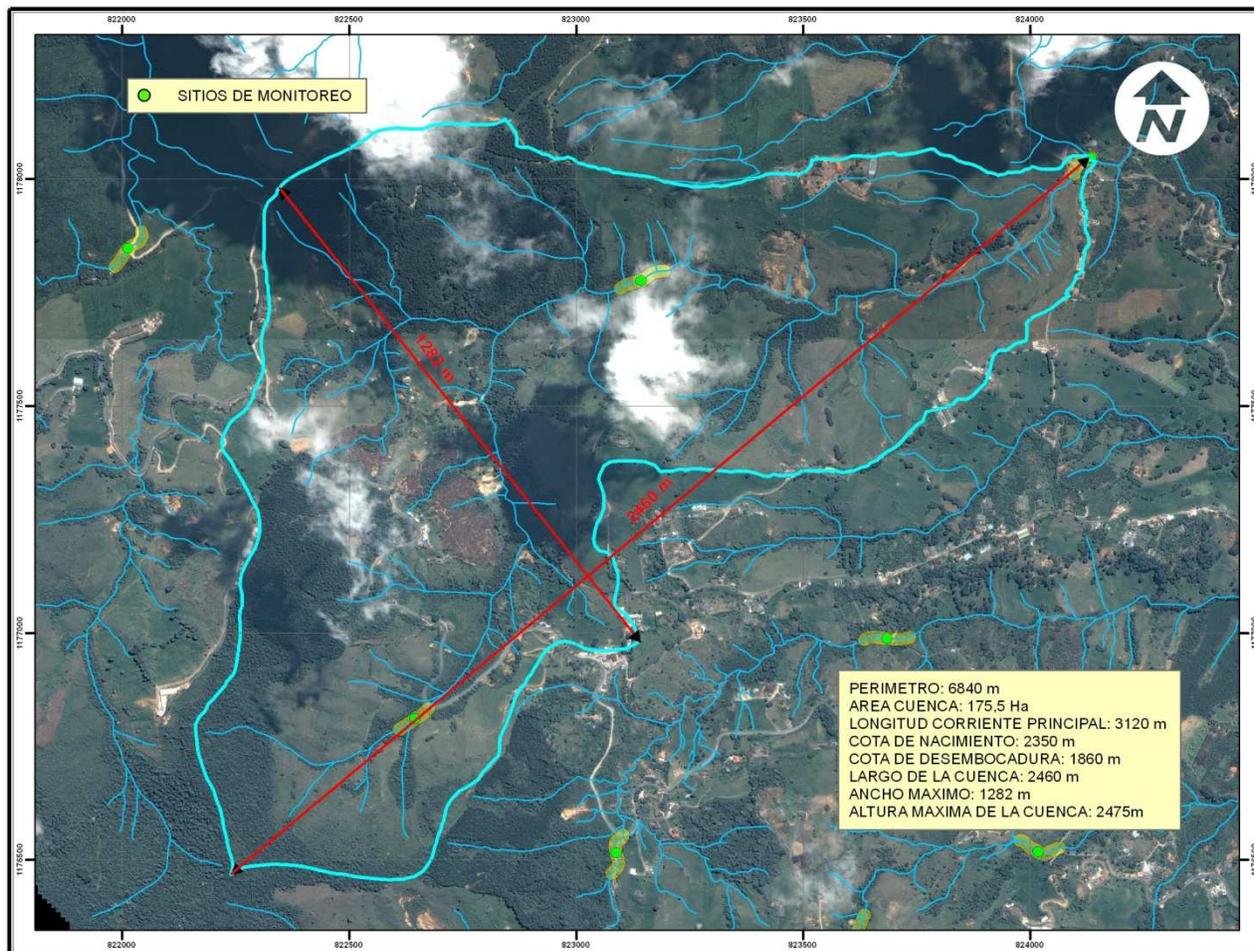
Mapa 16 Microcuenca La Barro Azul

### 9.5.16 MICROCUENCA LA CANDELA

En el mapa 17 puede observarse la ubicación y forma de la cuenca, en el área correspondiente a San Antonio de Prado, así como los sitios de monitoreo, los trayectos de retiro considerados y algunos datos morfométricos.

En la foto satelital puede apreciarse con mayor perspectiva la forma de la cuenca y su uso actual.





Mapa 17 Microcuenca La Candela

## 10. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS Y TRAMOS

Los muestreos puntuales se realizaron de acuerdo con las directrices del laboratorio de aguas de Corantioquia y se llevaron a cabo en 16 quebradas afluentes directas e indirectas de la Doña María: La Limona, La Jacinta, La Cabuyala, La Manguala, La Zorrita, la Cañadita, La Barro Azul, La Macana, La Candela, La Despensa, La Larga, La Sorbetana, La Pedrera o larga en La Verde, La Zulia, La Isabela, La Popala y un afluente de la Despensa.

En este proyecto se mantuvo la perspectiva temporal para el monitoreo, es decir se realizó durante el segundo semestre del año, tal como venía desde 2008.



El diseño de muestreo incluyó 3 sitios por cada quebrada considerada (parte alta, media y baja), para el caso de La Manguala, La Despensa, La Jacinta y La Limona se consideraron 4 sitios, incluyendo 2 en la parte media, dado la importancia estratégica de estas microcuencas en el contexto del corregimiento, y además con el fin de evaluar el sitio superior cercano a las captaciones que se le hacen para consumo humano por parte de los acueductos de EPM y El Vergel o a sitios referentes para recreación actual o potencial. En la mayoría de casos se mantuvieron como sitios de muestreo los mismos de 2008-2009, pero en algunos se modificó el sitio levemente, con el fin de mejorar la evaluación. Las coordenadas de los sitios finalmente considerados, pueden observarse en la tabla 4.

Adicionalmente se evaluó un tramo de los retiros arriba y abajo de cada sitio de muestreo (50 metros hacia arriba y abajo), de acuerdo con la metodología definida en 2008-2009, y con los términos de referencia.

Los sitios de muestreo de aguas, están determinados por las siguientes coordenadas y ubicaciones:

**Tabla 4** Sitios de muestreo de aguas en 17 microcuencas de San Antonio de Prado - 2009 II

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	ALTURA (m.s.n.m.)	COORD X	COORD Y
WEC-624-39	LA ZORRITA - ALTA	Vereda Potrerito	2.321	823.388	1.175.400
WEC-624-8	LA ZORRITA - MEDIA	Vereda Potrerito	2.126	823.912	1.175.321
WEC-624-3	LA ZORRITA -BAJA	Sector Vergel Centro	2.074	824.190	1.175.282
WEC-598-11	LA MACANA - ALTA	Vereda Potrerito	2.128	823.602	1.176.336
WEC-598-16	LA MACANA - MEDIA	Naranjitos-Montañita	2.010	823.968	1.176.793
WEC-624-25	LA MACANA - BAJA	Vereda Montañita	1.865	824.728	1.176.734
WEC-624-38	LA DESPENZA - ALTA	Veredas Potrerito-Montañita	2496	822.606	1.175.529
WEC-598-19	DESPENSA MEDIA - ALTA	Potreri-Montañita	2.112	823.063	1.176.517
WEC-598-20	LA DESPENZA - MEDIA-BAJA	Vereda Montañita	1.973	823.675	1.177.026
WEC-624-21	LA DESPENZA -BAJA	Vereda Montañita	1.842	824.663	1.177.065
WEC-624-15	AFLUENTE DESPENZA - MEDIA	Vereda Montañita	2.028	824.016	1.176.548
WEC-624-37	LA MANGUALA - ALTA	Veredas La Florida-Potreri	2531	822.648	1.174.139
WEC-624-5	LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	Vereda La Florida	2.078	824.200	1.175.278
WEC-624-4	LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	Sector Vergel Centro	1.980	824.719	1.175.433
WEC-624-2	LA MANGUALA - BAJA	Sector Pradito	1.678	827.346	1.175.436
WEC-598-9	LA CAÑADITA - ALTA	Vereda Potrerito	2.206	823.654	1.175.674



WEC-624-10	LA CAÑADITA - MEDIA	Vereda Potrerito	2.122	824.095	1.175.542
WEC-624-6	LA CAÑADITA - BAJA	Vereda La Florida	2.053	824.281	1.175.310
WEC-624-13	LA JACINTA - ALTA	Vereda La Florida	2.038	824.759	1.174.938
WEC-624-14	JACINTA MEDIA-ALTA	Vergel Sur	1.762	826.632	1.174.738
WEC-624-24	LA JACINTA - MEDIA-BAJA	Sector El Limonar	1.887	825.694	1.174.688
WEC-624-22	LA JACINTA - BAJA	Sector Limonar	1.688	827.276	1.174.723
WEC-624-35	LA LIMONA - ALTA	Vereda La Florida	2.253	823.865	1.174.076
WEC-624-36	LIMONA MEDIA - ALTA	Vereda La Florida	1.947	825.221	1.174.499
WEC-624-7	LIMONA MEDIA - BAJA	Sector Vergel Sur	1.856	825.946	1.174.487
WEC-624-1	LA LIMONA - BAJA	Sector Limonar	1.662	827.542	1.174.818
WEC-624-17	LA CABUYALA - MEDIA	Sector Vergel Sur	1.868	825.595	1.175.194
WEC-624-18	LA CABUYALA - BAJA	Sector Rosaleda-Aragón	1.675	827.430	1.175.123
WEC-624-47	LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	Vereda La Verde	2.049	826.527	1.178.017
WEC-624-45	LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	Vereda La Verde	1.933	826.608	1.177.553
WEC-624-44	LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	Vereda La Verde	1.763	826.464	1.176.524
WEC-624-48	LA ZULIA - ALTA	Vereda La Verde	2.076	826.863	1.178.133
WEC-624-46	LA ZULIA - MEDIA	Vereda La Verde	1.879	826.731	1.177.324
WEC-624-41	LA ZULIA - BAJA	Vereda La Verde	1.725	826.787	1.176.232
WEC-624-43	LA ISABELA - ALTA	Vereda La Verde	1.904	827.530	1.177.018
WEC-624-42	LA ISABELA - MEDIA	Vereda La Verde	1.793	827.028	1.176.670
WEC-624-40	LA ISABELA - BAJA	Vereda La Verde	1.713	827.058	1.176.124
WEC-624-31	LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	Vereda Yarumalito	2.302	821.266	1.177.222
WEC-624-32	LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	Vereda Yarumalito	2.118	821.987	1.177.873
WEC-624-28	LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	Vereda El Salado	1935	823.537	1.178.976
WEC-624-30	LA SORBETANA - ALTA	Vereda El Salado	2.344	825.457	1.178.657
WEC-624-29	LA SORBETANA - MEDIA	Vereda El Salado	2.036	824.504	1.179.323
WEC-624-27	LA SORBETANA - BAJA	Vereda El Salado	1.905	823.917	1.178.581
WEC-624-51	LA POPALA - ALTA	Vereda La Verde	1.909	827.865	1.176.504
WEC-624-50	LA POPALA - MEDIA	Vereda La Verde	1.791	827.480	1.176.103
WEC-624-49	LA POPALA - BAJA	Vereda La Verde	1.722	827.333	1.175.844





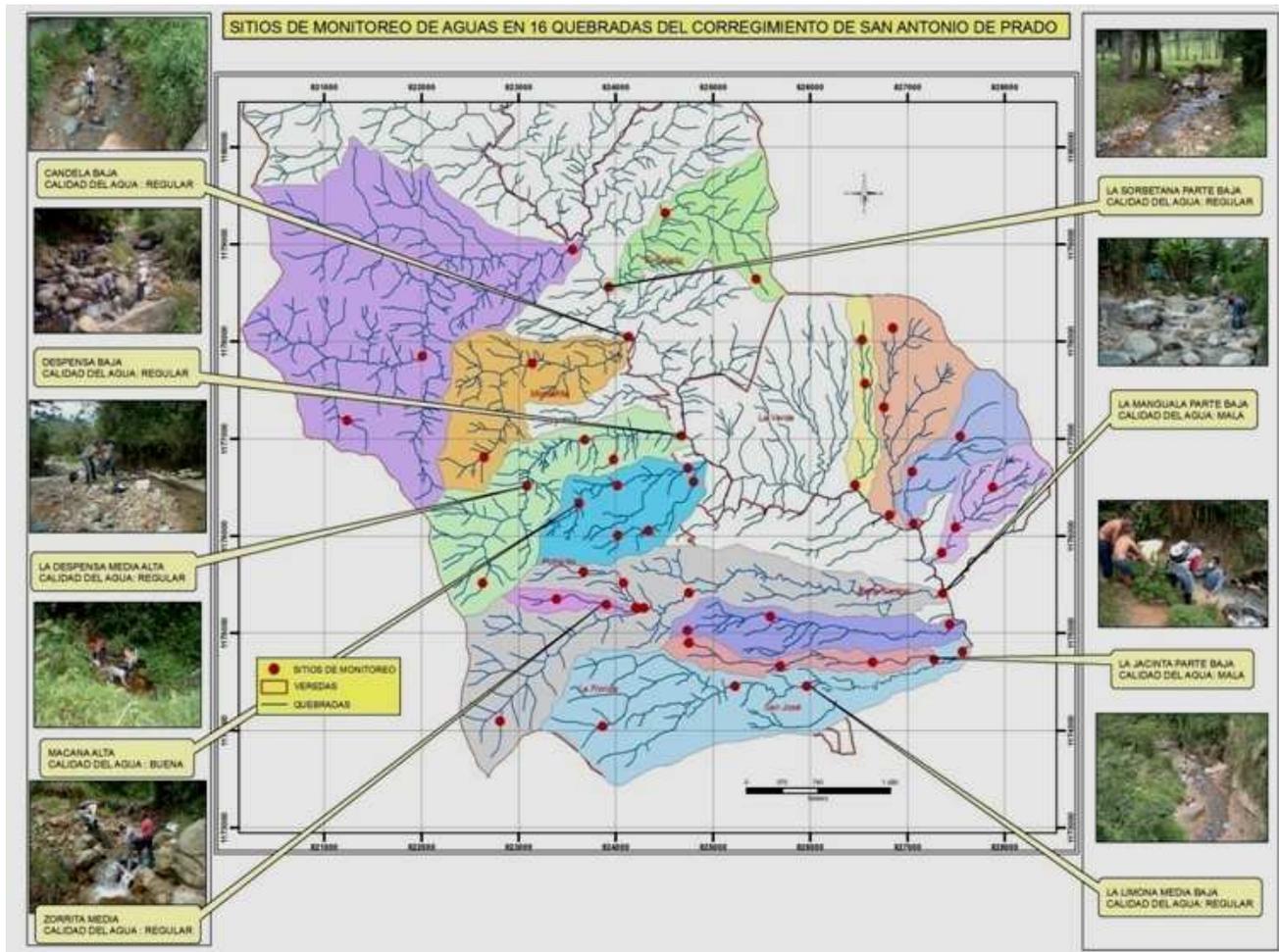


Gráfico 6 Algunas quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de aguas en SADEP, 2009



## 10.1 PARÁMETROS CONSIDERADOS

Los parámetros considerados para la evaluación de la calidad del agua en los sitios fueron:

### Parte baja de cada quebrada:

**Físico-Químicos:** DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos Totales, turbidez, Temperatura del agua.

**Microbiológicos:** Coliformes y coliformes fecales NMP.

**Biológicos:** Presencia de macrovida en campo

### Parte media de cada quebrada:

**Físico-Químicos:** DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, turbidez, Temperatura del agua.

**Microbiológicos:** Coliformes y coliformes fecales NMP.

**Biológicos:** Presencia de macrovida en campo

### Parte alta de cada quebrada:

**Físico-Químicos:** DBO5 total, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, Temperatura del agua.

**Microbiológicos:** Coliformes y coliformes fecales NMP.

**Biológicos:** Presencia de macrovida en campo

En los 4 sitios nuevos se evaluaron adicionalmente nitritos, nitratos y sólidos sedimentables, para que sirvan como línea base en un futuro; pero estos parámetros fueron eliminados de las demás quebradas, dado que durante los muestreos anteriores no mostraron limitaciones ambientales; igualmente se eliminó la medición de DQO total en las partes altas de cada quebrada. Con lo anterior se buscó racionalizar los costos en el monitoreo anual o semestral, pero a la vez quedó sentada una línea base para cada microcuenca con valores y parámetros más amplios que pueden seguirse cada 2 o 3 años, cuando si deben evaluarse todos los parámetros.

Los sitios de muestreo fueron georreferenciados y cartografiados. En la mayoría de casos se mantuvo el sitio existente, porque aún se considera el más adecuado, pero en algunos pocos casos se varió el sitio moviéndolo un poco hacia arriba o abajo, con el fin de tener un sitio que representa mejor el trayecto a monitorear o porque está cerca a alguna bocatoma de mucho interés comunitario. En la tabla 4 pueden observarse los sitios definitivos de muestreo.



Los métodos analíticos implementados para el análisis de cada muestra de agua, son determinados por el laboratorio de aguas de Corantioquia, certificado en calidad, y se describen así:

**Tabla 5** Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
PH (Unidades de pH)	Potenciométrico	Descargas ácidas y/o alcalinas de industrias como: producción de ácidos y álcalis, curtimbres, aceros, papel, textiles, plásticos, y resinas, galvanoplastia, bebidas gaseosa, arrastre de áreas encaladas en cultivos.	El pH natural de una corriente puede variar ampliamente por el vertimiento de desechos con valores externos, afectando la vida acuática del ecosistema. El efecto más severo se presenta en el sitio de descarga, ya que muchos desechos pueden neutralizarse con otros a lo largo de la corriente.
TEMPERATURA DEL AGUA (°C)	Medición directa en el campo con un termómetro de alcohol	Depende directamente de la temperatura ambiente, también se ve afectada por las descargas con temperaturas extremas de industrias tales como: textiles, papel, aceros, fábricas de licores, aguas de enfriamiento, y producción de vapor, al igual que la influencia que recibe de la corriente.	Cambios extremos o bruscos en la temperatura afectan adversamente la vida en el ecosistema. Al aumentar la temperatura se disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, aumenta la actividad bacteriana reduciendo el oxígeno disponible ya reducido, se aumenta la sensibilidad de la vida acuática a los elementos tóxicos, disminuye el valor de la calidad del agua para muchos usos. Se relaciona con el O.D.
OXÍGENO DISUELTO (mg O <sub>2</sub> /L)	Titulométrico (yodométrico)	La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua depende de factores como la temperatura. Altura, condiciones climáticas y morfológicas.	Su presencia en el agua, aparte de ser indispensable, es una medida de la calidad de las mismas. Es necesario para el desarrollo de la vida acuática y en medida en que aumenta la carga contaminante este se ve disminuido al consumirse en los procesos de autodepuración hasta agotarse en corrientes altamente contaminadas. Normalmente sus valores aumentan con la rugosidad del lecho y la presencia de cascadas y pequeños saltos, debido al efecto físico de dilución del aire en contacto con la superficie
TURBIEDAD (Unidades nefelométricas de Turbiedad. NTU)	Nefelométrico	Es ocasionado por los sólidos en suspensión, especialmente de escombros y extracción de materiales, actividades mineras, extracción y lavado de materiales de playa y por descargas altamente coloreadas como las de textiles, curtimbres, fábricas de licores, mataderos y procesadoras de pollo, pulpa y papel.	La turbiedad se puede relacionar directamente con el índice de contaminación, entendiéndose la limitación de que muchas descargas altamente contaminadas (especialmente de sustancias tóxicas) provocan cambios en el aspecto de las aguas receptoras. Su mayor efecto se presenta en un deterioro de la parte estética de la corriente y en la limitación a los procesos de fotosíntesis.
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	Determinación gravimétrica después de filtración por crisol Gooch y secado a 105 °C	Se generan principalmente por la extracción de materiales y disposición de escombros. Entre las industrias con mayor contenido en sus descargas se tienen: Las textiles, curtimbres, mataderos, harineras y almidoneras, pulpa y papel, siderúrgica y terminales de combustibles.	Las aguas con alto contenido de sólidos suspendidos son indeseables prácticamente para todos los usos. Del total de sólidos estos son los que más problemas causan a los cursos de agua, por su difícil degradación, además de los efectos perjudiciales en la parte estética e hidráulica de la corriente. Estos pueden presentarse: flotante, en suspensión real y como sedimentables.



SÓLIDOS SEDIMENTABLES (mL/L)	Gravimétrico	Como la anteriores también son una fracción de los sólidos totales	Son todos aquellos sólidos susceptibles de sedimentarse y acumularse, presentando problemas en captaciones, conducciones, en los cauces y sistemas de almacenamiento como presas y embalses.
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (mg O <sub>2</sub> /l)	Colorimétrico de reflujo cerrado	Una descarga, cualquiera que sea su tipo (industrial o doméstico) y origen, aporta material contaminante en términos de DQO. Puede decirse que la DQO es el parámetro más representativo para indicar la contaminación de un agua.	La DQO es una determinación que mide la fuerza polucional de las aguas de desecho. Permite medir la cantidad de carga contaminante en términos de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica a CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O, y algunos compuestos orgánicos susceptibles de oxidación. Los compuestos orgánicos excepto unos pocos pueden ser oxidados por agentes químicos en condiciones fuertemente ácidas, por lo tanto la DQO puede ser relacionada empíricamente con la DBO y contenido de materia orgánica. Estos pueden presentarse solubles como alcoholes y azúcares, e insolubles como polímeros, plásticos y resinas. Ambas formas aparte de su poder contaminante, afectan la solubilidad y presentan reacciones e interacciones con otros componentes de la corriente.
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	Test DBO <sub>5</sub> días: Incubación por cinco días a 20°C De una muestra inoculada por un cultivo bacteriano y saturado de oxígeno	Para la DBO se tienen las mismas consideraciones que n la DQO, ya que por lo general todos aquellos componentes que aportan contaminación en términos de DQO lo hacen también como DBO en una determinada fracción, dependiendo de su naturaleza y complejidad.	El DBO <sub>5</sub> mide el periodo utilizado durante un lapso de tiempo de oxidación a condiciones específicas, para la degradación biológica del material orgánico por medio de la acción de bacterias comunes. Esto es la cantidad de material degradable a las condiciones naturales de la corriente. Si se hace la relación DBO/DQO, hallamos la biodegradabilidad de la carga contaminante y una forma aproximada la complejidad del desecho, entendiendo que la determinación puede verse afectada por materiales inorgánicos y sustancias tóxicas.
DUREZA TOTAL (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Titulométrico de EDTA (Espectrodo)	Tanto naturales por aguas de escorrentía superficial como subsuperficial, como por influencia de descargas de aguas cargadas de detergentes, industriales, agropecuarias, etc.	Mide la cantidad de sales (iones) de Ca y Mg. Ambientalmente no está bien establecido sus daños por fuera de un amplio rango de presencia.
TEMPERATURA DEL AIRE	Medición directa en el campo con un termómetro ambiental	Corrientes de aire, influidas por coberturas, albedo, etc.	Relación con la temperatura del agua y condiciones de hábitats para especies relacionadas en todo su ciclo de vida o en parte de él con el agua

Para la evaluación de los tramos de retiro, aproximadamente 50 metros arriba y abajo de cada sitio, se hizo una labor de caracterización ambiental, en cuanto a deslizamientos, socavamientos laterales, cobertura vegetal, intervenciones de cauces, focos de contaminación (presencia de basuras, escombros), presencia de casas u otras construcciones en las riberas, canalizaciones, etc. En el numeral 11 se amplía este tópico.

## 10.2 RESULTADOS DE LABORATORIO

Los resultados completos presentados por el laboratorio de aguas de Corantioquia se muestran en el anexo 1. En la tabla 6 se resumen dichos resultados



**Tabla 6** Resultados de laboratorio de 52 sitios en 16 microcuencas en SADEP - 2009

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O2/L)	DQO total (mg O2/L)	Dureza total (mg CaCO3/L)	Nitratos (mg NO3- -N/L)	Nitritos (mg NO2- -N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (unidades de pH)	Sólidos sedim. (mg/L)	Sólidos susp. totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Temp. Aire (°C)
LA ZORRITA - ALTA	700	170	< 2,00	< 12,0	25,4			6,95	7,64		< 7	4,27	13,5	14
LA MACANA - BAJA	1,6*10 <sup>9</sup>	3,9*10 <sup>6</sup>	2,57	13,5	52,8			6,85	7,64		43	17,4	16	16
LA DESPENSA -BAJA	1,6*10 <sup>6</sup>	1.700	3,12	< 12,0	81,8			5,71	7,69		< 7	1,98	19	16
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	9.200	130	< 2,00	< 12,0	69,5			6,41	7,9		< 7	0,46	17	22
LA ZORRITA -BAJA	22.000	200	< 2,00	< 12,0	79,8			7,6	8,08		< 7	3,18	16	21
LA CAÑADITA - BAJA	92,0*10 <sup>5</sup>	1.300	< 2,00	< 12,0	45,7			7,77	7,95		< 7	2,09	18	21
LA CABUYALA - ALTA														
LA MANGUALA - BAJA	16,0*10 <sup>10</sup>	16,0*10 <sup>8</sup>	42,9	67,2	144			5,28	7,24		128	57,6	21	24
LA JACINTA - MEDIA-ALTA	16,0*10 <sup>6</sup>	54,0*10 <sup>5</sup>	4,22	24,3	80,9			6,26	7,89		< 7	2,7	18	23
LA ZORRITA - MEDIA	2.800	330	4,13	19,6	77,4			7,3	8,25		74	38,3	15	18.5
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	22,0*10 <sup>5</sup>	11,0*10 <sup>5</sup>	6,08	29,1	69			6,11	7,87		< 7	2,59	17	
LA LIMONA - BAJA	92,0*10 <sup>13</sup>	19,5*10 <sup>10</sup>	39,4	104	151			4,38	7,22		58	29,8	20	23
LA JACINTA - BAJA	1,6*10 <sup>17</sup>	3,9*10 <sup>14</sup>	134	259	66,9			3,03	7,47		73	48,5	20	24.5
LA CABUYALA - MEDIA	1,6*10 <sup>8</sup>	3,9*10 <sup>5</sup>	9,12	< 12,0	56,4			5,18	7,24		11	4,53	17	17.5



CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

LA CABUYALA - BAJA	1,6*10 <sup>9</sup>	3,9*10 <sup>6</sup>	8,25	19,3	57,5			7,03	7,37		7	4,35	19	23
LA JACINTA - ALTA	92,0*10 <sup>4</sup>	78	< 2,00	16,2	68,3			6,15	7,76		< 7	N/S	19	21
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	1,6*10 <sup>6</sup>	7.000	< 2,00	< 12,0	40			6,35	7,8		18	12,4	18	20
LA ZULIA - MEDIA	1,6*10 <sup>6</sup>	4.600	< 2,00	< 12,0	38,8			6,08	7,83		14	11,8	18	19
LA ZULIA - BAJA	1,6*10 <sup>7</sup>	1,7*10 <sup>5</sup>	< 2,00	< 12,0	39,5			6,39	7,78		< 7	2,78	17	18
LA ISABELA - BAJA	9,2*10 <sup>10</sup>	1,3*10 <sup>9</sup>	14,9	30,8	58,5			7,86	7,1		25	15,4	17	19
LA CAÑADITA - ALTA	92.000	45	3,16	19,6	48,3			6,64	7,66		21	N/S	15	17
LA ISABELA - MEDIA	9,2*10 <sup>7</sup>	3,5*10 <sup>6</sup>	< 2,00	< 12,0	41,4			5,73	7,81		< 7	3,87	16	18
EL BUEY - MEDIA														
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	11.000	3.300	< 2,00	< 12,0	53,8			6,51	6,51		24	13,4	16	
EL BUEY - ALTA														
EL BUEY - BAJA														
LA SORBETANA - ALTA	250	20	< 2,00	N/S	20,3			6,27	7,44		< 7	N/S	14	14
LA SORBETANA - MEDIA	700	170	< 2,00	< 12,0	25,4			6,95	7,64		< 7	4,27	16	19,5
LA SORBETANA - BAJA	2.100	1.400	< 2,00	< 12,0	20,9			7,05	7,82		12	15,6	15,5	16
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	9,2*10 <sup>9</sup>	1,7*10 <sup>8</sup>	11,8	33,7	54,9			4,98	7,78		7	11,6	18	19
LA ZULIA - ALTA	1.300	20	< 2,00	< 12,0	45,1			6,51	7,12		< 7	2,05	16,5	18
LA CAÑADITA - MEDIA	54,0*10 <sup>4</sup>	930	3,98	21,9	33,3			6,26	7,69		14	7,84	16	18.5

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	2.200	330	< 2,00	< 12,0	37,8			6,13	7,56		36	12,3	16	20
LA ISABELA - ALTA	2.200	490	< 2,00	< 12,0	47,6			6,13	7,65		14	10,3	16	16
LA POPALA - ALTA	3.500	700	8,19	30	38,1			6,38	7,64		< 7	5,76	16,8	19
LA POPALA - MEDIA	92,0*10 <sup>5</sup>	14,0*10 <sup>4</sup>	6,6	31,9	33			5,9	7,63		10	7,05	17	18
LA POPALA - BAJA	47,0*10 <sup>5</sup>	32,0*10 <sup>4</sup>	8,76	39,6	36,7			7,1	7,61		< 7	8,16	16	16
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	28.000	680	< 2,00	< 12,0	45,1			6,41	7,37		11	5,32	15,5	20
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	4.600	200	< 2,00	N/S	26,9			6,79	7,36		< 7	N/S	13	15
LA LIMONA - ALTA	460	78	< 2,00	N/S	36,7			5,93	7,64		< 7	N/S	14	14
LA DESPENSA - ALTA	2.200	460	< 2,00	N/S	18,7			7,27	7,54		< 7	N/S	11,5	12
LA MANGUALA - ALTA	2.800	20	< 2,00	N/S	19,9			4,61	7,68		< 7	N/S	10	11
BARRO AZUL - ALTA	2.200	45	< 2,00	21,2	47,6			5,93	7,71		< 7	N/S	15	17
LA MACANA - ALTA	2.800	790	< 2,00	< 12,0	64,9			6,77	8		< 7	N/S	15	18.5
LA MACANA - MEDIA	3,5*10 <sup>5</sup>	4.600	< 2,00	< 12,0	45			6,03	7,28		< 7	2,3	18	18
BARRO AZUL - MEDIA	1.700	680	< 2,00	< 12,0	29,4			6,55	8,24		< 7	9,69	16,5	18
BARRO AZUL - BAJA	9,2*10 <sup>5</sup>	14.000	2,07	7,27	67,5			6,95	7,74		< 7	2,92	19	18
CANDELA ALTA	7.000	< 18	< 2,00	< 12,0	57,7	2,2	< 0,003	6,7	7,67	2	< 7	1,18	14,5	15
CANDELA MEDIA	22.000	920	< 2,00	< 12,0	61,5	3	0,017	6,54	7,66	5	< 7	2,17	16	18
CANDELA BAJA	28.000	22.000	< 2,00	< 12,0	59	2,5	0,026	6,39	7,74	10	10	4,79	16	15



CORPORACION COMITÉ  
PRO ROMERAL



AFLUENTE DESPENSA	1,6*10 <sup>6</sup>	9.400	< 2,00	< 12,0	48,5			5,76	7,41		< 7	5,6	18	23
DESPENSA MEDIA - ALTA	54.000	45	< 2,00	< 12,0	58,8	< 1,50	< 0,003	5,96	7,98	0	< 7	0,82	16	19
DESPENSA MEDIA - BAJA	2,1*10 <sup>5</sup>	20.000	177	224	118			3,53	7,33		38	11,3	19	24
LIMONA MEDIA - BAJA	28.000	22.000	4,31	21,4	75,5			7,46	7,85		16	8,06	18	21.5
JACINTA MEDIA- BAJA	1,6*10 <sup>19</sup>	1,7*10 <sup>17</sup>	235	794	125			1,36	7,27		173	163	19	18
LIMONA MEDIA - ALTA	3.500	1.700	< 2,00	N/S	73,4			6,37	8,04		9	N/S	17	19
CUMPLEN														
INCUMPLEN MODERADAMENTE														
INCUMPLEN FUERTEMENTE														

**Tabla 7** Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes

	Coliformes (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O <sub>2</sub> /L)	DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> -N/L)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> -N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (unidades de pH)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)
Valores decreto 1594/94	1000	200	3 - 6	20		10	1	>5	6,5 - 9			10
Valores otras fuentes	5000	1000				10			5 - 9			
Valores otras fuentes	20000		20 -	20 - 50	500	10 (N) ~ 50	0,1 - 0,5	>4		20	500	5



### 10.3 INTERPRETACIÓN BÁSICA DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

Con referencia a esta parte del estudio se siguió el esquema interpretativo del estudio de monitoreo implementado en 2009 I (estudio Monitoreo 2008).

#### 10.3.1 Contenido de materia orgánica

La importancia de este parámetro radica en que se relaciona generalmente con contenidos de coliformes y coliformes fecales, y en cierta medida con la disponibilidad de oxígeno para las especies acuáticas, principalmente cuando los aportes naturales de oxígeno al agua son limitados por corrientes suaves o en ecosistemas lénticos. Se mide principalmente como demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y demanda química de oxígeno (DQO). En algunos casos correlaciona con la abundancia de nutrientes nitrogenados.

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica que hay en una muestra líquida y que es susceptible de ser oxidada por medios químicos. El método mide la concentración de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.).

La demanda bioquímica de oxígeno o demanda biológica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de materia que contiene una muestra líquida susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos, y se utiliza para determinar su grado de contaminación.

*“La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable. El procedimiento se utiliza para calcular las necesidades relativas de oxígeno de las aguas residuales, los efluentes y otras aguas contaminadas. Los microorganismos utilizan el oxígeno que hay en el agua para oxidar mediante un proceso bioquímico la materia contaminante, que es su fuente de carbono” (DAMA, 2006)*

Internacionalmente no hay consenso en la determinación del nivel ambiental para este parámetro. Corantioquia, 2005, reporta que en corrientes no contaminadas, son típicos valores de  $DBO_5$  menores o iguales a 2 mg de  $O_2/L$ . y que concentraciones mayores se registran en aquellas corrientes que están sometidas a recibir vertimientos contaminantes;



este laboratorio no reporta valores por debajo de 2 mg de O<sub>2</sub>/L. El decreto 1594 de 1994 no contempla límites para estos factores en los usos recreativos, agropecuarios y ni siquiera ambientales, con excepción del oxígeno disuelto, véase anexo, sin embargo, algunas normativas internacionales limitan su concentración en un rango entre 3 y 6 mg de O<sub>2</sub>/L para uso en piscicultura o sostenimiento de vida acuática (Norma Canadiense y de la Comunidad Europea, en Chapman, 1992), y otras contemplan rangos hasta 20 (EPA, citado por DAMA, 2006) e inclusive 50mg de O<sub>2</sub>/L.

Debido a la anterior situación este estudio propone aceptar el nivel máximo entre el rango de 3-6 mg/L, específicamente 3 mg de O<sub>2</sub>/L, para el uso ambiental, teniendo en cuenta las normas internacionales y los conceptos de Corantioquia, no obstante este valor debe ajustarse para el país, de acuerdo con nuestras condiciones tropicales y especies vivas acuáticas.

Los valores de DBO<sub>5</sub> pueden variar en una corriente dependiendo de la distancia del sitio de vertimiento así como por procesos de dilución, al recibir aguas de afluentes menos contaminados.

El ajuste para la interpretación de este parámetro puede hacerse parcialmente con otros parámetros como las fracciones de sólidos contenidas: Totales (ST), Suspendidos (SST) y sedimentables (SSED), aunque estos últimos valores también pueden deberse a partículas minerales provenientes de la erosión laminar de áreas agropecuarias, de actividades mineras, escombreras, etc. El Oxígeno Disuelto (OD) también contribuye con este análisis, aunque este parámetro puede estar muy influido por condiciones locales de las quebradas como rugosidad del lecho, cascadas, áreas de anegamiento, etc.

Los resultados de laboratorio en 2009, muestran problemas de contaminación con relación a los niveles establecidos para el uso ambiental, según el criterio de DBO<sub>5</sub> en 12 de los 52 sitios evaluados y adicionalmente 6 sitios se encuentra en el rango de duda (entre 3 y 6 mg de O<sub>2</sub> /L), sobresaliendo por su alto valor La Despensa Media-Baja, la Jacinta Media- baja y Jacinta Baja seguida por La Manguala Baja y La Limona Baja. Por último La Cabuyala media y baja, La Larga o Pedrera en La Verde en su parte baja y La Isabela baja mostraron valores moderadamente elevados, a pesar de que sus olores fueron fuertes.

En el gráfico 7 puede observarse los resultados encontrados para este valor en los 52 sitios considerados

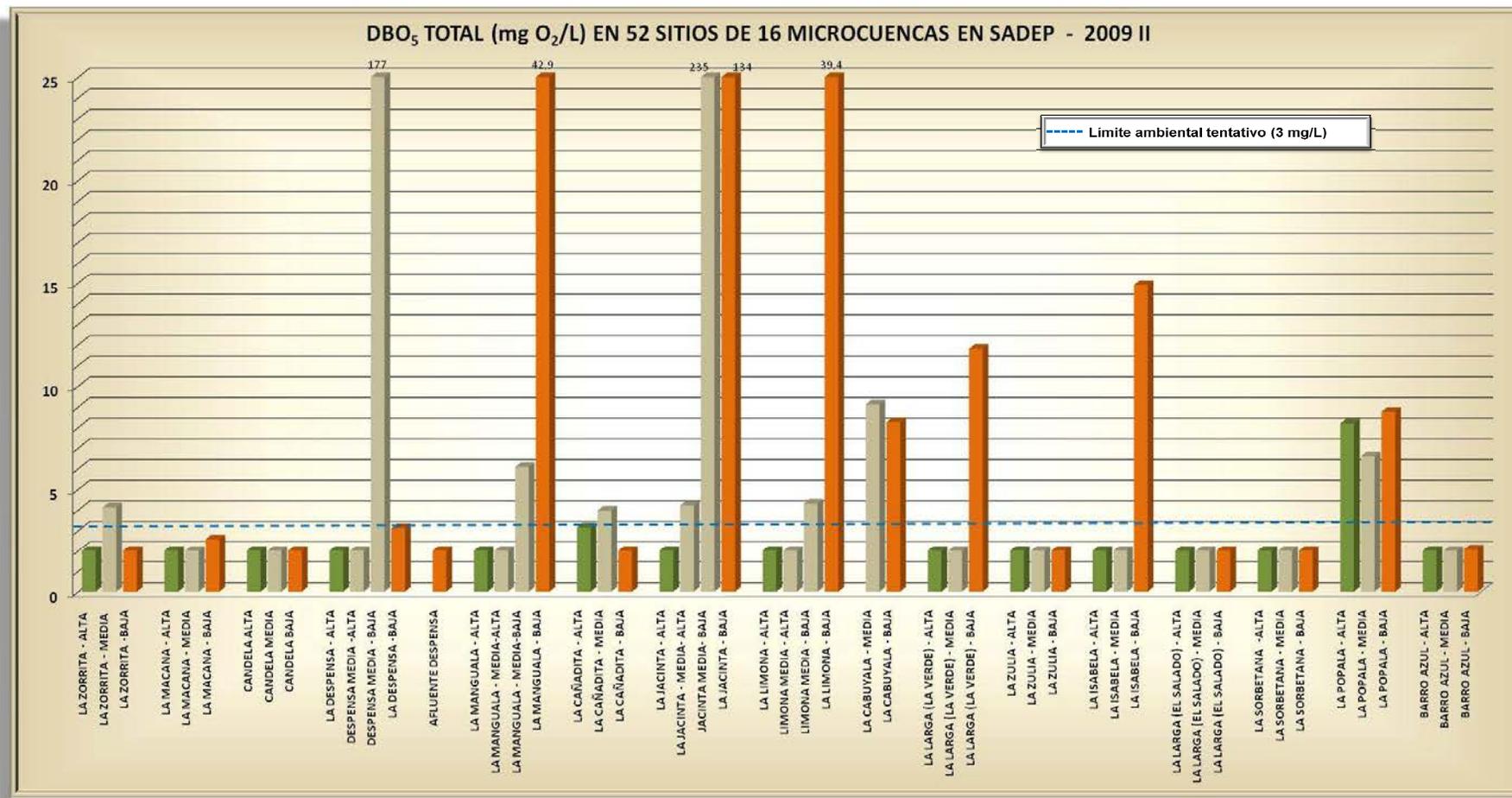


Gráfico 7 DBO<sub>5</sub> Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009– II



Para el caso de la DQO el nivel máximo permisible según el D. 1594/94 es de 20 mg de O<sub>2</sub>/L, para el uso ambiental.

Los valores de DQO también pueden variar en una corriente dependiendo de la distancia del sitio de vertimiento así como por procesos de dilución, al recibir aguas de afluentes menos contaminados.

De manera similar a la DBO<sub>5</sub> la interpretación de los valores para este parámetro pueden ajustarse con relación a otros como ST, SST, SSED.

Los resultados de laboratorio en 2009, muestran problemas de contaminación con relación a los niveles establecidos para el uso ambiental, según el criterio de DQO en 5 de los 52 sitios evaluados y adicionalmente 9 sitios se encuentra moderadamente por encima. sobresalen por su alto valor La Despensa Media-Baja, la Jacinta Media- Baja, Jacinta Baja, La Manguala Baja y La Limona Baja. Y por su valor leve y moderadamente elevado se presentan La Manguala Media-Baja, La Cañadita Media, La Jacinta Media-Alta, La Limona Media-Baja, La Larga (La Verde) -Alta, La Isabela-Baja, La Barro Azul-Alta, y La Popala en todo su recorrido (gráfico 8).

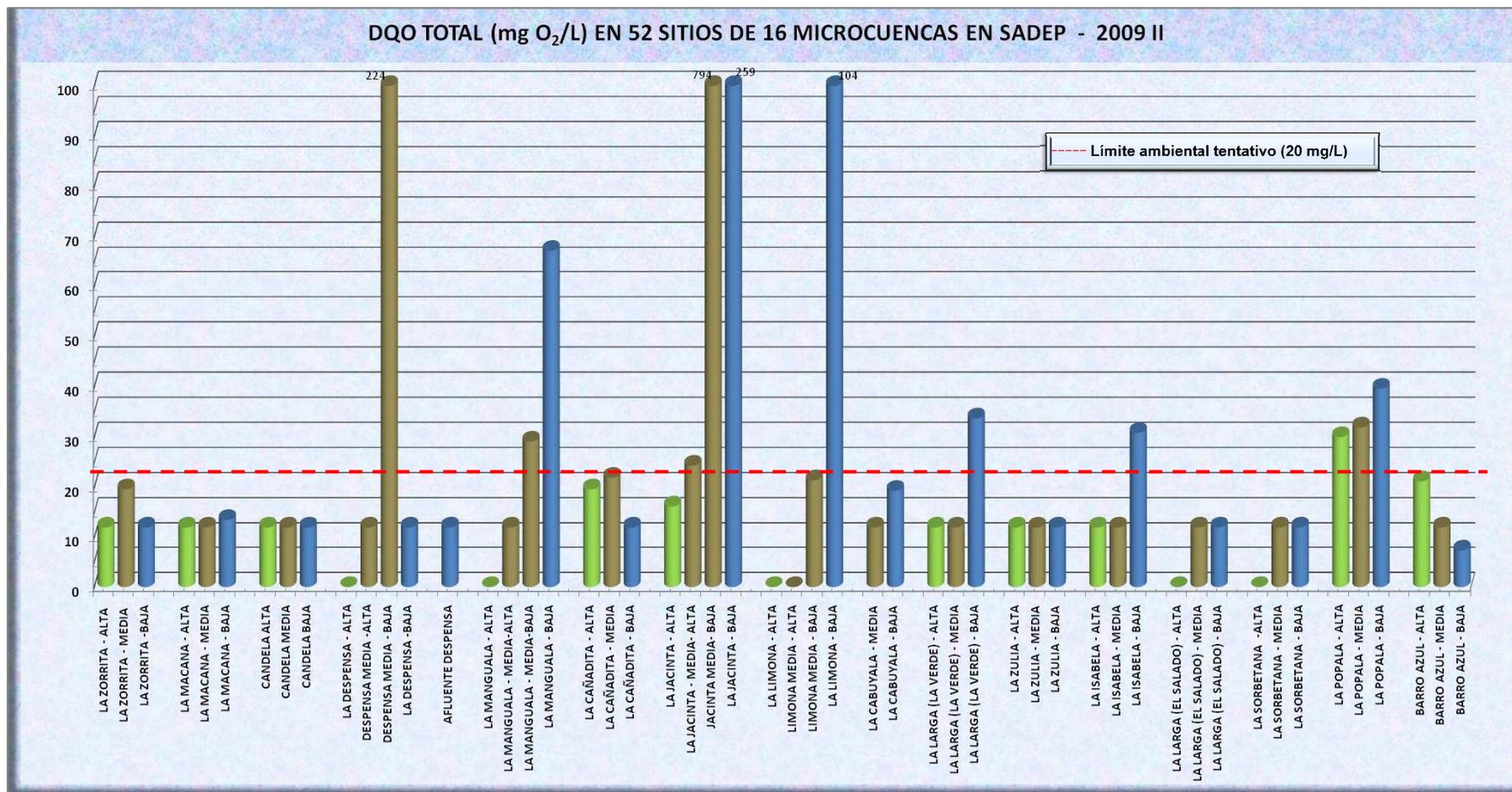
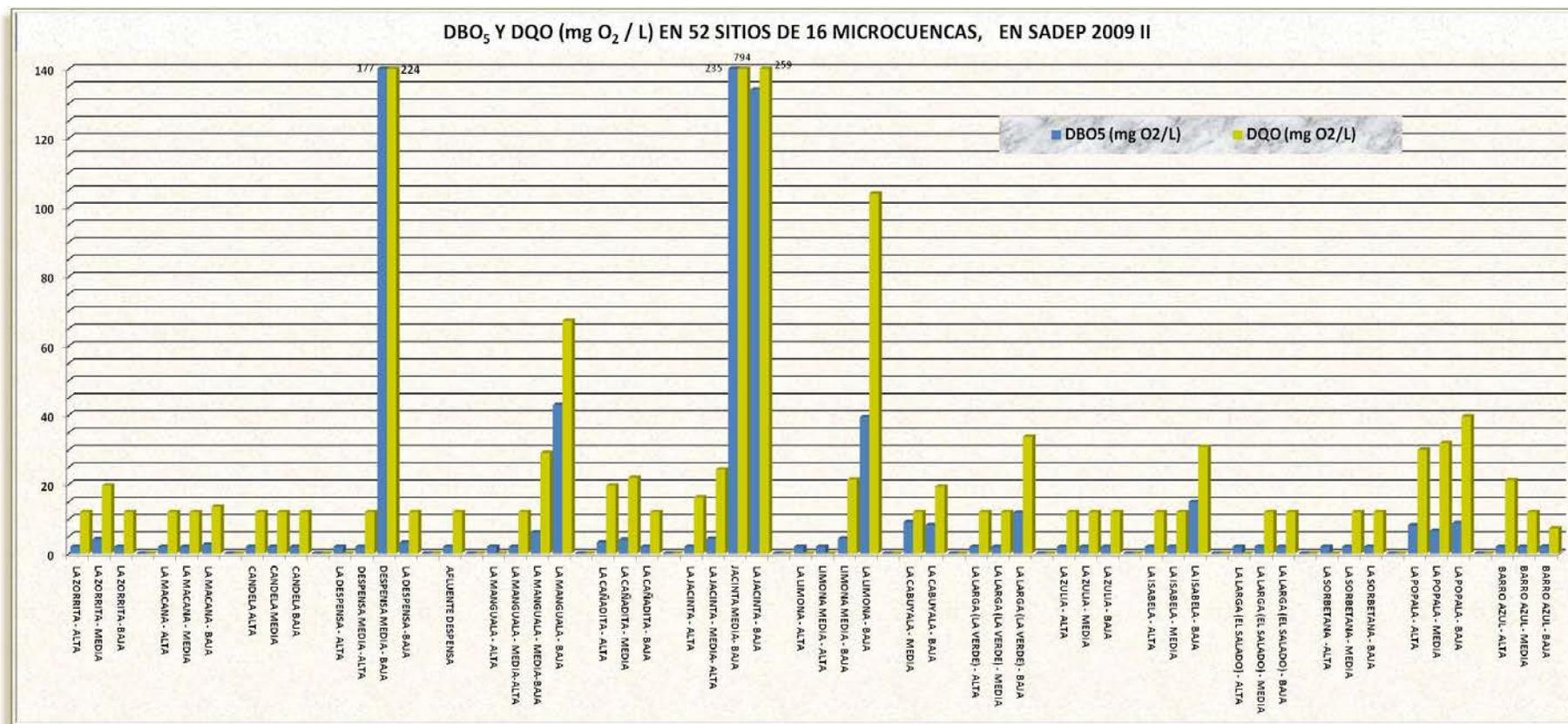


Gráfico 8 DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009 – II



**Gráfico 9** Correlación DBO<sub>5</sub> Vs. DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009 – II



La relación  $DBO_5/DQO$  es importante en muchas ocasiones para el análisis de la biodegradabilidad de la materia orgánica presente en las corrientes. Durante el monitoreo de 2009 pudo constatarse que los sectores de La Macana baja, La Manguala Baja, La Cañadita Alta y Media, presentan valores de relación por debajo de 0,2, lo cual puede indicar que la materia orgánica predominante en estas corrientes es de tipo mineral o asociada a ella o también puede ser un indicador de que existen sustancias químicas que están dificultando la biodegradabilidad. En el caso de La Macana y La Manguala, es posible que ciertos detergentes y otras sustancias hayan sido las causantes del fenómeno, pero también es posible que sea un reflejo de los fuertes procesos erosivos de los horizontes del suelo, con lo cual las sustancias húmicas, fúlvicas, quelatos, etc. de más lenta degradación aumentan los valores de  $DQO$ . En La Cañadita el efecto puede ser el mismo, si se tiene en cuenta que todos sus retiros, incluso desde el nacimiento están invadidos con potreros. Es de resaltar el carácter transitorio de esta relación, donde por ejemplo, en La Cañadita en 2008 el trayecto de quebrada indicaba cargas claramente orgánicas muy asociadas a excretas (ver gráfico 9).

La relación  $DBO_5/DQO$ , es explicada en los siguientes términos por la UTA, 2006:

*"La relación entre los valores de  $DBO$  y  $DQO$  es indicativo de la biodegradabilidad de la materia contaminante. En aguas residuales un valor de la relación  $DBO/DQO$  menor de 0,2 se interpreta como un vertido de tipo inorgánico y orgánico si es mayor de 0,6" (DAMA, 2006). Otros autores consideran que el valor diferencial está dado por 0.5, así: el contenido de materia orgánica es biodegradable si  $DBO_5/DQO > 0.5$  o no es biodegradable si  $DBO_5/DQO < 0.5$  (Singh, 1971). "Una relación  $D.B.O./D.Q.O.$  inferior a 0.5, permite sospechar la presencia de sustancias tóxicas que retardan o inhiben la biodegradabilidad (metales pesados, cianuros, cloro, etc.) aún en presencia de sustancias carbonadas, resistentes ellas mismas a la descomposición biológica" (Universidad Tecnológica de Argentina, 2006, citado por SMA de Medellín, "Monitoreo de los recursos agua y bosques en SADEP", 2008).*

Para el caso de este estudio se consideraron los rangos aceptados por el DAMA, que son más flexibles.

La existencia de varias quebradas con este valor de relación tan bajo nos lleva a pensar que la erosión de los suelos puede estar jugando un papel no despreciable en las cargas oxidables de las quebradas y por consiguiente que las actividades pecuarias y en menor grado agrícola, se encuentran impactando negativamente el conjunto de recursos naturales relacionados con el agua. Sin embargo, es preciso realizar campañas más completas para dar por definitivo el grado de impacto de la erosión de los suelos en la contaminación hídrica.

Pero además señala el buen direccionamiento de los proyectos del PAAL que propenden por transformar los sistemas de manejo y reconvertir algunas prácticas tecnológicas, así como impulsar nuevas tecnologías que ayudan a lograr la sostenibilidad de las actividades agropecuarias en la localidad.



Microcuencas como La Cañadita, La Jacinta, La Limona Media y Baja, La Larga (en La Verde), La Barro Azul, La Popala deberían evaluarse mejor en cuanto a la erosión activa de sus horizontes orgánicos.

### *10.3.2 Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica*

Las posibilidades de comparación histórica para este parámetro son reducidas, dado que sólo se cuenta con 2 registros (2008 y 2009); sin embargo, en los gráficos 10 y 11 puede observarse que hay un claro y fuerte deterioro en la Jacinta media y baja, explicado por el vertimiento del alcantarillado de EPM que recoge las aguas de la urbanización Barichara y que está obstruido hace cerca de un año, por lo cual derrama sus aguas a la quebrada, perjudicando luego a La Limona que presenta el mismo comportamiento en la parte baja.

La Despensa media también muestra deterioro debido a la instalación de nuevas marraneras que derraman sus aguas residuales del lavado a la quebrada y al efecto muy importante que tienen las aguas residuales del lavado de la planta procesadora de lácteos La Fortuna.

En La Manguala baja el fenómeno se explica por el aumento en vertimientos directos de viviendas construidas en sus retiros de manera no planificada y por el derrame de parte de las aguas de nuevas urbanizaciones e incluso de alcantarillas de EPM, como se observa a la altura del sector El Chispero.

La Popala muestra una leve desmejora, asociada a la reactivación de actividades ganaderas y porcícolas.

En cambio La Macana alta y La Cañadita en todo su recorrido muestran una notable mejoría, a partir de la consolidación del proyecto de saneamiento básico que emprendió EPM en Potrerito.

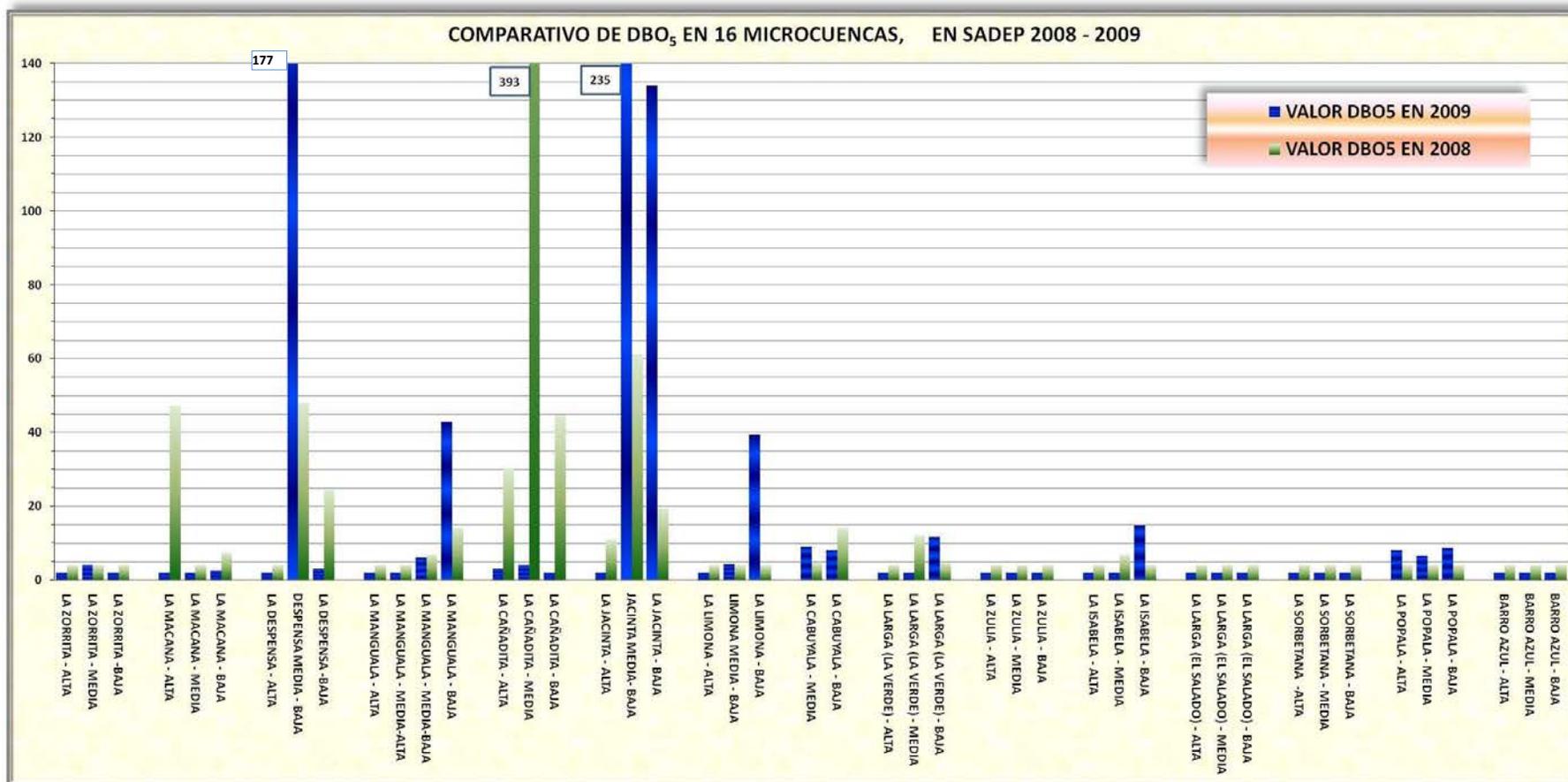


Gráfico 10 Comparativo de DBO<sub>5</sub> en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009

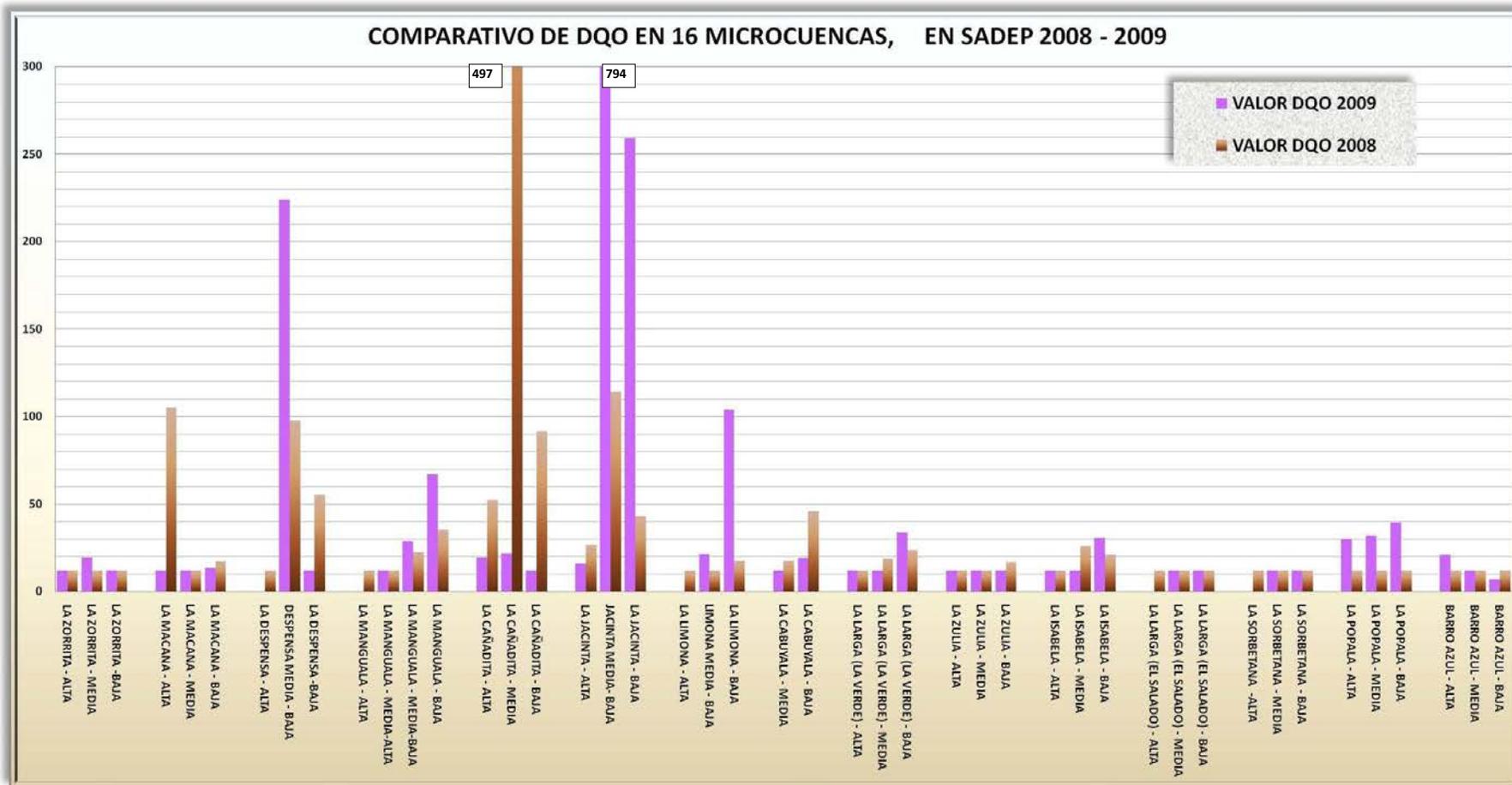


Gráfico 11 Comparativo de DQO en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009

### 10.3.3 Patógenos

Esta evaluación se realizó mediante el recuento de Coliformes y Coliformes fecales.

La importancia de los Coliformes radica en que están asociados con la presencia de excrementos humanos y animales, y consiguientemente existe alta probabilidad de estar relacionados con un contenido de patógenos que causan enfermedades como gastroenteritis, disentería, cólera, tifoidea, virus y patógenos que generan otras enfermedades y parasitismos como áscaris, amebiasis, etc.

En estado natural, en corrientes superficiales, los coliformes casi siempre se presentan, incluso los coliformes fecales, debido a la presencia de fauna silvestre asociada a las quebradas. Su gravedad para el uso y consumo humano está relacionada con la cantidad presente y el tipo de coliformes. Para el uso humano (ambiental, recreativo, etc), se admiten cantidades de 200 y 1000 NMP/100 ml, para coliformes fecales y coliformes totales respectivamente (D. 1594/1984), sin embargo otros criterios internacionales contemplan cantidades permisibles para estos usos de 1000 y 5000 NMP/100 ml, respectivamente (ver tabla 8).

**Tabla 8** Límites para los Coliformes totales y fecales (Decreto 1594 de 1984).

Uso	Permitido para coliformes totales (NMP/100 ml)	Permitido para coliformes fecales (NMP/100 ml)
Captación para potabilización	1000	0
Agrícola	5000	1000
Recreativos-contacto primario	1000	200

Los resultados de laboratorio muestran que todos los sitios evaluados presentan coliformes. El origen de los coliformes totales y coliformes fecales presentes en las partes altas, algunas de las cuales son calificadas como en un estado de retiros "muy bueno" puede deberse a la presencia de animales de los bosques y en algunos casos a las intervenciones por turismo o "ecoturismo" en estas zonas.

La presencia de los patógenos en las corrientes y más exactamente su supervivencia depende de las características de las aguas en que se encuentran, dependiendo principalmente de la temperatura, los niveles de oxígeno disuelto, la carga de materia orgánica, etc.

Según lo establecido por el decreto 1594/84, todas las aguas están limitadas para ser usadas para el consumo humano, siempre que se empleen crudas. Igualmente todos los trayectos tienen limitaciones para usos recreativos-ambientales, excepto La Zorrita Alta, La Limona alta y la Sorbetana alta y Media. No obstante, bajo algunos criterios internacionales



menos rigurosos, 10 trayectos más son aptos para destino ambiental: La Zorrita Media, La Despensa Alta, La Manguala Alta, La Larga (en La Verde) Alta, La Zulia Alta, La Isabela Alta, La Larga (en El Salado) Alta, La Popala Alta y La barro Azul Alta y Media. De todas maneras menos del 30% de los trayectos evaluados presentan condiciones de agua aptas para usos ambientales- recreativos, lo cual ya de por si indica el grave estado de las fuentes hídricas en el corregimiento, la obligatoriedad de tratar el agua antes de su consumo por el ser humano y las fuertes restricciones para uso recreativo, asociado por ejemplo a parques lineales, miradores, o simplemente como espacios que garanticen la vida de las especies ícticas. Es de resaltar que este indicador mejoró levemente con relación al 2008, cuando menos del 20% de los trayectos fueron aptos para este tipo de uso.

El limitante más importante y generalizado en el corregimiento con respecto al uso del recurso agua se relaciona con la presencia de coliformes totales y coliformes fecales (ver tabla 9 y gráficos 12, 13 y 14). Por este motivo la prioridad, en cuanto a la recuperación ambiental del agua tiene que partir de reconocer esta realidad, ampliar y acelerar los proyectos que tienden a este objetivo como la construcción de pozos sépticos y alcantarillados que derramen no a quebradas si no a colectores que hagan parte de la red integrada a la planta de San Fernando y es muy importante y urgente considerar opciones intermedias para el saneamiento básico de algunos polos de asentamientos humanos veredales, como el Hoyo en Potrerito, Las Camelias en La Verde, Santa Rita, etc. donde se conceptuó que no era factible económicamente implementar alcantarillados, pero donde tampoco fue posible establecer tanques sépticos, con lo cual quedaron sin saneamiento. En estos casos es necesario pensar en soluciones como pequeñas plantas de tratamiento para 15 -40 familias, cerca a los sitios de generación, sin que se requiera establecer alcantarillados conectados a la red que conduce a la planta de San Fernando.

Al parecer, se requieren modificaciones en los diseños de instalación actuales de los tanques sépticos, procurando que las aguas residuales excedentes de los tanques no viertan directamente a las corrientes cercanas, si no que pasen previamente por pozos de infiltración edáfica para que el control a coliformes y el filtrado en general sea superior y no cause impactos negativos. Se entiende que esta solución ambientalmente muy sana, puede no ser implementada en la práctica en algunos sectores, debido a que se pueden generar procesos de derrumbes; por tal motivo la viabilidad de esta solución complementaria depende de un diagnóstico geológico previo.

En los gráficos 12, 13 y 14 puede observarse la situación de las 16 quebradas en los 52 sitios evaluados en cuanto a coliformes totales y coliformes fecales

Como puede observarse en el gráfico existe una clara correlación entre las cantidades de coliformes y coliformes fecales, pero además se resalta que la cantidad total de coliformes se explica en más del 90% por los coliformes fecales, lo cual corrobora la pertinencia de fortalecer los proyectos de saneamiento básico completo y técnicamente desarrollados, es decir hasta su tratamiento en la planta de San Fernando o mediante pequeñas plantas de tratamiento a nivel de focos urbanos veredales o barriales.

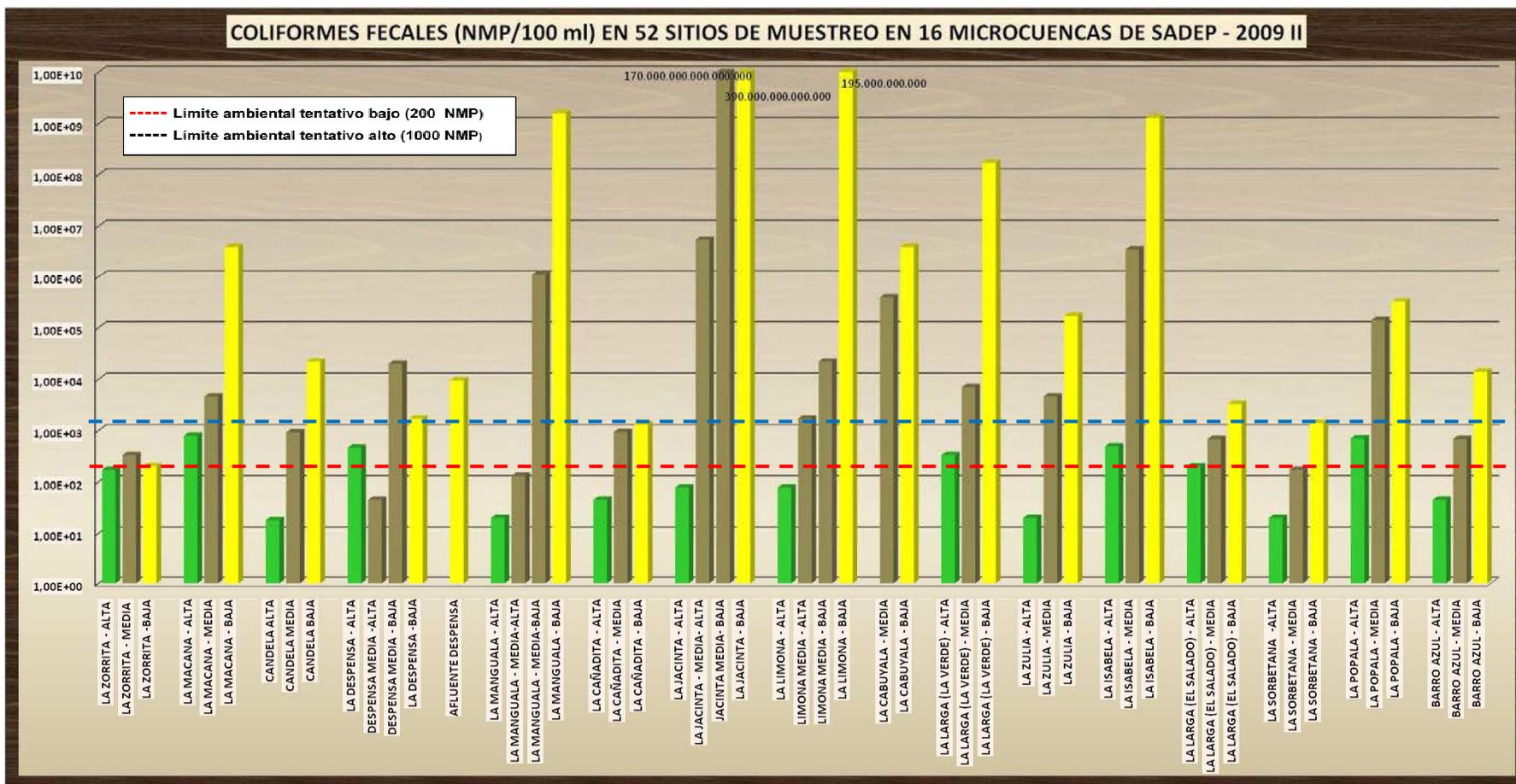


Gráfico 12 Coliformes Fecales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2009

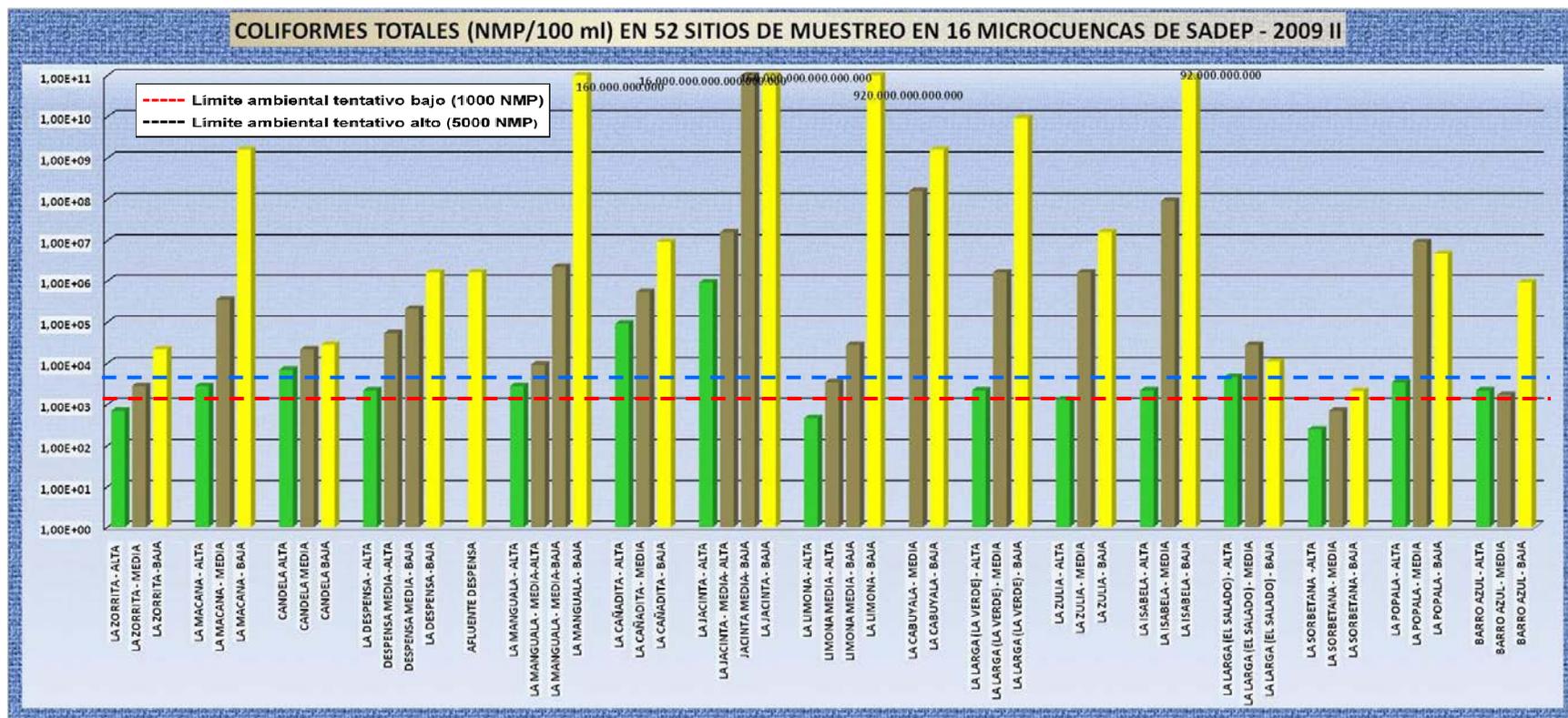
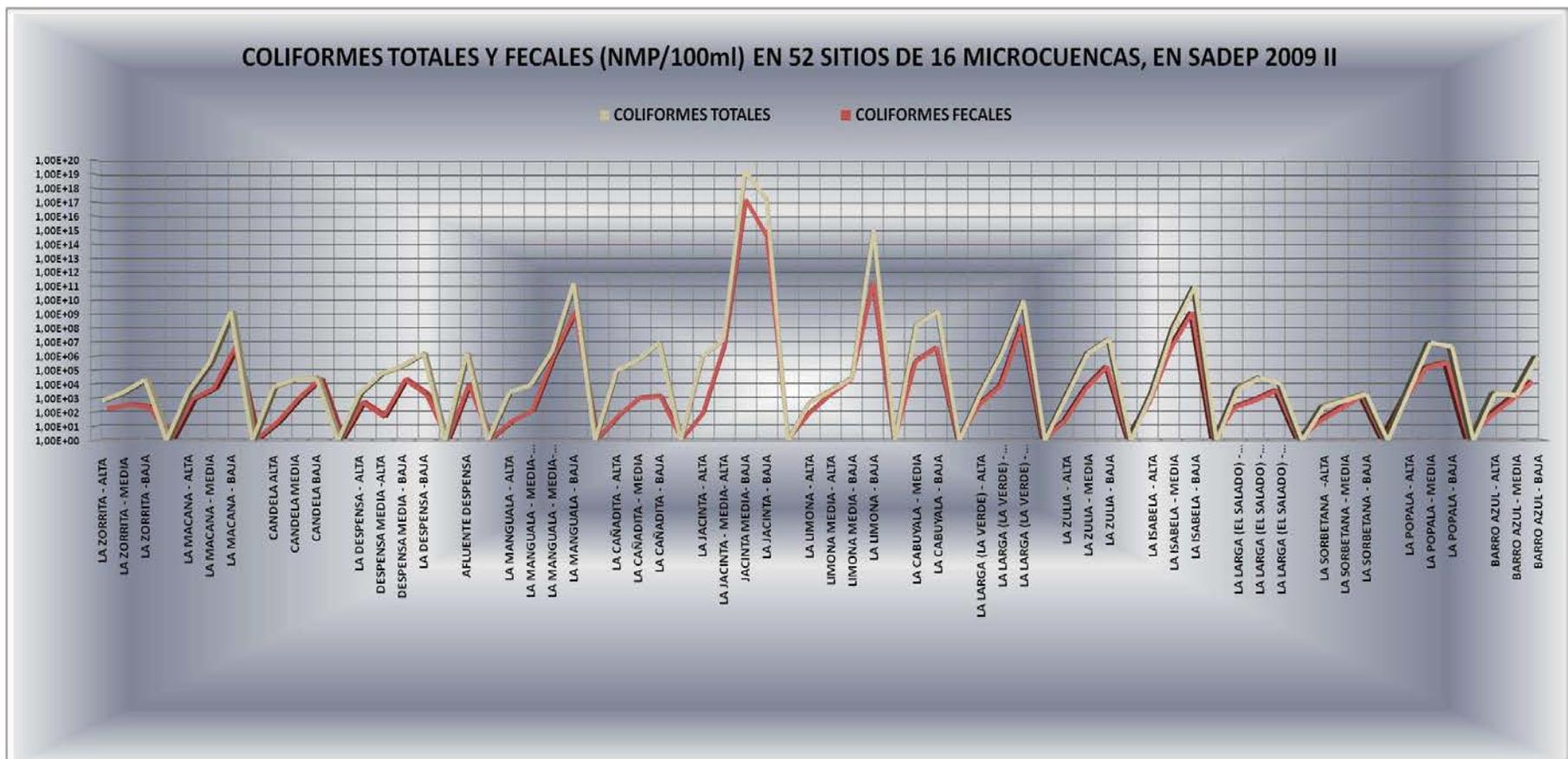


Gráfico 13 Coliformes Totales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2009



**Gráfico 14** Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2009



#### 10.3.4 Comparación histórica de la contaminación por patógenos

Las posibilidades de comparación histórica para este parámetro son igualmente reducidas, dado que sólo se cuenta con 2 registros (2008 y 2009), o cual puede observarse en la tabla 9 y los gráficos 15 y 16.

La Zorrita muestra una leve mejoría en el estado de coliformes, lo cual está influido sin duda por los proyectos adelantados en Potrerito en cuanto a saneamiento básico.

La Macana igualmente muestra una mejoría en todos sus trayectos en coliformes fecales, lo cual se relaciona seguramente con la construcción del alcantarillado en Potrerito y con los tanques sépticos, pero además con el efectivo control que se realizó en algunos focos de contaminación provenientes de empresas que producían panela a partir de azúcar y de algunas marraneras. Sus niveles de contaminación aún permanecen muy altos en todos los trayectos.

La Despensa muestra una fuerte mejoría en sus partes media y baja, derivado de los mismos factores anteriores, aunque los niveles de contaminación aún permanecen muy altos principalmente por el vertimiento de excretas de marraneras y los vertidos en la planta de lácteos La Fortuna, pero además por la invasión frecuente de sus retiros con ganadería.

La Manguala muestra una mejoría en sus partes alta y media-alta en cuanto a coliformes fecales, lo cual es explicado por la adquisición que hizo la SMA de Medellín de algunos predios en su zona de nacimiento y por la inclusión de varios predios en estas zonas en el programa de saneamiento básico. En su parte baja esta microcuenca muestra un claro deterioro en cuanto a Coliformes explicado por el aumento en los vertimientos directos que realizan nuevos asentamiento informal en sus retiros sin contar con las medidas de saneamiento, y en menor medida por el vertimiento parcial de aguas residuales que realizan algunas urbanizaciones nuevas.

La Cañadita muestra uno de los casos más evidentes de mejoramiento en la calidad de sus aguas, en cuanto a Coliformes totales y fecales. No hay duda que el proyecto de saneamiento básico realizado en Potrerito (principalmente el alcantarillado) fue efectivo; pero aún presenta niveles altos de contaminación que ameritan un mayor esfuerzo, esta vez con la reconversión de los sistemas de producción agropecuarios.

La Jacinta muestra un deterioro general en todo su trayecto (excepto fecales en la parte alta), pero de una manera muy marcada en sus partes media y baja, producto del vertimiento directo de un alcantarillado de EPM que se encuentra obstruido desde hace varios meses a la altura de Barichara, adicionalmente esta urbanización está vertiendo parcialmente sus aguas residuales directamente a la quebrada, con lo cual se contraviene la normatividad existente en los planes de construcción de nuevos proyectos urbanísticos.



Por tal motivo esta quebrada presenta el mayor grado de contaminación del corregimiento en la actualidad, condición que sólo apareció a partir del momento en que se implementó este macroproyecto urbanístico de interés social por directrices de la Alcaldía de Medellín, con el aval del POT. La situación es muy grave dado que la quebrada cruza barrios muy densamente poblados como los limonares y el parque lineal La Jacinta, exponiendo a una gran población a riesgos de enfermedades y malos olores. La situación también generó en poco tiempo un incremento en la insensibilidad ambiental de la comunidad y el desprecio ciudadano por algunos retiros como los del parque lineal que ahora son copados con basuras, afeando el entorno y alejando parcialmente a la comunidad del disfrute de este y otros espacios públicos. A pesar de las solicitudes constantes por parte de la comunidad para que EPM repare el alcantarillado proveniente de la urbanización Barichara, esto no ha sido posible.

La Limona ha mejorado notablemente en su parte media, pero lastimosamente su parte baja empeoró de manera considerable a partir del sitio en que recibe las aguas de La Jacinta, que como se expresó antes está siendo afectada por el vertimiento del alcantarillado de EPM que recoge las aguas de la urbanización Barichara. Esta quebrada también es objeto de estudios para la construcción de parques a lo largo de sus retiros, por lo cual es urgente mejorar la calidad de sus aguas, con el fin de que pueda servir mejor a la comunidad.

La Cabuyala en su parte media y baja muestra cambios moderados para coliformes.

La Larga (de La Verde) en su parte baja muestra un deterioro debido al vertimiento concentrado de varias viviendas (30-40) en el sector Las Camelias, que no contó con saneamiento básico. Para este sector se propone la construcción de una solución intermedia como una pequeña planta de tratamiento en el sitio.

La Zulia muestra cambios pequeños para coliformes en todo su recorrido.

La Isabela en su parte alta muestra una mejoría, pero en su parte baja ha desmejorado debido al aumento de viviendas que vierten sus aguas residuales directamente en esta zona.

La Larga (del Salado), muestra una clara mejoría de sus aguas en cuanto a coliformes, debido al impacto del proyecto de saneamiento básico y al mejor control en las aguas de riego de excretas, situación ayudada por la temporada de sequía del segundo semestre.

La Popala tiene una leve mejoría en su parte alta y un leve deterioro en su parte baja como resultado del vertimiento de aguas provenientes de establos y marraneras, principalmente.

La Barro Azul es otra de las quebradas que muestra una notable mejoría a lo largo de todo su recorrido, seguramente como resultado de los programas de saneamiento básico y mejores prácticas pecuarias en Potrerito, pero también debido a que la larga época de sequía no permite el arrastre de las excretas que se usan en potreros hasta alcanzar los cauces.

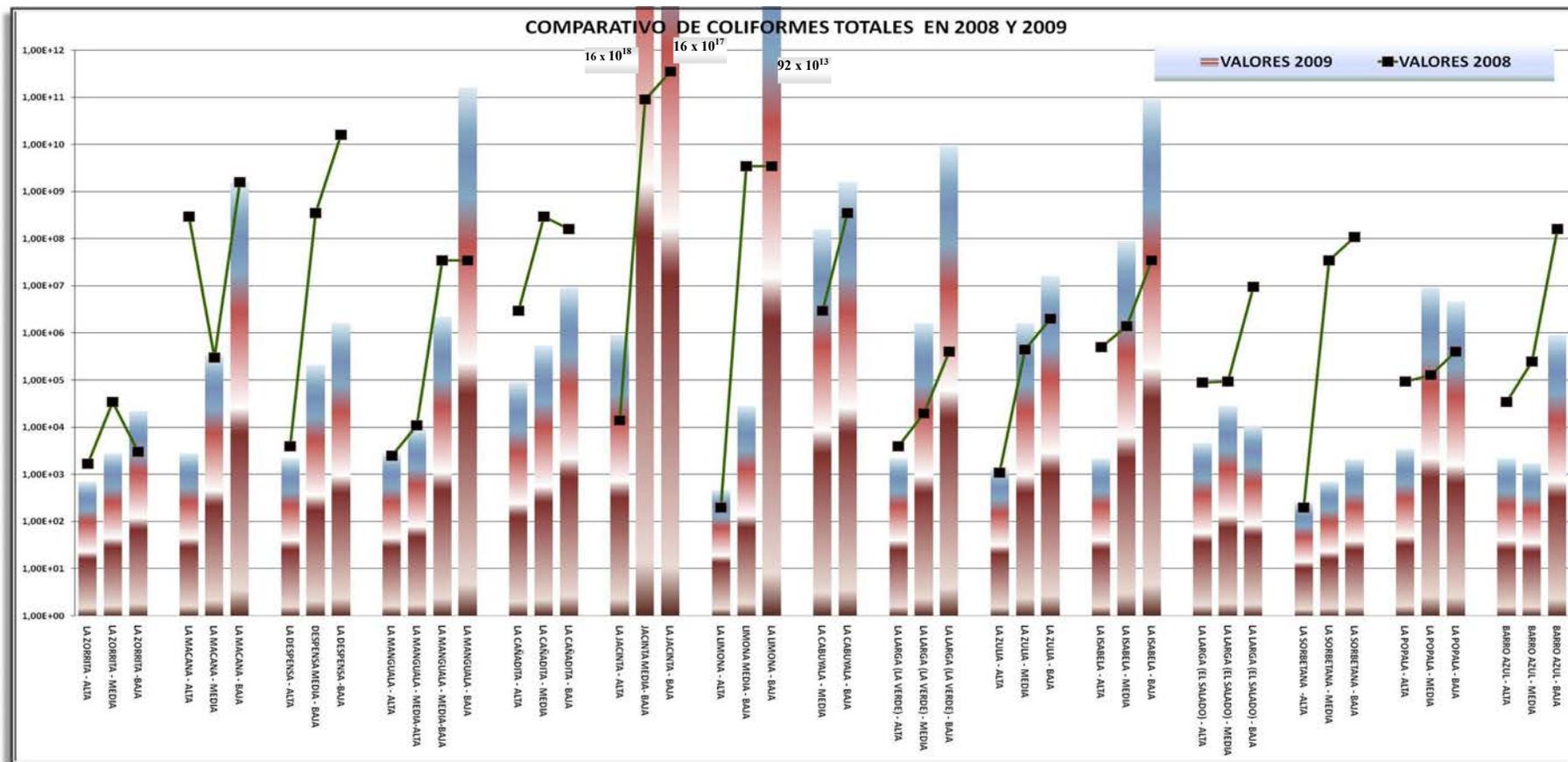


Gráfico 15 Comparativo de Coliformes Totales en 16 microcuenas de SADEP, 2008 - 2009

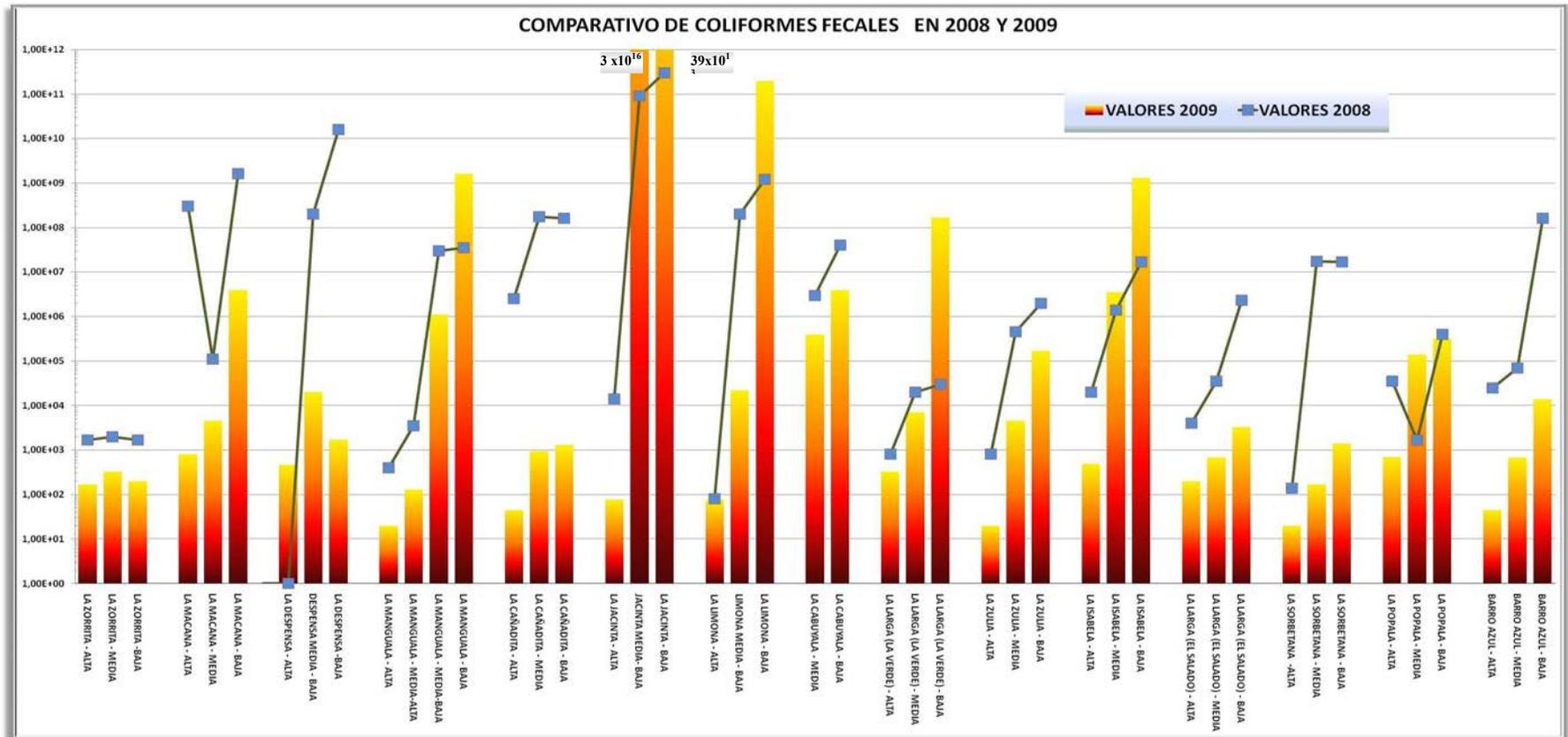


Gráfico 16 Comparativo de Coliformes Fecales en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009



### 10.3.5 Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y de patógenos

La variación histórica en los valores de los parámetros evaluados en 2008 y 2009 debe considerarse como una información preliminar que debe nutrirse con la información de monitoreos posteriores, para poder hablar de verdaderas tendencias en los fenómenos de contaminación, degradación ambiental, erosión edáfica, recuperación de ecosistemas, impactos ambientales de proyectos, etc.

No obstante se presentan en este informe como una manera de contribuir al análisis del corto plazo en ciertas microcuencas intervenidas por proyectos de mediana y gran escala como el de saneamiento básico, adquisición de terrenos para conservación, recuperación y manejo de retiros de quebradas, reconversión agrotecnológica, etc.

Los resultados presentados por el laboratorio de Corantioquia, para los parámetros relacionados con la materia orgánica en los sitios considerados en 2008 y 2009, muestra algunas variaciones significativas y pueden observarse en los gráficos 15 y 16 y en la tabla 9

Un aspecto importante a considerar es el tipo de microorganismos predominantes, encargados de procesar la materia orgánica. En el caso de los Coliformes, cobran importancia en cuanto a salubridad social, pero además en cuanto a salubridad ambiental (para otras especies animales). Este parámetro es el mayor limitante ambiental en todas las quebradas evaluadas, por lo que conviene observar que no hay una correlación entre este parámetro y la DBO<sub>5</sub> por lo que no se ahondará en esta posibilidad.

Por otro lado, los valores de DBO<sub>5</sub> y los de O.D., principalmente, dan una idea de unas quebradas con buena capacidad de auto depuración, ya que los niveles de DBO<sub>5</sub> encontrados son relativamente bajos en comparación con las descargas recibidas y el grado de invasión de los retiros con casas, infraestructura y actividades agropecuarias. Esto no sería posible sin el aporte permanente de oxígeno a la corriente, el cual se realiza gracias a la alta rugosidad de los lechos que mantiene en permanente oxigenación el agua y muy fuertes los procesos de oxidación de la materia orgánica. El papel de las grandes rocas, unido a las fuertes pendientes que generan pequeñas, pero constantes cascadas, hace que la actividad de descomposición aeróbica sea intensa y la autodepuración permanente y efectiva. Con todo, la resiliencia de varias quebradas ha sido rebasada, como en el caso de La Despensa Baja, La Jacinta media y baja, y en menor escala la Mangual y la Limona bajas, por lo cual es urgente intensificar los proyectos de construcción de infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, como los que actualmente emprende EPM y la Alcaldía de Medellín en el corregimiento.



En el gráfico 17 puede observarse el comportamiento de la  $DBO_5$  Vs el O.D. en cada uno de los 52 sitios muestreados. Como puede apreciarse el O.D. permanece en un nivel adecuado en la gran mayoría de sitios a pesar de que la  $DBO_5$  sea superior al nivel máximo permitido como apto ambientalmente. Sin embargo, una vez rebasado el nivel de unos 50 mg/L el efecto sobre el O.D. es evidente y cae muy debajo del límite mínimo permitido.

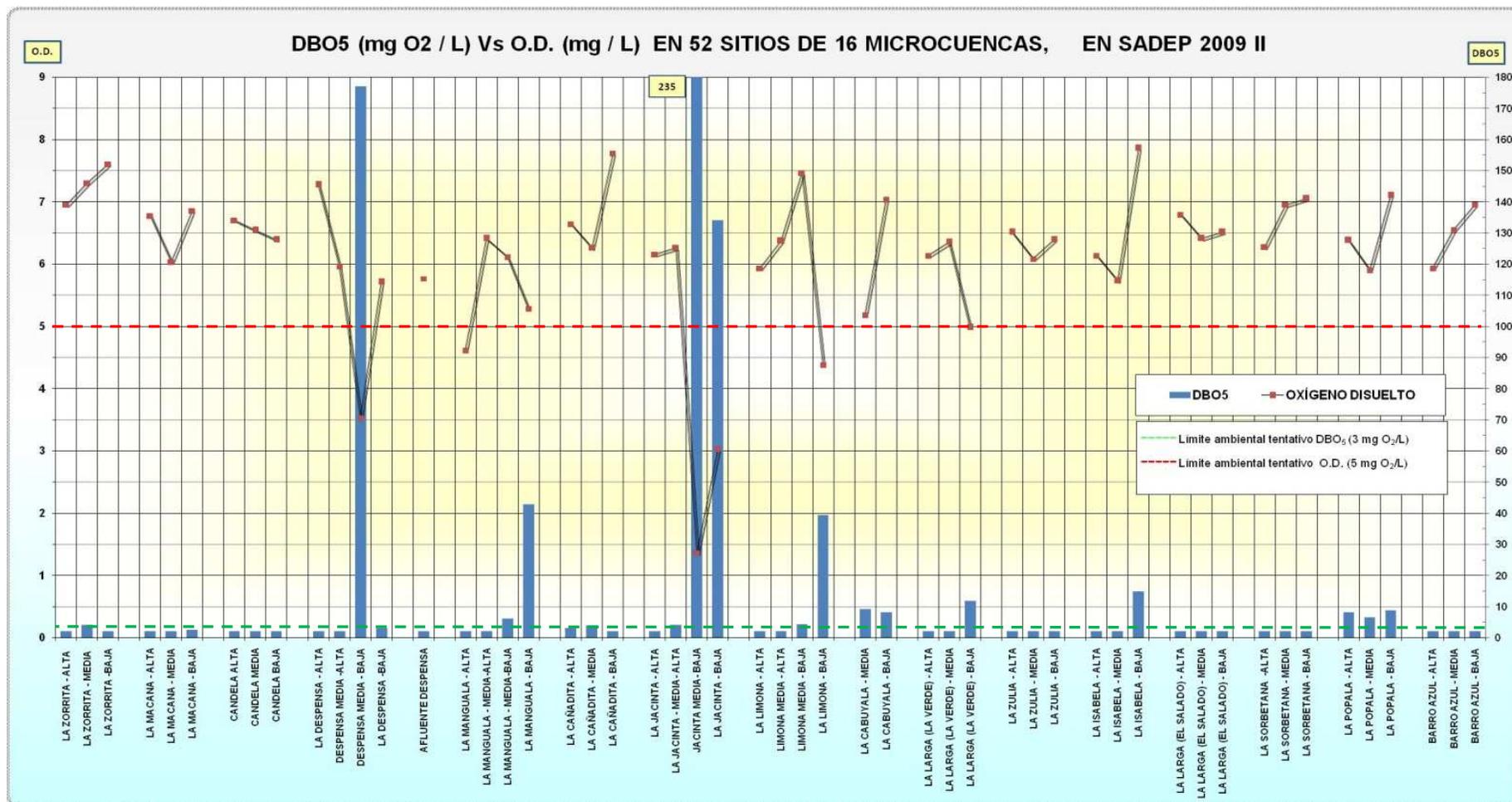


Gráfico 17 Comparativo DBO5 y DQO en 16 microcuencas de SADEP, 2009



Las afectaciones de microcuencas tan estratégicas como La Zorrita y La Despensa, están casi siempre asociadas a actividades pecuarias. Sobre estas microcuencas no se tienen proyectos de compra de tierras, ni se implementan proyectos de mejoramiento de los sistemas de manejo agrotecnológicos, excepto lo que modestamente contemplan los proyectos de PP. Su influencia sobre la disponibilidad de agua para una gran parte del corregimiento es tan estratégica como la Alta Manguala, sin embargo ninguno de los estudios anteriores (excepto la Agenda Ambiental corregimental) la ha visualizado en su importancia clave. La Junta de Acción Comunal de Potrerito y la de Montañita, así como La Corporación Comité Pro Romeral han emprendido con recursos propios y en ocasiones con recursos públicos, algunos proyectos muy modestos (estudios, actividades de educación ambiental y sensibilización, convites de recuperación, etc), pero esto es claramente insuficiente para las necesidades urgentes de estas microcuencas. Se requiere implementar proyectos como los nombrados anteriormente y que se encuentran contemplados en el PAAL, principalmente el SMR-2 *“Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias y forestales no sostenibles”*; el proyecto *“Capacitación y apoyo para el manejo técnico del riego de excretas”* que se encuentra asociado al proyecto PAAL AMM-1 *“Promoción al manejo sostenible del agua para riego”* y el TPL-2 *“Promoción y Acompañamiento de actividades productivas ambientalmente sanas”*.

Tal como lo declara el estudio de monitoreo, 2008, puede decirse que tecnologías agropecuarias como la fertilización química y el riego de excretas, sin madurar y sin respeto por los retiros, unido a la inexistencia de barreas (alambrados, etc) que impidan a los animales transitar y defecar directamente en las corrientes de agua son algunos de los principales retos que deben enfrentar la UMATA, las CARs y organizaciones ambientales locales, en cuanto a la capacitación y formación campesina y empresarial, buscando influir en la calidad del agua de las quebradas a mediano y largo plazo.

En el corto plazo tecnologías apropiadas como los biodigestores, la estabulación de ganado unida a la promoción de la ganadería con pasto de corte, el riego de excretas maduras y fertilizantes hasta un límite máximo de 10 metros con respecto a los cauces, la implementación de composteras para el tratamiento de las heces animales y su posterior uso como abono orgánico en cultivos y potreros, pueden ser gran parte de la solución al problema; pero esto requiere un elevado compromiso económico, logístico y político por parte de la alcaldía y las secretarías implicadas, principalmente la de Medio Ambiente y Desarrollo Social, así como de las CAR. En el marco de la declaratoria de Distrito Agrario o Rural es indispensable contar con estos compromisos, y otros contemplados en el PAAL de San Antonio de Prado, si realmente se desea un desarrollo agroambiental sostenible en el corregimiento y la ciudad. La otra parte de la solución está en la profundización de los proyectos de alcantarillado y en general de saneamiento básico asociado a la planta de San Fernando o a pequeñas plantas locales.



Es urgente implementar en las microcuencas más afectadas proyectos de producción sostenible, modificación de prácticas agrotecnológicas y modificación de los sistemas de manejo agrotecnológicos (incluidos cambios de uso) que se encuentran estipulados en el PAAL como el AMR-1 “*Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias, agroindustriales e industriales no sostenibles*”; el AMR-2 “*Construcción de composteras y biodigestores asociados a establos y porquerizas*”; el SMR-2 “*Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias y forestales no sostenibles*”; el proyecto “*Capacitación y apoyo para el manejo técnico del riego de excretas*” que se encuentra asociado al proyecto PAAL AMM-1 “*Promoción al manejo sostenible del agua para riego*”; el TPL-1 “*Realización de convenios de producción más limpia*”; el TPL-2 “*Promoción y Acompañamiento de actividades productivas ambientalmente sanas*”; el TIP-1 “*Generación de 2 modelos alternativos de producción para las zonas de ladera en el corregimiento*” y el ARM-1 “*Monitoreo de la calidad del agua en quebradas*”.

Varios de estos proyectos ya se encuentran en ejecución con recursos de Presupuesto Participativo, como el ARM-1, el AMR-2, el SMR-2, pero los recursos son tan limitados que sólo alcanzan para generar “procesos escuela” o pilotos. Es necesario garantizar una mayor cobertura y la continuidad de los proyectos, tal como se estipula en el PAAL, para lo cual es indispensable recursos ordinarios de las diferentes secretarías de la alcaldía de Medellín, Corantioquia, Área Metropolitana, EPM, de acuerdo con las recomendaciones de la Agenda Ambiental Local y el PAAL de San Antonio de Prado.

Actualmente algunos campesinos ya practican algunas de estas tecnologías y otras complementarias, con resultados bastante buenos ambientalmente y además el programa de Reconversión Agrotecnológica en el corregimiento ya ha sentado algunas bases muy importantes para el manejo sostenible de los recursos naturales en las unidades productivas, a través de la planificación de ellas, la formación ambiental y la construcción de obras que disminuyen o eliminan los impactos ambientales en el proceso de producción.

Los proyectos PAAL, AMR-2, SMR-2 y AMM-1, relacionados con la reconversión y el mejoramiento tecnológico de las prácticas y tecnologías en los sistemas de producción agropecuarios del corregimiento, viene desarrollándose actualmente, en su tercera fase, con recursos de PP. Dependiendo de los resultados obtenidos en estas primeras fases es necesario fortalecer este proceso PAAL, incrementando los recursos económicos asignados, no sólo por la vía PP, si no los provenientes de recursos ordinarios; igualmente es indispensable capacitar a la UMATA en esta visión tecnológica y fortalecerla para que pueda desempeñar el papel protagónico que le corresponde en este grupo de proyectos.



**Tabla 9** Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos

SITIO	DQO (mg/L)*		DBO <sub>5</sub> (mg/L)**		COLIFORMES TOTALES (NMP)		COLIFORMES FECALES (NMP)	
	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008
LA ZORRITA - ALTA	12	12	2	4	7,00E+02	1,70E+03	1,70E+02	1,70E+03
LA ZORRITA - MEDIA	19,6	12	4,13	4	2,80E+03	3,50E+04	3,30E+02	2,00E+03
LA ZORRITA - BAJA	12	12	2	4	2,20E+04	3,00E+03	2,00E+02	1,70E+03
LA MACANA - ALTA	12	105,11	2	47,25	2,80E+03	3,00E+08	7,90E+02	3,00E+08
LA MACANA - MEDIA	12	12	2	4	3,50E+05	3,00E+05	4,60E+03	1,10E+05
LA MACANA - BAJA	13,5	17,42	2,57	7,38	1,60E+09	1,60E+09	3,90E+06	1,60E+09
LA DESPENSA - ALTA	0	12	2	4	2,20E+03	4,00E+03	4,60E+02	0,00E+00
DESPENSA MEDIA - BAJA	224	97,8	177	48	2,10E+05	3,50E+08	2,00E+04	2,00E+08
LA DESPENSA - BAJA	12	55,33	3,12	24,54	1,60E+06	1,60E+10	1,70E+03	1,60E+10
LA MANGUALA - ALTA	0	12	2	4	2,80E+03	2,50E+03	2,00E+01	4,00E+02
LA MANGUALA - MEDIA- ALTA	12	12	2	4	9,20E+03	1,10E+04	1,30E+02	3,50E+03
LA MANGUALA - MEDIA- BAJA	29,1	22,66	6,08	6,9	2,20E+06	3,50E+07	1,10E+06	3,00E+07
LA MANGUALA - BAJA	67,2	35,4	42,9	14,16	1,60E+11	3,50E+07	1,60E+09	3,50E+07
LA CAÑADITA - ALTA	19,6	52,27	3,16	30,3	9,20E+04	3,00E+06	4,50E+01	2,50E+06
LA CAÑADITA - MEDIA	21,9	497,2	3,98	393	5,40E+05	3,00E+08	9,30E+02	1,75E+08
LA CAÑADITA - BAJA	12	91,48	2	44,85	9,20E+06	1,60E+08	1,30E+03	1,60E+08
LA JACINTA - ALTA	16,2	26,7	2	11,01	9,20E+05	1,40E+04	7,80E+01	1,40E+04
JACINTA MEDIA- BAJA	794	114,1	235	61,35	1,60E+19	9,00E+10	1,70E+17	9,00E+10
LA JACINTA - BAJA	259	43,15	134	19,46	1,60E+17	3,50E+11	3,90E+14	3,00E+11
LA LIMONA - ALTA	0	12	2	4	4,60E+02	2,00E+02	7,80E+01	8,00E+01
LIMONA MEDIA - BAJA	21,4	12	4,31	4	2,80E+04	3,50E+09	2,20E+04	2,00E+08
LA LIMONA - BAJA	104	17,62	39,4	4	9,20E+14	3,50E+09	1,95E+11	1,20E+09
LA CABUYALA - MEDIA	12	17,67	9,12	4,6	1,60E+08	3,00E+06	3,90E+05	3,00E+06
LA CABUYALA - BAJA	19,3	45,76	8,25	14,08	1,60E+09	3,50E+08	3,90E+06	4,00E+07
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	12	12	2	4	2,20E+03	4,00E+03	3,30E+02	8,00E+02
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	12	18,66	2	12,15	1,60E+06	2,00E+04	7,00E+03	2,00E+04
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	33,7	23,69	11,8	4,6	9,20E+09	4,00E+05	1,70E+08	3,00E+04
LA ZULIA - ALTA	12	12	2	4	1,30E+03	1,10E+03	2,00E+01	8,00E+02
LA ZULIA - MEDIA	12	12	2	4	1,60E+06	4,50E+05	4,60E+03	4,50E+05
LA ZULIA - BAJA	12	17,01	2	4	1,60E+07	2,00E+06	1,70E+05	2,00E+06
LA ISABELA - ALTA	12	12	2	4	2,20E+03	5,00E+05	4,90E+02	2,00E+04
LA ISABELA - MEDIA	12	25,88	2	6,84	9,20E+07	1,40E+06	3,50E+06	1,40E+06
LA ISABELA - BAJA	30,8	20,92	14,9	4	9,20E+10	3,50E+07	1,30E+09	1,70E+07
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	0	12	2	4	4,60E+03	9,00E+04	2,00E+02	4,00E+03
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	12	12	2	4	2,80E+04	9,50E+04	6,80E+02	3,50E+04



LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	12	12	2	4	1,10E+04	9,50E+06	3,30E+03	2,30E+06
LA SORBETANA - ALTA	0	12	2	4	2,50E+02	2,00E+02	2,00E+01	1,40E+02
LA SORBETANA - MEDIA	12	12	2	4	7,00E+02	3,50E+07	1,70E+02	1,75E+07
LA SORBETANA - BAJA	12	12	2	4	2,10E+03	1,10E+08	1,40E+03	1,70E+07
LA POPALA - ALTA	30	12	8,19	4	3,50E+03	9,50E+04	7,00E+02	3,50E+04
LA POPALA - MEDIA	31,9	12	6,6	4	9,20E+06	1,30E+05	1,40E+05	1,70E+03
LA POPALA - BAJA	39,6	12	8,76	4	4,70E+06	4,00E+05	3,20E+05	4,00E+05
BARRO AZUL - ALTA	21,2	12	2	4	2,20E+03	3,50E+04	4,50E+01	2,50E+04
BARRO AZUL - MEDIA	12	12	2	4	1,70E+03	2,50E+05	6,80E+02	7,00E+04
BARRO AZUL - BAJA	7,27	12	2,07	4	9,20E+05	1,60E+08	1,40E+04	1,60E+08

\* El límite propuesto por la EPA es de 20 mg/L (Minambiente – DAMA Bogotá), y el mínimo presentado por Corantioquia es 12 mg/L que es el que se presenta en la tabla en los casos correspondientes.

\* El mínimo valor medido por Corantioquia en 2008 era 4 mg/L, y en 2009 es 2 mg/L, y estos son los que se presentan en la tabla

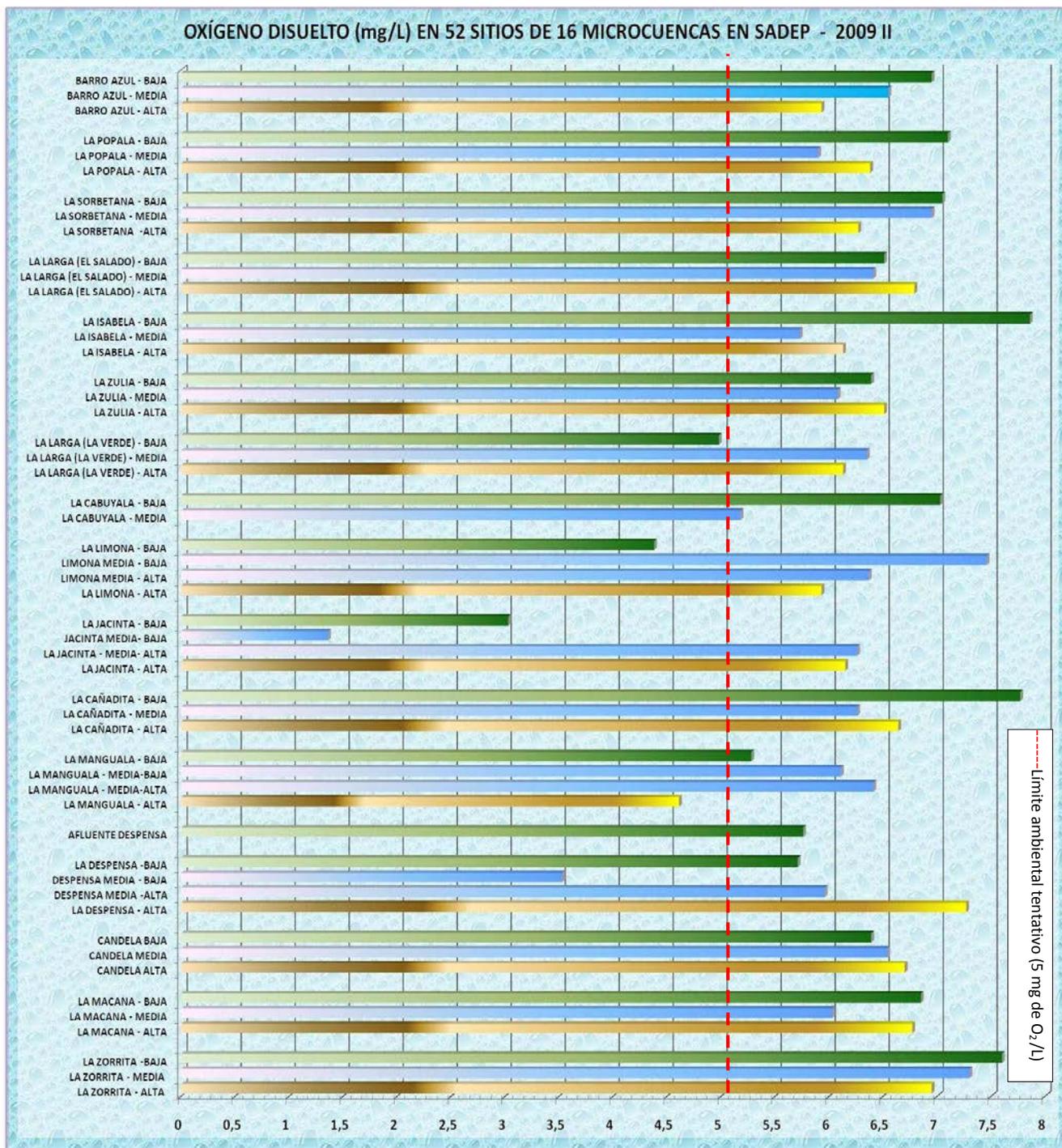
### 10.3.6 Oxígeno Disuelto

Un parámetro importante relacionado con las dinámicas de autopurificación de las quebradas es el oxígeno disuelto. Entre más alto este valor, mejor desde el punto de vista de la capacidad de los cuerpos de agua para soportar vida y para procesar nutrientes y particularmente materia orgánica. Este valor aumenta o disminuye en un momento dado por varios factores como cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, niveles de entrada de oxígeno al sistema acuático, temperatura del agua, etc.

En el caso de las quebradas evaluadas este parámetro se comportó de la manera que muestra la tabla 10 y en el gráfico 18.

Los únicos casos donde el O.D. se presenta por debajo del límite mínimo ambiental establecido, es en las partes bajas de La Jacinta, La Limona y La Despensa, debido a los factores extremos que se explican en el capítulo de materia orgánica.

Las evidencias del muestreo actual corroboran las apreciaciones del estudio de monitoreo en 2008 con relación a la función autodepuradora de los cauces de las jóvenes quebradas del corregimiento. Las características hidráulicas de las corrientes en SADEP, como la alta rugosidad de sus lechos, las fuertes pendientes de sus cauces y los buenos caudales en proporción a las cargas contaminantes recibidas, son factores claves para la autopurificación. Particularmente los dos primeros fenómenos favorecen una alta cantidad de oxígeno disuelto en la mayor parte de las quebradas del corregimiento, a pesar de recibir elevadas cantidades de materia orgánica proveniente de las aguas residuales domésticas y las actividades agropecuarias.



**Gráfico 18** Oxígeno Disuelto en 16 microcuencas de SADEP, 2009



"La energía potencial acumulada en el agua de las partes altas es transformada parcialmente en energía de movimiento que implica corrientes de aire a través del agua a medida que estas descienden y chocan contra las rocas del lecho, formando pequeñas cascadas o cascadillas que son verdaderos motores de aireación, clave para incrementar la vida microbial que descompone la materia orgánica en suspensión por mecanismos aerobios.

Este fenómeno natural es parte fundamental de la estrategia ambiental que debe potenciarse para mantener el buen estado la calidad del agua en el corregimiento. Las microcuencas con altas pendientes y rugosidad deben ser protegidas de proyectos de extracción sistemática y fuerte de sus materiales pétreos, pues de ellos depende en gran medida la supervivencia de la mayoría de especies acuáticas y el proceso de autopurificación de las quebradas. Entre mejor se encuentren estas características naturales mayor será la capacidad de resiliencia de estos cuerpos de agua; por consiguiente es fundamental y estratégico no permitir la implementación de proyectos como canalizaciones o extracción de materiales rocosos del lecho, a no ser en caso de inevitable necesidad como sucede en actividades de prevención de desastres.

Es conveniente que en el marco de los proyectos de construcción de urbanizaciones e infraestructura pública, se impida la canalización de las quebradas puesto que ello significaría la pérdida de la rugosidad de sus lechos y con ella su mejor defensa contra la acumulación creciente de contaminantes orgánicos que irían a generar una alta contaminación en La Doña María y finalmente en el río Aburrá. Además de esto la canalización de las quebradas trae consigo una pérdida irremediable y casi total de la vida animal diferente a microorganismos, debido al arrastre por la corriente, lo cual impediría futuros proyectos de repoblamiento, en caso de lograrse una mejora sustancial en la calidad ambiental del agua en las quebradas.

Al sobrepasar la capacidad de resiliencia de estos ecosistemas, ya sea por el aporte excesivo de cargas orgánicas o por severas y constantes intervenciones en sus cauces, se genera la muerte de las especies ícticas nativas presentes en condiciones normales, apareciendo coloraciones y malos olores, espumas y acumulaciones de basuras que terminan destruyendo el ecosistema. Especies como peces, Cangrejos, órdenes y familias de artrópodos como Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Pseudothelphusidae, Vellidae, Glossosomatidae, Hydropsychidae, Planariidae, etc. desaparecen y dan paso a Oligochaeta como Tubifex, a Dípteros como Chironomidae o Culicidae y Caracoles como Physidae. La biodiversidad disminuye notablemente y la vida abundante y diversa es substituída por otra abundante pero con pocas especies que resisten y progresan en medios altamente contaminados (Polisaprobias)" ("Monitoreo de los recursos bosques y aguas en San Antonio de Prado", SMA, 2008). Los casos más notables de estos cambios en el ecosistema acuático se presentaron en La Limona, La Jacinta, La Despensa, durante 2009. Véase algunas fotos de especies encontradas en las quebradas de SADEP durante 2009 (fotos 7 a 22)







**Fotos 7 a 22** Algunas especies Polisaprobias, Mesosaprobias y Oligosaprobias, reportadas en el monitoreo de 2008 y encontradas en 2009

### 10.3.7 Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2009)

Aún es prematuro para conceptuar sobre tendencias en la calidad del agua en San Antonio de Prado; sin embargo, los datos recopilados indican que los proyectos de ampliación de la red de saneamiento básico en algunos sectores del corregimiento como Palo Blanco, Potrerito, Montañita están incidiendo en la mejora de la calidad aguas abajo, en varias quebradas, así mismo las pocas acciones de control y reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológico, que disminuyen los impactos ambientales negativos generados en las actividades productivas, empiezan a mostrar sus beneficios ambientales en la línea de lograr un desarrollo sustentable.



El fenómeno de cambio en la calidad del agua en función del tiempo (modificación para un mismo sitio, pero con muestreos en diferente época) y cambio en la calidad del agua en función del espacio (modificación para trayectos diferentes de una misma quebrada, pero con muestreos el mismo día), ya habían sido reportados por la Agenda Ambiental corregimental, 2007, ampliados en el monitoreo de 2008 y 2009.

Para el caso del Oxígeno Disuelto, las variaciones temporales son leves en la mayoría de casos y prácticamente en todos se encuentran por encima del nivel mínimo trazado por la norma. Se exceptúan los casos de La Limona y La Jacinta en sus partes bajas, explicado por el daño en el alcantarillado de EPM que recoge las aguas residuales del urbanización Barichara, el cual no ha sido reparado en cerca de un año, ocasionando graves problemas de salubridad social y ambiental en estos sectores, y el caso de la Despensa baja que mantiene un incremento en las causa de contaminación por fuentes puntuales que no han sido controladas.

En la tabla 10 y en el gráfico 19 puede apreciarse la variación en los valores de O.D. en las 16 microcuencas evaluadas durante 2008 y 2009

**Tabla 10** Variación histórica del contenido de O.D. en 16 microcuencas en SADEP

UBICACIÓN	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temperatura del agua (°C) 2009
LA ZORRITA - ALTA	6,95	7,3	13,5
LA ZORRITA - MEDIA	7,3	5,8	15
LA ZORRITA -BAJA	7,6	6	16
LA MACANA - ALTA	6,77	2	15
LA MACANA - MEDIA	6,03	6,4	18
LA MACANA - BAJA	6,85	5,4	16
LA DESPENSA - ALTA	7,27	6,9	11,5
DESPENSA MEDIA - BAJA	3,53	5	19
LA DESPENSA -BAJA	5,71	5,6	19
LA MANGUALA - ALTA	4,61	7	10
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	6,41	6,6	17
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	6,11	6	17
LA MANGUALA - BAJA	5,28	5,4	21



LA CAÑADITA - ALTA	6,64	4,3	15
LA CAÑADITA - MEDIA	6,26	3	16
LA CAÑADITA - BAJA	7,77	6,2	18
LA JACINTA - ALTA	6,15	5,7	19
JACINTA MEDIA- BAJA	1,36	4,4	19
LA JACINTA - BAJA	3,03	4,3	20
LA LIMONA - ALTA	5,93	6,8	14
LIMONA MEDIA - BAJA	7,46	5,5	18
LA LIMONA - BAJA	4,38	5,6	20
LA CABUYALA - MEDIA	5,18	5	17
LA CABUYALA - BAJA	7,03	5,5	19
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	6,13	6,6	16
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	6,35	4,7	18
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	4,98	6,3	18
LA ZULIA - ALTA	6,51	4,1	16,5
LA ZULIA - MEDIA	6,08	6	18
LA ZULIA - BAJA	6,39	5,5	17
LA ISABELA - ALTA	6,13	7,1	16
LA ISABELA - MEDIA	5,73	5,5	16
LA ISABELA - BAJA	7,86	5,9	17
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	6,79	6,3	13
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	6,41	6,8	15,5
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	6,51	7,5	16
LA SORBETANA -ALTA	6,27	5,8	14
LA SORBETANA - MEDIA	6,95	6,7	16



LA SORBETANA - BAJA	7,05	6,5	15,5
LA POPALA - ALTA	6,38	6,4	16,8
LA POPALA - MEDIA	5,9	6,2	17
LA POPALA - BAJA	7,1	6,5	16
BARRO AZUL - ALTA	5,93	5,5	15
BARRO AZUL - MEDIA	6,55	6,5	16,5
BARRO AZUL - BAJA	6,95	4,4	19

Incumple norma

Este parámetro cobra gran importancia no sólo porque es un factor crucial en cuanto al mantenimiento de la vida acuática, si no porque en el corregimiento existe una actividad incipiente pero muy diseminada geográficamente de cría de truchas, para lo cual se usan las aguas de varias quebradas. Esta especie por su alta exigencia en oxígeno disuelto obliga al cuidado del estado ambiental del recurso en las partes altas y medias, y si bien hay un elevado riesgo ambiental en la cría de esta especie, también puede servir para concientizar sobre la necesidad de mantener las quebradas y retiros en buen estado, si se desea darle sostenibilidad a la actividad piscícola.

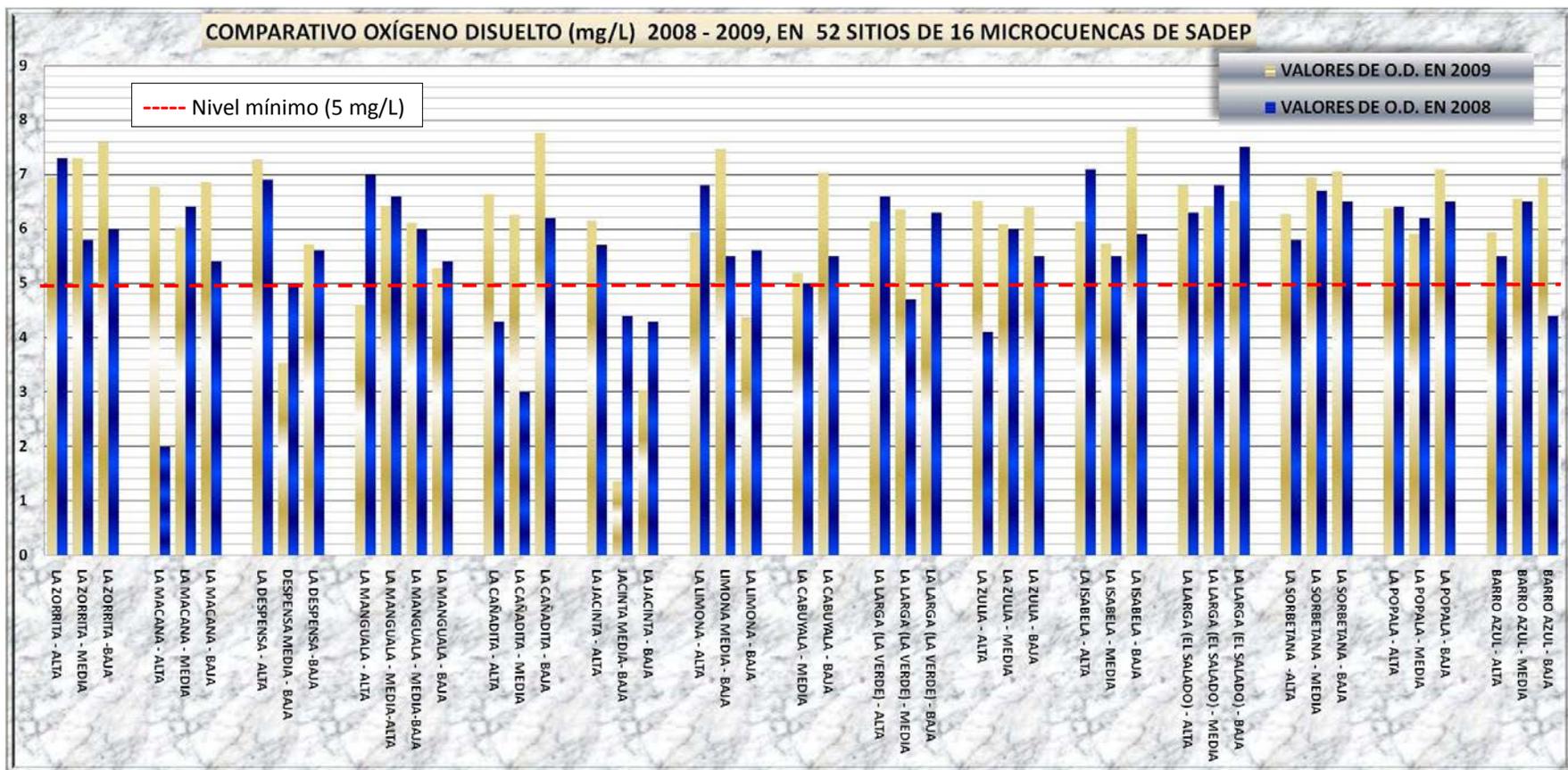


Gráfico 19 Comparativo de Oxígeno Disuelto en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009



### 10.3.8 Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas

Esta variable fue evaluada por medio de las cantidades de sólidos suspendidos totales, que son definidos como:

*“Los sólidos suspendidos se definen como pequeñas partículas de sólidos dispersas en el agua; no disueltas. Este indicador se refiere a la carga de SST en cuerpos de agua y no a vertimientos. En lenguaje técnico se usa la expresión Carga para señalar el volumen de sólidos suspendidos que corre o alberga un cuerpo de agua durante un periodo determinado” (DAMA, 2006).*

Los sólidos en suspensión se mantienen en el agua debido a su naturaleza coloidal, por lo general cargadas eléctricamente, lo que las hacen tener una cierta afinidad por las moléculas de agua. Su condición física dificulta separarlas del agua sin una previa floculación. Ciertos sistemas de tratamiento de agua como la ozonización ya suponen de por sí un buen método floculante ya que se produce la oxidación del hierro, manganeso y aluminio, óxidos que son los que verdaderamente ejercen un fuerte poder floculante en el agua.

Los sólidos sedimentables son sólidos de mayor densidad que el agua y se encuentran dispersos en ella debido a fuerzas de arrastre o turbulencias. Cuando estas fuerzas y velocidades cesan y el agua alcanza un estado de reposo, se precipitan. Suelen eliminarse fácilmente por cualquier método de filtración.

Con respecto tanto a los sólidos totales en suspensión, los resultados de laboratorio muestran que sus cantidades están por debajo de los límites propuestos por algunas organizaciones internacionales; pero es necesario considerar que estos límites (20 mg/L para sólidos sedimentables y 500 mg/L para el Total de sólidos suspendidos), no han sido consensuados por organismos de amplio reconocimiento y no están contemplados por el decreto 1594/1994.

Los Sólidos Suspendidos Totales no rebasaron los límites propuestos, sin embargo 22 de los 52 sitios evaluados, se presentaron cantidades por encima del mínimo evaluado por el laboratorio de Corantioquia (7 mg/L), un número inferior al año anterior, cuando se presentó en 31 de las 49 sitios evaluados (véase tabla 11 y gráficos 20 ). En el gráfico puede observarse el comportamiento de este parámetro en las diferentes quebradas evaluadas, resaltando los valores de La Zorrita media debido a un evento (derrumbe) que aportó sedimentos minerales en forma transitoria; el caso de La Manguala, La Jacinta y La Limona en sus partes bajas por sólidos provenientes principalmente de descargas directas de aguas residuales de alto impacto ambiental.



Gráfico 20 Sólidos Suspendidos Totales (SST) en los 52 sitios muestreados, 2009



Los bajos valores en SST se corresponden con la época de muestreo (predominantemente seca), por lo cual la erosión laminar y los movimientos en masa no estaban influyendo en el transporte de materiales hacia las corrientes de agua.

Se carece de información sobre caudales medios multianuales o por lo menos promedios en épocas secas y lluviosas, para las quebradas consideradas en sus partes medias y bajas, por lo cual no es posible hacer un cálculo de la carga transportada por esas quebradas anualmente; de todas maneras puede decirse que las quebradas que mas contribuyen con las cargas de sólidos que transporta La Doña María, son La Manguala, La Limona, La Jacinta, La Sorbetana (cuando está activo el lavado de suelos para obtener arenas lavadas). Ocasionalmente quebradas como La Barro Azul, La Chorrera, La Popala, La Piedra Gorda, La Zorrita, La Pedrera o Larga de La Verde, La Despensa y otras contribuyen con una fuerte carga concentrada de arenas, limos, arcillas y rocas en eventos de movimientos en masa, durante las épocas de lluvias.

Las partes altas de las quebradas presentan estados desde muy buenos hasta aceptables en cuanto a la carga de sólidos que transportan. Esa situación está asociada al mejor estado de las coberturas vegetales en estas zonas. En la tabla se presentan los valores de caudales medidos en algunos sitios de muestreo y la carga calculada con base en TSS para esos sitios. Si bien todos los valores son muy bajos, esto se explica porque fueron calculados para las partes altas donde los caudales son muy bajos y la contaminación es baja, cuando existe. En la tabla 11 puede observarse lo valores de caudales y transporte de sólidos en algunos sitios de quebradas.

La mayor manifestación del transporte de sólidos en las corrientes se presenta en épocas lluviosas, principalmente cuando ocurren eventos de movimientos en masa y se incrementa la erosión laminar, las reptaciones, pista pata de vaca, surcos, cárcavas, etc., y aumenta el transporte de materia orgánica proveniente de las actividades pecuarias, en especial por el sobrepastoreo y el riego excesivo de excretas líquidas que los suelos no pueden absorber y terminan en las corrientes. Estos sólidos son tanto de origen orgánico, los cuales aportan la mayor contaminación, como de origen mineral, los cuales tienen gran impacto en procesos de sedimentación, turbidez, color y muerte de especies ícticas, casi siempre por la dificultad que generan en los procesos respiratorios y por que reducen las actividades de fotosíntesis, además que generan un fuerte impacto estético y por consiguiente restringen las opciones de recreación y uso del espacio público.

Finalmente las actividades urbanísticas y de construcción de infraestructura, principalmente en época de lluvias también incrementa el fenómeno, debido al mal manejo de los escombros y tierras movidas que llegan a las corrientes, en este mismo ámbito se encuentran las actividades de escombreras improvisadas, casi siempre relacionadas con retiros de quebradas, que finalmente contactan las corrientes y generan el arrastre. Las actividades mineras tanto de lecho (extracción de piedras) como de lavado de arenas generan otro fuerte impacto ocasional pero de gran fuerza, al punto que pueden llevar a la extinción de especies.



**Tabla 11** TSS y cargas en algunos sitios de quebradas en SADEP

SITIO	CAUDAL (L/s)	TSS (mg/L)	CARGA (Kg/día)	FECHA DE MUESTREO
LA ZORRITA - ALTA	1,13	7	0,68	25/12/2007
LA CABUYALA - ALTA	0,38	7	0,23	26/12/2007
LA JACINTA - ALTA	3,79	25	8,18	26/12/2007
LA CAÑADITA - ALTA	1,33	28	3,21	25/12/2007
EL BUEY - ALTA	0,27	7	0,16	26/12/2007
LA SORBETANA -MEDIA	10,96	41	38,82	27/12/2007
LA ZULIA - ALTA	3,41	7	2,06	27/12/2007
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	2,08	17	3,06	27/12/2007
LA ISABELA - ALTA	6,19	24	12,83	27/12/2007
LA POPALA - ALTA	6,26	17	9,19	27/12/2007
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	4,27	8	2,95	27/12/2007
LA LIMONA - ALTA	1,27	7	0,77	27/12/2007
LA DESPENSA - ALTA	0,49	7	0,29	28/12/2007
LA MANGUALA - ALTA	6,68	7	4,04	28/12/2007
BARRO AZUL - ALTA	5,85	7	3,54	26/12/2007
LA MACANA - ALTA	6,64	32	18,37	25/12/2007
JACINTA MEDIA-ALTA	17,51	7	10,59	05/11/2009
ZORRITA MEDIA	17,38	74	111,09	05/11/2009
CANDELA ALTA	6,07	7	3,67	06/11/2009
LARGA (LA VERDE) MEDIA (AFL 1)	10,43			11/11/2009
LARGA (LA VERDE) MEDIA (AFL 2)	12,84			11/11/2009
LARGA (LA VERDE) MEDIA (COMPLETA)	23,27	18	36,19	11/11/2009
ISABELA MEDIA	12,22	7	7,39	12/11/2009
POPALA MEDIA (AFL 1)	13,83			12/11/2009
POPALA MEDIA (AFL 2)	2,09			12/11/2009
POPALA MEDIA (COMPLETA)	15,91	10	13,75	12/11/2009
BARRO AZUL MEDIA)	21,68	7	13,11	13/11/2009

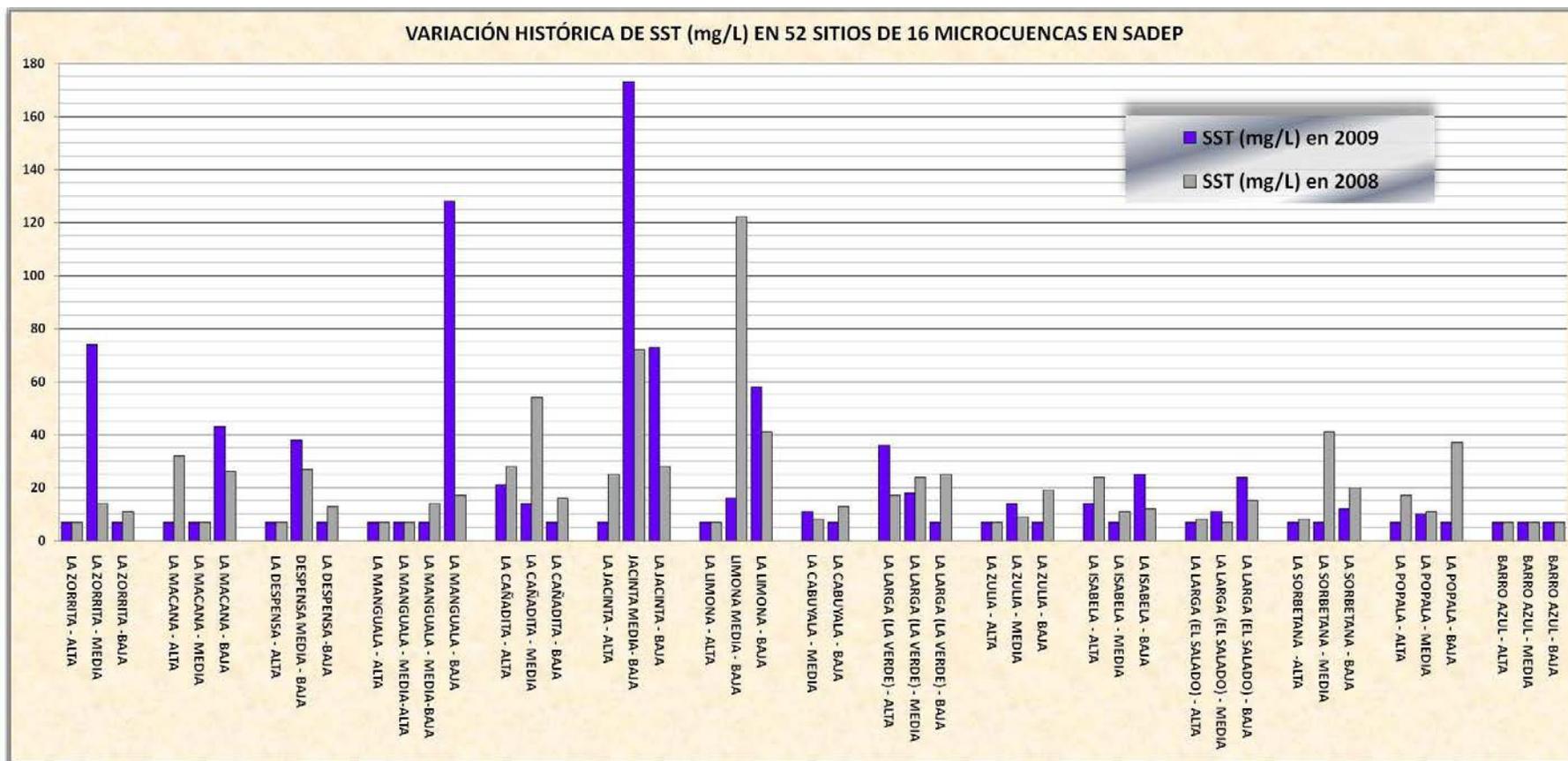


Gráfico 21 Comparativo de Sólidos Suspendedos Totales en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009



### 10.3.9 Nutrientes y sus diferentes formas

En este estudio se consideró la presencia de nitrógeno en sus formas Nitritos ( $\text{NO}_2$ ) y Nitratos ( $\text{NO}_3$ ), ambas muy relacionadas con actividades de tipo agropecuario, aunque también con aguas residuales domésticas.

Corantioquia, 2005, reporta sobre la normatividad para protección de vida acuática, que las normas de la ex Unión de Estados Soviéticos (URSS) limita los nitritos a valores menores de 0.08 mg/l, y que la norma de la Comunidad Europea refiere un límite de 0.03 mg/l. el decreto 1594/84, contempla el nivel permisible en 1.0 mg/L. la importancia ambiental de la presencia de nitritos en las aguas es ampliamente discutida y puede decirse que no existe consenso al respecto. Los niveles de aceptación ambiental son muy variables dependiendo del investigador. Para nitratos se acepta por ejemplo niveles de 10 mg/L (N), equivalente a 50 mg/L como nitrato, y hasta 1 mg/L para nitrito.

Durante 2009 se evaluó este parámetro sólo en La Candela y en La Despensa Media-Alta, por tratarse de sitios nuevos. Debido a que durante 2008, ningún sitio mostró limitaciones por nitritos o nitratos, se optó por no realizar los muestreos para este parámetro en 2009.

En ninguno de los sitios evaluados en 2009 se rebasó el límite aceptado internacionalmente para nitritos (1 mg/L  $\text{NO}_2^-$ ) y nitratos (10 mg/L  $\text{NO}_3^-$ ), por lo cual se propone suspender estos parámetros en el próximo monitoreo, y sólo realizar nuevos cada 3 - 5 años.

Hasta ahora la contaminación por nitrógeno en su forma nitrosa y nítrica no es limitante ambiental en las quebradas evaluadas.

### Otras variables consideradas en el monitoreo

#### 10.3.10 Turbidez

La turbidez es un parámetro relacionado con el grado de transparencia y limpieza del agua que a su vez depende de la cantidad de sólidos en suspensión del agua. Se mide mediante la absorción que sufre un haz de luz al atravesar un determinado volumen de agua.

Este parámetro no está contemplado en el decreto 1594/84 para la categoría ambiental o recreativa. En este decreto sólo hace alusión a que “no debe interferir con la fotosíntesis”; sin embargo la Resolución 1096/2000 contempla como valores de una fuente “aceptable”



para tratamiento, el valor de 10 UNT. Algunas normas internacionales recomiendan el límite de 5. Si consideramos el valor de la resolución como un valor indicativo, podemos observar que cerca de 15 sitios incumplen (cerca del 29% del total de sitios evaluados). Si consideramos el valor de algunas normas internacionales como un valor indicativo, podemos observar que cerca de 23 sitios incumplen (cerca del 44% del total de sitios evaluados).

En la tabla 12 y en el gráfico 22 pueden observarse los valores para este parámetro en los 52 sitios muestreados.

La turbiedad presente está asociada no sólo a materia orgánica, si no además a material mineral (arcillas y limos minerales), proveniente de procesos de socavamiento lateral, pequeños derrumbes activos, actividades mineras tanto de lecho como de lavado de perfiles de suelo para obtener arenas y principalmente de actividades de construcción que no realizan un control ambiental sobre el vertimiento de escombros y lodos a las corrientes cercanas de sus proyectos de construcción; pero además las escombreras informales que existen en los retiros de quebradas.

El estudio de monitoreo, 2008, recomienda al respecto que se exija a las empresas constructoras que cumplan con la normatividad ambiental y con el plan de manejo ambiental que deben tener. Igualmente que las autoridades ambientales, la corregiduría y planeación realicen un control efectivo sobre la existencia de escombreras ilegales que no cumplen con los más mínimos requisitos ambientales. Así mismo recomienda implementar las acciones que contemplan algunos estudios locales adelantados por el SIMPAD, con el fin de controlar los socavamientos laterales y movimientos en masa en el corregimiento, en quebradas como La Limona, La Barro Azul, La Chorrera, La Popala, La Piedra Gorda, La Jacinta.

**Tabla 12** Turbiedad, pH y Dureza en 52 sitios de 16 quebradas SADEP. 2009 II

SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	DUREZA TOTAL (mg CaCO <sub>3</sub> /L)
LA ZORRITA - ALTA	4,27	7,64	25,4
LA ZORRITA - MEDIA	38,3	8,25	77,4
LA ZORRITA -BAJA	3,18	8,08	79,8
LA MACANA - ALTA	0	8	64,9
LA MACANA - MEDIA	2,3	7,28	45
LA MACANA - BAJA	17,4	7,64	52,8
CANDELA ALTA	1,18	7,67	57,7
CANDELA MEDIA	2,17	7,66	61,5



CANDELA BAJA	4,79	7,74	59
LA DESPENSA - ALTA	0	7,54	18,7
DESPENSA MEDIA -ALTA	0,82	7,98	58,8
DESPENSA MEDIA - BAJA	11,3	7,33	118
LA DESPENSA -BAJA	1,98	7,69	81,8
AFLUENTE DESPENSA	5,6	7,41	48,5
LA MANGUALA - ALTA	0	7,68	19,9
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	0,46	7,9	69,5
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	2,59	7,87	69
LA MANGUALA - BAJA	57,6	7,24	144
LA CAÑADITA - ALTA	0	7,66	48,3
LA CAÑADITA - MEDIA	7,84	7,69	33,3
LA CAÑADITA - BAJA	2,09	7,95	45,7
LA JACINTA - ALTA	0	7,76	68,3
LA JACINTA - MEDIA- ALTA	2,7	7,89	80,9
JACINTA MEDIA- BAJA	163	7,27	125
LA JACINTA - BAJA	48,5	7,47	66,9
LA LIMONA - ALTA	0	7,64	36,7
LIMONA MEDIA - ALTA	0	8,04	73,4
LIMONA MEDIA - BAJA	8,06	7,85	75,5
LA LIMONA - BAJA	29,8	7,22	151
LA CABUYALA - MEDIA	4,53	7,24	56,4
LA CABUYALA - BAJA	4,35	7,37	57,5
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	12,3	7,56	37,8
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	12,4	7,8	40
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	11,6	7,78	54,9
LA ZULIA - ALTA	2,05	7,12	45,1
LA ZULIA - MEDIA	11,8	7,83	38,8



LA ZULIA - BAJA	2,78	7,78	39,5
LA ISABELA - ALTA	10,3	7,65	47,6
LA ISABELA - MEDIA	3,87	7,81	41,4
LA ISABELA - BAJA	15,4	7,1	58,5
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	0	7,36	26,9
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	5,32	7,37	45,1
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	13,4	6,51	53,8
LA SORBETANA -ALTA	0	7,44	20,3
LA SORBETANA - MEDIA	4,27	7,64	25,4
LA SORBETANA - BAJA	15,6	7,82	20,9
LA POPALA - ALTA	5,76	7,64	38,1
LA POPALA - MEDIA	7,05	7,63	33
LA POPALA - BAJA	8,16	7,61	36,7
BARRO AZUL - ALTA	0	7,71	47,6
BARRO AZUL - MEDIA	9,69	8,24	29,4
BARRO AZUL - BAJA	2,92	7,74	67,5

### 10.3.11 pH

El pH es una medida de la concentración de iones Hidrógeno. Se define como el Logaritmo del inverso de la concentración de iones H<sup>+</sup> ( $pH = \text{Log } 1/[H^+]$ ). Su interpretación va relacionada con la Alcalinidad o Acidez titulable.

Para el caso ambiental la normatividad colombiana contempla el rango de 6 – 8.5. La normatividad ambiental internacional contempla el rango de 5 – 9 como el aceptable, para el normal desarrollo de las funciones ecológicas en cuerpos de agua.

En la tabla 12 y en el gráfico 23 pueden observarse los valores para este parámetro en los 52 sitios muestreados.



Ninguno de los 52 sitios muestreados en las quebradas de San Antonio de Prado presenta limitantes ambientales para este parámetro. Históricamente no presenta cambios importantes.

Este parámetro también puede omitirse dentro de los monitoreos anuales, y en esa mediada sólo considerarlo cada tres años.

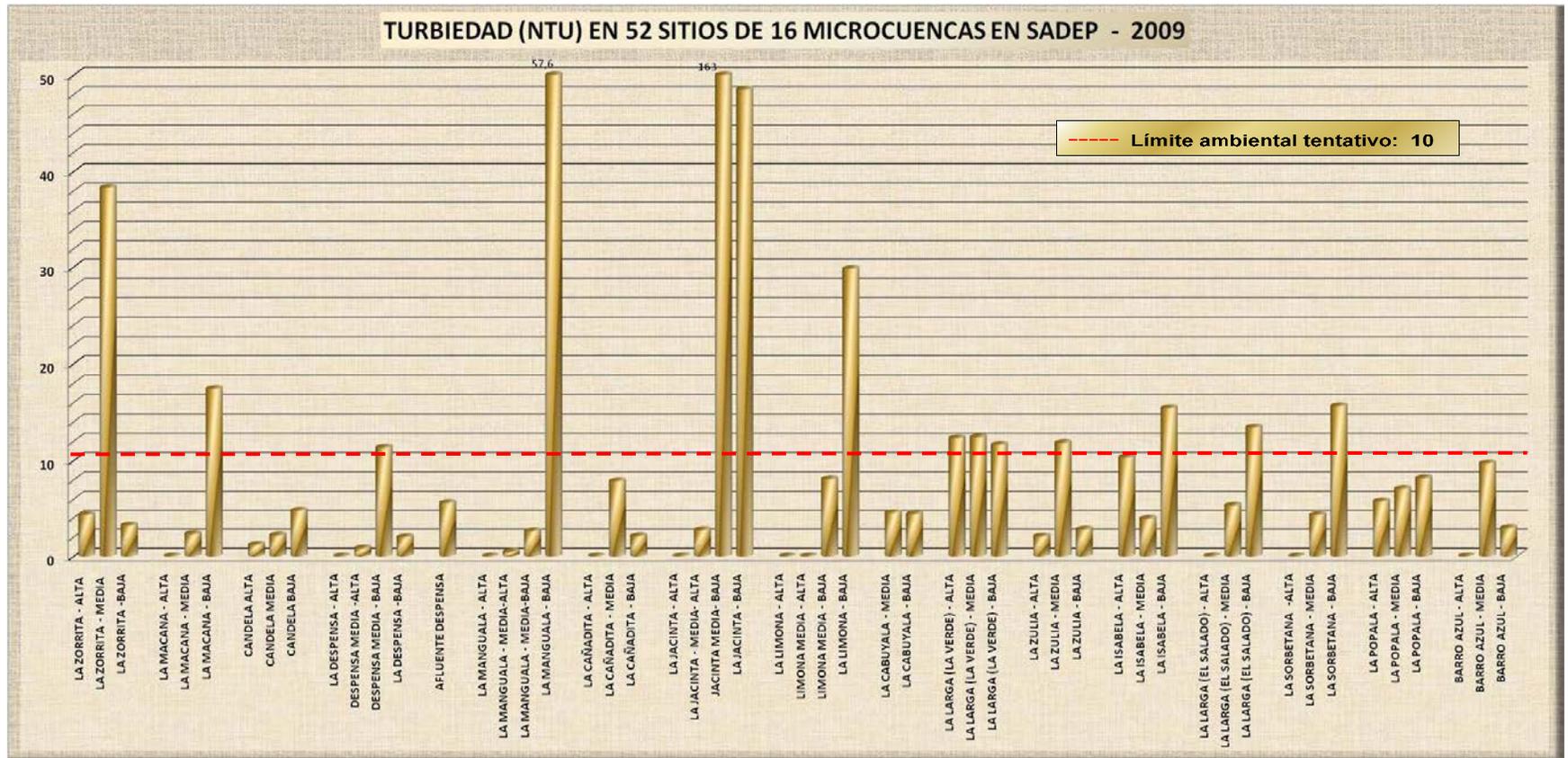


Gráfico 22 Turbiedad presente (NTU) en 16 microcuencas en San Antonio de Prado, 2009

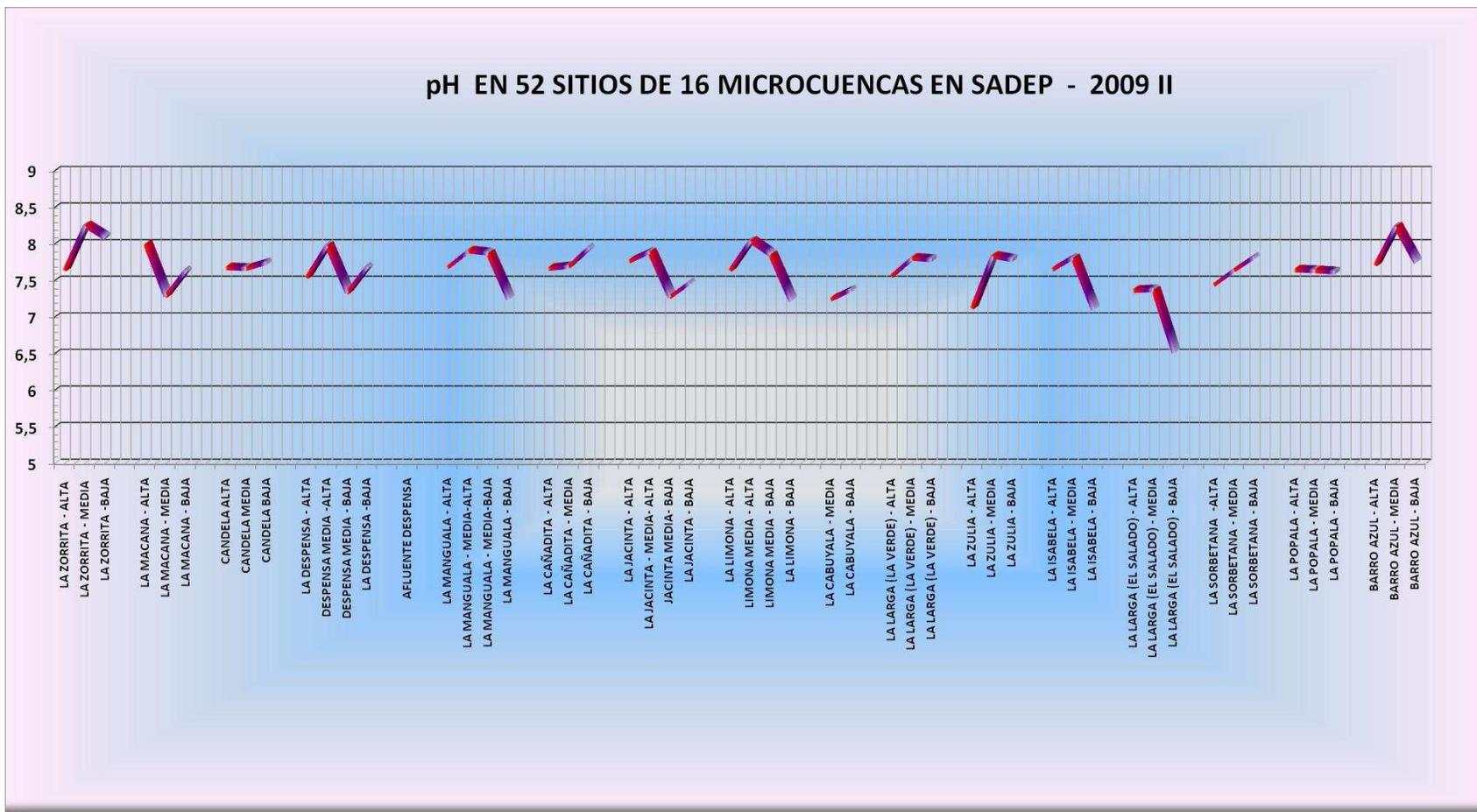


Gráfico 23 pH en los 52 sitios muestreados en 16 microcuencas de San Antonio de Prado, 2009 II



### 10.3.12 Dureza

Este parámetro indica la concentración de compuestos minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la *dureza del agua* y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas. La dureza del agua se diferencia en temporal (de carbonatos) y permanente (de no-carbonatos).

El estudio de monitoreo, 2008, reporta que las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua más conocidas son:

- Grado alemán: Equivale a 17,9 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado americano: Equivale a 17,2 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado francés: Equivale a 10,0 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.
- Grado inglés o grado Clark: Equivale a 14,3 mg CaCO<sub>3</sub>/l de agua.

La clasificación de las aguas varía según los autores. En la siguiente tabla se presentan dos de las más frecuentes.

Tipos de agua	mg/L	°FR	°DE	°UK
Agua Blanda	≤17	≤1.7	≤0.95	≤1.19
Agua levemente dura	≤60	≤6.0	≤3.35	≤4.20
Agua moderadamente dura	≤120	≤12.0	≤6.70	≤8.39
Agua dura	≤180	≤18.0	≤10.05	≤12.59
Agua muy dura	>180	>18.0	>10.05	>12.59

Tipos de agua	Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> /L)
Blandas	0 - 100
Moderadamente duras	101 - 200
Duras	200 - 300
Muy duras	> 300

El decreto 1594/84 no contempla límites o rangos para este parámetro y los valores internacionales son muy variables, por lo tanto el estudio de monitoreo de 2008 adoptó como valor limitante el que esté por encima de 200 mg de CaCO<sub>3</sub> /L de agua; sin embargo no hay pruebas contundentes de que un valor por encima de éste realmente afecte el normal desarrollo de la vida acuática.

En la tabla 12 y en el gráfico 24 pueden observarse los valores hallados en los 52 sitios muestreados.

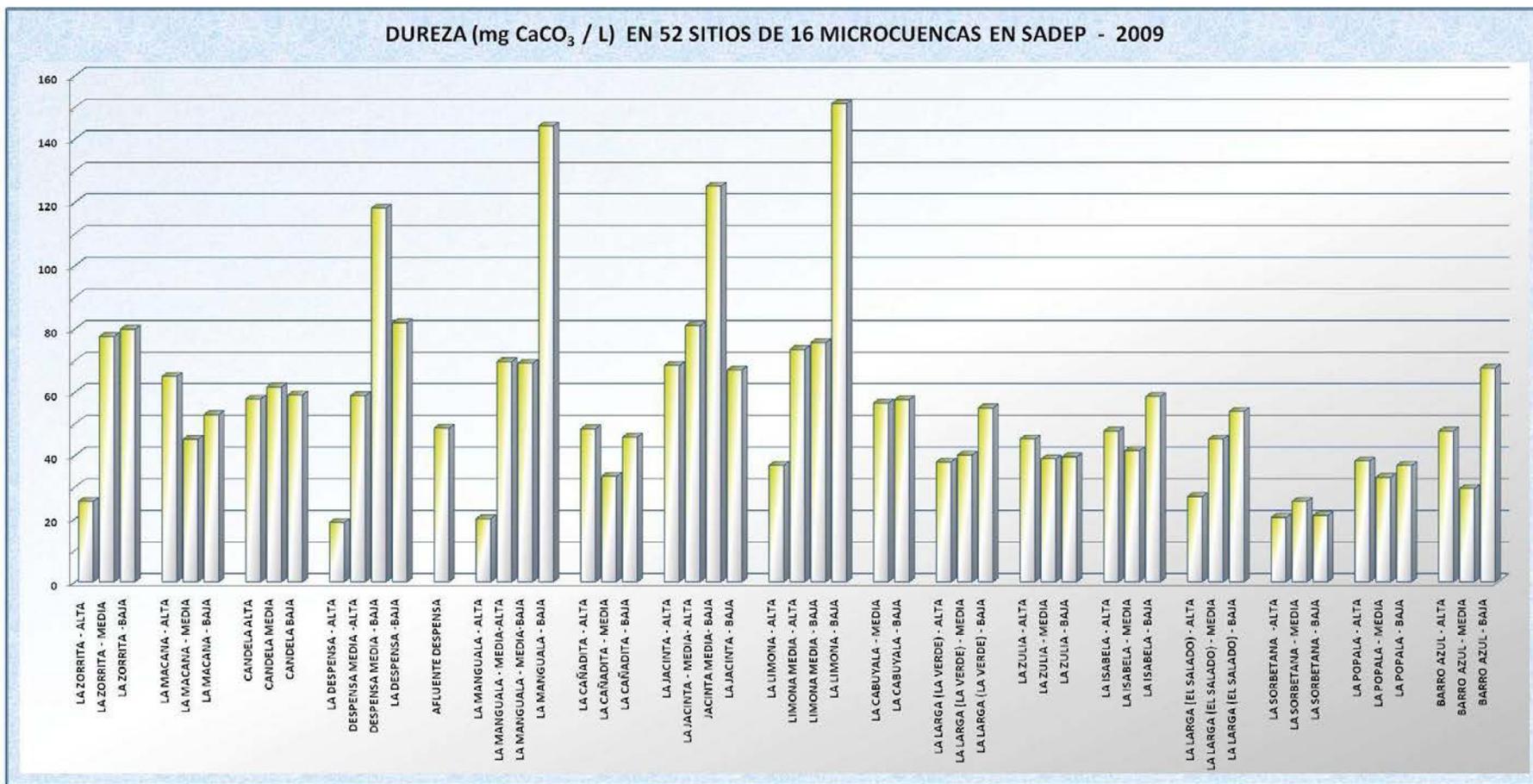
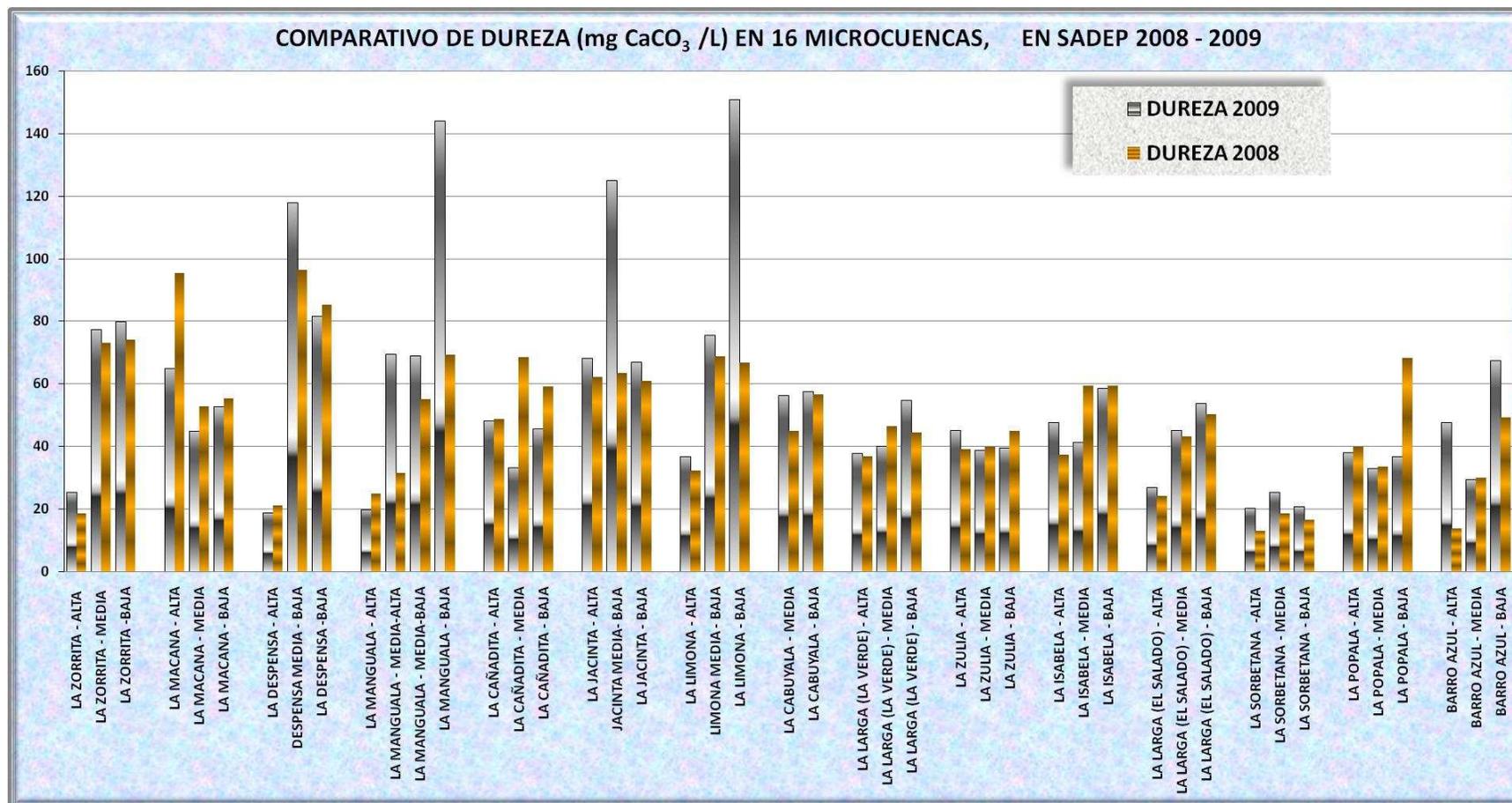


Gráfico 24 Valores de Dureza en los 52 sitios muestreados, 2009 II



**Gráfico 25** Valores históricos comparativos de Dureza en los 52 sitios muestreados, 2008 - 2009



Tomado de manera independiente este parámetro no es considerado como un gran limitador ambiental, y sirve más bien para ayudar a explicar algunos fenómenos de contaminación provenientes de actividades agroindustriales, pecuarias y agrícolas que están siendo mal manejadas (exceso de fertilizantes, enmiendas, derrames o vertimientos de sales, etc), y también para visualizar mejor el grado de contaminación por descargas de aguas de viviendas, en particular de jabones y detergentes.

Como se observa en el gráfico 25 La Despensa continúa aumentando los valores de dureza, pero durante 2009 fue desplazada por 3 quebradas: La Limona baja, La Jacinta Baja y La Manguala baja. En el caso de la Limona y La Jacinta el fenómeno se explica por el gran aporte que hace el alcantarillado de EPM que se encuentra derramando directamente en La Jacinta, luego de recibir las aguas residuales de la urbanización Barichara y en La Manguala se refleja el gran aporte que realizan nuevas viviendas construidas informalmente en sus retiros, así como el aporte de aguas de algunas empresas y talleres. Contrario a esta tendencia, La Macana alta muestra una mejoría en este indicador, luego de que se controlaron los impactos de las aguas que recibían de algunas marraneras y de la fábrica de Panela en Potrerito.

Conviene resaltar los casos de La Manguala y La Limona baja que se acercan bastante al máximo recomendado.

El lavado de marraneras y principalmente el lavado de los tanques en las lecherías, así como el vertido de sueros a las quebradas son el principal factor de aumento de la dureza en las aguas de las quebradas rurales de San Antonio de Prado.

En general, en todas las quebradas los valores siguen una pauta lógica en cuanto a dureza, aumentando desde la parte alta que presenta valores bajos con poca influencia de aportes de calcio y magnesio, no sólo por actividades agropecuarias, si no por detergentes y jabones, hasta las partes medias y bajas donde se incrementan por el aporte de estos contaminantes.

Al igual que para los parámetros de materia orgánica y patógenos, en este caso se recomienda implementar y fortalecer los proyectos PAAL de reconversión de prácticas y manejos en los sistemas de producción, e iniciar el proyecto de producción limpia contemplado en el PAAL.

### 10.3.13 Olor

Esta característica es importante, pero su valoración es un tanto subjetiva, dado que depende de la interpretación del evaluador, cuando trata de crearse niveles.



En el marco de este proyecto se calificó los sitios de muestreo de acuerdo con la presencia o no de olores en las corrientes y el "grado" en que se presentaban. Se propuso de esta manera:

GRADO	DESCRIPCIÓN
NO	Sin olor perceptible
LEVE	Olor perceptible suave
FUERTE	Olor perceptible fuerte

El decreto 1594/84, es claro en que para que un agua se considere de buena calidad debe ser sin olor. En este caso los grados "leve" y "fuerte", quedan en la categoría "con olor", por lo cual incumplen la norma; sin embargo se quiso emplear el grado "leve" por tratarse de una evaluación para uso ambiental y no para consumo humano, y más como un indicador de la facilidad o dificultad en corregir el impacto.

Este factor cobra gran importancia en aguas destinadas al consumo humano y a la recreación y contacto directo con las personas, pues su presencia o ausencia puede determinar que efectivamente sean usadas o no.

En la tabla 13 puede observarse los resultados sobre este parámetro, para los 52 sitios muestreados.

**Tabla 13** Presencia de olores en los 52 sitios muestreados en SADEP, 2009

SITIO QUEBRADA	OLOR 2009	SITIO QUEBRADA	OLOR 2009
LA ZORRITA - ALTA	NO	LIMONA MEDIA - ALTA	NO
LA ZORRITA - MEDIA	NO	LIMONA MEDIA - BAJA	NO
LA ZORRITA -BAJA	NO	LA LIMONA - BAJA	FUERTE
LA MACANA - ALTA	NO	LA CABUYALA - MEDIA	FUERTE
LA MACANA - MEDIA	NO	LA CABUYALA - BAJA	LEVE
LA MACANA - BAJA	FUERTE	LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	NO
CANDELA ALTA	NO	LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	NO
CANDELA MEDIA	NO	LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	FUERTE
CANDELA BAJA	LEVE	LA ZULIA - ALTA	NO
LA DESPENSA - ALTA	NO	LA ZULIA - MEDIA	NO
DESPENSA MEDIA -ALTA	NO	LA ZULIA - BAJA	NO
DESPENSA MEDIA - BAJA	FUERTE	LA ISABELA - ALTA	NO
LA DESPENSA -BAJA	LEVE	LA ISABELA - MEDIA	NO
AFLUENTE DESPENSA	LEVE	LA ISABELA - BAJA	FUERTE
LA MANGUALA - ALTA	NO	LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	NO
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	NO	LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	NO
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	LEVE	LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	NO
LA MANGUALA - BAJA	FUERTE	LA SORBETANA -ALTA	NO
LA CAÑADITA - ALTA	NO	LA SORBETANA - MEDIA	NO
LA CAÑADITA - MEDIA	NO	LA SORBETANA - BAJA	NO



LA CAÑADITA - BAJA	<b>NO</b>	LA POPALA - ALTA	<b>NO</b>
LA JACINTA - ALTA	<b>NO</b>	LA POPALA - MEDIA	<b>NO</b>
LA JACINTA - MEDIA- ALTA	<b>NO</b>	LA POPALA - BAJA	<b>NO</b>
JACINTA MEDIA- BAJA	<b>FUERTE</b>	BARRO AZUL - ALTA	<b>NO</b>
LA JACINTA - BAJA	<b>FUERTE</b>	BARRO AZUL - MEDIA	<b>NO</b>
LA LIMONA - ALTA	<b>NO</b>	BARRO AZUL - BAJA	<b>NO</b>

#### 10.4 CÁLCULO DE CAUDALES EN ALGUNOS SITIOS DE LAS QUEBRADAS EVALUADAS

Estas mediciones fueron realizadas en 2008 en las partes altas de cada quebrada, cerca de los sitios de muestreo de agua. Para el caso de las partes altas tiene importancia en la medida en que puede servir de indicador parcial con respecto a la disponibilidad del recurso para consumo humano, si se parte del hecho de que casi siempre esta ubicación en las quebradas representa el mejor estado del líquido en cuanto a calidad.

Durante 2009 se complementó la información con aforos en nuevos sitios ubicados en su mayoría en partes medias de algunas quebradas (véase fotos .





Fotos 23 a 26 Sitios de algunos aforos durante 2009 en SADEP

En la tabla 16 y en los gráficos 26, 27 y 28 , se muestra que estos lugares altos presentan los mejores índices de calidad, muchos de los cuales están en las áreas de nacimientos; pero así mismo puede observarse que en algunos casos estas áreas de nacimientos están intervenidas por actividades agropecuarias y en ocasiones incluso por urbanismo, con un inmediato daño sobre la calidad del agua y su imposibilidad de uso para consumo humano; en algunos casos incluso es inadecuada para uso recreativo, agropecuario o para prestar funciones ambientales. Los casos más evidentes se presentan en La Macana, La Jacinta, La Cañadita, La Isabela, La Cabuyala y La Barro Azul, todas con zonas de nacimientos intervenidas por ganadería y viviendas.

En los casos en que se presenta contaminación, la carga de contaminantes puede calcularse con la información de los caudales. Esta información es muy importante, dado que servirá de línea base para la disponibilidad de agua para consumo humano en cada quebrada, aunque en realidad en muchos casos esta disponibilidad es mayor pues se presenta la recepción de algunos hilos de agua y arroyos afluentes, de muy buena calidad, abajo de los sitios de monitoreo.

La medición de los caudales se realizó de manera directa con cronómetro y recipientes de volumen conocido, lo cual es un método extremadamente preciso, aunque sólo limitado para caudales bajos como los evaluados en las partes altas y algunas medias de las quebradas consideradas, pero inadecuado para algunas partes medias y casi todas las partes bajas.

El gráfico 6 muestra los sitios de monitoreo de aguas y algunos de aforos en 2009.

En la tabla 11 puede observarse los resultados de la medición de aforos realizada.



## 10.5 RESULTADO FINAL SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA - SADEP)

De acuerdo con la metodología implementada en 2008, como base para el análisis de los resultados, se consideraron los niveles estipulados en el decreto 1594 de 1994 y se complementó con información disponible, recomendaciones y niveles aceptados internacionalmente por la OMS y la OPS, normas de la UE. Un resumen de estos rangos y niveles se encuentra en el anexo.

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio se procedió a la confrontación con los criterios estipulados en el decreto 1594 de 1994 para uso recreativo o ambiental cuando existían. Estos usos tienen rangos y niveles más permisivos que el uso con destino a consumo humano. Dan una indicación más real del uso posible en las partes medias y bajas de las quebradas y hace menos inviable el planteamiento de proyectos en estas zonas.

Cuando los criterios del citado decreto no fueron suficientes para determinar la valoración de la calidad del agua, bajo los criterios de calificación expresados, se complementó con valores admisibles para otros usos. Si el uso recreativo o ambiental no los tiene determinados y si estos criterios tampoco estaban determinados para los otros usos, por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización Panamericana de la Salud (OPS), no se consideran en el análisis.

Para la calificación se adoptaron los siguientes criterios, tomando como base los propuestos en 2008 y ajustados durante el trabajo de 2009:

**Tabla 14** Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SADEP, 2009

VALORACIÓN (ICA)	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
5	EXCELENTE	Cumple todos los parámetros
4	BUENA	Incumple <i>levemente</i> * hasta 2 parámetros distintos a coliformes fecales
3	REGULAR	Incumple hasta 2 parámetros
2	MALA	Incumple 3-4 parámetros
1	MUY MALA	Incumple más de 4 parámetros
*Levemente		Significa que supera el nivel máximo permitido por el decreto 1594/94, pero no el máximo sugerido por algunas fuentes internacionales

Para lo cual se toma como criterios lo referenciado en la siguiente tabla



**Tabla 15** Límites establecidos para la valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SADEP, 2009

	Coliformes (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O <sub>2</sub> /L)	DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N/L)	Nitritos (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (unidades de pH)	Sólidos sediment. (mg/L)	SST (mg/L)	Turbiedad (NTU)
Valores decreto 1594/94	1000	200	3 - 6	20		10	1	>5	6,5 - 9			10
Valores otras fuentes 1	5000	1000				10			5 - 9			
Valores otras fuentes 2	20000		20 -	20 - 50	500	10 (N) $\leq$ 50	0,1 - 0,5	>4		20	500	5

El caso de las zonas altas, varía dependiendo el uso al que se piense destinar el recurso: recreación, ambiental o consumo humano; en este último caso, es necesario complementar la captación y uso del agua con sistemas de tratamiento, de acuerdo con las normas actuales, por consiguiente sólo existirían dos posibilidades adecuada o inadecuada.

Las zonas rurales altas, donde se concentran las captaciones de aguas para uso humano, están en mejor estado y actualmente se emprenden proyectos estatales de compra de predios en cabeceras y nacimientos que surten acueductos, por lo cual es previsible que estas áreas no se vean tan afectadas en cuanto a calidad de aguas y retiros en el mediano y largo plazo, a no ser que se desborden y se manejen mal los proyectos que se adelanten en el marco del plan de turismo corregimental o se flexibilicen demasiado los controles al uso de la tierra en las zonas altas que figuran como de protección.

Las partes medias y bajas, por el contrario, continuarán sufriendo presiones por uso en turismo mal diseñado, por el urbanismo y por la invasión relacionada con actividades productivas como las agropecuarias. Y es probable que sus aguas bajen de calidad, al punto de servir sólo para actividades recreativas y quizá agropecuarias, pero no para consumo humano, a no ser con fuertes inversiones en tratamiento.

Al igual que en 2008, debido a que sólo se evalúan 3 sitios y 3 tramos de 100 metros por quebrada en la mayoría de casos, no es muy factible aplicar la metodología Red Río, que contempla campañas completas a lo largo de un cauce principal, lo cual puede requerir más de 20 o 30 sitios para una quebrada mediana como la Doña María. Por otro lado, la metodología Red Río aún se encuentra en proceso de ajuste, no sólo porque hay que complementar algunos parámetros no considerados y que la misma Red Río propone, si no porque los criterios y niveles también pueden variar. Para la implementación de la metodología RedRío en las quebradas de San Antonio de Prado, es conveniente esperar a que esta metodología sea ajustada y definida completamente y a que se decida si conviene implementarla sin ajustes para pequeños afluentes del Río Aburrá, que deben contemplar



parámetros más relacionados con las condiciones rurales y de ecosistemas menos alterados que los urbanos.

Como resultado de la aplicación de los criterios señalados arriba se obtuvieron los resultados de calidad de aguas en los 52 sitios determinados para las 16 quebradas evaluadas. Estos resultados pueden apreciarse en la tabla 17, en el mapa 22 y en los gráficos 26 y 28. Al aplicar criterios internacionales y agrícolas para calidad ambiental, distintos a los del D. 1594/84 se obtiene el resultado mostrado en el gráfico en donde aparecen no 4 si no 16 sitios (partes altas) con un estado de calidad de agua "Excelente". Fundamentalmente esto se debe a los diferentes niveles considerados como limitantes ambientales en Coliformes y Coliformes Fecales, tal como se explicó en el acápite de patógenos. Esta última calificación está más ajustada a la realidad de la dinámica de los ecosistemas que sirven no sólo a la sociedad, si no a las demás especies, de todas maneras es necesario ajustar mejor, basado en nueva información e investigaciones estos niveles para condiciones ambientales.

Al aplicar los criterios del D. 1594/84 se obtiene que de las 16 quebradas evaluadas sólo 3 presentan una calidad de agua "excelente" (ambiental) en sus partes altas (La Limona, La Sorbetana y La Zorrita) y sólo 6 presentan la calidad "buena" (Barro Azul, Larga del Salado, Macana, Manguala, Zulia y Candela), adicionalmente la parte media de La Sorbetana y La Barro Azul presentan también muy buen estado de calidad.

**Tabla 16** Calidad del agua en 17 quebradas y 55 sitios en San Antonio de Prado

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	ÍNDICE DE CALIDAD (ICA) (2009)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE (2009)
LA ZORRITA - ALTA	REGULAR	EXCELENTE	5	
LA ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	TURBIEDAD, MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES Y FECALES
LA ZORRITA - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES
LA MACANA - ALTA	MALA	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES Y FECALES
LA MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES
LA MACANA - BAJA	REGULAR	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, MODERADAMENTE TURBIEDAD
CANDELA - ALTA		BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES
CANDELA - MEDIA		REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES, MODERADAMENTE COLIFORMES FECALES
CANDELA - BAJA		REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE OLOR
LA DESPENZA - ALTA	BUENA	REGULAR	3	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES Y FECALES
DESPENZA MEDIA - ALTA		REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES
DESPENZA MEDIA - BAJA	MALA	MUY MALA	1	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, DBO5, DQO, O.D., MODERADAMENTE TURBIEDAD



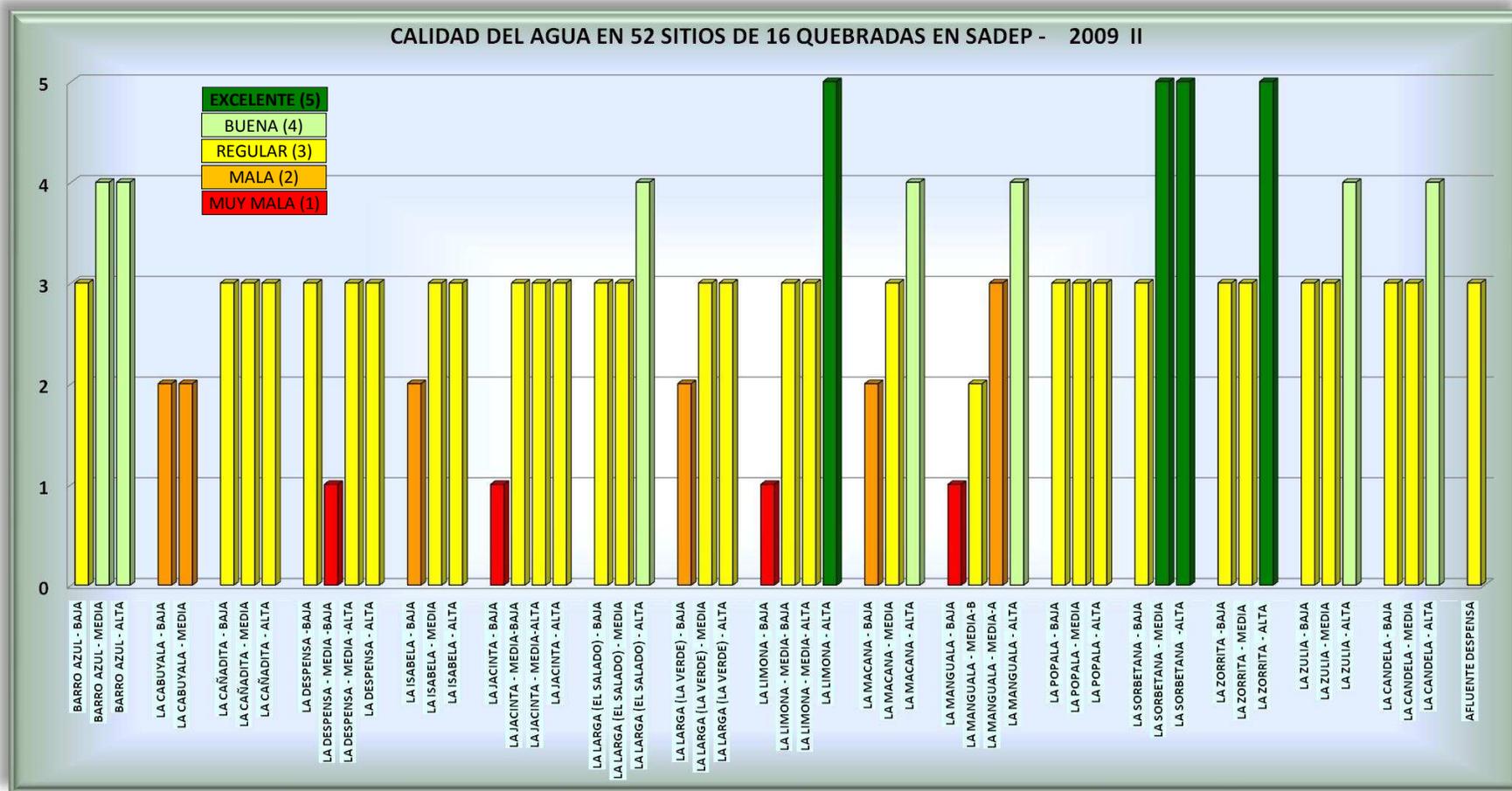
LA DESPENSA -BAJA	MALA	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE OLOR
AFLUENTE DESPENSA		REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE OLOR
LA MANGUALA - ALTA	BUENA	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	MALA	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE DQO Y OLOR
LA MANGUALA - BAJA	MALA	MUY MALA	1	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, DBO5, DQO, TURBIEDAD
LA CAÑADITA - ALTA	MALA	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES
LA CAÑADITA - MEDIA	MALA	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES, MODERADAMENTE COLIFORMES FECALES Y TURBIEDAD
LA CAÑADITA - BAJA	MALA	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES
LA JACINTA - ALTA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES
LA JACINTA - MEDIA-ALTA		REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE DQO
JACINTA MEDIA- BAJA	MALA	MUY MALA	1	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, DBO5, DQO, O.D., TURBIEDAD
LA JACINTA - BAJA	MALA	MUY MALA	1	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, DBO5, DQO, TURBIEDAD, O.D.
LA LIMONA - ALTA	BUENA	EXCELENTE	5	
LIMONA MEDIA - ALTA		REGULAR	3	COLIFORMES FECALES, MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES
LIMONA MEDIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE DQO Y TURBIEDAD
LA LIMONA - BAJA	REGULAR	MUY MALA	1	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, DBO5, DQO, TURBIEDAD, O.D.
LA CABUYALA - ALTA	REGULAR			
LA CABUYALA - MEDIA	REGULAR	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, MODERADAMENTE DBO5
LA CABUYALA - BAJA	REGULAR	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE OLOR
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	REGULAR*	REGULAR	3	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES, FECALES Y TURBIEDAD
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	MALA	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	MALA	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, OLOR, MODERADAMENTE TURBIEDAD, O.D. , DBO5, DQO
LA ZULIA - ALTA	REGULAR*	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES
LA ZULIA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD
LA ZULIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES,
LA ISABELA - ALTA	REGULAR	REGULAR	3	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES, FECALES Y TURBIEDAD
LA ISABELA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES
LA ISABELA - BAJA	REGULAR	MALA	2	COLIFORMES TOTALES Y FECALES. OLOR, MODERADAMENTE TURBIEDAD, DQO, DBO5
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	REGULAR	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES, MODERADAMENTE COLIFORMES FECALES
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD
LA SORBETANA -ALTA	BUENA	EXCELENTE	5	



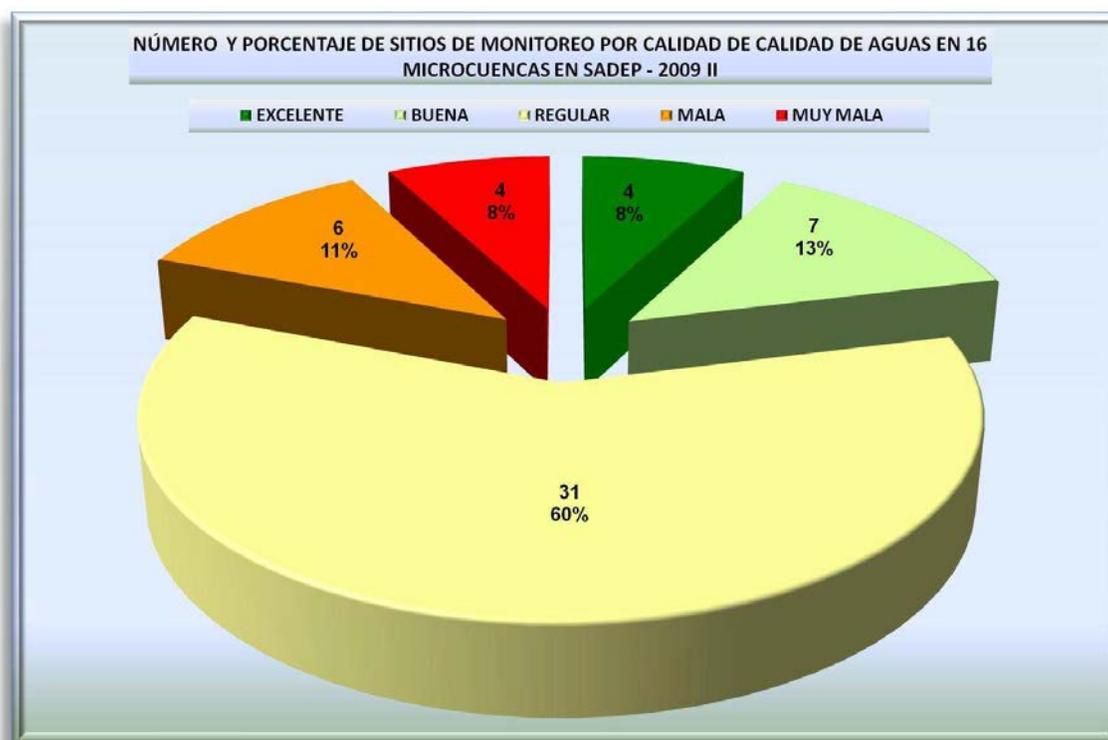
LA SORBETANA - MEDIA	REGULAR	EXCELENTE	5	
LA SORBETANA - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD Y COLIFORMES TOTALES
LA POPALA - ALTA	REGULAR	REGULAR	3	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES, FECALES Y DBO5
LA POPALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES, FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD, DBO5, DQO
LA POPALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES, FECALES, MODERADAMENTE TURBIEDAD, DBO5, DQO
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES Y DQO
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	BUENA	4	MODERADAMENTE COLIFORMES TOTALES, FECALES Y TURBIEDAD
BARRO AZUL - BAJA	REGULAR	REGULAR	3	COLIFORMES TOTALES Y FECALES
EL BUEY-ALTA	REGULAR			
EL BUEY-MEDIA	MALA			
EL BUEY-BAJA	MALA			

Tal como se observa en el gráfico 27 el 60% de los sitios monitoreados presentan una calidad "regular" del agua, frente al 13% que la presenta "buena" y al 8% que la presenta "excelente".

Así, sólo el 11% de los sitios muestreados presenta calidades aceptables ambientalmente, frente al 79% que presenta calidades no aptas, entre "regular" y "muy mala".



**Gráfico 26** Calidad del agua en 52 sitios de 16 quebradas en San Antonio de Prado

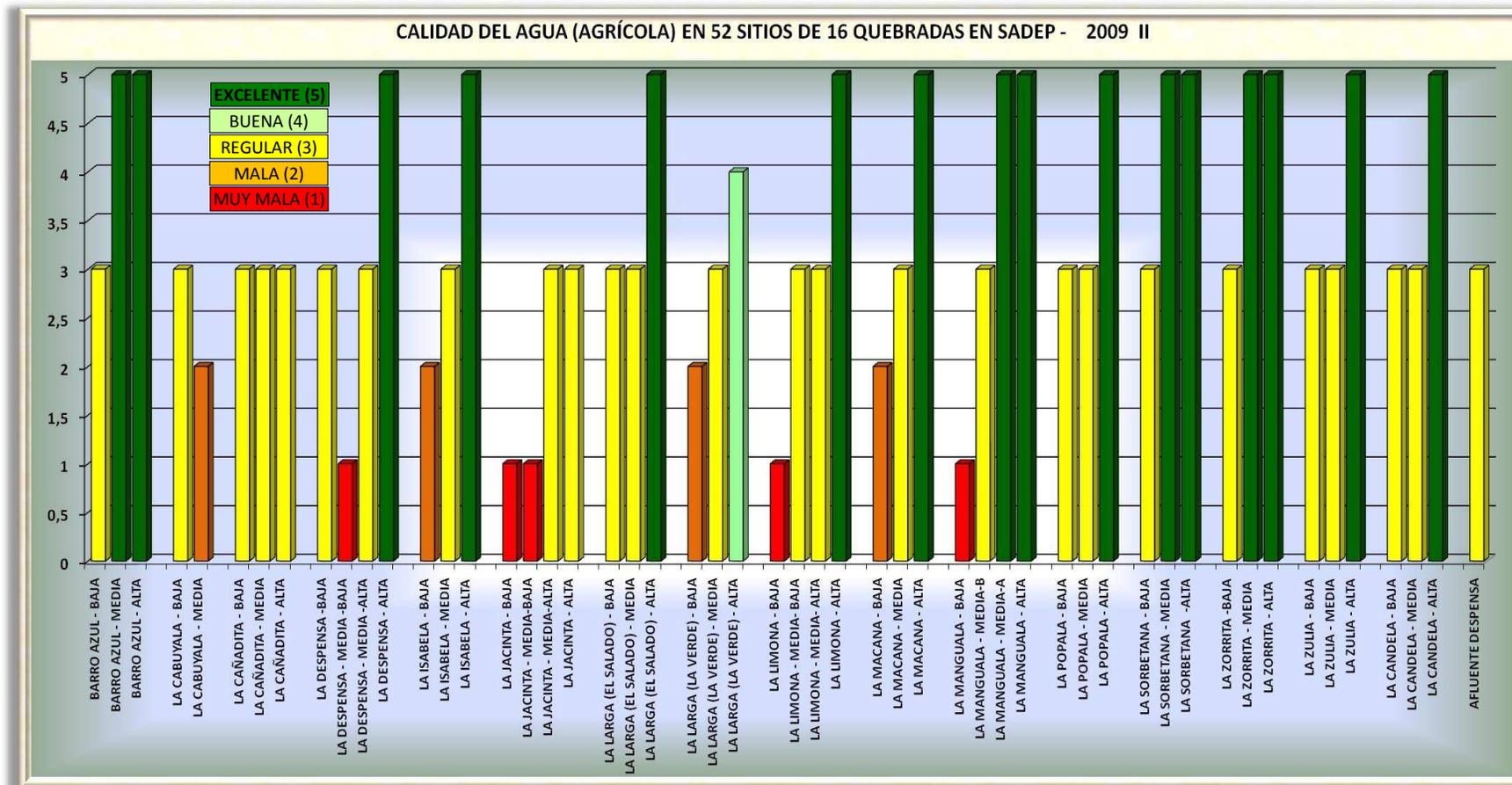


**Gráfico 27** Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 16 microcuencas de SADEP, 2009

Si bien la calidad general del agua en las 17 microcuencas en monitoreo, ha mejorado levemente (con algunas quebradas y sitios de mejoría notable), es necesario observar que más del 70% de los sitios no se encuentran en condiciones aptas para la vida sana de la población humana, ni de las especies silvestres.

Los anteriores resultados podrían tener alguna justificación parcial, si se tratara de cuencas urbanas, pero tratándose de un corregimiento, los resultados muestran que existe un descuido acumulado por muchos años en cuanto al manejo sostenible del recurso agua.

No obstante, Los esfuerzos realizados con proyectos como los de saneamiento básico, los de mejoramiento de retiros de quebradas y zonas de nacimientos (aislamiento y reforestación), los de adquisición de predios para la conservación y cuidado de zonas de nacimientos, los de reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológicos, empiezan a mostrar sus buenos impactos ambientales y en esa medida se deben reforzar y apoyar mejor, presupuestándolos más ampliamente y garantizando su continuidad.



**Gráfico 28** Calidad del agua en 52 sitios de 16 quebradas en San Antonio de Prado (criterio agrícola-ambiental)



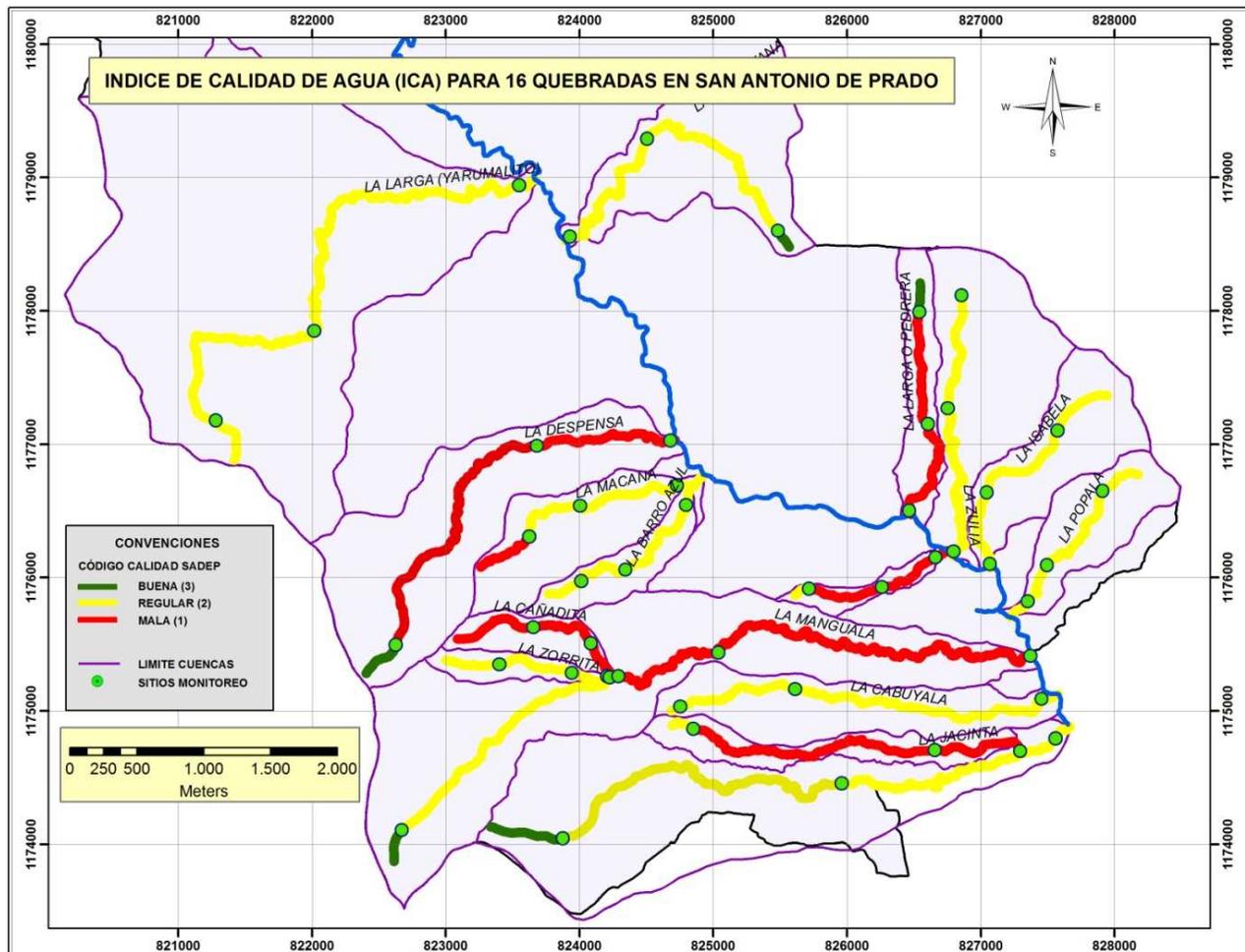
Puede decirse que históricamente sólo se le ha dado importancia al recurso agua en la medida en que sirve a acueductos comunitarios para el consumo humano, pero en general ha ocurrido una notable indolencia, con respecto a la protección del recurso en la perspectiva de prestar otros servicios ambientales como la recreación, el turismo, la protección de la vida, el cuidado o preservación de la biodiversidad, la educación ambiental y sensibilización territorial, la estética, etc.

No debería verse como normal que las partes altas y medias de las quebradas estén contaminadas, y que sus retiros no sean una gran oportunidad y opción para la consolidación del territorio y del espacio público.

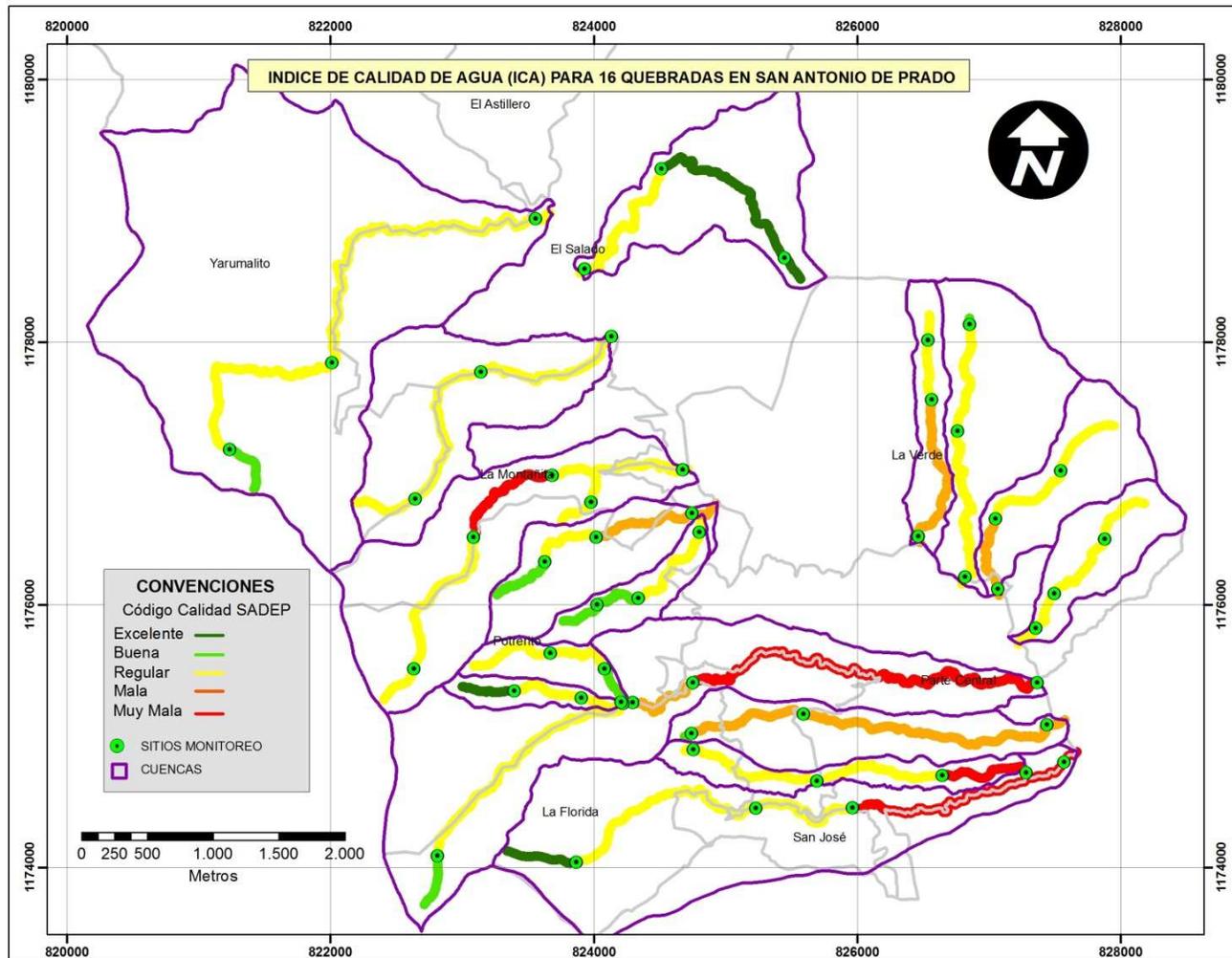
Por otro lado, las quebradas y sus retiros se constituyen en los ejes por excelencia para la vida silvestre, cada vez se convierten más en la última opción de la vida silvestre en las ciudades, y no sólo para la vida acuática, si no para las aves y mamíferos menores, que luchan por sobrevivir, en un ecosistema que les restringió sus hábitat hasta el extremo de implicar por poco su extinción.

En esta medida, es necesario un compromiso real de parte del estado, para impulsar con decisión y fortalecido presupuesto los planes y proyectos diseñados para intervenir adecuadamente las problemáticas socioambientales y tecnológicas diagnosticadas. No es suficiente con apoyar los estudios que diagnostiquen y planeen acciones, si no que se trata principalmente de apoyar con decisión política, económica, tecnológica y logística los procesos sociales de planeación y acción participativos que vienen dándose en la ciudad y en particular en el corregimiento, como es el caso de la Agenda Ambiental Local de San Antonio de Prado y su Plan de Acción ambiental Local, diseñado a 12 años, de manera detallada, e incluso con propuestas de cálculos económicos y actores claves para su implementación, pero es claro que su implementación no puede depender exclusivamente de los recursos de Presupuesto Participativo, que sólo alcanzan a cubrir la demanda del 5 – 10% de los proyectos PAAL.

En el mapa 22 se observa como los colores amarillo, anaranjado y rojo predominan en el escenario de los trayectos de las 16 quebradas evaluadas durante 2009, situación similar al mapa 21 mostrado en 2008. No obstante se presenta una leve mejoría en relación con 2008, al aumentar el número de sitios con buena y excelente calidad.



**Mapa 20** Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) 2008, (tomado de SMA, monitoreo de los recursos bosques y agua en SADEP, 2008).



Mapa 21 Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) en 2009.

Este índice de calidad es una manera simple de evaluar la calidad del agua en trayectos de quebradas, y es importante anotar que tanto los parámetros como los criterios propuestos, guardan relación con los criterios elaborados RedRío, aunque estos no llegan al nivel de detalle de aquel estudio, pero en cambio son fácilmente monitoreables en proyectos locales de autogestión, sin que pierda rigurosidad la información levantada.

De todas maneras se recomienda que la Secretaría del Medio Ambiente haga un esfuerzo por construir una ecuación simple que permita valorar la calidad del agua en los trayectos de quebradas rurales con mayor objetividad, asignando valores de ponderación a cada



parámetro, y creando una ecuación que permita obtener una valoración más objetiva y más ajustada a la realidad de nuestras quebradas.

Por el momento, este estudio propone para evaluación la siguiente ecuación general (sumatoria), muy simple, pero aporta un avance sobre la propuesta anterior y amerita su comprobación en campo y adopción o no por parte de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín. La ecuación fue creada por Uribe G. en 2004 y probada someramente por la Corporación Pro Romeral desde 2006, y ha sufrido modificaciones por el mismo autor, pero nunca ha tenido posibilidades de comprobación a escala generalizada, si no a nivel de pocas quebradas.

$$ICA_{SADEP} = \sum Qi_1 \times Pi_1 + \dots Qi_n \times Pi_n$$

**ICA** = Índice de Calidad del Agua SADEP  
**Qi** = Valor de Calidad del Parámetro  
**Pi** = Nivel de Ponderación del Parámetro  
**Σ** = Función sumatoria

El equipo consultor la ha probado en este proyecto de monitoreo y sus resultados pueden observarse en la tabla Excel, en el anexo 2

Para el caso de San Antonio de Prado (y probablemente por todos lo corregimientos de Medellín), se ha considerado que los parámetros más determinantes son los Coliformes Totales y Fecales, la DBO5, la DQO, el Oxígeno Disuelto y la Turbidez. Estos parámetros son los considerados como prioritarios por el decreto 1594/84. No se han incluido en la ecuación los Nitritos, los Nitratos ni el pH, que también figuran en el decreto debido a que ninguno de ellos ha resultado limitante en los monitoreos de ningún año, por lo tanto su inclusión sólo complicaría la ecuación sin aportarle precisión ambiental. No obstante si en algún momento se requiere es posible y muy fácil agregarle estos parámetros, luego de consensuar su Qi y su Pi. Igual sucedería si se desea incluir SST, Dureza, etc.

El Qi, Valor de calidad del Parámetro, es hallado de acuerdo con los resultados de laboratorio, en las curvas que para el efecto se han creado y propuesto, teniendo en cuenta tanto los límites existentes en el decreto 1594/84, como en las propuestas de organismos ambientales internacionales. Estas curvas creadas y propuestas por la consultoría aparecen en el anexo 2

Teniendo en cuenta la ecuación general propuesta:

$$ICA = \sum Qi_1 \times Pi_1 + \dots Qi_n \times Pi_n$$

La ecuación final propuesta para San Antonio de Prado es la siguiente:

$$ICA_{SADEP} = 3Q_i (DBO_5) + 2Q_i (DQO) + 3Q_i (OD) + 4Q_i (CT) + 4Q_i (CF) + Q_i (T)$$

Donde:

$ICA_{SADEP}$ , es el Índice de Calidad del Agua

$Q_i$ , es el valor de calidad para cada parámetro hallado en las curvas

$P_i$ , es el factor de ponderación propuesto para cada parámetro (3 para  $DBO_5$  y OD, 4 para Coliformes Fecales y Coliformes Totales, 2 para DQO, 1 para Turbidez)

CF: Coliformes fecales; CT: Coliformes Totales; T: Turbiedad

El valor máximo alcanzado así sería 17, que reflejaría el mejor estado ambiental del agua.

La evaluación tentativa propuesta es la siguiente:

Excelente: >16

Buena: 14 - 15.99

Regular: 8 - 13.99

Mala: 4 - 7.99

Muy Mala: 0 - 3.99

Como se ha expresado esta ecuación es preliminar y necesita probarse más antes de adoptarse como definitiva. Por el momento se recomienda continuar utilizando la propuesta anterior. En la tabla de excel "interpolaciones de parámetros de agua" se presentan los resultados encontrados al aplicar esta fórmula, con las curvas correspondientes. Es probable que la ecuación requiera ajustes tanto en los índices de ponderación ( $P_i$ ), como en los índices de calidad ( $Q_i$ ), pero esto se sabrá con mayor certeza sólo después de probar con mas sitios y en diferentes momentos, y además es importante corroborar con la presencia y abundancia de bioindicadores en cada caso.

En un futuro es conveniente pensar en construir una ecuación multiplicatoria en lugar de una sumatoria, pues generalmente aportan mejores precisiones y lecturas de la realidad, pero esto requiere una seria investigación de campo y largo tiempo, así como presupuesto apropiado.

## 10.6 PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO

En numerales anteriores se ha hecho alusión a varios proyectos PAAL que se articulan con el objetivo general de lograr la protección y el manejo sostenible de los recursos naturales,



principalmente el agua. La Agenda Ambiental Local y su PAAL en particular (ver gráfico 1), contempla una serie de proyectos que se complementan y actúan sinérgicamente para el logro de este objetivo general, entre estos proyectos se encuentran:

- ARR-1 “Gestión Socioambiental en quebradas con metodologías participativas”
- AMR-1 “Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias, agroindustriales e industriales no sostenibles”
- AMR-2 “Construcción de composteras y biodigestores asociados a establos y porquerizas”
- SMR-2 “Apoyo a la reconversión de prácticas y tecnologías agropecuarias y forestales no sostenibles”
- “Capacitación y apoyo para el manejo técnico del riego de excretas” que se encuentra asociado al proyecto PAAL AMM-1 “Promoción al manejo sostenible del agua para riego”
- TPL-1 “Realización de convenios de producción más limpia”
- TPL-2 “Promoción y Acompañamiento de actividades productivas ambientalmente sanas”
- TIP-1 “Generación de 2 modelos alternativos de producción para las zonas de ladera en el corregimiento”

Todos estos proyectos requieren una base informativa permanente, que les proveen los proyectos PAAL ARM-1 “*Monitoreo de la calidad del agua en quebradas*” y ADE-1 “*Monitoreo de la disponibilidad total y utilizable del recurso agua en San Antonio de Prado*”.

Para una mayor información al respecto, debe consultarse La Agenda Ambiental de San Antonio de Prado y su Plan de Acción Ambiental Local, PAAL.

La garantía de continuidad en los proyectos iniciados como gestión del PAAL, junto con el apoyo a la implementación integral y completa de este PAAL, es la garantía de mejoramiento de las condiciones ambientales de las quebradas y microcuencas, y por consiguiente de sus recursos naturales, y objetivamente no puede esperarse que con los escasos recursos que se destina a PP pueda realizarse su implementación completa, ni siquiera la mayor parte de sus proyectos.

## **11. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES EN EL PRESENTE ESTUDIO**

La evaluación cualitativa del estado de los retiros de quebrada en trayectos de aproximadamente 50 metros hacia arriba y abajo de cada sitio de muestreo, sirve para



ayudar a explicar fenómenos de contaminación por fuentes cercanas o lejanas, y además ayuda a tener un indicador parcial sobre el estado de los retiros de quebrada para cada sector de quebrada y en general de la microcuenca.

En el mapa 19 y en el gráfico 29 puede observarse la ubicación de estos trayectos evaluados, así como la de los sitios de muestreo de aguas, que para 2009 sumaron 52.

Para el desarrollo de esta actividad se siguieron los lineamientos trazados en el estudio de monitoreo de 2008, que consiste en una metodología simple para evaluar el estado ambiental de los retiros, a partir de los puntos de muestreo de aguas para el monitoreo establecido. La metodología busca caracterizar los tramos por su condición ambiental y no tanto por su condición en cuanto a amenazas y riesgos, como lo considera el estudio de actualización hídrica.

El propósito fundamental de esta metodología *“es realizar consideraciones pertinentes sobre la facilidad o dificultad para intervenir estos retiros y poderlos incorporar a procesos o proyectos dentro del PAAL relacionados con recuperación de la biodiversidad, ampliación de los espacios públicos sanos asociados a quebradas, mejoramiento del paisaje y la estética corregimental, educación y sensibilización ambiental, ocupación sostenible del territorio, entre otras”*. (Agenda Ambiental Corregimental, 2007)

Esta metodología contempla los siguientes criterios de valoración:

#### TIPOS DE AFECTACIONES

**CATEGORÍA 1:** Baja cobertura arbórea, Basuras y/o escombros, Potrero, Cultivos, Deslizamientos, Socavamientos

**CATEGORÍA 2:** Construcciones Civiles, Viviendas, Descarga Aguas Servidas, Contaminación (Agro)Industrial, Canalizaciones, Minería de lecho, de retiros y escombreras

"Para efectos de la evaluación de los trayectos de retiro se consideraron dos tipos de afectaciones: las de la *categoría 1*, que se caracterizan por que son relativamente fáciles de corregir o derivan de acciones naturales que son parte de la dinámica natural de las cuencas y los procesos de formación de los valles respectivos de cada quebrada, aunque pueden estar siendo activados y potenciados por la actividad humana. Entre estos están la baja cobertura arbórea en los retiros de quebradas, presencia de basuras y escombros en retiros y/o cauces, existencia de potreros y cultivos en zonas de retiro, fenómenos como deslizamientos, socavamientos laterales, etc.; y las afectaciones de la *categoría 2*, que se caracterizan por que son relativamente difíciles de corregir y derivan de la acción humana. Para la corrección de estos problemas se necesitaría una fuerte inversión económica, gran



desempeño tecnológico, incluso pueden generar problemáticas de otro orden como el social (por ejemplo el desalojar viviendas e industrias localizadas en retiros y zonas de alto riesgo), entre estas están las construcciones civiles públicas y privadas y las viviendas en zonas de retiro, las descarga aguas servidas directamente a los cauces, la contaminación generada por la industria y la agroindustria, las canalizaciones, la minería de lecho, minería en retiros y el establecimiento de escombreras" ("monitoreo de los recursos bosques y suelo en San Antonio de Prado, SMA, 2008) .

En los gráficos 3, 4 y 5 puede observarse la frecuencia con que se presentan los diferentes tipos de afectaciones a los retiros de las quebradas en San Antonio de Prado, en 2009.

Con base en estos tipos de afectaciones de las zonas de retiro y cauces, se procedió a la calificación del trayecto teniendo en cuenta los siguientes criterios propuestos en el estudio de monitoreo de 2008 y ajustados en un nivel de calificación por el presente estudio:

**Tabla 17** Valoración del Índice de Calidad Ambiental de los trayectos de retiros de quebradas (ICA) en SADEP, 2009

VALORACIÓN (ICA)	CALIDAD	DESCRIPCIÓN
4	MUY BUENO	0 Afectaciones de categoría 1 y 0 de Categoría 2
3	BUENO	1 afectación de categoría 1 y 0 de categoría 2
2	REGULAR	2-3 afectaciones categoría 1 y/o 1 de categoría 2
1	MALO	>3 afectaciones categoría 1 y/o >1 de categoría 2

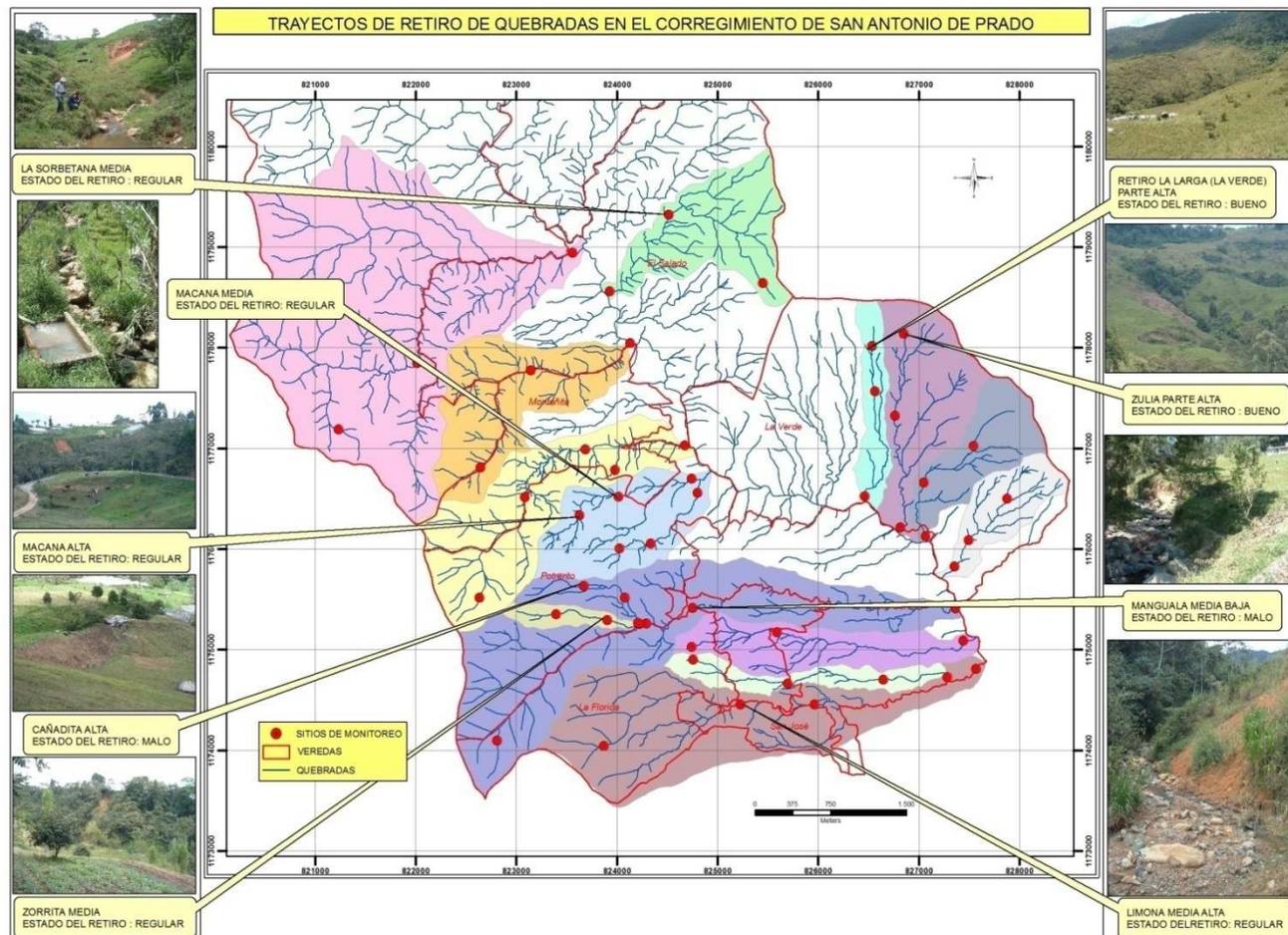
En este caso se modificaron levemente los niveles: el "Muy bueno" quedó igual; el "Bueno" se hizo un poco más estricto al pasar de 2 afectaciones tipo 1 a 1 sola afectación máxima; el "Regular" se hizo más estricto al pasar de permitir 4 afectaciones máximo del tipo 1 y/o 1 de tipo 2 a permitir máximo 3 de tipo 1 y/o 1 de tipo 2; el "Malo" aparece cuando se presentan 4 o más afectaciones tipo 1 y/o 2 o mas tipo 2. Esto permite tomar mejores decisiones en cuanto a compra de terrenos en estas áreas por parte de la alcaldía y sobre la urgencia de emprender proyectos de reconversión de prácticas productivas, sistemas de manejo agrotecnológicos e incluso de cambio de usos de la tierra.

Es importante anotar que tanto los tipos de afectaciones como los criterios propuestos, guardan relación con los criterios elaborados por el estudio de Actualización de la Red Hídrica de las Zonas Centro y Suroccidental de Medellín", 2006, aunque estos no llegan al nivel de detalle de aquel estudio, pero en cambio son fácilmente monitoreables en proyectos locales de autogestión, sin que pierda rigurosidad la información levantada, lo cual facilita la implementación de varios proyectos de manejo de cuencas y monitoreo que implican a las comunidades locales.

De todas maneras se recomienda que la Secretaría del Medio Ambiente haga un esfuerzo por construir una ecuación simple que permita valorar estos retiros y sus afectaciones con



mayor objetividad, asignando valores de ponderación a cada tipo de afectación, pues no todas las afectaciones tipo 1 o tipo 2 tienen la misma importancia en la realidad.



**Gráfico 29** Algunos trayectos de retiros de quebradas evaluados en SADEP durante 2009



Los resultados de la evaluación para cada trayecto aparecen en la tabla de Excel “Tabla de Calidad de Retiros” y se resume en las tablas 18 y 19. Como puede observarse, la mayoría de estas afectaciones no son difíciles de corregir, con un presupuesto moderado, voluntad política y participación social.

Existen afectaciones tipo 2, que en ocasiones no generan tanto impacto como podría pensarse. Es el caso de puentes en quebradas que no tienen construidas lozas en el cauce, ni muros de contención adjuntos, muros de gaviones y concreto en sectores pequeños a un lado del cauce, etc. En ese caso podría pensarse en ubicarlas en categoría 1 o incluso no considerarlas como afectaciones importantes desde el punto de vista ambiental.

El vertido de aguas residuales, aparece como un problema de difícil solución entre los tipos de afectaciones, pero en realidad, si se mira en la perspectiva de la ejecución de los planes de ciudad, referentes al saneamiento básico, en los cuales no sólo se implica a la alcaldía si no a EPM, e incluso recursos del orden nacional (transferencias), puede llegar a ser en poco tiempo un problema solucionado, que impactará fuertemente y de manera positiva el estado de los retiros y la calidad del recurso agua en el corregimiento. El mejor ejemplo se tiene con el proyecto de saneamiento básico emprendido por la alcaldía de Medellín y EPM en algunos sectores del corregimiento con resultados ambientales positivos.

Otra afectación de difícil solución es la invasión de viviendas en los retiros de quebradas, y de hecho la tendencia es aumentar este tipo de afectaciones que casi siempre llevan aparejados problemas de vertimientos de aguas residuales. Sin embargo, en el actual plan de desarrollo de Medellín existe un proyecto de ciudad que destinará cuantiosos recursos a la reubicación de viviendas que están en zonas de alto riesgo, invadiendo retiros, etc. San Antonio de Prado está considerado como una de las áreas de Medellín en donde se implementarán proyectos de reubicación de viviendas e incluso de barrios o sectores enteros. La Agenda Ambiental de San Antonio de Prado, y el PAAL en particular, contempla como propuesta en esa línea destinar entre el 5 y 10% de las nuevas viviendas de interés social que se están construyendo y que a futuro se construyan en la localidad, a reubicar a los propios habitantes del corregimiento que actualmente habitan en zonas de alto riesgo, en retiros de quebradas y espacios similares, y de esta manera dejar libres estas áreas de retiro e incorporarlas como espacios públicos que se destinen a usos como parques lineales o parques tradicionales asociados a quebradas.

La mayoría de las afectaciones catalogadas como de fácil o moderada solución (las de la categoría 1), están consideradas en La Agenda Ambiental Local y en el Plan de Acción Ambiental Local (PAAL). Varias de ellas se han abordado como fases preliminares de los proyectos correspondientes en el PAAL. El problema radica en que hasta ahora se han implementado por la vía de Presupuesto Participativo exclusivamente, cuyos recursos son muy limitados con respecto a las necesidades económicas y logísticas que demandan estos problemas. Es urgente que el municipio y las CAR destinen recursos propios ordinarios para

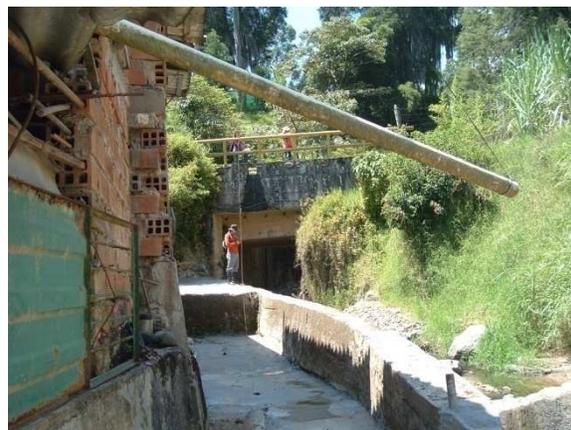


fortalecer o implementar los proyectos PAAL contemplados, referente a la solución integral de la problemática del agua y los espacios públicos del corregimiento.

### 11.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUNAS AFECTACIONES DE RETIROS Y CAUCES EN LAS QUEBRADAS EVALUADAS



**Fotos 27 a 30.** Invasión de retiros por galpones (La Candela Baja), ganadería (Sorbetana Baja), viviendas (Isabela Baja), y descargas directas (Manguala Baja)



**Fotos 31 a 36.** Invasión de retiros por ganadería provocando derrumbes (La Sorbetana Media), Infraestructura civil - Carretera (Larga El Salado - Alta), Deslizamientos en retiros bien conservados pero afectados por potreros mal manejados colindantes (Macana Alta), viviendas e Infraestructura (Manguala Media-Baja), Potreros de ganadería a gran escala ( Larga El Salado -Media) y descargas directas e infraestructura civil (Limona Baja)



**Fotos 37 a 40.** Invasión de retiros por infraestructura de acueductos, en el cauce, tomando todo el caudal en verano y dejando seco el cauce en trayecto (Manguala Media-Alta y Despensa Media -Alta, ambos afectados por bocatomas de EPM), Invasión de viviendas (Manguala Baja), Derrumbes naturales (La Zorrita -Alta),



**Fotos 41 a 44.** Invasión de retiros por ganadería (La Despensa Media), Socavamiento lateral (Macana Media), Invasión de viviendas (Macana Baja), Potreros de ganadería a gran escala y construcciones de muros de contención en el cauce, impidiendo la movilidad de fauna acuática ( La Candela -Media)



**Fotos 45 a 48.** Derrumbes en zonas de retiro bien conservadas debido a la mala disposición de aguas de escorrentía de invernaderos (La Larga), Derrumbe de gran magnitud (Limona Media-Alta y Popala Media), Entorramamiento y taponamiento de cauce en proyectos urbanísticos nuevos (Jacinta Media-Alta),

En la tabla 18 puede observarse en detalle las diferentes afectaciones que presenta cada uno de los 52 trayectos monitoreados.



**TABLA 18** Afectaciones en tramos de retiros en 16 microcuencas de SADEP, 2009

UBICACIÓN	PUNTO SIG	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	AFECCIÓN 8	OBSERVACIONES
ZORRITA - ALTA	WEC-624-39	BUENO	SOCAVAMIENTOS	DESPLAZAMIENTOS							Color cristalino, sin olor, hay carencia de cobertura vegetal en los sitios donde ocurrieron los derrumbes. Este sitio de monitoreo presento un secamiento completo en la época más seca durante unos días, al momento de monitoreo el tiempo estaba seco pero durante el día hubo lloviznas permanentes, hasta las 9:00 a.m. y durante la madrugada hubo lloviznas permanentes. Derrumbes en el margen izquierdo hacia arriba 50 metros, hacia abajo margen derecho uno a 30 metros y otro a 50 metros
ZORRITA - MEDIA	WEC-624-8	REGULAR	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESPLAZAMIENTOS	SOCAVAMIENTOS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA				Día soleado no llovió el día anterior, agua cristalina transparente sin olor. Ha ocurrido alguna pérdida de la cobertura boscosa en los retiros por causa de deslizamientos, y en otros sectores se han talado rastrojos bajos para establecer o mejorar potreros o recreativas. Existe infraestructura en el cauce asociada a la defensa del poliducto. Presenta las familias Hidropsychidae, Calamoceratidae, odonatas, Baetidae
ZORRITA - BAJA	WEC-624-3	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							La cobertura asociada al retiro se presenta en un ancho de 4 metros o menos, pero están aislados de potreros con alambre de púas; hay algunos trayectos de los retiros sin cobertura y permiten el paso de ganado; existe una estructura en concreto en el cauce, pero abandonada y parcialmente destruida, día seco y soleado, el día anterior no llovió, color transparente cristalino sin olor.
MACANA - ALTA	WEC-598-11	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS	DESPLAZAMIENTOS					Agua cristalina, transparente, sin olor, día soleado, sin lluvia, no llovió el día anterior. Ha mejorado bastante la calidad del agua desde que se impidió contaminación por la explotación de panela a partir de azúcar que era la mayor fuente contaminante junto con una marranera. Hay una invasión menor por un puente en la vía. La ganadería se presenta hacia arriba y abajo en la derecha. Hacia abajo a la izq. La mejor cobertura se presenta hacia arriba y a la izq. Se presenta un vertimiento directo hacia abajo

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

MACANA - MEDIA	WEC-598-16	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIO NES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESIZAMIEN TOS	SOCAVAMIENT OS					Invasión infraestructura por presencia de puente vial y disipadores de agua, falta cobertura hacia arriba y abajo, deslizamiento hacia arriba y abajo, y en punto de muestreo, agua cristalina, transparente sin olor.
MACANA - BAJA	WEC-624-25	MALO	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCION ES CIVILES EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTO S	DESIZAMIEN TOS		Cultivos permanentes, junto al sitio de muestreo existe un grupo de cuatro viviendas en el retiro con descargas directa, hay un puente vial, se presenta un derrumbe junto a sitio de muestreo (margen izquierda superior), agua con olor, turbia con color levemente blancuzco poca presencia de tubifex y caracoles (Physidae), roca fracturada por movimientos.
DESPENSA - ALTA	WEC- 624-38	MUY BUENO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mantiene su excelente estado de cobertura y protección ambiental, con retiros en bosques nativos de más de 100 metros a la redonda en el área de su nacimiento.
DESPENSA MEDIA -ALTA	WEC-598-19	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUCCIONE S CIVILES EN ÁREA RETIRO	DESIZAMIEN TOS							Invasión infraestructura asociado a acueducto de EPM, bocatoma y tanque de almacenamiento, EPM toma la totalidad del caudal en verano con lo cual un trayecto del del cauce permanece seco desde la bocatoma hasta el tanque de almacenamiento, retiro superior izquierdo rastrojo buen estado, plantación de pino. Retiro superior derecho 4 metros en rastrojo bajo con potreros aledaños, hacia abajo después de la vía retiros más afectados, deslizamiento hacia arriba margen derecho, agua cristalina transparente sin olor.
DESPENSA - MEDIA-BAJA		REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	DESIZAMIEN TOS	CONSTRUCCION ES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Fuerte olor, transparente, blancuzca, cristalina, presencia de espuma, invasión de potreros hacia arriba a ambos lados hacia abajo, lado izquierdo, invasión de cultivos hacia abajo mano derecha, algas verdes, presencia Tubifex, algas grises, invasión infraestructura un puente vial, hacia arriba se presenta rastrojo medio, falta cobertura punto de muestreo deslizamiento a lado izquierdo, poca basura en lecho.
DESPENSA - BAJA	WEC-624-21	REGULAR	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	SOCAVAMIENT OS								Agua cristalina, transparente con olor, presencia de poca espuma, dos vertimientos de casas en sitio de muestreo.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

<b>AFLUENTE DESPENSA - MEDIA</b>	<b>WEC-624-15</b>	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO						Agua transparente, incolora, cristalina, algas verdes, musgos en piedras, no hay tubifex, no hay caracoles, se presentan larvas de libélulas, hay presencia de escamas. Hay invasión de retiros por ganadera, pero a ambos lados hay sectores aislados con alambre, se presenta invasión de infraestructura 20 metros hacia abajo: puente, y obra de gran tamaño: descole en concreto y costales tierra-cemento. Hay baja presencia de Hydropsychidae, una larva similar a tubifex con cabeza negra, presencia de insecto pos. Leptocephidae, otra especie de concha (pos. Psephenidae), hacia abajo mayor cobertura en pasto y pino.
<b>MANGUALA - ALTA</b>	<b>WEC-624-37</b>	MUY BUENO	—	—	—	—	—	—	—	—	Día lluvioso en la madrugada y en la mañana hasta 15 minutos antes de la hora del muestreo por lo que estaba un poco sedimentado con hojas y residuos orgánicos del bosque, cristalino, sin olor, sin color. Mantiene excelente cobertura en toda la zona. Gran parte de su zona de nacimiento es pública y está dedicada a conservación
<b>MANGUALA - MEDIA-ALTA</b>	<b>WEC-624-5</b>	REGULAR	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Falta cobertura en el margen izquierda hacia arriba del punto de muestreo; Hay potreros en la margen derecha arriba del punto, pero aislados por retiro de 2 metros, con algunos trayectos sin cobertura; hacia abajo presenta infraestructura en el cauce y retiros asociados a acueductos comunitarios y de EPM, color cristalino transparente sin olor, día claro, no llovió el día anterior.
<b>MANGUALA - MEDIA-BAJA</b>	<b>WEC-624-4</b>	MALO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCI ONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	SOCAVAMIE N TOS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	Baja cobertura en lado izq. superior; Potreros en parte superior izq.; Presenta una explotación donde se tratan pollos y se arrojan vísceras y plumas al cauce; presenta varias construcciones de muros de contención hacia abajo del sitio de muestreo.
<b>MANGUALA - BAJA</b>	<b>WEC-624-2</b>	MALO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS			Existe invasión por infraestructura asociada a alcantarillado; el margen derecho presenta invasión de viviendas que descargan directamente; día soleado no llovió el día anterior, color transparente gris, se presenta tubifex y Chironomidae, presencia de larvas y zancudos, algas pardas grises en su mayoría y algas verdes en los bordes de las piedras.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

CAÑADITA - ALTA	WEC-598-9	REGULAR	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA					Agua cristalina, transparente sin olor, presencia de algas verdes filamentosas, baja presencia de flotadores (Gerridae), no hay tubifex, ni larvas de zancudos, día claro sin lluvia el día anterior, presencia de dos clases de flotadores de los que se sumergen (Corixidae, Naucoridae), no hay caracoles ni huevos de caracoles. Existen cultivos de pasto de corte en los retiros hacia arriba, se presentan daños en la poca cobertura arbórea que existía el año pasado, pero la calidad del agua (olor, color y bioindicadores) ha mejorado, probablemente por la construcción del alcantarillado.
CAÑADITA - MEDIA	WEC-624-10	REGULAR	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESPLAZAMIENTOS					Agua cristalina transparente, sin olor. Día de muestreo soleado, no llovió el día anterior. Se presenta un déficit en cobertura arbórea en ciertos trayectos que están en pasto de corte y principalmente en los ocasionados por derrumbes; ha mejorado la calidad del agua (organoléptica); presencia de flotadores (Gerridae), presencia de caracoles en baja cantidad (Lymnaeidae), poca presencia de bioindicadores, insectos constructores de casas (Hidropsychidae), baja presencia de platelmintos.
CAÑADITA - BAJA	WEC-624-6	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Día claro soleado, color transparente cristalino sin olor, no llovió el día anterior. Falta coberturas en retiros y están sin aislar. Se presentan algunas basuras debido a actividades recreativas
JACINTA - ALTA	WEC-624-13	MALO	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESPLAZAMIENTOS		Día soleado no llovió el día anterior, agua cristalina transparente sin olor. Ha ocurrido daños en la cobertura de los retiros por causas naturales (deslizamientos); se han incrementado las descargas de aguas servidas cerca al sitio de muestreo, por carencia de tanque séptico. Estos vertimientos directos también están aportando a las causas de deslizamientos asociados a retiros, los cuales ponen en riesgo viviendas. El sitio presenta un foco de deterioro ambiental en retiros, en comparación con el año anterior. Poca presencia de vida, algas pardas, presencia de tubifex.
JACINTA MEDIA-ALTA	WEC-624-14	MALO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	SOCAVAMIENTOS	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	DESPLAZAMIENTOS	Estos retiros continúan deteriorados y aumentan su deterioro en relación con el monitoreo anterior, por causas asociadas a mal manejo de agua e invasión por ganadería, hacia abajo presenta el paso de vía y más abajo sus retiros fueron invadidos por una urbanización que quitó los rastrojos y los convirtió en un engramado que sirve como zona recreativa a la urbanización. Ocasionalmente recibe descargas del parqueadero de Cootrasana. Carece de coberturas arbóreas en todo el trayecto y recibe algunas descargas directas hacia arriba. Falta de cobertura hacia arriba y abajo en su margen derecha e izquierda, se presenta un deslizamiento junto al sitio de muestreo y de mayor tamaño 50 metros hacia arriba, un vertimiento de casas 50 metros más arriba a la derecha del cauce.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

JACINTA - MEDIA-BAJA	WEC-624-24	REGULAR	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA					Invasión de infraestructura puente vial, falta cobertura hacia arriba y hacia abajo, alta presencia de basura en retiros y cauce, la calidad organoléptica del agua empeora debido al vertimiento directo de alcantarillado de la urbanización Barichara, color del agua gris opaca, fuerte olor, algas grises.
JACINTA - BAJA	WEC-624-22	MALO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CANALIZACIÓN	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO		Algas grises, totalmente canalizada, agua opacas grises con olor fuerte, situación organoléptica similar año anterior
LIMONA - ALTA	WEC-624-35	REGULAR	SOCAVAMIENTOS	DESIZAMIENTOS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros en el lado izquierdo buen estado aproximadamente 10 metros, en el lado derecho los retiros fueron parcialmente destruidos y ahora son de aproximadamente 5 metros pero sin aislamiento de los potreros.
LIMONA MEDIA - ALTA	WEC-624-36	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS	DESIZAMIENTOS					Al lado izquierdo falta cobertura arbórea debido a varios derrumbes que la destruyeron , al lado derecho tiene buena cobertura a la izquierda desde 40 metros hacia arriba y 40 metros hacia abajo del cauce hay un derrumbe de gran magnitud con 50 metros de altura el cual destruyo la vegetación arbórea que existía, presencia de flotadores negros muy pequeños de 2 mm, presencia de larvas de lepidóptero de 12mm de largo por 1 mm de grueso, de color gris cabeza café, o posiblemente dípteros que caminan como gusano alambre. Junto a ellos se encontraron tubos de queratina transparente y negra, presencia de platelminto 3 cm. de largo 1 ½ mm de ancho, Hay presencia de un insecto pos. Leptohyphidae, igualmente se presenta un Coleoptero ovalado negro que en su estado adulto es acuático o por lo menos se sumerge.
LIMONA MEDIA - BAJA	WEC-624-7	MALO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	SOCAVAMIENTOS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	Estos retiros se han deteriorado con relación al año anterior. La zona en rastrojos hacia arriba y a la izquierda, están invadidos por agricultura en áreas públicas no protegidas por el estado, lo que facilitó su invasión. Hacia arriba a la derecha continúa potreros sin aislamientos, y hacia abajo rastrojos, pero con descargas directas de algunas viviendas; y hacia arriba y abajo hay algunos vertimientos directos (2) de urbanizaciones nuevas, invasión de viviendas a 50 metros del sitio del muestreo y hacia abajo vertimiento de urbanización 50 metros a la izquierda del punto de muestreo y 60 metros del punto de muestreo vertimiento de dos viviendas.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

LIMONA - BAJA	WEC-624-1	MALO	CONTAMINACIÓN (AGRO)INDUSTRIAL	POTRERO EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	DESCARGA AGUAS SERVIDAS	SOCAVAMIENTOS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	CANALIZACIÓN	Día soleado, no llovió el día anterior, color gris, olor fuerte, socavamiento en el mismo sitio del año pasado, construcciones al margen derecho y con vertimientos directos, contaminación agroindustrial por chatarra y reciclaje.
CABUYALA - MEDIA	WEC-624-17	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	DESCARGA AGUAS SERVIDAS					Presencia de tubifex, algas pardas y grises, presencia de basura, no hay escombros, hacia abajo a la derecha y izquierda cultivos y hacia arriba pastos no usados en parque recreativo, hacia arriba no hay vertimientos industriales o de viviendas, no hay infraestructuras ni viviendas, hacia abajo una descarga directa de casa, hacia arriba y hacia abajo falta cobertura arbórea.
CABUYALA - BAJA	WEC-624-18	REGULAR	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Presencia de algas verdes, tubifex, agua cristalina tonalidad blanco, olor suave, infraestructura: bloques de edificios y puentes, presencia de caracoles (Lymnaeidae).
LARGA (LA VERDE) - ALTA	WEC-624-47	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Llovió el día anterior presencia de flotadores rojos (Gerridae), no hay algas ni basura, color del agua transparente, translúcida, sin olor.
LARGA (LA VERDE) - MEDIA	WEC-624-45	MALO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS			Color del agua suavemente turbia, sin olor, invasión del cauce con bocatoma que seca completamente la corriente en una parte del trayecto. En el sitio de muestreo donde está la Caña brava hubo corte parcial con lo cual se vio afectada la zona. 50 metros hacia abajo y a la derecha hay un derrumbe y 30 metros hacia abajo a la izquierda comienza la invasión de los retiros con casas (cerca de 30), las cuales hacen vertimiento directo al cauce afectándolo severamente, hay flotadores rojos y negros (Gerridae, Mesoveliidae), hay constructores de casas (Glossosomatidae, Hydropsychidae), Hydroptiliidae, Elmidae.
LARGA (LA VERDE) - BAJA	WEC-624-44	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN ÁREA RETIRO	SOCAVAMIENTOS						Agua algo turbia blancuzca, pero transparente clara, fuerte olor, alta presencia de Chironomidae. Ganadería a ambos lados, retiros pequeños a la izquierda menores de 5 metros, y fueron destruidos parcialmente hace poco. 30 metros arriba del sitio de muestreo hay socavamiento lateral, hay caracoles. Sitio de muestreo a 15 metros de la desembocadura.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

ZULIA - ALTA	WEC-624-48	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Llovió el día anterior, el sitio de muestreo está en la zona de nacimiento la cual posee cobertura de rastrojo bajo, pero mal aislado en su margen izquierda y sin aislamiento en la margen derecha, por lo que hay ingreso ocasionado de ganado a la zona, no hay presencia de vida.
ZULIA - MEDIA	WEC-624-46	MALO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESPLAZAMIENTOS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS			Llovió el día anterior, invasión de ganadería hacia arriba, invasión de vivienda una hacia abajo a la derecha, invasión de infraestructura 20 metros hacia abajo hay puente y Box culvert, presencia de platelmintos, presencia de gusanos similares Chironomidae, presencia de huevos pero no de caracoles, no hay algas.
ZULIA - BAJA	WEC-624-41	BUENO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA							Llovió el día anterior, color del agua, transparente, translúcida, sin olor poca basura, presencia de caracoles (Lymnaeidae), algas verdes, baja presencia de tubifex, insecto constructor de casas de dos especies (Hidropsychidae), margen derecho falta cobertura margen izquierdo, cultivos a 5 metros de distancia, cultivos pero en los 5 metros de retiro presenta protección arbórea.
ISABELA - ALTA	WEC-624-43	MUY BUENO	—	—	—	—	—	—	—	—	Llovió el día anterior. No hay basuras. En la margen derecha hacia abajo hay potrero aislado, en las demás partes rastrojo alto y caña brava, existe una bocatoma en el cauce, color del agua algo turbia blancuzca, sin olor, transparente, no hay tubifex, hay larvas constructoras de casas (Hidropsychidae) y tres especies de flotadores negro grande, rojo grande y negro pequeño (Gerridae y Mesoveliidae), pocas algas verdes.
ISABELA - MEDIA	WEC-624-42	MALO	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS SERVIDAS				Llovió el día anterior, baja presencia de algas verdes, baja presencia de caracol (Gastropoda), presencia de peces no identificados de 3 cm de largo similares a las buchonas. margen derecha hay cerca de 15 viviendas algunas de las cuales descargan directamente hacia abajo del punto de muestreo tiene mejor cobertura, los retiros (cultivos permanentes y guadua).
ISABELA - BAJA	WEC-624-40	MALO	CANALIZACIÓN	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS SERVIDAS			Color del agua café-gris turbia con olor, hacia arriba hay socavamiento lateral del cauce (la loza), hay alta presencia de tubifex y algas pardas presencia de platelmintos, caracoles.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

<b>SORBETANA -ALTA</b>	<b>WEC-624-30</b>	MUY BUENO								Agua cristalina transparente sin olor, buena cobertura, hubo lluvia en la mañana.
<b>SORBETANA -MEDIA</b>	<b>WEC-624-29</b>	REGULAR	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN ÁREA RETIRO	DESIZAMIENTOS	SOCAVAMIENTOS				Agua transparente cristalina si olor, algas verdes, constructores de casas (Hydropsychidae), 25 metros arriba del punto de muestreo los retiros están protegidos con rastrojo, hubo lluvia en la mañana.
<b>SORBETANA -BAJA</b>	<b>WEC-624-27</b>	MALO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS SERVIDAS				Hubo lluvia en la mañana, existe infraestructura: puente vial, presencia de algas pardas. Agua levemente blancuzca, transparentes sin olor, presencia de Baetidae), presencia de flotadores rojos y negros (Gerridae, Mesoveiidae), alevinos de capitán o Corroncho, algas verdes, insectos que construyen casas (Hydropsychidae).
<b>POPALA -ALTA</b>	<b>WEC-624-51</b>	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Presencia de flotadores (Gerridae). Agua sin color, sin olor. Se ha modificado el sitio de monitoreo tradicional y se bajó un poco más hasta los puntos referenciados debido a que se consideró mejor ubicación para el sitio de muestreo, en el nuevo lugar hay una bocatoma para una vivienda. Hacia arriba del punto de muestreo los dos afluentes tienen coberturas pequeñas a lado y lado, pero sin aislamiento; el resto está rodeado de potreros. 8 metros arriba del punto de muestreo es la confluencia de dos arroyos que conforman el cauce de la Popala Alta, hacia abajo del punto del muestreo los retiros se deterioran notablemente y se encuentra 30 metros más abajo con una vía interna.
<b>POPALA -MEDIA</b>	<b>WEC-624-50</b>	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Agua traslucida, transparente, sin olor. Presencia de algas pardas, presencia de flotadores negros (Gerridae). Abundantes insectos constructores de casa con hojas y piedras (Hydropsychidae), presencia de insectos que forman concha helicoidal (Helicopsychidae), tubifex (Tubificidea) se presenta en un punto muy localizado influido por descarga concentrada de potrero; hay flotadores de color marrón (Gerridae). Falta cobertura en la margen derecha hacia arriba del punto de muestreo en un sector, y hacia abajo en ambos lados, la margen derecha en toda su longitud está afectada por potreros y un gran derrumbe; hacia arriba a la derecha por potreros en la mitad del trayecto y hacia arriba a la izquierda está en buen estado, no hay variación considerable con respecto al año anterior, deslizamiento hacia abajo margen izquierdo de gran tamaño.

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

POPALA - BAJA	WEC-624-49	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						En la margen derecha falta cobertura, hay potreros sin aislamientos y en la margen izquierda rastros bajos sin aislamientos principalmente de caña brava. Presencia de flotadores negros (Mesoveliidae), algas verdes, hay caracoles abundantemente (Physidae, Lymnaeidae), color del agua levemente turbia, levemente blancuzca, sin olor, color translucido claro. Hay insectos constructores de casas (Hydropsychidae), algas pardas, igualmente se presenta en abundancia los Helicopsychidae
LARGA (EL SALADO) - ALTA	WEC-624-31	BUENO	BASURAS Y/O ESCOMBROS							Día soleado, hubo lloviznas en el amanecer, agua transparente sin olor, cristalina, musgos, algas en las rocas, así como hepáticas, algas verdes, insectos constructores de casas (Hydropsychidae), retiros en buen estado arriba y abajo.
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	WEC-624-32	BUENO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros hacia abajo invadidos por potreros a la izquierda, aislados hacia la derecha con rastros. Agua incolora, transparente, sin olor. Hay Hydropsychidae, no hay algas, pescadito de plata cuerpo 12mm, cola 8mm, ancho del cuerpo 3mm (pos. Leptophlebiidae). Hay infraestructura: muro de contención en cauce. Invasión de potreros en la margen derecha: potreros Alberto Sierra; margen izquierda plantaciones de forestales Doña María.
LARGA (EL SALADO) - BAJA	WEC-624-28	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	SOCAVAMIENTOS				Hacia arriba presenta invasión con potreros a ambos lados, sin aislar. Hacia abajo a la derecha vivienda con descarga.. Junto al sitio existe puente vial. Estado general similar al año anterior, pero ha disminuido un poco la presencia de macroinvertebrados y su diversidad.
BARRO AZUL - ALTA	WEC-624-12	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA					Agua cristalina transparente, sin olor, día soleado, no llovió el día anterior, día sin lluvia. Los retiros al margen izquierda están en proceso de aumentar la invasión al talar alguna cobertura y reemplazarla por pasto para ganadería; se presenta mucha basura generada por la vivienda cercana que arroja los basuras al retiro, a pesar de que tiene la posibilidad de la recolección de EVM. Hacia arriba a la derecha hay sectores en bosque, y hacia arriba a la izquierda hay potreros y pequeños parches de bambú, árboles dispersos, todo el lado izquierdo fue afectado por daño parcial en la cobertura, hay presencia baja de Chironomidae, en general hay poca presencia de vida; hay poca presencia de pulga de agua (Corixidae)

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL MONITOREO DEL  
RECURSO HÍDRICO EN EL CORREGIMIENTO DE SAN  
ANTONIO DE PRADO DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN



Alcaldía de Medellín  
Secretaría del Medio Ambiente

<b>BARRO AZUL - MEDIA</b>	<b>WEC-624-52</b>	REGULAR	POTRERO EN ÁREA RETIRO	CONSTRUCCIONES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESPLAZAMIENTOS				Hacia abajo del sitio de muestreo hay retiro arbóreo de menos de 5 metros intervenido con potreros con riego de excretas, a 10 metros del sitio de muestreo esta el tanque del acueducto y la bocatoma, además un muro de contención en el cauce. La cobertura hacia arriba a la derecha buen estado rastrojo alto más de 10 metros de ancho, hacia la izquierda hacia arriba menos de 5 metros con arboles dispersos, grama loco y luego potreros, y hacia abajo ambos lados rastrojos ralos de menos de 5 metros y luego potreros. En el sitio de muestreo un derrumbe hacia abajo a la derecha de pequeña magnitud y el derrumbe hacia la izquierda ya está cubierto de vegetación, principalmente gramíneas. Se presentan alevinos de Corronchos.
<b>BARRO AZUL - BAJA</b>	<b>WEC-624-23</b>	REGULAR	CULTIVOS EN ÁREA DE RETIRO	CONSTRUCCIO NES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	DESPLAZAMIENTOS	SOCAVAMIENTOS			Infraestructura puente vial, cultivos Permanente mezclado con pasto de corte hacia arriba y abajo, agua cristalina, transparente, sin olor, se presenta Tubifex.
<b>CANDELA ALTA</b>	<b>WEC-598-33</b>	MUY BUENO								Punto muestreado 10 metros arriba de la bocatoma, el sitio de muestreo esta 3 metros arriba de un afluente del cauce principal, hay presencia de flotadores grises y rojos (Gerridae), algas verdes en el mismo sitio hay bocatoma de acueducto.
<b>CANDELA MEDIA</b>	<b>WEC-598-34</b>	MUY BUENO								Cobertura en rastrojos altos y bosques secundarios, agua incolora, transparente, sin olor, no hay presencia de algas, se presenta un gusano rojo parecido a tubifex en tamaño y forma pero más delgado y menos rojizo de color marrón, hay constructores de casas (Hydropsychidae).
<b>CANDELA BAJA</b>	<b>WEC-624-26</b>	MALO	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUCCIO NES CIVILES EN ÁREA RETIRO	POTRERO EN ÁREA RETIRO	VIVIENDAS EN ÁREA RETIRO	SOCAVAMIENTOS	DESCARGA AGUAS SERVIDAS		Puente vial, 2 casas al lado del muestreo, agua con olor, un poco turbia blanquecina, no presencia de algas, presencia de pescadito de plata (pos. Baetidae), poco tubifex, y poco Chironomidae.



Como puede observarse en la tabla 19 y en los gráficos 30 y 31, la calidad de los retiros para 2009 es "muy buena" (4) en 6 sitios (12%) de los 52 evaluados, correspondiendo a las partes altas de 5 quebradas y una parte media; la categoría de "buena" (3) se presenta en 10 de los 52 sitios (19%); en contraste los trayectos con calidad "regular" (2) y "mala" (1), que se presentan en 22 y 14 sitios (42% y 27%) respectivamente, es decir, cerca del 70% de los trayectos tiene calidad de retiros deficiente y por lo tanto requieren mejoramiento.

Al observar los gráficos de calidad de aguas y retiros, puede constatar que entre el 70% y el 80% de los trayectos de retiros y sitios de calidad de aguas son deficientes, lo cual señala la magnitud del problema de microcuencas en SADEP y la urgencia de apoyar con presupuestos adicionales a los de PP los procesos que se llevan actualmente de gestión socioambiental en quebradas, reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológicos, adquisición de predios en zonas de nacimientos y retiros par conservación, entre otros, e iniciar proyectos de fortalecimiento y apoyo técnico y logístico a las organizaciones locales que gestionan por el mejoramiento ambiental.

También muestra la importancia de no interrumpir el programa de monitoreo de recursos naturales, que es el mejor, si no el único, elemento que permite identificar la realidad ambiental del territorio y los impactos generados por las intervenciones.

Precisamente con estos monitoreos ha logrado identificarse que la situación general es delicada, pero así mismo que las pocas intervenciones en cuanto a mejoramiento ambiental están dando buenos resultados, tal como se ha mostrado a lo largo del informe.

**Tabla 19** Calidad del agua y trayectos en 16 quebradas de San Antonio de Prado 2008 y 2009

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)
BARRO AZUL - BAJA	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
BARRO AZUL - MEDIA	MALO	REGULAR	REGULAR	BUENA
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
LA CABUYALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA
LA CABUYALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA
LA CAÑADITA - BAJA	BUENO	REGULAR	MALA	REGULAR
LA CAÑADITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR
LA CAÑADITA - ALTA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR
LA DESPENSA -BAJA	MALO	REGULAR	MALA	REGULAR
LA DESPENSA - MEDIA -BAJA	MALO	REGULAR	MALA	MUY MALA
LA DESPENSA - MEDIA -ALTA		REGULAR		REGULAR
LA DESPENSA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	BUENA	REGULAR
LA ISABELA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	MALA
LA ISABELA - MEDIA	BUENO	MALO	REGULAR	REGULAR
LA ISABELA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	REGULAR	REGULAR
LA JACINTA - BAJA	MALO	MALO	MALA	MUY MALA



LA JACINTA - MEDIA-BAJA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR
LA JACINTA - MEDIA-ALTA		MALO		REGULAR
LA JACINTA - ALTA	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	MUY BUENO	BUENO	REGULAR	BUENA
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	BUENO	REGULAR	MALA	MALA
LA LARGA (LA VERDE) - MEDIA	MALO	MALO	MALA	REGULAR
LA LARGA (LA VERDE) - ALTA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA LIMONA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	MUY MALA
LA LIMONA - MEDIA- BAJA	REGULAR	MALO	REGULAR	REGULAR
LA LIMONA - MEDIA- ALTA		REGULAR		REGULAR
LA LIMONA - ALTA	BUENO	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
LA MACANA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	MALA
LA MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LA MACANA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
LA MANGUALA - BAJA	MALO	MALO	MALA	MUY MALA
LA MANGUALA - MEDIA-B	REGULAR	MALO	MALA	MALA
LA MANGUALA - MEDIA-A	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LA MANGUALA - ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	REGULAR	BUENA
LA POPALA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA POPALA - MEDIA	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA POPALA - ALTA	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA SORBETANA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR
LA SORBETANA - MEDIA	BUENO	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE
LA SORBETANA -ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENA	EXCELENTE
LA ZORRITA -BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LA ZORRITA - ALTA	BUENO	BUENO	REGULAR	EXCELENTE
LA ZULIA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR
LA ZULIA - MEDIA	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR
LA ZULIA - ALTA	BUENO	BUENO	REGULAR	BUENA
LA CANDELA - BAJA		MALO		REGULAR
LA CANDELA - MEDIA		MUY BUENO		REGULAR
LA CANDELA - ALTA		MUY BUENO		BUENA
AFLUENTE DESPENSA		REGULAR		REGULAR

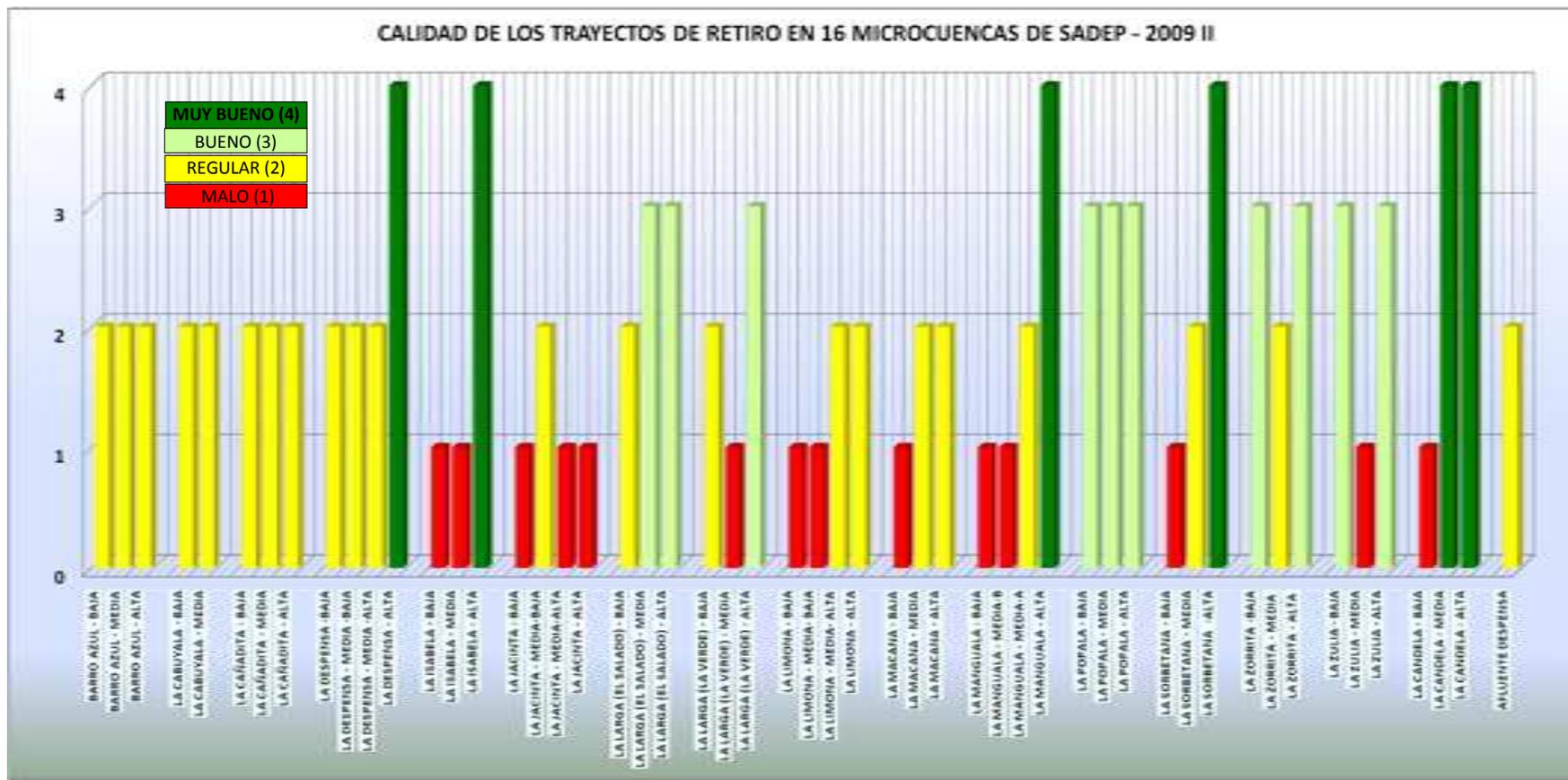
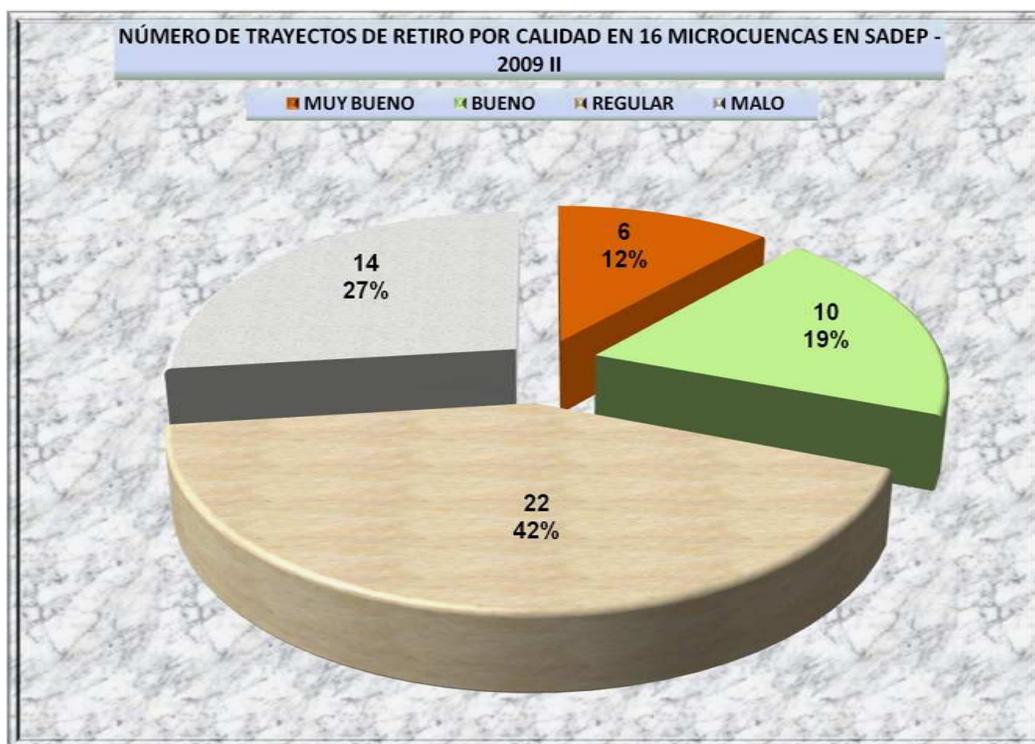


Gráfico 30 Calidad de los trayectos de retiros de quebrada en 16 microcuencas de San A. de Prado, 2009



**Gráfico 31** Número y porcentaje de trayectos de retiro, según la calidad

En los gráficos 3, 4 y 5 puede apreciarse los tipos de afectaciones encontrados y sus frecuencias en los tramos de quebradas evaluados.

La poca cobertura arbórea o de protección y la invasión por potreros, así como los socavamientos laterales se muestran entre los más importantes factores de deterioro

Corresponde reiterar el llamado de 2008 con relación a que estos tres tipos de afectaciones de retiros, se relacionan con la ganadería. Esta actividad económica ha resultado ser altamente impactante sobre los recursos naturales: el agua está siendo contaminada por excretas cargadas de coliformes; los suelos están erosionándose a ratas muy superiores a la de los niveles de formación natural del suelo, por consiguiente se genera una clara insostenibilidad ambiental y económica; el aire sufre recurrentes niveles de malos olores y los bosques nativos ven cada vez más reducidas sus áreas que son transformadas en potreros.

El sistema de producción de ganadería en laderas es inadecuado para las condiciones climáticas, edáficas y topográficas del corregimiento, principalmente cuando no se establece bajo sistemas de manejo agrotecnológicos artesanales avanzados, según la categorización del sistema Tosi para Colombia.



Las tendencias de deterioro ambiental no son inevitables, ni son intrínsecas a la producción ganadera o porcícola. Es asunto de un mal diseño en los sistemas de producción imperantes. Es perfectamente posible mantener las actividades productivas ganaderas, sin generar impactos ambientales negativos, siempre que se transformen los sistemas de manejo agrotecnológicos, se implementen tecnologías apropiadas al entorno y a las condiciones ambientales locales y se realice una clasificación científica de la capacidad máxima de uso de la tierra con un sistema como el de Tosi para Colombia.

La comunidad local viene trabajando por lograr un mejoramiento general de los trayectos de quebradas mediante actividades como convites o la gestión y ejecución de pequeños proyectos de aislamiento, reforestación, limpieza, educación, etc. Casi siempre están inspirados en los proyectos contemplados en el PAAL y gestionados en el marco de PP, lo cual ha resultado insuficiente. Igualmente se ha incrementado las actividades de denuncias y solicitudes en los escenarios de la Mesa Ambiental, pero ante la debilidad evidente de esta forma organizativa los resultados para el control de afectaciones resultan mínimos, aunque importantes y aleccionadores.

Otra estrategia contemplada en el PAAL e iniciada en algunos sectores es la construcción de parques lineales pequeños, que pueden ser una gran estrategia que contribuya a mejorar la calidad física y ambiental de los retiros, pero se requiere también complementarlos con campañas fuertes sobre manejo social de estas áreas, con construcción de obras de saneamiento básico, realización de expediciones territoriales y de planeación, desarrollo de campañas que incrementen la cultura ambiental y el sentido de pertenencia social por estas áreas, para evitar su descuido, como ocurre en varios sectores del parque lineal La Jacinta. Actualmente se ha logrado intervenir retiros con este enfoque en La Mangual Media y La Limona Media.

Las zonas de retiro de quebradas se vuelven cada vez más estratégicas para el corregimiento y su crecimiento urbanístico equilibrado. El corregimiento demanda superiores niveles en área y calidad con referencia a zonas recreativas, y espacio público en general, el cual resulta ser el más bajo por persona en el ámbito municipal, incluso tiene inferiores niveles que los de la zona urbana de Medellín.

El PAAL también contempla algunos proyectos para la protección y la consolidación ambiental de los retiros de quebradas, como los siguientes: ARR-1 "Gestión Socioambiental en quebradas con metodologías participativas"; ARR-2 "Mantenimiento autogestionado de retiros de quebradas con organizaciones locales, mediante contratos de mantenimiento"; AEF-1 "Constitución y fortalecimiento de 10 laboratorios vivos, asociados a PRAE"; BRP-1 "Consolidación de áreas de retiro privadas y públicas"; BRP-2 "Construcción y manejo comunitario de senderos ecológicos asociados a retiros de quebradas y laboratorios vivos"; BRC-1 "Compra de predios y áreas de retiro prioritarias para la conservación en San Antonio de Prado"; BEI-2 "Manejo de áreas de retiros y parques lineales"; OEP-1 "Diseño y Construcción de parques lineales".

## 12. OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Durante los últimos monitoreos del recurso agua en San Antonio de Prado se ha constatado que las limitaciones que impone la disponibilidad del agua con calidad, para la población, se están haciendo cada vez más evidentes, en especial para los usos agropecuarios y domésticos en las zonas rurales, y para los usos recreativos en las zonas urbanas. Esta baja disponibilidad real está asociada no a la cantidad total del recurso en el territorio, si no a su contaminación. El principal factor de contaminación del recurso en las partes altas y medias de las quebradas tiene que ver con la ganadería en laderas asociadas a riego de excretas de porcícolas y establos de ganado de leche y con la invasión de retiros y zonas de nacimientos de quebradas.

Algunos de los casos más notables de contaminación y deterioro progresivo de cauces, durante 2009, relacionado con la ganadería y porcicultura mal manejadas, se encuentran en las quebradas La Despensa, que en su parte media recibe fuertes descargas de marraneras, pisoteo directo de ganado y principalmente continua recibiendo las descargas de la planta de lácteos La Fortuna (sueros y aguas de lavado: mezcla suero-detergentes), afectando hacia abajo todas las posibilidades productivas, educativas y recreativas, así como las propiamente ambientales. La Larga y La Candela en su paso por las grandes fincas ganaderas y las porcícolas, ven afectados fuertemente sus recursos: los retiros son prácticamente inexistentes y los cauces reciben descargas del lavado de marraneras y provenientes del riego de excretas que se realizan diariamente en sus potreros que al estar en laderas fuertes y sin retiros reciben parte de la carga líquida; pero además el lavado de la planta de sacrificio de cerdos en Porcicarnes genera frecuentemente el teñido rojizo de los cauces por la recepción de mezclas de sangre y detergentes, destruyendo paulatinamente la rica vida acuática de estas quebradas aguas abajo y haciendo inutilizable el recurso durante varias horas al día (hasta que es lavado naturalmente por la corriente).

Si bien algunas quebradas son usadas en actividades agropecuarias y recreativas en las partes medias, su grado de contaminación representa un claro riesgo para la salud humana y animal. Esta situación, sobre la calidad general de las microcuencas, se agrava cuando se tiene en cuenta el estado de los retiros de quebrada que en su mayoría están en regular o mal estado, lo que hace más difícil su dedicación a actividades recreativas, de turismo, educación, etc. De nuevo los mayores daños a retiros de quebradas se relacionan con las actividades ganaderas, que intervienen los retiros talando las coberturas vegetales arbóreas y dedicándolas a pastos, exponiendo los cauces al pisoteo directo por el ganado y a la recepción de excretas, pero además convirtiéndose en el factor detonante de socavamientos laterales y posteriores movimientos en masa.



La falta de control por parte de las autoridades ambientales con relación al vertido de aguas residuales (principalmente las provenientes de establos, porquerizas y en menor escala de trucheras) y a la invasión de retiros de quebradas y zonas de nacimientos, se ha convertido en un aliciente para que estas prácticas se vuelvan cotidianas y frecuentes. Es evidente su aumento: ahora se talan mas retiros y se extienden los potreros hasta los cauces y además se establecen porquerizas y establos por encima de las cotas que tradicionalmente habían sido respetadas. Durante 2009 se perdieron (o están en ese proceso) por lo menos 3 zonas de nacimientos de quebradas junto a los cuales se establecen marraneras que posteriormente se asocia a la ganadería en laderas con libre pastoreo, convirtiéndose en las futuras zonas de contaminación desde las partes altas de las quebradas y en las zonas que sufrirán los movimientos en masa dentro de pocos años. A pesar de las quejas y denuncias de habitantes cercanos y de formas organizativas como la Mesa Ambiental o JACs, la autoridad ambiental (Corantioquia) y el mismo municipio de Medellín no actúan con rapidez o simplemente no actúan y la problemática se acrecienta.

Como resultado de esta compleja situación socioambiental, los esfuerzos por mejorar las condiciones de calidad ambiental de retiros y del agua en el corregimiento, por la vía de PP, se ven contrarrestados por la dinámica de uso insostenible de la tierra y por los inadecuados sistemas de manejo agrotecnológicos de muchos predios que no son controlados por las autoridades ambientales.

El panorama anterior implica una pérdida real en las oportunidades presentes y futuras del corregimiento para ser sostenible en cuanto a áreas destinadas a la producción agropecuaria y a la provisión de espacios públicos que están demandando los habitantes en las partes medias y bajas, así como para la provisión de espacios para el desarrollo de la vida de otras especies y de los ecosistemas estratégicos y demás ecosistemas vitales para el logro del desarrollo sostenible que dicta la Constitución Nacional y los planes de desarrollo local, municipal, metropolitano y departamental.

Existe una relación entre la contaminación del agua y la sostenibilidad del desarrollo agropecuario y seguridad alimentaria local, debido a la disminución de la disponibilidad del recurso, lo cual limita fuertemente la productividad en épocas secas o bajo tecnologías productivas alternativas como los invernaderos, los establos, etc. que dependen completamente del riego o el suministro artificial del agua.

La anterior situación demuestra como un problema ambiental puede determinar la sostenibilidad económica de un sistema productivo y consiguientemente de una forma de producción social, en este caso la campesina, así: si no hay posibilidad de riego por contaminación excesiva del recurso agua, la rentabilidad productiva agropecuaria baja y se hace insostenible económicamente y a su vez esto ocasiona que el sistema productivo campesino colapse y ceda ante alternativas económicas más rentables como la venta del predio para uso recreativo o para urbanismo.



En este sentido la recuperación y conservación del recurso agua y los recursos asociados que la determinan como el suelo y los bosques, debe ser considerado como línea de acción estratégica por el municipio y el corregimiento en particular. En esta perspectiva un proyecto de ciudad, contemplado en el Plan ECO, en el SIGAM y en el actual Plan de Desarrollo, como es el de Distrito Rural, puede llegar a fracasar si no se tiene en cuenta la conservación de los recursos naturales claves para su implementación sostenible: el agua, el suelo y los bosques. Los actuales proyectos de Planes Estratégicos Corregimentales que adelanta la alcaldía de Medellín, deberá tener en cuenta muy seriamente este factor, cuando plantee estrategias de producción y manejo sostenible del territorio.

La pérdida paulatina de relictos de bosques y rastrojos, no sólo está ocasionando la pérdida de los últimos hábitats disponibles para muchas especies del corregimiento, en el Romeral y la formación del Barcino, si no que está contribuyendo a la disminución de la oferta hídrica en las partes altas de las montañas, las proveedoras actuales y futuras del agua para los acueductos comunitarios y la producción agropecuaria sostenible. Pero además está dificultando y hasta impidiendo el logro de otro objetivo estratégico de ciudad y región: la consolidación del Área de Reserva al Occidente del Valle de Aburrá, AROVA. Es urgente implementar medidas de estímulos e incentivos económicos para la conservación de estas áreas proveedoras de bienes y servicios ambientales vitales para el desarrollo sostenible de los territorios, además de la exención total o parcial del pago de impuesto predial.

La estrategia de compras de predios para dedicarlas a la protección de zonas de nacimientos de quebradas y retiros claves por parte de la alcaldía de Medellín (Secretaría del Medio Ambiente) ha dado resultados excelentes en los pocos casos en que se ha implementado. Es urgente acelerar y acrecentar este programa, debido a que marcha de manera muy lenta y con alcances muy por debajo con relación a las necesidades reales del corregimiento (y en general de la corregimentalidad en Medellín) y con relación a la fuerza de los hechos, es decir, con relación a la dinámica socioeconómica de ampliación de la frontera pecuaria a costa de los últimos relictos de bosques y rastrojos que le quedan al territorio y que son la garantía de sostenibilidad ambiental y económica a mediano y largo plazo, para la ciudad.

Cuencas claves para la sostenibilidad territorial y para la oferta de bienes y servicios ambientales como el agua, que en últimas determinan la sostenibilidad productiva, no están siendo visualizadas por el municipio para adquisición de sus partes altas. Cuencas como la Limona (de la que dependen más de tres acueductos comunitarios que sirven a cerca de cinco mil personas), La Zulia y La Isabela en La Verde (que surten dos acueductos comunitarios), La Despensa (de la que dependen más de dos acueductos, entre los que está el de EPM que surte a la zona urbana del corregimiento, ahora con más de 90.000 habitantes, y en el que La Despensa es una de las 3 fuentes proveedoras), La Candela y La Larga de Yarumalito- El Salado (de la que depende la sostenibilidad de gran parte del sector agropecuario corregimental y que seguramente, junto con otras 3 quebradas de Yarumalito y Astilleros serán la reserva y garantía del recurso para San Antonio de Prado y zonas cercanas en pocos años y que hacen parte de los ecosistemas estratégicos consignados en



el Plan ECO, en el POT, en el POMCA Doña María, en El AROVA y otros) no son visualizadas en el programa de adquisición de predios.

No hay justificación técnica, económica, ambiental y social, para que los estudios anteriores relacionados con la identificación de cuencas que deben ser adquiridas por el municipio con miras a garantizar la protección de las zonas de nacimientos de agua que proveen el bien ambiental agua a los acueductos locales, no hayan considerado prioritario estas cuencas siendo las que actualmente y desde hace muchos años, son las mayores proveedoras del recurso para la comunidad. Mientras tanto sus partes altas están siendo destruidas debido en últimas a la carencia de alternativas de uso brindadas a los propietarios, apoyadas por el estado y además debido a la carencia de implementación de los pagos por servicios ambientales, muchas veces pregonados y nunca realizados.

El corregimiento aún está a tiempo de revertir el proceso actual de deterioro. Con inversiones moderadas puede implementar acciones de recuperación del agua y los retiros de quebradas, diseñar y construir espacios públicos asociados a estos escenarios, como parques lineales, laboratorios vivos, corredores biológicos, miradores, tramos en adopción, etc. La mayoría de las acciones y proyectos para el logro de este propósito están contemplados en el PAAL de San Antonio de Prado 2007 - 2019, como parte de su Agenda Ambiental Local, algunas de cuyas estrategias buscan revertir la pérdida de oportunidades de disfrute social relacionadas con el uso de las espacialidades con cualidades ambientales.

El uso y manejo sostenible del recurso agua en el corregimiento está profundamente ligado a las condiciones socioculturales. La debilidad local en cuanto a la conformación y la práctica de una cultura ambiental comprometida con el territorio, generadora de sentido de pertenencia y de responsabilidad social, hace que los fenómenos de contaminación y destrucción de los recursos naturales, no sean considerados prioritarios en los planes de intervención, o por lo menos la comunidad no los visualiza como de competencia individual o ciudadana, si no como una competencia estatal. Esto hace que la problemática de destrucción del recurso y los retiros de quebradas sea vista como algo con un *origen ajeno*, cuya solución debe estar en manos del estado exclusivamente.

No obstante, existen otras causas que no son culturales, si no más bien económicas como la pobreza, que hacen que la relación sociedad/naturaleza de por resultado el daño profundo de la naturaleza, con consecuencias directas sobre la sociedad. Por ejemplo los barrios de invasión o ubicados en zonas de alto riesgo, carentes de servicios de saneamiento como alcantarillados o recolección de basuras, estimulan que los procesos de contaminación se acrecienten; esto a su vez genera desapego social por el entorno, el cual es afectado en una espiral creciente. Situaciones como las presentadas en los sectores de Los Vargas, La Florida parte baja, Las Camelias, María Auxiliadora, Guayabal la Oculta, Santa Rita, entre otros, no dan espera para obtener su solución a la demanda de saneamiento básico.

En las zonas rurales del corregimiento la pobreza y la falta de programas estructurados para el campo, técnica y científicamente planeados, hace que no se presenten alternativas de



manejo para las fincas. Mientras no existan programas y proyectos a gran escala, serios, bien presupuestados, con visión de largo plazo, para implementar una reconversión tecnológica en los sistemas de producción locales, es casi imposible pensar en descontaminar las fuentes hídricas desde las partes altas y medias, ni detener la destrucción de los bosques y el suelo, que en últimas determinan la abundancia y buena calidad del agua en la localidad. El PAAL 2007 - 2019, de la Agenda Ambiental Corregimental, contempla varios programas y diversos proyectos que contribuyen en la solución de la problemática planteada, pero la mayoría de ellos aún no se implementan completamente por falta de recursos económicos, que de acuerdo con la Agenda Ambiental, son muchas veces superiores a los que puede aportar el proceso de PP, por lo que se necesita un aporte muy fuerte de recursos ordinarios.

Un factor determinante en la recuperación y manejo integral del recurso es la acción estatal en el manejo racional de aguas residuales. Es inaplazable la construcción completa de alcantarillados con sus colectores respectivos y su posterior tratamiento en la Planta de San Fernando y debe cubrir toda la zona urbana del corregimiento. En la zona rural debe completarse la construcción de tanques sépticos, pero es necesario revisar sus características técnicas, pues en algunos casos están generando mayor contaminación con respecto a los anteriores pozos sépticos de infiltración que existían en algunas fincas. En algunas partes de veredas como El Salado, La Verde, Potrerito, con núcleos de viviendas, es conveniente evaluar la conveniencia de establecer pequeñas plantas de tratamiento locales, en caso de que no sea posible la construcción de alcantarillados ni tanques sépticos individuales.

En urgente que el municipio exija a Corantioquia y principalmente á Área Metropolitana que hagan control sobre los vertidos de empresas y urbanizaciones construidas recientemente, las cuales están vertiendo directamente a las quebradas todo o parte de sus aguas residuales, igualmente es necesario exigirle a EPM que repare los alcantarillados que recogen las aguas servidas de la urbanización Barichara y otras cercanas, pues su vertimiento a La Jacinta la deterioró desde hace más de un año de manera dramática, impactando además a La Limona y consiguientemente dañando el entorno del único parque lineal del corregimiento: el de La Jacinta.

A nivel estratégico, se recomienda profundizar la implementación del SIGAM a nivel local, a través de la ejecución del PAAL SADEP 2007-2019 en su integralidad. Es indispensable respetar su visión sistémica y sinérgica con respecto a la implementación de los proyectos planteados como los de recuperación y gestión socioambiental en microcuencas, MIRS, PRAE, saneamiento básico, conformación de distrito rural, reconversión agrotecnológica, convenios producción limpia, monitoreo de recursos naturales, diseño construcción y administración de parques lineales, constitución del parque de occidente, compra de predios para conservación y otros que aparecen referenciados en cada uno de los capítulos tratados antes.



No es posible técnica, logística y económicamente, que el PAAL SADEP sea implementado enteramente con recursos de PP, por lo cual es indispensable el aporte económico, del municipio, las CAR y los institutos descentralizados. Estos recursos deben ser concertados y coordinados por el SIGAM de Medellín, bajo los criterios consignados en el PAAL de San Antonio de Prado.

Finalmente conviene reiterar que la alcaldía de Medellín debe proceder con más energía frente a las autoridades ambientales que ejercen en el corregimiento (Corantioquia y Área Metropolitana), para que realmente hagan su trabajo como autoridad ambiental y realicen un control efectivo sobre la invasión de retiros, los vertimientos de aguas residuales, el riego de excretas líquidas en zonas con ganadería en pendientes (principalmente en épocas de lluvias), así mismo para que inviertan en el programa de reconversión agrotecnológica y producción más limpia. Igualmente es indispensable involucrar a Planeación Municipal para que haga su control frente al establecimiento de porcícolas en zonas que en el POT figuran para usos en conservación, conservación-producción (plantaciones forestales), y en el área determinada como retiros de nacimientos de quebradas.

En síntesis las estrategias para el logro del uso sostenible del recursos agua y los recursos relacionados tienen que ver directamente con 1. adquisición de predios claves para la conservación, 2. pago por bienes y servicios ambientales, para lo cual puede inicialmente aplicarse la metodología del decreto 900 de 1997 de Minambiente, y complementarse con oros estímulos como los de MDL o pago directo por oferta y uso de agua limpia a cargo de los acueductos comunitarios y de EPM, exención del pago de impuesto predial, 3. control efectivo a invasiones de retiros, descargas de aguas residuales, talas de relictos, 4. Educación y formación ambiental, con programas como los de PRAE y Gestión Socioambiental en quebradas, 5. planeación a nivel fincas y microcuencas con métodos como el de TOSI y apoyo a alternativas de manejo y tecnologías apropiadas como lo busca el programa de reconversión agrotecnológica y producción más limpia, 6. Programa de saneamiento básico urbano y rural, 7. En general con la aplicación integral y plena del PAAL SADEP 2007 - 2019, como parte de la gestión del SIGAM de Medellín.

### 13. INFORMACIÓN SIG

Esta información puede consultarse en el CD correspondiente a SIG

### 14. PRODUCCIÓN DE VIDEO

El video puede verse en el DVD correspondiente

## 15. INDICADORES Y FUENTES DE VERIFICACIÓN

### ***Indicadores de Control y Seguimiento***

- Número de sitios muestreados y georreferenciados en el componente aguas: 52
- Número de barrios y veredas incluidas en el estudio: 7 veredas y la zona central
- Número de microcuencas incluidas: 16

### ***Fuentes de verificación de los logros propuestos***

- Registro fotográfico de las actividades: distribuidas en el informe y además se adjunta carpeta de fotos adicionales
- Resultados de laboratorio de aguas: procesados y analizados en el informe y además se entregan resultados brutos en el anexo respectivo
- Informes de avance (de acuerdo con el cronograma): si

### ***Indicadores de productos***

- Documentos escritos que servirán como material de consulta: si, incluye informe final y 70 copias digitales
- Planos SIG: en la carpeta respectiva
- Documentos digitales: con este informe
- Línea base ambiental complementada y actualizada para los componentes propuestos: si
- Bases de datos actualizables para los componentes propuestos: si, adicionalmente se presenta un aplicativo de consulta
- Base cartográfica SIG para los componentes propuestos: si
- Documento sobre línea base ambiental complementada y actualizada para los componentes propuestos en San Antonio de Prado: si para 5 sitios nuevos
- Video explicativo y educativo sobre el programa de monitoreo: si

## **ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

No fue necesario implementar actividades correctivas.

## 16. ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 2. INTERPOLACIONES DE PARÁMETROS DE AGUA

(Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)



## 17. ÍNDICES TEMÁTICOS

Véase páginas 192 y siguientes.

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 1 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## DATOS GENERALES DEL CLIENTE

Entidad	Corporación PROROMERAL	Nit (ó cc)	900.064.685-4
Dirección	Calle 5 D No. 3-32 San Antonio de Prado	Teléfono	286 57 34
Contacto	Carlos Mario Uribe García	Proyecto	Monitoreo aguas en SADEP

## RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Fecha de recepción	30/09/09, 4:45 p.m. (6 muestras); 01/10/09, 4:45 p.m. (8 muestras); 06/10/09, 5:00 p.m. (10 muestras); 07/10/09, 5:00 p.m. (6 muestras); 08/10/09, 4:40 p.m. (6 muestras); 15/10/09, 4:00 p.m. (3 muestras); 21/10/09, 4:50 p.m. (9 muestras); 28/10/09, 1:30 p.m. (3 muestras); 12/11/09, 5:10 p.m. (1 muestra)
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las muestras se codificaron como se relaciona en la primera columna de la tabla "Información del Proceso de Muestreo".</li> <li>- Las muestras tomadas el 30/09/09, 01/10/09 y el 06/10/09 fueron tomadas durante días secos y soleados. Además, sin lluvia el día anterior a cada uno de los monitoreos.</li> <li>- Durante el monitoreo del 07/10/09 llovió en horas de la mañana (7:00-8:30 a.m. aproximadamente).</li> <li>- El monitoreo del 08/10/09 se realizó durante un día claro y soleado, pero con llovizna en la madrugada hasta aproximadamente las 6:00 a.m.</li> <li>- El monitoreo del 15/10/09 se realizó luego de un día lluvioso en la madrugada y la mañana hasta 15 minutos antes de la toma de las muestras. Por lo anterior, la muestra codificada como WEC-624-37 (Manguala alta) presentaba residuos de hojas.</li> <li>- Se confirma el resultado de sólidos suspendidos totales para las muestras WEC-624-44, WEC-624-45 y WEC-624-47.</li> <li>- El significado de las abreviaturas utilizadas es el siguiente: N/A: No aplica    N/S: No solicitada    N/D: No determinado</li> <li>- Este informe reemplaza el LCA/REw-624-51 con radicado 110LAB-789 del 05 de noviembre de 2009</li> </ul>
Servicio solicitado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestras WEC-624-1 a WEC-624-8, WEC-624-10, WEC-624-14 a WEC-624-18, WEC-624-20 a WEC-624-25, WEC-624-27 a WEC-624-29, WEC-624-32, WEC-624-40 a WEC-624-51: análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, turbiedad, coliformes totales y <i>E. coli</i>.</li> <li>- Muestras WEC-624-19, WEC-624-26, WEC-624-33 y WEC-624-35: análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, turbiedad, nitritos, nitratos, coliformes totales y <i>E. coli</i>.</li> <li>- Muestras WEC-624-9, WEC-624-11 a WEC-624-13: análisis de DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y <i>E. coli</i>.</li> <li>- Muestras WEC-624-30, WEC-624-31, WEC-624-35 a WEC-624-39: análisis de DBO<sub>5</sub>, dureza total, oxígeno disuelto, pH, sólidos suspendidos totales, coliformes totales y <i>E. coli</i>.</li> </ul>
Subcontratación	N/A

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 2 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## INFORMACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO

Muestras		Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Responsable
Código campo	Código Laboratorio				
1	WEC-624-1	Limona baja	30/09/09; 3:50 p.m.	Simple	Corporación PROROMERAL
2	WEC-624-2	Manguala baja	30/09/09; 3:05 p.m.		
3	WEC-624-3	Zorrita baja	30/09/09; 12:15 p.m.		
4	WEC-624-4	Manguala media baja	30/09/09; 8:55 a.m.		
5	WEC-624-5	Manguala media alta	30/09/09; 12:56 p.m.		
7	WEC-624-6	Cañadita baja	30/09/09; 11:45 a.m.		
6	WEC-624-7	Limona media baja	01/10/09; 4:00 p.m.		
8	WEC-624-8	Zorrita media	01/10/09; 10:06 a.m.		
10	WEC-598-9	Cañadita alta	01/10/09; 9:16 a.m.		
11	WEC-624-10	Cañadita media	01/10/09; 12:17 p.m.		
12	WEC-598-11	Macana alta	01/10/09; 11:15 a.m.		
13	WEC-624-12	Barro azul alta	01/10/09; 1:55 p.m.		
14	WEC-624-13	Jacinta alta	01/10/09; 2:55 p.m.		
15	WEC-624-14	Jacinta media	01/10/09; 3:39 p.m.		
16	WEC-624-15	Afluente de la Despensa	06/10/09; 2:30 p.m.		
17	WEC-598-16	Macana media	06/10/09; 1:15 p.m.		
18	WEC-624-17	Cabuyala media	06/10/09; 9:30 a.m.		
19	WEC-624-18	Cabuyala baja	06/10/09; 11:20 a.m.		
20	WEC-598-19	Despensa media alta	06/10/09; 2:00 p.m.		
21	WEC-624-20	Despensa media baja	06/10/09; 2:50 p.m.		
22	WEC-624-21	Despensa baja	06/10/09; 3:50 p.m.		
23	WEC-624-22	Jacinta baja	06/10/09; 10:30 a.m.		
48	WEC-624-23	Barro Azul baja	06/10/09; 3:30 p.m.		
51	WEC-624-24	Jacinta media baja	06/10/09; 10:00 a.m.		
24	WEC-624-25	Macana baja	07/10/09; 9:05 a.m.		
27	WEC-624-26	Candela baja	07/10/09; 9:56 a.m.		
34	WEC-624-27	Sorbetana baja	07/10/09; 10:50 a.m.		
50	WEC-624-28	La Larga (El Salado) baja	07/10/09; 11:52 a.m.		

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 3 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## (Continuación) INFORMACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO

Muestras		Punto de muestreo	Fecha y hora	Tipo	Responsable
Código campo	Código Laboratorio				
33	WEC-624-29	Sorbetana media	07/10/09; 1:00 p.m.	Simple	Corporación PROROMERAL
32	WEC-624-30	Sorbetana alta	07/10/09; 2:40 p.m.		
28	WEC-624-31	La larga el Salado parte alta	08/10/09; 9:30 a.m.		
49	WEC-624-32	La Larga el Salado parte media	08/10/09; 10:00 a.m.		
25	WEC-598-33	Candela Parte alta	08/10/09; 10:40 a.m.		
26	WEC-598-34	Candela parte media	08/10/09; 11:50 a.m.		
30	WEC-624-35	Limona parte alta	08/10/09; 2:00 p.m.		
31	WEC-624-36	Limona parte media alta	08/10/09; 3:10 p.m.		
29	WEC-624-37	Manguala alta	15/10/09; 9:50 a.m.		
35	WEC-624-38	Despensa alta	15/10/09; 12:15 p.m.		
9	WEC-624-39	Zorrita alta	15/10/09; 2:00 p.m.		
38	WEC-624-40	Isabela baja	21/10/09; 8:48 a.m.		
41	WEC-624-41	Zulia baja	21/10/09; 9:16 a.m.		
37	WEC-624-42	Isabela media	21/10/09; 9:56 a.m.		
36	WEC-624-43	Isabela alta	21/10/09; 10:52 a.m.		
47	WEC-624-44	La larga (de la Verde) baja	21/10/09; 3:00 p.m.		
46	WEC-624-45	La larga (de la Verde) media	21/10/09; 1:34 p.m.		
40	WEC-624-46	Zulia media	21/10/09; 2:10 p.m.		
45	WEC-624-47	La larga (de la Verde) alta	21/10/09; 12:10 p.m.		
39	WEC-624-48	Zulia alta	21/10/09; 12:54 p.m.		
44	WEC-624-49	Popala baja	28/10/09; 8:35 a.m.		
43	WEC-624-50	Popala media	28/10/09; 10:00 a.m.		
42	WEC-624-51	Popala alta	28/10/09; 11:15 a.m.		
52	WEC-624-52	Barro Azul media	11/11/09; 3:00 p.m.		

### DATOS DE CAMPO (Información suministrada por el responsable del muestreo)

Muestras	Temperatura (°C)
WEC-624-1	20
WEC-624-2	21
WEC-624-3	16
WEC-624-4	17

Muestras	Temperatura (°C)
WEC-624-5	17
WEC-624-6	18
WEC-624-7	18
WEC-624-8	15

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 4 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## (Continuación) INFORMACIÓN DEL PROCESO DE MUESTREO

DATOS DE CAMPO (Información suministrada por el responsable del muestreo)

Muestras	Temperatura (°C)
WEC-624-9	15
WEC-624-10	16
WEC-624-11	15
WEC-624-12	15
WEC-624-13	19
WEC-624-14	18
WEC-624-15	18
WEC-624-16	18
WEC-624-17	17
WEC-624-18	19
WEC-624-19	16
WEC-624-20	19
WEC-624-21	19
WEC-624-22	20
WEC-624-23	19
WEC-624-24	19
WEC-624-25	16
WEC-624-26	16
WEC-624-27	15,5
WEC-624-28	16
WEC-624-29	16
WEC-624-30	14

Muestras	Temperatura (°C)
WEC-624-31	13
WEC-624-32	15,5
WEC-624-33	14,5
WEC-624-34	16
WEC-624-35	14
WEC-624-36	17
WEC-624-37	10
WEC-624-38	11,5
WEC-624-39	13,5
WEC-624-40	17
WEC-624-41	17
WEC-624-42	16
WEC-624-43	16
WEC-624-44	18
WEC-624-45	18
WEC-624-46	18
WEC-624-47	16
WEC-624-48	16,5
WEC-624-49	16
WEC-624-50	17
WEC-624-51	16,8
WEC-654-52	16,5

## INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO <sup>1</sup>

Parámetro	Método de ensayo	Referencia Standar Methods	Expresión de la incertidumbre <sup>2</sup>	Equipo de medición y ensayo
Coliformes totales <i>E. coli</i>	Tubos múltiples	9223 B-a	N/D	- Incubadora con controlador de temperatura, modelo IDBO-9, ECQT/CHALLENGER.
DBO <sub>5</sub> total	Test DBO <sub>5</sub> días	5210 B	0,0316°C	- Medidor de oxígeno disuelto, modelo 850, ORION. - Incubadora de baja temperatura, modelo 815, PRECISION.
DQO total	Colorimétrico de reflujó cerrado	5220 D	< 60: 0,06°C ≥ 60: 0,02°C	- Termoreactor, Spectroquant TR 320, MERCK. - Espectrofotómetro UV-VS modelo HELLOS α, UNICAM.

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCW-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 5 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## (Continuación) INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL TRABAJO DE ENSAYO <sup>1</sup>

Parámetro	Método de ensayo	Referencia Standar Methods	Expresión de la incertidumbre <sup>2</sup>	Equipo de medición y ensayo
Dureza total	Titulométrico de EDTA (Espectrodo)	2340 C	0,053°C	- Titulador automático, modelo 702 SM Titrino, METROHM. - Espectrodo.
Nitratos	Electrométrico (Ión selectivo nitrato)	4500 (NO <sub>3</sub> )-D	0,031°C	- Medidor de ion selectivo, modelo 781, METROHM.
Nitritos	Colorimétrico	4500 (NO <sub>2</sub> )-B	0,06°C	- Espectrofotómetro UV-VS modelo HELLOS α, UNICAM.
Oxígeno disuelto	Titulométrico (yodométrico)	4500-O B	N/D	- Bureta digital, modelo III, BRAND.
pH	Potenciométrico	4500-(H)+B	0,13°C	- Medidor de ion selectivo, modelo 781, METROHM.
Sólidos sedimentables	Gravimétrico	2540 F	9,22*10 <sup>-2</sup> C	- Balanza analítica, modelo AB265-S/FACT, METTER TOLEDO. - Estufa, modelo TV 300, MEMMERT.
Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico	2540 D-E	9,22*10 <sup>-2</sup> C	- Balanza analítica, modelo AB265-S/FACT, METTER TOLEDO. - Estufa, modelo TV 300, MEMMERT.
Turbiedad	Nefelométrico	2130 B	0,04°C	- Turbidímetro Turbiquant 1500 T, MERCK

<sup>1</sup> El servicio solicitado por el cliente fue realizado en el Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia.

<sup>2</sup> Expresión para calcular la incertidumbre de cada metodología de ensayo validada. La "C" equivale a la concentración reportada en este documento para cada muestra (véase Resultados de ensayo).

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-1	WEC-624-2	WEC-624-3	WEC-624-4	WEC-624-5	WEC-624-6
Coliformes totales (NMP/100 mL)	92,0*10 <sup>13</sup>	16,0*10 <sup>10</sup>	22.000	22,0*10 <sup>5</sup>	9.200	92,0*10 <sup>5</sup>
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	19,5*10 <sup>10</sup>	16,0*10 <sup>8</sup>	200	11,0*10 <sup>5</sup>	130	1.300
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	39,4	42,9	< 2,00	6,08	< 2,00	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	104	67,2	< 12,0	29,1	< 12,0	< 12,0
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	151	144	79,8	69,0	69,5	45,7
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	4,38	5,28	7,60	6,11	6,41	7,77
pH (Unidades de pH)	7,22	7,24	8,08	7,87	7,90	7,95
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	58	128	< 7	< 7	< 7	< 7
Turbiedad (NTU)	29,8	57,6	3,18	2,59	0,46	2,09

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 6 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-7	WEC-624-8	WEC-624-9	WEC-624-10	WEC-624-11	WEC-624-12
Coliformes totales (NMP/100 mL)	28.000	2.800	92.000	54,0*10 <sup>4</sup>	2.800	2.200
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	22.000	330	45	930	790	45
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	4,31	4,13	3,16	3,98	< 2,00	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	21,4	19,6	19,6	21,9	< 12,0	21,2
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	75,5	77,4	48,3	33,3	64,9	47,6
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	7,46	7,30	6,64	6,26	6,77	5,93
pH (Unidades de pH)	7,85	8,25	7,66	7,69	8,00	7,71
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	16	74	21	14	< 7	< 7
Turbiedad (NTU)	8,06	38,3	N/S	7,84	N/S	N/S

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-13	WEC-624-14	WEC-624-15	WEC-624-16	WEC-624-17	WEC-624-18
Coliformes totales (NMP/100 mL)	92,0*10 <sup>4</sup>	16,0*10 <sup>6</sup>	1,6*10 <sup>6</sup>	3,5*10 <sup>5</sup>	1,6*10 <sup>8</sup>	1,6*10 <sup>9</sup>
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	78	54,0*10 <sup>5</sup>	9.400	4.600	3,9*10 <sup>5</sup>	3,9*10 <sup>6</sup>
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	4,22	< 2,00	< 2,00	9,12	8,25
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	16,2	24,3	< 12,0	< 12,0	< 12,0	19,3
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	68,3	80,9	48,5	45,0	56,4	57,5
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	6,15	6,26	5,76	6,03	5,18	7,03
pH (Unidades de pH)	7,76	7,89	7,41	7,28	7,24	7,37
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	< 7	< 7	< 7	11	7
Turbiedad (NTU)	N/S	2,70	5,60	2,30	4,53	4,35

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-19	WEC-624-26	WEC-624-33	WEC-624-34
Coliformes totales (NMP/100 mL)	54.000	28.000	7.000	22.000
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	45	22.000	< 18	920
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 12,0	< 12,0	< 12,0	< 12,0
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	58,8	59,0	57,7	61,5
Nitratos (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 1,50	2,50	2,20	3,00
Nitritos (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	< 0,003	0,026	< 0,003	0,017

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 7 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## (Continuación) RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-19	WEC-624-26	WEC-624-33	WEC-624-34
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	5,96	6,39	6,70	6,54
pH (Unidades de pH)	7,98	7,74	7,67	7,66
Sólidos sedimentables (mg/L)	0	10	2	5
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	10	< 7	< 7
Turbiedad (NTU)	0,82	4,79	1,18	2,17

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-20	WEC-624-21	WEC-624-22	WEC-624-23	WEC-624-24	WEC-624-25
Coliformes totales (NMP/100 mL)	2,1*10 <sup>5</sup>	1,6*10 <sup>6</sup>	1,6*10 <sup>17</sup>	9,2*10 <sup>5</sup>	1,6*10 <sup>19</sup>	1,6*10 <sup>9</sup>
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	20.000	1.700	3,9*10 <sup>14</sup>	14.000	1,7*10 <sup>17</sup>	3,9*10 <sup>6</sup>
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	177	3,12	134	2,07	235	2,57
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	224	< 12,0	259	7,27	794	13,5
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	118	81,8	66,9	67,5	125	52,8
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	3,53	5,71	3,03	6,95	1,36	6,85
pH (Unidades de pH)	7,33	7,69	7,47	7,74	7,27	7,64
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	38	< 7	73	< 7	173	43
Turbiedad (NTU)	11,3	1,98	48,5	2,92	163	17,4

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-27	WEC-624-28	WEC-624-29	WEC-624-30	WEC-624-31	WEC-624-32
Coliformes totales (NMP/100 mL)	2.100	11.000	700	250	4.600	28.000
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	1.400	3.300	170	20	200	680
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 12,0	< 12,0	< 12,0	N/S	N/S	< 12,0
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	20,9	53,8	25,4	20,3	26,9	45,1
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	7,05	6,51	6,95	6,27	6,79	6,41
pH (Unidades de pH)	7,82	7,78	7,64	7,44	7,36	7,37
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	12	24	< 7	< 7	< 7	11
Turbiedad (NTU)	15,6	13,4	4,27	N/S	N/S	5,32

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 8 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-35	WEC-624-36	WEC-624-37	WEC-624-38	WEC-624-39	WEC-624-40
Coliformes totales (NMP/100 mL)	460	3.500	2.800	2.200	78	9,2*10 <sup>10</sup>
<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	78	1.700	20	460	20	1,3*10 <sup>9</sup>
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	< 2,00	14,9
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	30,8
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	36,7	73,4	19,9	18,7	8,37	58,5
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	5,93	6,37	4,61	7,27	7,92	7,86
pH (Unidades de pH)	7,64	8,04	7,68	7,54	7,59	7,10
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	9	< 7	< 7	< 7	25
Turbiedad (NTU)	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S	15,4

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-41	WEC-624-42	WEC-624-43	WEC-624-44	WEC-624-45	WEC-624-46
Coliformes totales (NMP/100 mL)	1,6*10 <sup>7</sup>	9,2*10 <sup>7</sup>	2.200	9,2*10 <sup>9</sup>	1,6*10 <sup>6</sup>	1,6*10 <sup>6</sup>
<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	1,7*10 <sup>5</sup>	3,5*10 <sup>6</sup>	490	1,7*10 <sup>8</sup>	7.000	4.600
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	< 2,00	< 2,00	11,8	< 2,00	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 12,0	< 12,0	< 12,0	33,7	< 12,0	< 12,0
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	39,5	41,4	47,6	54,9	40,0	38,8
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	6,39	5,73	6,13	4,98	6,35	6,08
pH (Unidades de pH)	7,78	7,81	7,65	7,78	7,80	7,83
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	< 7	< 7	14	7	18	14
Turbiedad (NTU)	2,78	3,87	10,3	11,6	12,4	11,8

## RESULTADOS DE ENSAYO

Parámetro (unidades)	WEC-624-47	WEC-624-48	WEC-624-49	WEC-624-50	WEC-624-51	WEC-624-52
Coliformes totales (NMP/100 mL)	2.200	1.300	47,0*10 <sup>5</sup>	92,0*10 <sup>5</sup>	3.500	1.700
<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	330	20	32,0*10 <sup>4</sup>	14,0*10 <sup>4</sup>	700	680
DBO <sub>5</sub> total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 2,00	< 2,00	8,76	6,60	8,19	< 2,00
DQO total (mg O <sub>2</sub> /L)	< 12,0	< 12,0	39,6	31,9	30,0	< 12,0
Dureza total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	37,8	45,1	36,7	33,0	38,1	29,4
Oxígeno disuelto (mg O <sub>2</sub> /L)	6,13	6,51	7,10	5,90	6,38	6,55
pH (Unidades de pH)	7,56	7,12	7,61	7,63	7,64	8,24
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	36	< 7	< 7	10	< 7	< 7
Turbiedad (NTU)	12,3	2,05	8,16	7,05	5,76	9,69

# Reporte de ensayo

Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia

LCA/REw-624c-52a

LCA/FTCw-18-1 v.5. p.v. 20/01/09 // Página 9 de 9



Laboratorio acreditado bajo la norma NTC ISO 17025 por el IDEAM, para la realización de conductividad, cloruros, DBO<sub>5</sub>, DQO, dureza total, hierro total, NTK, pH, SST, SDT, ST, sulfatos, turbiedad, alcalinidad, calcio, dureza cálcica, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal y ortofosfatos, según la resolución No. 0119 del 3 de abril del 2008.

## OPINIONES E INTERPRETACIONES

*“Debido al desconocimiento de información relacionada con el proceso en cuestión, el personal del laboratorio se abstiene de hacer comentarios, interpretaciones o recomendaciones acerca de los resultados de ensayo”*

## FORMALIZACIÓN DEL REPORTE DE ENSAYO

FORMACIÓN	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
Química	Olga Cecilia Berrío Álvarez	
Ingeniera Química	Katherine Paola Urán Navarro	
Tecnólogo Químico	Jhon Alexander González Suaza	
Microbiólogo	Carlos Hernán Ortiz Arredondo	
Microbiólogo	Eder Andrés Vallejo Urán	
Claudia María Montoya Palacio Coordinadora del Laboratorio		

## IMPORTANTE

- I. Los resultados entregados en este informe se refieren a las muestras analizadas.
- II. La organización o persona que realiza el muestreo es responsable de la muestra entregada al Laboratorio.
- III. El laboratorio no responde por muestras sobrantes después de terminado el trabajo de ensayo.
- IV. Este reporte de ensayo no debe reproducirse sin la aprobación del personal del Laboratorio de Calidad Ambiental de Corantioquia.



	Página
<b>Fotos 1 a 4</b> Vista panorámica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María	19
<b>Foto 5</b> Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado	21
<b>Foto 6</b> Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y contexto local	38
<b>Fotos 7 a 22</b> Algunas especies Polisaprobias, Mesosaprobias y Oligosaprobias, reportadas en el monitoreo de 2008 y en 2009	113
<b>Fotos 23 a 26</b> Sitios de algunos aforos durante 2009 en SADEP	136
<b>Fotos 27 a 30.</b> Invasión de retiros por galpones (La Candela Baja), ganadería (Sorbetana Baja), viviendas (Isabela Baja), y descargas directas (Manguala Baja)	156
<b>Fotos 31 a 36.</b> Invasión de retiros por ganadería provocando derrumbes (La Sorbetana Media), Infraestructura civil - Carretera (Larga El salado - Alta), Deslizamientos en retiros bien conservados pero afectados por potreros mal manejados (Macana Alta), viviendas e Infraestructura (Manguala Media-Baja), Potreros de ganadería a gran escala ( Larga El Salado -Media) y descargas directas e infraestructura civil (Limona Baja)	157
<b>Fotos 37 a 40.</b> Invasión de retiros por infraestructura de acueductos, en el cauce, tomando todo el caudal en verano y dejando seco el cauce en trayecto (Manguala Media-Alta y Despensa Media -Alta, ambos afectados por bocatomas de EPM), Invasión de viviendas (Manguala Baja), Derrumbes naturales (La Zorrita -Alta).	158
<b>Fotos 41 a 44.</b> Invasión de retiros por ganadería (La Despensa Media), Socavamiento lateral (Macana Media), Invasión de viviendas (Macana Baja), Potreros de ganadería a gran escala y construcciones de muros de contención en el cauce, impidiendo la movilidad de fauna acuática ( La Candela -Media)	159
<b>Fotos 45 a 48.</b> Derrumbes en zonas de retiro bien conservadas debido a la mala disposición de aguas de escorrentía de invernaderos (La Larga), Derrumbe de gran magnitud (Limona Media-Alta y Popala Media), Entamboramiento y taponamiento de cauce en proyectos urbanísticos nuevos (Jacinta Media-Alta).	160

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
<b>Gráfico 1</b> Líneas Estratégicas y programas del Plan de Acción Ambiental para San Antonio de Prado	14
<b>Gráfico 2</b> Proceso metodológico para el monitoreo del recurso agua en SADEP, 2009	16
<b>Gráfico 3</b> Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2009	34
<b>Gráfico 4</b> Porcentaje de afectaciones con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en las quebradas evaluadas, 2009	35
<b>Gráfico 5</b> Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren los diferentes tipos de afectaciones en SADEP, 2009	36
<b>Gráfico 6</b> Algunas quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de aguas en SADEP, 2009	75
<b>Gráfico 7</b> DBO <sub>5</sub> Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009– II	85
<b>Gráfico 8</b> DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009 – II	87
<b>Gráfico 9</b> Correlación DBO <sub>5</sub> Vs. DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2009 – II	88
<b>Gráfico 10</b> Comparativo de DBO <sub>5</sub> en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	91
<b>Gráfico 11</b> Comparativo de DQO en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	92
<b>Gráfico 12</b> Coliformes Fecales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2009	95
<b>Gráfico 13</b> Coliformes Totales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2009	96

<b>Gráfico 14</b>	Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 52 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2009	97
<b>Gráfico 15</b>	Comparativo de Coliformes Totales en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	100
<b>Gráfico 16</b>	Comparativo de Coliformes Fecales en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	101
<b>Gráfico 17</b>	Comparativo DBO5 y DQO en 16 microcuencas de SADEP, 2009	104
<b>Gráfico 18</b>	Oxígeno Disuelto en 16 microcuencas de SADEP, 2009	109
<b>Gráfico 19</b>	Comparativo de Oxígeno Disuelto en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	117
<b>Gráfico 20</b>	Sólidos Suspendidos Totales (SST) en los 52 sitios muestreados, 2009	119
<b>Gráfico 21</b>	Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 16 microcuencas de SADEP, 2008 - 2009	122
<b>Gráfico 22</b>	Turbiedad presente (NTU) en 16 microcuencas en San Antonio de Prado, 2009	128
<b>Gráfico 23</b>	pH en los 52 sitios muestreados en 16 microcuencas de San Antonio de Prado, 2009 II	129
<b>Gráfico 24</b>	Valores de Dureza en los 52 sitios muestreados, 2009 II	131
<b>Gráfico 25</b>	Valores históricos comparativos de Dureza en los 52 sitios muestreados, 2008 - 2009	132
<b>Gráfico 26</b>	Calidad del agua en 52 sitios de 16 quebradas en San Antonio de Prado	142
<b>Gráfico 27</b>	Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 16 microcuencas de SADEP, 2009	143
<b>Gráfico 28</b>	Calidad del agua en 52 sitios de 16 quebradas en San Antonio de Prado (criterio agrícola-ambiental)	144

<b>Gráfico 29</b>	Algunos trayectos de retiros de quebradas evaluados en SDEP durante 2009	154
<b>Gráfico 30</b>	Calidad de los trayectos de retiros de quebrada en 16 microcuencas de San A. de Prado, 2009	173
<b>Gráfico 31</b>	Número y porcentaje de trayectos de retiro, según la calidad	174



## ÍNDICE DE MAPAS

	Página
<b>Mapa 1</b> Red hídrica de San Antonio de Prado y Cuencas en estudio	20
<b>Mapa 2</b> Microcuenca La Larga	40
<b>Mapa 3</b> Microcuenca La Despensa	42
<b>Mapa 4</b> Microcuenca La Manguala	44
<b>Mapa 5</b> Microcuenca La Limona	46
<b>Mapa 6</b> Microcuenca La Sorbetana	48
<b>Mapa 7</b> Microcuenca La Pedrera o Larga (de La Verde)	50
<b>Mapa 8</b> Microcuenca La Zulia	52
<b>Mapa 9</b> Microcuenca La Isabela	54
<b>Mapa 10</b> Microcuenca La Popala	56
<b>Mapa 11</b> Microcuenca La Zorrita	58
<b>Mapa 12</b> Microcuenca La Cañadita	60
<b>Mapa 13</b> Microcuenca La Jacinta	62
<b>Mapa 14</b> Microcuenca La Macana o El Coco	64
<b>Mapa 15</b> Microcuenca La Cabuyala	66
<b>Mapa 16</b> Microcuenca La Barro Azul	68
<b>Mapa 17</b> Microcuenca La Candela	70
<b>Mapa 18</b> Quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de aguas en SADEP, 2009.	73
<b>Mapa 19</b> Quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de trayectos de retiros en SADEP, 2009.	74



<b>Mapa 20</b>	Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) 2008	146
<b>Mapa 21</b>	Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) en 2009.	147

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1</b> Características Morfológicas y morfométricas de algunos afluentes de la Doña María en San Antonio de Prado	22
<b>Tabla 2</b> Características morfométricas de algunos afluentes de la Doña María en San Antonio de Prado	23
<b>Tabla 3</b> Características morfométricas de La Quebrada La Candela	24
<b>Tabla 4</b> Sitios de muestreo de aguas en 17 microcuencas de San Antonio de Prado - 2009 II	71
<b>Tabla 5</b> Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua	77
<b>Tabla 6</b> Resultados de laboratorio de 52 sitios en 16 microcuencas en SADEP - 2009	79
<b>Tabla 7</b> Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes	82
<b>Tabla 8</b> Límites para los Coliformes totales y fecales (Decreto 1594 de 1984).	93
<b>Tabla 9</b> Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos	107
<b>Tabla 10</b> Variación histórica del contenido de O.D. en 16 microcuencas en SADEP	114
<b>Tabla 11</b> TSS y cargas en algunos sitios de quebradas en SADEP	121
<b>Tabla 12</b> Turbiedad, pH y Dureza en 52 sitios de 16 quebradas SADEP. 2009 II	124
<b>Tabla 13</b> Presencia de olores en los 52 sitios muestreados en SADEP, 2009	134
<b>Tabla 14</b> Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SADEP, 2009	137
<b>Tabla 15</b> Límites establecidos para la valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SADEP, 2009	138



<b>Tabla 16</b>	Calidad del agua en 17 quebradas y 55 sitios en San Antonio de Prado	139
<b>Tabla 17</b>	Valoración del Índice de Calidad Ambiental de los trayectos de retiros de quebradas (ICA) en SADEP, 2009	152
<b>Tabla 18</b>	Afectaciones en tramos de retiros en 16 microcuencas de SADEP, 2009	161
<b>Tabla 19</b>	Calidad del agua y trayectos en 16 quebradas de San Antonio de Prado 2008 y 2009	171