



Alcaldía de Medellín
Secretaría del Medio Ambiente

**CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA REALIZAR LA QUINTA FASE
DEL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO Y LOS TRAYECTOS DE
RETIRO DE QUEBRADAS EN LA COMUNA 80 DEL MUNICIPIO DE
MEDELLÍN, DE ACUERDO CON LA AGENDA AMBIENTAL**

PROYECTO DE PLANEACIÓN Y PRESUPUESTO PARTICIPATIVO, 2012-2013

INFORME FINAL

CONVENIO DE ASOCIACIÓN N° 4600048315 de 2013

MEDELLÍN, Noviembre de 2013



Alcaldía de Medellín
Secretaría del Medio Ambiente

**CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA REALIZAR LA QUINTA FASE
DEL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO Y LOS TRAYECTOS DE
RETIRO DE QUEBRADAS EN LA COMUNA 80 DEL MUNICIPIO DE
MEDELLÍN, DE ACUERDO CON LA AGENDA AMBIENTAL**

INFORME FINAL

CONVENIO DE ASOCIACIÓN N° 4600048315 de 2013

MEDELLÍN, Noviembre de 2013

Recibo a satisfacción Por parte del Interventor	Visto Bueno del Coordinador de Interventoría	Fecha de revisión:	Custodia documento original:
Nombre:	Nombre:		Sistema de Información Ambiental de Medellín - SIAMED
Firma:	Firma:		



ALCALDÍA DE MEDELLÍN

ANÍBAL GAVIRIA CORREA
Alcalde

Secretaria del Medio Ambiente
ANA MILENA JOYA CAMACHO

Subsecretaria de Gestión Ambiental
IRMA LUCIA RUIZ GUTIÉRREZ

Subsecretario Metro Río
GUILLERMO LEÓN DIOSA PÉREZ



ALCALDÍA DE MEDELLÍN
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

EQUIPO DE TRABAJO

OSCAR GABRIEL CÁRDENAS HERNÁNDEZ
Interventor



CONSULTORÍA

EQUIPO DE TRABAJO

CORPORACIÓN COMITÉ PRO ROMERAL PARA LA RECUPERACIÓN Y PRESERVACIÓN DE MICROCUENCAS

CARLOS MARIO URIBE GARCÍA, Coordinador del Proyecto y Área Hidrología

SERGIO ANDRÉS GIRALDO MIRA, Área de SIG

CARLOS ANDRÉS GARZÓN ACOSTA, Auxiliar de campo

LEÓN DARÍO MONTOYA, Auxiliar de campo

LIYANET ROMERO CASTAÑO, Secretaria

MARÍA YONY ORTIZ HERRERA, Administración del proyecto



AGRADECIMIENTOS

Pro Romeral expresa su agradecimiento a las personas de la Mesa Ambiental y particularmente del Observatorio Ambiental Local que ocasionalmente acompañaron el proceso de monitoreo y a los líderes comunitarios de veredas que igualmente hicieron acompañamiento en cuanto a sitios críticos.



TABLA DE CONTENIDO

		Página
	Presentación	8
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2	JUSTIFICACIÓN	10
3	OBJETIVOS	12
3.1	Objetivo general	12
3.2	Objetivos específicos	12
4	ALCANCES	13
4.1	Población beneficiada	16
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	17
5.1	Área de estudio	17
5.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, SUS CAUSAS Y EFECTOS	18
5.3	Marco de planeación para el desarrollo del proyecto	19
6	METODOLOGÍA	22
6.1	Recopilación de información secundaria	23
6.2	Recolección y análisis de información primaria	23
6.2.1	Agua	23
6.2.2	Articulación al PAAL	27
7	MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA	27
7.1	Generalidades sobre la cuenca doña maría y el recurso hídrico en el corregimiento	29
7.2	Aspectos hidrológicos y morfométricos de la cuenca principal y las quebradas afluentes	34
7.3	Uso y manejo del agua en perspectiva socioeconómica y ambiental en el corregimiento	35
7.4	Estado del recurso en las quebradas estudiadas	40
8	EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS Y TRAMOS	49
8.1	Parámetros considerados	56
8.2	Resultados de laboratorio	60
8.3	Interpretación básica de los parámetros evaluados	69
8.3.1	Contenido de materia orgánica	69



8.3.2	Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica	78
8.3.3	Patógenos	80
8.3.4	Comparación histórica de la contaminación por patógenos	87
8.3.5	Resumen sobre la variación histórica del contenido de materia orgánica y de patógenos	96
8.3.6	Oxígeno Disuelto	111
8.3.7	Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2013)	124
8.3.8	Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas	131
8.3.9	Conductividad Eléctrica (CE)	138
8.3.10	Turbiedad	141
8.3.11	pH	147
8.3.12	Dureza	151
8.3.13	Olor	155
8.4	Resultado final sobre la calidad del agua (ICASAP)	158
9	PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO	180
10	EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES EN EL PRESENTE ESTUDIO	182
10.1	Registro fotográfico de algunas afectaciones de retiros y cauces en las quebradas evaluadas	190
10.2	Afectaciones detalladas en tramos de retiros de quebradas	195
10.3	Afectaciones recientes a cauces, retiros y humedales	219
11	OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES	220
12	INFORMACIÓN SIG	223
13	INDICADORES Y FUENTES DE VERIFICACIÓN	223
14	ANEXOS	224
15	ÍNDICES TEMÁTICOS	236



CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA REALIZAR LA QUINTA FASE DEL MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO Y LOS TRAYECTOS DE RETIRO DE QUEBRADAS EN LA COMUNA 80 DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN, DE ACUERDO CON LA AGENDA AMBIENTAL LOCAL

PRESENTACIÓN

En San Antonio de Prado viene desarrollándose un importante programa de monitoreo ambiental desde la formulación de la Agenda Ambiental corregimental y como implementación del Plan de Acción Ambiental Local 2007 -2019, y en desarrollo del Observatorio Ambiental de Medellín, OAM, contemplado en el PAM de Medellín y formalizado con el acuerdo 21 de 2007.

El citado programa contiene la experiencia más importante de Medellín en cuanto a monitoreo de la calidad del agua en la zona rural de la ciudad y ha mantenido continuidad gracias a los recursos asignados de manera constante por el proceso de PPP y contrapartidas comunitarias.

En el caso del monitoreo del estado ambiental del agua y retiros de quebradas, se han realizado hasta el momento 4 fases, con las cuales se ha podido mejorar la metodología, los sistemas de análisis, las propuestas de intervención con proyectos que impactan el recurso, pero aún es necesario continuar con el monitoreo semestral o por lo menos anual hasta consolidar suficiente información como para generar modelos.

No obstante por medio de este programa se ha podido incidir positivamente en las decisiones políticas de la ciudad, con incidencia local, en relación con la implementación de estrategias de control y prevención de daños ambientales en particular en cuanto a la contaminación hídrica de fuentes destinadas tanto a proveer agua para consumo humano, como a la conservación de la biodiversidad, la recreación y la educación.

Esta quinta fase del programa de Monitoreo del Recurso Hídrico, realizada en 2013 mediante convenio entre la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y la Corporación Pro Romeral para la recuperación y Preservación de Microcuencas, se enmarca dentro del programa y proyecto 4.2.2: Protección y Preservación de Microcuencas, en el componente: "Microcuencas", y contempla el diseño de muestreos de acuerdo con las recomendaciones de la fase anterior. Se hizo en 19 quebradas de 17 contempladas inicialmente, cada una con 3 - 7 sitios de muestreo, de acuerdo con las directrices de la fase anterior y en cada una se



analizaron los parámetros determinados en la fase anterior y otros complementarios, procurando ajustar cada vez más las ecuaciones de ICA existentes.

Además se realizó la evaluación del estado ambiental de retiros en los trayectos (desde 50-100 metros arriba y hasta 50 -100 metros abajo de los sitios de muestreo de aguas), de acuerdo con las directrices del anterior muestreo, procurando ajustar cada vez más las ecuaciones de índices de calidad de retiros existentes.

En total son 55 sitios de muestreo básico y parámetros adicionales y 10 sitios más con sólo parámetros adicionales, contemplando el monitoreo en 18 subcuencas de la Doña María.

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 e incluso el aire, 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, sino 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).

Desde hace varios años parte de la población rural y de la zona central han sufrido racionamientos de agua crónicos en épocas de sequía debido a que las fuentes tradicionales no alcanzan a surtir la demanda y las fuentes no tradicionales están muy contaminadas para ser utilizadas, e incluso las fuentes tradicionales en sus partes medias ya están también inutilizadas por excesiva contaminación, a pesar de que podrían servir para el suministro del agua a muchos miles de personas aguas abajo.

El caso más reciente de esta problemática generada por el déficit de la oferta hídrica sucede actualmente en la zona de expansión urbana, en el plan parcial de La Florida, donde algunos proyectos urbanísticos están en serios aprietos por carecer de la oferta suficiente de agua e incluso parece que se ha pensado en recurrir a pozos para extraer agua del manto freático, lo cual es una verdadera contradicción si se tiene en cuenta que San Antonio de



Prado es un territorio de muy alta humedad, con exceso de agua que drena superficialmente todo el año, pero debido al mal uso de la tierra (conflictos de usos derivados de zonas ganaderas donde deberían existir bosques) y a la contaminación de las fuentes hídricas se presentan estas condiciones de déficit real que no está impactando sólo a las actividades recreativas, educativas, sino también a las productivas y ahora a las urbanísticas.

Así entonces, 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, sino 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 además las 3 primeras fases 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

San Antonio de Prado ha estado creciendo poblacionalmente de una manera desmesurada en los últimos 20 años con graves implicaciones ambientales, sociales y culturales, y desde hace unos 10 años se ha visto que los límites a este crecimiento fueron rebasados desde el punto de vista de la sostenibilidad y en esa medida sigue la ruta de “desarrollo” de la urbe Metropolitana y particularmente de Medellín, en donde los criterios de sostenibilidad, huella ecológica, dependencia de servicios, poco es tenida en cuenta cuando se toman decisiones de planificación y crecimiento del territorio.



La sostenibilidad implica el uso racional y la conservación en buen estado de los bienes ambientales 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, es necesario 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 y en esa perspectiva San Antonio de Prado va a la vanguardia en cuanto a monitoreos ambientales, no sólo del agua y los retiros, sino de varios otros servicios y bienes ambientales, bajo la coordinación del Observatorio Ambiental Local (OALSAP).

El programa de monitoreo del agua y los retiros de quebrada en la localidad, ha permitido conocer que 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, sino 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), sino 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 para la ampliación del urbanismo 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).

Los estudios de monitoreo de la calidad del agua y otros relacionados han servido de base para el planteamiento de nuevos proyectos y el replanteamiento de algunos existentes, han permitido que la comunidad, en especial a través de la Mesa Ambiental y algunas organizaciones locales puedan gestionar con mayor sustento acciones urgentes para el mejoramiento o recuperación de la calidad ambiental territorial y en particular de las aguas y microcuencas locales. Pero además ha permitido a la ciudad iniciar la implementación del



OAM y abrir las puertas para que se consolide el SIGAM, dado que ya varias secretarías y entidades públicas han implementado acciones basadas en los requerimientos locales que se sustenta en los monitoreos.

Si bien puede decirse que el programa de monitoreo de la calidad ambiental del agua y retiros de quebradas está correctamente desarrollado, se ha visto la necesidad de intensificar estos monitoreos en cuanto a su frecuencia (a mínimo 2 veces al año y desde el punto de vistas técnico, mejor a 4 anuales en concordancia con los periodos de lluvia - sequía) 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 más podría tenerse información mínima básica para intentar realizar un modelaje. Se considera necesario incluir quebradas adicionales como El Hato o Cabaña, La Astillera, La Guapante, La Honda (en El Salado), Cajones, La Grande y parte alta de la Doña María.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar el monitoreo del recurso hídrico y de los 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 cuarta fase de monitoreo de quebradas.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad del agua de las principales quebradas del corregimiento de San Antonio de Prado, en los sitios determinados en la fase anterior, en las 17 microcuencas establecidas, de acuerdo con las directrices técnicas y los alcances establecidos en la cuarta fase.
- Continuar con el ajuste de las ecuaciones de índices de calidad de aguas bajo las dos metodologías propuestas y desarrolladas en la cuarta fase.



- Realizar la 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.
- Continuar con el ajuste de las ecuaciones de índices de intervención de retiros bajo las dos metodologías propuestas y desarrolladas en la cuarta fase.
- Generar un aplicativo de consulta para los técnicos y la comunidad en general, de acuerdo con el modelo desarrollado en la cuarta fase.
- Articular el programa de seguimiento y monitoreo de los recursos naturales (en este caso el agua) a la implementación 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.

4. ALCANCES

Monitoreo del recurso agua

Con la ejecución de este proyecto se da continuidad al proceso de conocimiento del estado ambiental del agua en el corregimiento en lo que respecta a la calidad; así como al monitoreo del grado de contaminación o sanidad y los problemas ambientales asociados a la calidad del bien. Se identifican las causas principales que generan los estados de deterioro encontrados durante la ejecución de la evaluación de la calidad del recurso y se proponen algunas alternativas de solución.

Se hacen muestreos de aguas para identificar el grado de contaminación en las partes altas, medias y bajas de las quebradas, de manera que permita conocer su calidad con relación al posible uso y se hacen recomendaciones para mejorar la situación.

Estos análisis se hacen sobre las 17 microcuencas contempladas en la fase anterior. Las quebradas La Manguala, La Jacinta, La Larga (de La Verde), La Zulia y La Despensa cuentan con 4 sitios de muestreo, La Limona con 5 sitios de muestreo, La Cabuyala con 2 sitios, El Indio con 1 y las demás tendrán 3, para un total de 55 sitios de muestreo. En



algunos otros sitios de estas quebradas y de otras no contempladas en los términos iniciales se realizaron monitoreos de parámetros como OD, % de saturación de OD, pH, Temperatura, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, todos medidos directamente en campo.

Estos muestreos se realizaron sobre las siguientes Quebradas básicas:

La Despensa, La Sorbetana, La Manguala, La Limona, La Zorrita, La Jacinta, La Cañadita, 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), La Candela, Larga o Arenera (en La Verde), La Cabuyala y El Indio.

Se avanzó en el ajuste las ecuaciones de ICASAP e IIRSAP en perspectivas de generar modelos y se construyó un aplicativo de consulta para técnicos y comunidad en general, de acuerdo con las directrices de la cuarta fase.

Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo de las 17 quebradas básicas, están determinados por las coordenadas y ubicaciones que aparecen en la tabla 1, con base en la cuarta de monitoreo del agua y retiros de quebradas, pero un listado completo y actualizado para 2013 puede verse en la tabla 4 y en el anexo 3.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en San Antonio de Prado, 2012 y adoptados en 2013

TRAMO DE QUEBRADA	COORD X	COORD Y	ALTURA (m.s.n.m.)
BARRO AZUL - ALTA	824.028	1.176.010	2.132
BARRO AZUL - MEDIA	824.341	1.176.061	2.039
BARRO AZUL -BAJA	824.804	1.176.563	1.877
CABUYALA - MEDIA	825.595	1.175.179	1.868
CABUYALA -BAJA	827.444	1.175.098	1.675
CANDELA - ALTA	822.648	1.176.818	2.192
CANDELA - MEDIA	823.146	1.177.783	2.026
CANDELA -BAJA	824.138	1.178.054	1.898
CAÑADITA - ALTA	823.910	1.175.617	2.206
CAÑADITA - MEDIA	824.083	1.175.522	2.122
CAÑADITA -BAJA	824.297	1.175.266	2.053
DESPENSA - ALTA	822.640	1.175.899	2.272



TRAMO DE QUEBRADA	COORD X	COORD Y	ALTURA (m.s.n.m.)
DESPENSA - MEDIA ALTA	823.090	1.176.523	2.112
DESPENSA - MEDIA BAJA	823.687	1.176.995	1.973
DESPENSA -BAJA	824.678	1.177.036	1.842
EL INDIO MEDIA	826.946	1.177.148	1.831
ISABELA - ALTA	827.548	1.177.030	1.904
ISABELA - MEDIA	827.054	1.176.664	1.793
ISABELA -BAJA	827.070	1.176.132	1.713
JACINTA - ALTA	824.760	1.174.907	2.038
JACINTA - MEDIA ALTA	826.650	1.174.711	1.762
JACINTA - MEDIA BAJA	825.698	1.174.668	1.887
JACINTA -BAJA	827.285	1.174.731	1.688
LARGA (EL SALADO) - ALTA	821.239	1.177.193	2.302
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	822.016	1.177.854	2.118
LARGA (EL SALADO) -BAJA	823.561	1.178.947	1.920
LARGA O ARENERA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR DER	826.568	1.177.570	1.915
LARGA O ARENERA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR IZQ	826.617	1.177.542	1.909
LARGA O ARENERA (LA VERDE) - MEDIA BAJA	826.673	1.177.034	1.820
LARGA O ARENERA (LA VERDE) -BAJA	826.467	1.176.531	1.763
LIMONA - MEDIA ALTA	825.232	1.174.462	1.947
LIMONA - MEDIA BAJA	825.967	1.174.464	1.856
LIMONA 1 - ALTA	824.140	1.174.783	2.110
LIMONA 2 - ALTA	824.161	1.174.348	2.110
LIMONA -BAJA	827.572	1.174.815	1.662
MACANA - ALTA	823.630	1.176.340	2.128
MACANA - MEDIA	824.020	1.176.525	2.010
MACANA -BAJA	824.747	1.176.706	1.865
MANGUALA - ALTA	823.323	1.174.776	2.260
MANGUALA - MEDIA ALTA	824.226	1.175.260	2.078
MANGUALA - MEDIA BAJA	824.756	1.175.419	1.980
MANGUALA -BAJA	827.367	1.175.416	1.678



TRAMO DE QUEBRADA	COORD X	COORD Y	ALTURA (m.s.n.m.)
POPALA - ALTA	827.882	1.176.509	1.909
POPALA - MEDIA	827.500	1.176.094	1.791
POPALA -BAJA	827.359	1.175.832	1.722
SORBETANA -ALTA	825.058	1.179.224	2.036
SORBETANA - MEDIA	824.516	1.179.329	1.905
SORBETANA -BAJA	823.933	1.178.565	2.344
ZORRITA - ALTA	823.398	1.175.356	2.321
ZORRITA - MEDIA	823.908	1.175.302	2.126
ZORRITA -BAJA	824.211	1.175.271	2.074
ZULIA - ALTA	826.873	1.177.995	2.076
ZULIA - MEDIA ALTA	826.765	1.177.331	1.879
ZULIA - MEDIA BAJA	826.841	1.176.815	1.775
ZULIA -BAJA	826.822	1.176.221	1.725

4.1 Población beneficiada

La población directamente beneficiada son los habitantes del corregimiento que viven en las áreas correspondientes a las 17 microcuencas evaluadas, así como los habitantes que se sirven de las aguas de las quebradas monitoreadas, lo cual corresponde a más del 90% de la población corregimental, es decir, cerca de 100.000 habitantes.

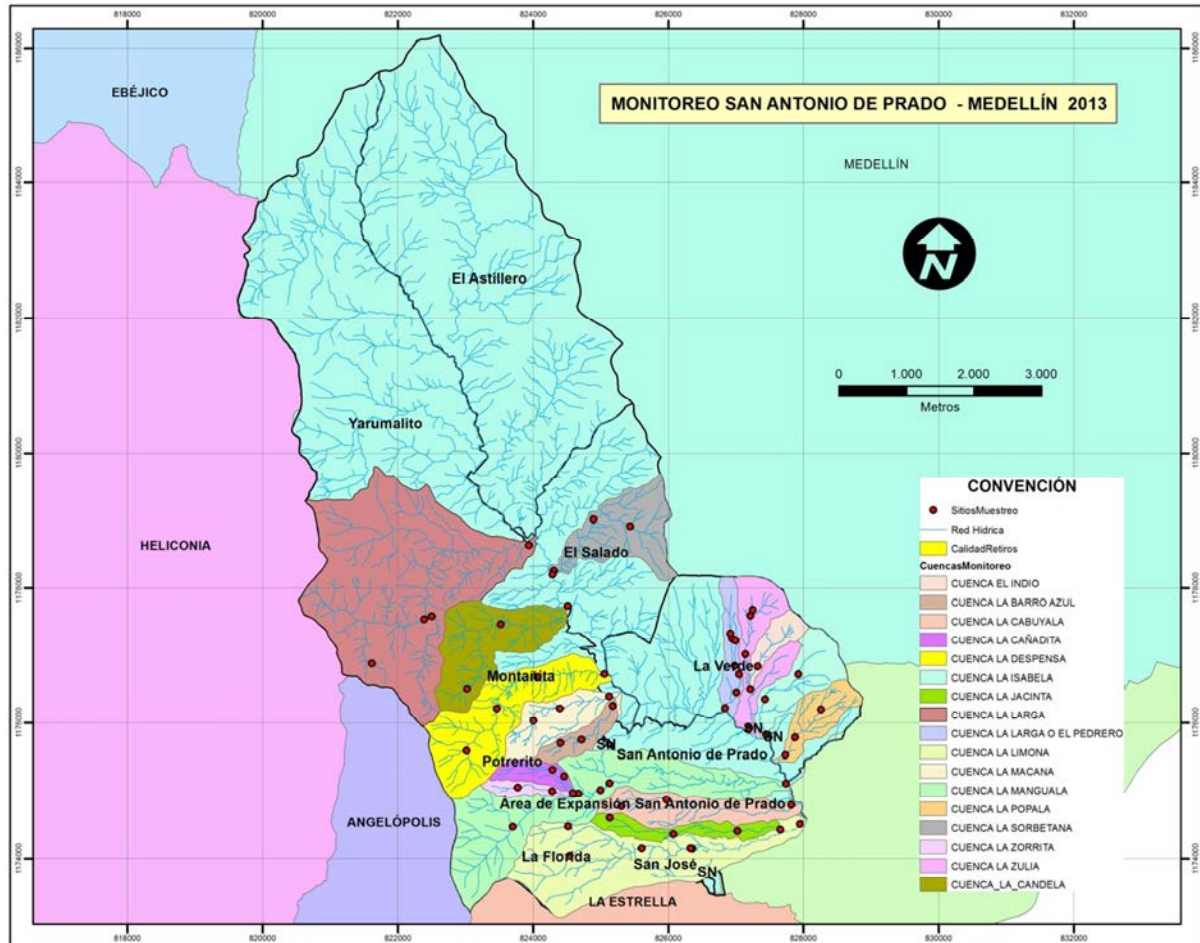
Indirectamente se benefician todos los demás habitantes del corregimiento, resto de Medellín y sur del Valle de Aburrá, debido a que en un futuro cercano podrán disfrutar de una mayor oferta de agua menos contaminada y retiros de quebradas en mejor estado, lo que repercutirá en un ambiente general más sano para el disfrute recreativo, educativo, investigativo o para el uso directo de sus recursos naturales, siempre que se asuman las recomendaciones.



5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Área del estudio

El área de estudio lo constituye el corregimiento de San Antonio de Prado en el área rural y urbana (ver mapa 1), el consultor tiene en cuenta el documento final sobre la Formulación de la Agenda Ambiental Local para el Corregimiento de San Antonio de Prado y bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental, que establece el diagnóstico y propone las estrategias ambientales de intervención para el corregimiento y además el informe final de la cuarta fase de monitoreo del recurso hídrico, donde se determinan los parámetros finales recomendados, las cuencas prioritarias y los sitios de muestreos sobre los que deben realizarse las mediciones con el fin de generar información de largo periodo que permitan finalmente proponer modelos y realizar previsiones, de manera que sirva para el desarrollo del OAM de Medellín.



Mapa 1. Área de estudio y sitios de monitoreo de aguas y retiros de quebradas en SAP-2013

5.2 Descripción del problema, sus causas y efectos

La Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y las organizaciones ambientales de San Antonio de Prado buscan desarrollar eficientemente los proyectos identificados en el Plan de Acción Ambiental Local, de manera que les permita atenuar los impactos ambientales presentes en el corregimiento generado por las actividades humanas. Esta decisión busca garantizar el crecimiento y desarrollo de la ruralidad de Medellín bajo criterios de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental, humana, económica y de equidad social, donde



se conjugue el manejo protector de las potencialidades y fragilidades en relación con los recursos físicos, económicos y financieros, tanto públicos como privados.

Dentro de los principales proyectos identificados en el PAAL 2007-2019, el monitoreo ambiental del recurso agua ha merecido la atención inmediata desde que se planteó la Agenda Ambiental Local, por lo tanto con este proyecto de monitoreo se busca atender esa prioridad identificada, la cual deben ser coherente en términos metodológicos con base en los insumos del diagnóstico que se obtuvo para cada uno de los recursos y componentes en la Agenda Ambiental; en esta medida el proyecto como parte del programa de monitoreo de recursos naturales busca que toda la comunidad, que participó activamente del proceso, vea atendidas sus necesidades prioritarias en los aspectos antes señalados y cuente oportunamente con información clave que le permita ajustar el proceso de planificación y gestión socioambiental del territorio.

De esta manera es fundamental generar procesos que busquen no solamente emprender acciones de conservación, preservación y rehabilitación mediante la implementación del PAAL y la ejecución de programas y proyectos prioritarios, sino además el desarrollo de acciones de coordinación, organización, análisis e integración de información interinstitucional e intersectorial, que permita la consolidación del Sistema de Gestión Ambiental Municipal y garantice la participación social en este proceso de administración del territorio.

5.3 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 gráfico¹ 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)".

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.

El actual proyecto corresponde a la quinta fase del programa de monitoreo de calidad ambiental del agua y retiros de quebradas en el corregimiento.

En el gráfico 1 puede observarse el esquema general del PAAL 2007 – 2019 y la ubicación del actual programa y proyecto.

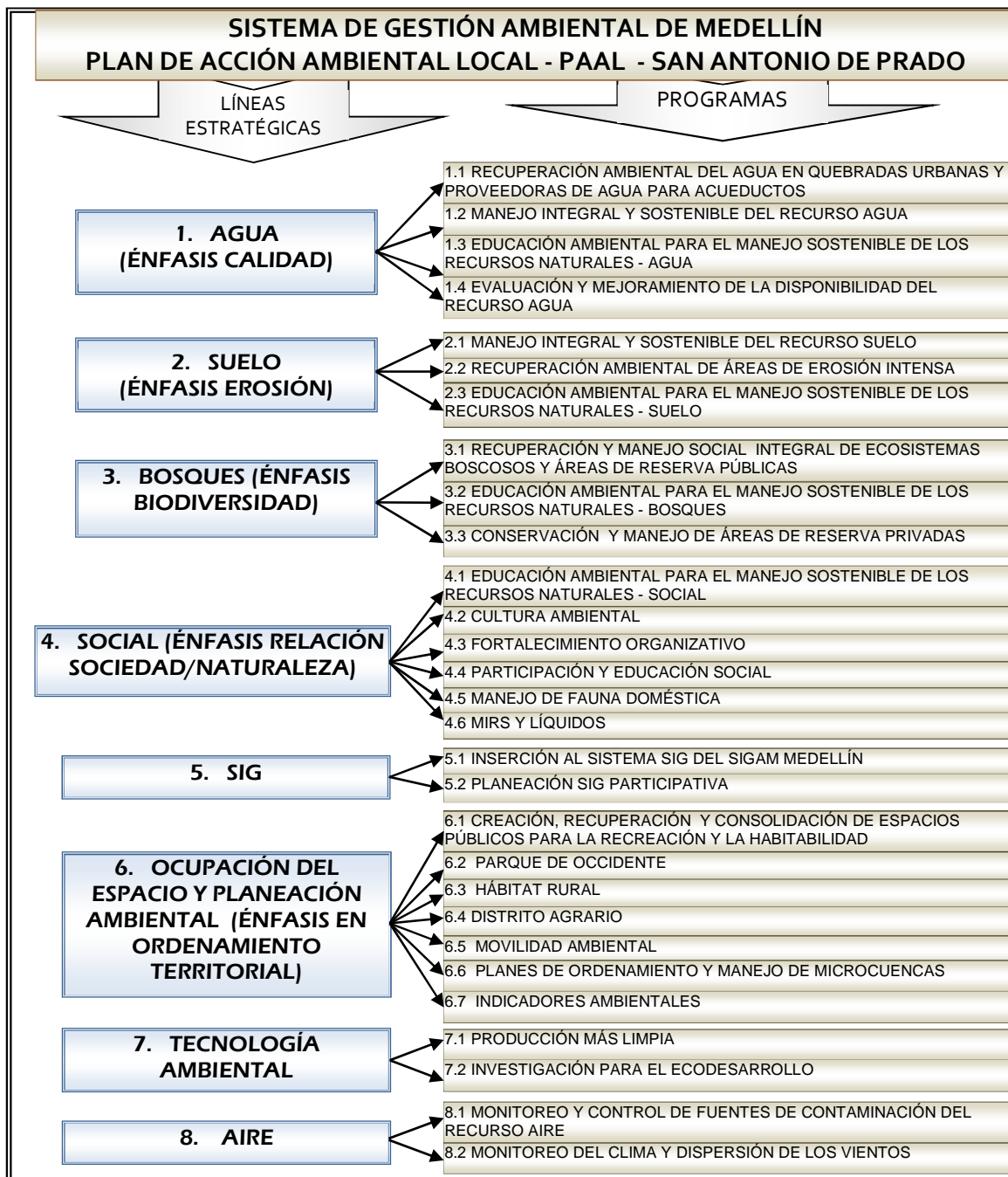


Gráfico 1. Líneas Estratégicas y programas del PAAL SADEP. (Tomado de "Agenda Ambiental Local para San Antonio de Prado y Bases para la Implementación del Sistema de Gestión Ambiental Corregimental". 2007. SMA.)

6. 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, 2009 y ajustada en el estudio de monitoreo de 2012 y luego en 2013.

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

En síntesis la metodología general está trazada desde la fase anterior así:

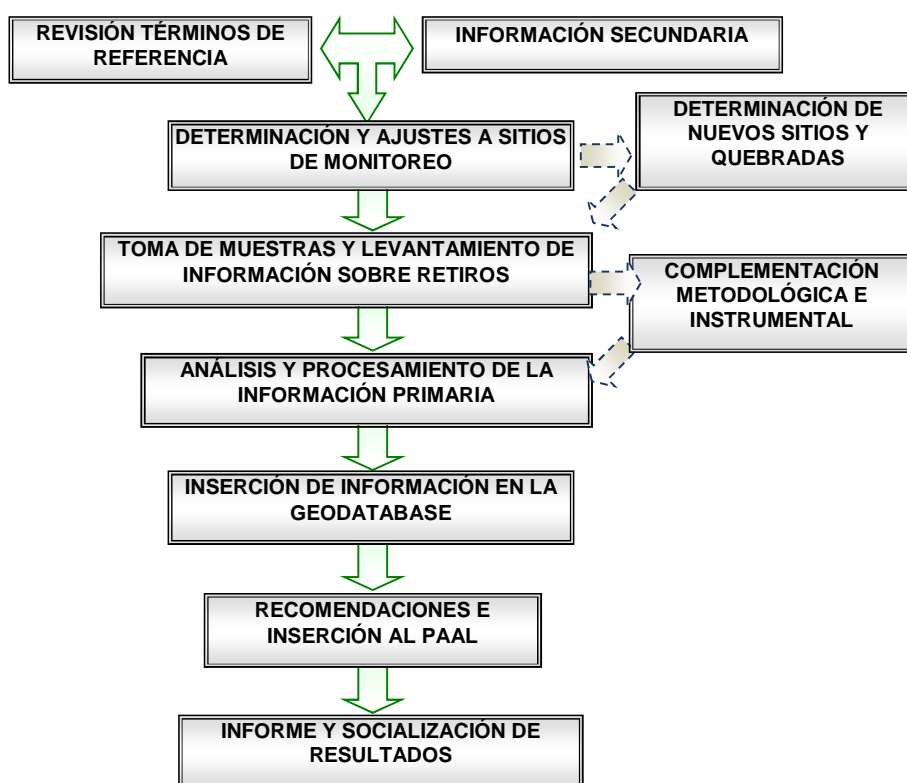


Gráfico 2. Proceso de monitoreo del recurso agua en SAP, 2013 (basado en monitoreo 2012)



6.1 Recopilación de información secundaria

Se acopió y procesó la información precedente sobre el estado de los recursos monitoreados, de acuerdo con los resultados presentados en la Agenda Ambiental Corregimental 2007, y los proyectos de monitoreo anteriores en especial el estudio de 2012 que incorporó todos los anteriores en cuanto a sus monitoreos de la calidad del agua y retiros, la cual sirvió de base comparativa en cuanto a los resultados obtenidos en 2013. Toda esta información puede observarse en los capítulos respectivos al tratarse cada tema específico.

6.2 Recolección y análisis de información primaria

Se procedió al levantamiento de información primaria correspondiente al monitoreo de la calidad de aguas en las 17 quebradas planteadas en los términos de referencia; se hizo lo mismo con los tramos de retiro correspondientes y adicionalmente se realizaron toma de datos directamente en campo, en cerca de 10 sitios más, para los parámetros de pH, O.D., % de O.D. Disuelto, C.E., T.S.D., O.R.P. estos datos fueron tomados mediante el instrumento Hanna HI 9828, debidamente calibrado y con verificación de Integridad de datos, los demás parámetros fueron obtenidos a partir de las muestras radicadas en el laboratorio de aguas de Corantioquia, el cual está certificado.

6.2.1 Agua

Este recurso fue evaluado en 17 quebradas durante el desarrollo del proyecto de monitoreo de recursos naturales en San Antonio de Prado, 2012 (cuarta fase), estudio que dejó sentada una metodología para la evaluación del recurso agua (calidad) y de los retiros de quebradas (tramos).

El monitoreo consideró la implementación de la metodología estipulada en la Agenda Ambiental y en la última fase de monitoreo y se complementó, en cuanto a la evaluación de tramos mediante la calificación por el índice de calidad ambiental –ICA RED RÍO, hasta donde la información levantada lo permitió.



Para el presente proyecto, se mantuvieron los sitios de muestreo establecidos en la fase anterior para evaluar la calidad del agua y valoración de tramos en las 17 quebradas básicas del corregimiento, pero además se agregaron 10 sitios más, en 5 cuencas, 2 de las cuales son nuevas. En estos sitios se generó la línea básica para los parámetros a los que se alude en el numeral 6.2. En total se evaluaron 65 sitios de calidad de aguas (de los 55 inicialmente planteados en los términos de referencia, lo cual se constituye en un aporte adicional a las contrapartidas concertadas inicialmente): 3 por cada una de las 17 quebradas, más algunos adicionales en La Manguala, La Despensa, La Larga, La Limona, La Cabuyala.

Los nuevos sitios, adicionales a los concertados están definidos por las coordenadas que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Sitios adicionales de muestreo de aguas en algunos parámetros en San Antonio de Prado, 2013

CÓDIGO	TRAMO DE QUEBRADA	COORD X	COORD Y	ALTURA (m.s.n.m.)
CAB60	CABUYALA ALTA (ALCANTARILLA)	824.934	1.175.081	1972
LARVER68	LARGA (LA VERDE) MEDIA 68	826.634	1.176.763	1787
LARVER69	LARGA (LA VERDE) MEDIA 69	826.542	1.177.644	1945
LIM70	LIMONA MEDIA - BAJA 2	825.983	1.174.460	1843
LIM71	LIMONA MEDIA - BAJA 3	825.954	1.174.463	1848
ALS65	AFLUENTE LA LARGA EL SALADO	822.129	1.177.901	2125
DM01	DOÑA MARÍA LAS PLAYAS	823.914	1.178.512	1895
MAN61	MANGUALA - MEDIA-BAJA 2	824.620	1.175.315	1992
ZUL72	ZULIA - ALTA POS NUEVA BOC	826.841	1.177.911	1993
LAVER73	LARGA (LA VERDE) - ALTA	826.607	1.177.158	2100

Para el desarrollo de esta actividad se partió de la ubicación de las quebradas en los mapas disponibles basados en la cartografía SIG de la Secretaría del Medio Ambiente. De manera preliminar se establecieron en oficina los puntos de muestreo y mediante visitas de campo se ajustaron o corroboraron los sitios de acuerdo con la mejor conveniencia para las actividades de monitoreo. Todos estos sitios definitivos fueron nuevamente georreferenciados y ubicados de manera definitiva en el mapa, junto con los sitios



generados al construir la línea base de los nuevos puntos que el conveniente ejecutor adicionó por su cuenta (ver tabla 2).

El mismo día de la toma de muestras de aguas o durante visitas posteriores, se hizo la evaluación de los tramos de retiro de quebradas en una longitud de 50 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo y a ambos lados de la corriente. En total fueron 64 trayectos evaluados en detalle (de 55 trayectos inicialmente contemplados) en 19 quebradas (de 17 inicialmente contempladas) y más de 6 kilómetros de retiros a cada lado de las corrientes.

Una vez obtenidos los resultados se aplicaron los criterios de calificación establecidos en la Agenda Ambiental Corregimental y especialmente en la cuarta fase de monitoreo y se analizaron de manera absoluta (línea base) para los nuevos sitios y de manera absoluta y comparativa para los ya establecidos.

Los resultados finales fueron integrados a la geodatabase del SIGAME y mapificados.

Finalmente se procedió a realizar las recomendaciones que permiten insertarse en el PAAL, mejorar las condiciones ambientales de estas quebradas y facilitar la gestión para su manejo, desde la perspectiva de gestión de los proyectos del PAAL en particular y del SIGAM en general.

Por último se socializan los resultados obtenidos en el escenario de la Mesa Ambiental, con el fin de mantener informada y sensibilizada a la comunidad y de estimular la participación social e institucional en la solución de los problemas encontrados, en la mitigación de los impactos ambientales generados por actividades productivas y asentamientos humanos, y en resumen para estimular la participación comunitaria, institucional y empresarial en el manejo sostenible de este recurso en particular y de estos ecosistemas acuáticos en general, con enfoque de cuencas.

6.2.2 Articulación del proyecto de monitoreo a la formulación de planes, programas y proyectos ambientales del PAAL corregimental

Una vez terminados los muestreos y los análisis, se generaron recomendaciones y se establecerán las rutas más convenientes para gestionar el manejo adecuado de los problemas y potencialidades, desde el ámbito de los programas y proyectos del PAAL. Se



establecieron así las rutas de articulación entre estos monitoreos y los desarrollos de otros proyectos considerados en el PAAL.

Se busca con esta estrategia de articulación que con la implementación de algunas líneas, programas y proyectos del PAAL, no sólo se logre su objeto principal, sino que además contribuyan a solucionar la problemática diagnosticada durante los monitoreos ambientales en los bienes y servicios ambientales. Pero además se pretende que los procesos de monitoreo señalen pautas para corregir tendencias negativas e insostenibles en la construcción del territorio, en su uso y manejo, y así mismo indiquen la manera como potenciar las tendencias positivas generadas por la realización de algunos proyectos y prácticas de manejo establecidas en el PAAL o en acciones privadas no consideradas aún.

Elaboración y publicación del documento final

A partir de los resultados obtenidos se produjo el documento final, tanto en versión física como digital, complementada con una memoria visual fotográfica y un aplicativo técnico de fácil consulta por parte de técnicos, tomadores de decisiones y ciudadanía en general.

Además de las copias digitales básicas se editaron 70 DVD, con la memoria del proyecto (sin incluir el componente SIG -Geodatabase-), los cuales son entregados preferiblemente a organizaciones comunitarias locales como acueductos comunitarios, JACs, Instituciones educativas y empresas privadas que se relacionen directamente con el uso y manejo de estos recursos naturales o que impactan sobre ellos y además se hace entrega a los participantes en la Mesa Ambiental.

Estos documentos no sólo servirán a estas organizaciones como material de consulta y referencia, sino que además podrán sensibilizar a una gran parte de la población, organizaciones y empresas locales, con respecto al estado actual de los recursos naturales del corregimiento y la necesidad de insertarse en el proceso de manejo sostenible del ambiente local y regional, preferiblemente por la vía del SIGAM y la Mesa Ambiental con su OAL.

Socialización y divulgación de los resultados

El propósito de esta actividad es difundir entre los funcionarios de la Secretaría del Medio Ambiente, CARs, los actores del SIGAM y la comunidad en general, la información obtenida con el desarrollo del proyecto. Para ello se realiza un evento en el corregimiento, en el marco de la Mesa Ambiental, con invitación especial a los actores institucionales.

En síntesis la metodología general y su ruta procedimental pueden resumirse como muestra el gráfico 2.

7. MONITOREO DEL ESTADO AMBIENTAL AGUA

El proceso de monitoreo de la calidad ambiental del agua en San Antonio de Prado, inició en 2006-2007 con la formulación de la Agenda Ambiental Local que levantó unas líneas bases y luego se mantuvo principalmente el financiamiento por la vía de PP con el apoyo o cofinanciamiento de organizaciones locales, todo lo cual se enmarca en la implementación del Plan de Acción Ambiental Local de San Antonio de Prado, PAAL 2007-2019, hasta el punto que ahora ha logrado constituirse un Observatorio Ambiental Local (OALSAP), bajo la coordinación de la Mesa Ambiental, que no sólo monitorea el agua y los retiros de quebradas, sino además los movimientos en masa (estado de actividad, en todo el corregimiento), la erosión agropecuaria (erosión histórica y activa, en toda la zona rural del corregimiento), el estado de los bosques y la biodiversidad (estado de cantidad y calidad en bosques nativos y rastrojos, así como flora y fauna), los humedales (ubicación y estado, en todo el corregimiento), sitios críticos de escombros y basuras (en todo el corregimiento), la ejecución del PAAL y dentro de poco iniciará el monitoreo del aire (ruido) y el clima (una estación climática básica para precipitación, viento y temperatura).

Los recursos económicos, técnicos y logísticos para la planeación y ejecución de estos procesos de monitoreo han venido tanto de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, como de ONG locales (principalmente la Corporación Pro Romeral y algunas organizaciones de la Mesa Ambiental). De hecho los monitoreos de movimientos en masa, seguimiento al PAAL y sitios críticos de basuras y escombros no han contado con recursos públicos hasta ahora.

El proceso de gestión local para la implementación del programa de monitoreo ambiental de los recursos naturales en el corregimiento 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 bajo alianzas público-comunitarias: 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.

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 impide que la localidad continúe destinando los recursos necesarios; así mismo se espera que Corantioquia, Área Metropolitana, EPM y EVM, se incorporen como apoyos permanentes.

El anterior estudio de monitoreo señala que:

"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 porque 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, 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." (SMA, 2009, citado por SMA, 2012).

Y más trae el estudio de monitoreo de 2012, señala que: "Esta situación es tan cierta que en efecto, debido a que en 2010 no hubo suficientes recursos económicos para la comisión ambiental de PP, el proyecto de continuidad de monitoreo de aguas no fue desarrollado, debido a que no se destinaron recursos ordinarios para ello, y sólo en 2011 volvieron a asignarse algunos fondos (de nuevo insuficientes) por PP, para que se pudiera reiniciar el proceso en 2012. Estos baches temporales en el proceso son desde el punto de vista técnico completamente inconvenientes y pueden llegar a dañar seriamente las series y el planteamiento de un futuro modelo, así como el ajuste de las ecuaciones de valoración."



En otros aspectos es más evidente que esta falta de continuidad afecta seriamente los procesos desde el punto de vista de la rigurosidad técnica: los monitoreos de flora, fauna, y bosques debieron realizarse hace un año pues cumplieron sus ciclos de 5 y 3 años respectivamente, y el de movimientos en masa también (debería hacerse anualmente) pero debido a que PP no ha asignado los recursos suficientes (porque no ha contado con ellos) y las organizaciones locales no cuentan con los fondos necesarios para emprenderlos autónomamente, no se han realizado.

En estos casos es muy claro que la visión de ciudad sostenible que está a cargo de la SMA y del SIGAM en general, se ha quedado por lo menos parcialmente en el discurso y los escritos en lo que a San Antonio de Prado respecta, pues cuando se ha requerido financiar los procesos que garantizan este objetivo no se han asignado recursos ordinarios para ello y se depende en 100% de lo que asigne PP o las organizaciones comunitarias.

7.1 Generalidades sobre la cuenca Doña María y el recurso hídrico en el corregimiento

La Doña María es una de las cuencas más grandes y caudalosas entre las tributarias del río Aburrá y es la cuenca principal a la cual vierten las 19 quebradas incluidas hasta ahora en el programa de monitoreo ambiental de calidad del agua y de los retiros de quebradas.

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 3).

"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 Itagüí 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)

De las 19 quebradas consideradas en este monitoreo 12 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 su afluente) y 6 en la formación del

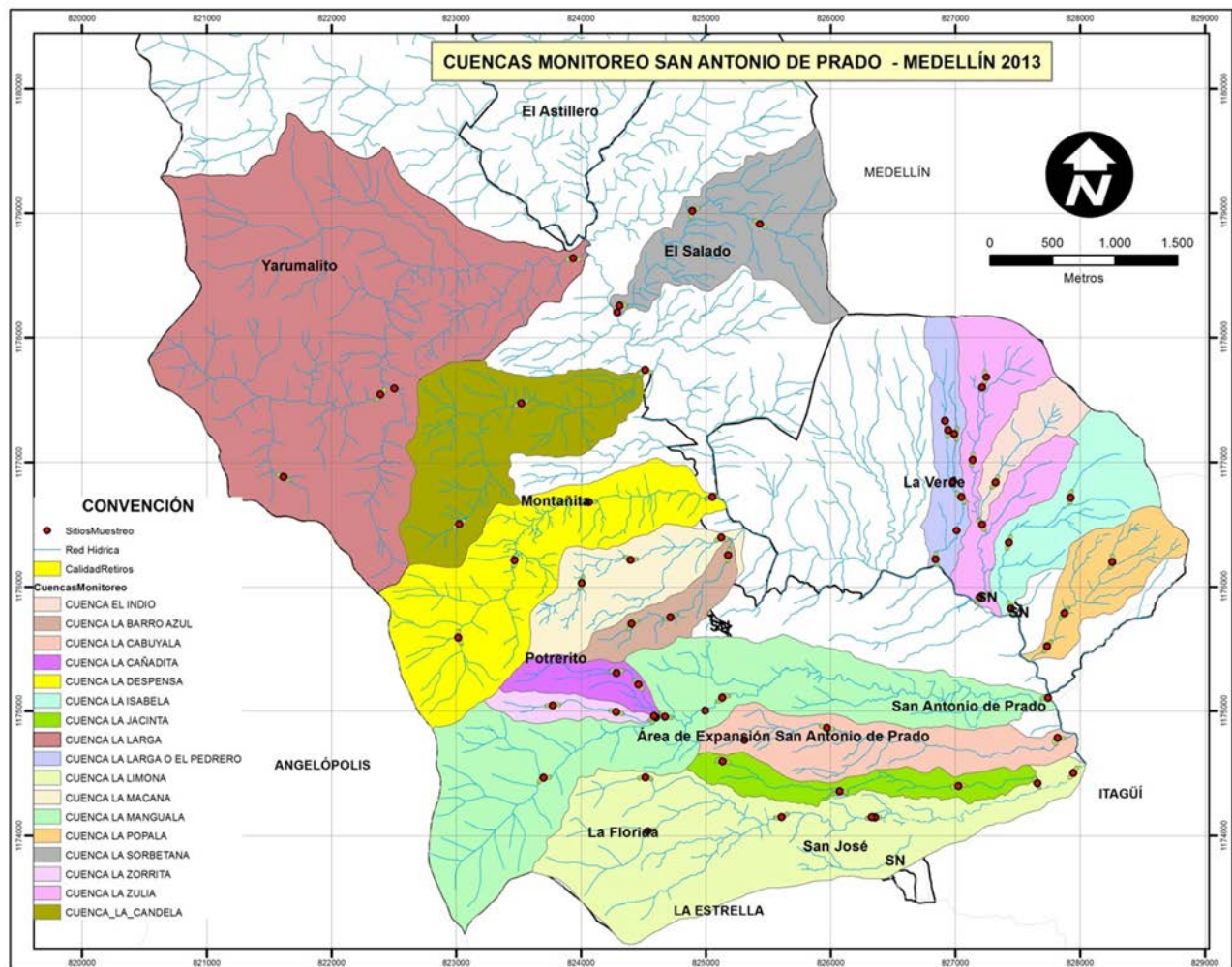


Barcino, vertiente hacia La Doña María, (La Popala, La Isabela, La Zulia, La Larga de la Verde o El Pedrero, La Sorbetana y El Indio), la restante es la Doña María en sí misma.



Fotos 1 a 3 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 (tomado en SMA, 2012)

En el mapa 2 y en las fotos satelitales 4 y 5 a y b puede observarse la conformación de la red hidrológica del corregimiento en la zona centro y sur y así como las cuencas involucradas en las actividades de evaluación de la calidad del agua durante 2013.



Mapa 2 Red hídrica de San Antonio de Prado y Cuencas en estudio 2013

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 Itagüí es de 71,4 Km² (según Corantioquia, 2005) (SMA, Monitoreo del recurso hídrico en San Antonio de Prado", 2009)



Foto 4 Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y su ubicación en centro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

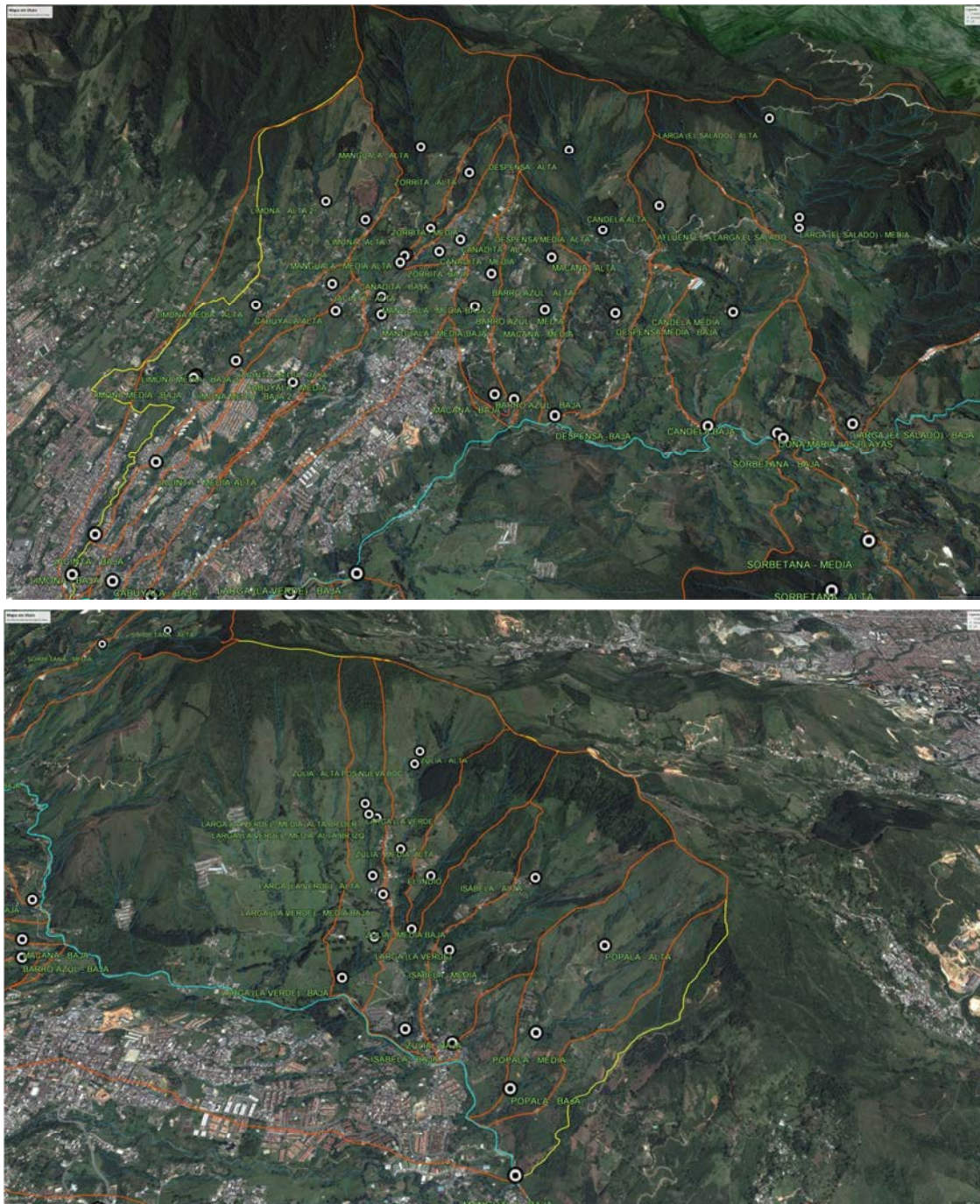


Foto 5 (a y b) Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en SAP 2013 (a. vertiente occidental, b. vertiente oriental)



7.2 Aspectos hidrológicos y morfométricos de la cuenca principal y las quebradas afluentes

En los estudios anteriores de formulación de la Agenda Ambiental y de monitoreos de recursos naturales (SMA, 2007, 2008, 2009 y 2012), se realiza una completa descripción de la cuenca Doña María y sus cuencas tributarias objeto de monitoreo en el corregimiento. 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.

A continuación se reportan algunos datos importantes de todas las microcuencas incluidas en el estudio, en particular frente a las características morfológicas y morfométricas.

Tabla 3 Características morfométricas de algunos afluentes y cuencas de la Doña María en San Antonio de Prado monitoreadas en 2013

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)	Índice de Compacidad	Densidad Hidrológica	Densidad de drenaje (km/km ²)	Número de orden
LA DESPENSA	221	8.126	3.806	2.705	1.800	2.957	1.242	2.740	1,45	10,01	4,48	2
LA SORBETANA	142	6.701	2.754	2.375	1.875	1.888	1.574	2.405	1,48	8,40	5,84	3
LA LIMONA	360	10.421	5.409	2.550	1.622	4.500	1.430	2.600	1.54	5.69	5.63	3
LA MANGUALA	404	13.278	6.600	2.710	1.646	5.145	1.556	2.795	1,79	7,21	3,49	4
LA JACINTA	56	6.435	2.958	2.014	1.660	2.831	370	2.058			6,70	3
EL BUEY	19	3.028	1.307	1.880	1.695	1.361	468	1.915	1,96		7,74	2
LA CAÑADITA	34	3.055	1.497	2.445	1.648	1.320	338	2.505	1,48		8,83	3
LA ZORRITA	23	2.991	1.344	2.490	2.040	1.376	268	2.555	1,76		6,43	2
LA LARGA (Yarumalito)	659	12.863	5.270	2.540	1.890	3.600	3.742	2.575	1,41		6,53	4
LA LARGA O PEDRERA (La Verde)	51	4.764	1.997	2.105	1.705	1.982	402	2.340	1,42	9,36	5,11	4
LA POPALA	67	4.146	1.658	2.080	1.662	1.600	637	2.186	1,35	11,44	6,90	3
LA ISABELA	93	4.934	1.963	2.060	1.685	1.812	940	2.205	1,18	14,49	6,52	3



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)	Índice de Compacidad	Densidad Hidrológica	Densidad de drenaje (km/km ²)	Número de orden
LA CABUYALA	111	6.833	3.254	2.010	1.634	3.043	556	2.050	1,87	11,46	14,29	3
LA BARRO AZUL	41	3.705	1.659	2.150	1.815	1.604	356	2.225	1,62		6,26	
LA ZULIA	145	6.352	2.591	2.120	1.690	2.318	1.320	2.320	1,37	7,52	5,64	3
LA MACANA O EL COCO	132,8	5.050	2.133	2.210	1.815	2.050	1.000	2.395	1.21	13,58	7,07	4
LA CANDELA	175,5	6.840	3.120	2.350	1.860	2.460	1.282	2.475	1,46		8,15	
EL INDIO	37.19	3.278	1.200	2040	1.765	1265	500	2.320	1,52		5,86	2

Basado en Estudio de Monitoreo del Recurso Agua de San Antonio de Prado, 2012 y complementado en 2013

7.3 Uso y manejo del agua en perspectiva socioeconómica y ambiental en el corregimiento

En los estudios anteriores y especialmente en el de monitoreo de 2012 se hacen algunas reflexiones importantes y se acota información relacionada con las características culturales y tecnológicas relacionadas con el uso y manejo del recurso y con sus implicaciones sobre los sistemas productivos.

En general estas reflexiones siguen siendo pertinentes y hasta ahora no se ha modificado sustancialmente la relación de la sociedad con este bien, aunque puede decirse que lentamente, pero de manera progresiva se hace más conciencia sobre la necesidad de racionalizar el uso del bien, especialmente ahora que se hacen más evidentes las limitaciones que impone la carencia del agua en actividades productivas y en procesos de expansionismo urbano, como los actuales en la zona de plan parcial de La Florida en donde algunas nuevas urbanizaciones (apenas planteadas en diseños y con contratos de ventas listos) tienen problemas de suministro debido por un lado a que los acueductos (Vergel Centro y Manantiales) no tiene la capacidad instalada para atender cerca de 1.500 viviendas nuevas, pero además debido a que las fuentes hídricas ya han copado su capacidad ambiental y legal de suministro (en muchos casos esta capacidad se rebasa en épocas de sequía, cuando no se respeta el caudal ecológico causando graves daños, algunas veces irreversibles, sobre la fauna de las corrientes.



Se invita al lector a consultar los informes anteriores.

Durante 2013 se presentaron algunos eventos que merecen resaltarse ya sea porque corroboran una tendencia anterior o porque han surgido recientemente y en todos los casos ocasionaron un fuerte impacto en la calidad del agua de las quebradas objeto de monitoreo en este año.

Varios sitios presentaron mejorías en la calidad del agua, pero otros desmejoraron notablemente. Los sitios que mejoraron presentaron factores relacionados con las gestiones que adelantaron las organizaciones locales y la Mesa Ambiental para que se hiciera control de vertimientos puntuales, pero también se relacionó con la leve mejora en el estado de algunos retiros y claramente con la adquisición de predios para restauración y conservación. En el grupo, en los sitios que desmejoraron su calidad, las causas se relacionan con nuevos vertimientos puntuales de elevada magnitud o incremento en sitios con vertimientos identificados anteriormente. Parece que debido a que no se hizo control (a pesar de las denuncias) sobre varios sitios que se mostraron como críticos en el monitoreo anterior, algunos propietarios continuaron e incrementaron los vertimientos (especialmente de marraneras) que impactaron fuertemente algunos tramos de quebradas, igual sucede con algunos sitios que están recibiendo descargas directas de aguas residuales domésticas, incluyendo nuevas urbanizaciones y viviendas.

Ha continuado la tendencia al aumento de sitios donde se presentaron peces como bioindicadores de buena calidad, pero en contraste han disminuido los sitios que presentan Cangrejos en aquellas quebradas que vieron recuperadas parcialmente su calidad del agua o que han mantenido su buen nivel.

Uno de los aspectos más influyentes en la calidad del agua y los retiros es el papel del control. Gran parte de los daños pueden prevenirse con esta acción pública, pero su debilidad o carencia está determinando que se mantengan e incluso se incrementen los daños ambientales que pudieron ser evitados. A la vez el control oportuno va generando una incipiente conciencia ambiental y consolidando una cultura ambiental con relación al agua y los ecosistemas, tal como se evidencia en cuencas como La Cañadita, La Zorrita, La Macana, La Zulia, La Manguala y Limona altas, entre otras, que cada vez mejoran más su calidad ambiental y el entorno. Pero igualmente en varias cuencas como La Candela, La Larga, La Sorbetana, La Popala, La Zulia Media Alta, entre otras que han visto una desmejora ambiental considerable, ya sea de manera permanente o temporal en algunos tramos, debido a que se han establecido focos de contaminación por vertimientos puntuales



que no han sido controlados ni visitados por las autoridades, lo que ha generado que se mantengan o incrementen, a pesar de las denuncias comunitarias.

En esta perspectiva el papel desempeñado por la Mesa Ambiental es clave dado que la comunidad a modo individual sólo puede denunciar tímidamente, por el temor a represalias, y en esa medida la denuncia formal realizada por esta forma organizativa resulta ser de utilidad para el cumplimiento del papel del estado (principalmente de las autoridades ambientales), pero ese proceso participativo de la sociedad no es posible sin el sustento que brinda el programa permanente de monitoreo ambiental que ha permitido socializar el estado actual y sensibilizar sobre la urgente necesidad de control y restauración.

El programa de monitoreo ha servido de base técnica para la gestión de iniciativas de mejoramiento ambiental como el apoyo a la reconversión agrotecnológica, la construcción de alcantarillados, y propuestas como la construcción de alcantarillados no convencionales o 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, tal es el caso de sitios críticos como la centralidad de Montañita, sectores como María Auxiliadora, Las Coles, Las Camelias, entre otros.

En 2013 vuelve a corroborarse el gran impacto positivo que tiene en la zona urbana y en las centralidades rurales la construcción de alcantarillados, no obstante es indispensable que estos viertan finalmente a los colectores que llevan a la planta de San Fernando, pues de otra manera se persistirá en graves daños como los que ocurren sobre las quebradas La Jacinta y La Limona debido a que los alcantarillados de EPM están vertiendo directamente a La Jacinta, luego de su paso por la urbanización Barichara, destruyendo estas corrientes hasta su desembocadura en La Doña María, en contravención abierta a las normas de construcción y manejo de las aguas residuales. 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, que son afectadas desde sus partes altas, 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.

En el caso de tanques sépticos se mantiene la problemática relacionada con el deficiente manejo que existe en la zona rural debido a que no se les hace mantenimiento y con ello realizan vertimientos directos, lo cual resulta ser peor que los anteriores pozos en tierra (aunque estos últimos tienen el riesgo de generar movimientos en masa). No obstante



apenas se está haciendo conciencia y formación a los propietarios sobre este aspecto y se espera que ayude al mejoramiento de la calidad en el corto plazo.

La disponibilidad de agua limpia para las centralidades urbanas está determinada por el buen uso que se dé al agua en las zonas rurales y particularmente en las partes altas de las cuencas, por eso es necesario implementar campañas permanentes de cultura ambiental y formación agrotecnológica para instruir integralmente sobre el uso racional del agua y el cuidado de los retiros como estrategia para mantener a largo plazo la disponibilidad del agua y el mejoramiento de su calidad. Está demostrado por los estudios anteriores y se ha corroborado en el actual que parte de la escasez estacional del agua se debe tanto a la contaminación como a los 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 ni aíslan los retiros.

El cabal manejo de los retiros y la garantía de la disponibilidad del agua depende en gran parte de la toma de decisiones públicas tendientes a la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales de la ciudad, lo cual implica no sólo un eficaz control, sino además el establecimiento de subsidios, el pago por servicios ambientales y la adquisición de predios con destino a la conservación. Pero así mismo hay que fortalecer el apoyo a los programas y proyectos contemplados en el PAAL, pues resultan ser los más eficientes en lograr estos objetivos de conservación y uso sostenible del territorio.

A partir de 2012 y especialmente de 2013 se está haciendo más evidente que los límites al crecimiento urbanístico están marcados por la capacidad de carga ambiental del territorio: varios nuevos proyectos urbanísticos que están ofertando viviendas nuevas en los sectores con aprobación de planes parciales se han visto con serias limitantes relacionadas con el suministro de agua debido a que las fuentes principales La Manguala y La Limona ya están en capacidad de abastecer más usuarios y los acueductos comunitarios tiene serias limitantes para abastecer un flujo tan grande de demanda; pero además si lo hacen tendrán que servirse del caudal ecológico, destruyendo el ecosistema hídrico y contraviniendo la norma.

Este aspecto de limitación de la oferta se relaciona tanto con la mal calidad del agua en la parte alta de La Limona en su brazo norte, como con el hecho de que apenas el año pasado fueron adquiridos algunos predios para restauración y conservación con fines de provisión de agua, pero los efectos benéficos de esta medida sólo se verán dentro de unos 10 años o más. En esta perspectiva de planeación y ordenamiento del territorio es urgente continuar la



adquisición de predios con fines de restauración ecológica y conservación para la provisión de servicios ambientales en cuencas como La Manguala, La Limona, La Despensa, varias cuencas en la vereda La Verde, y en perspectiva de mediano plazo cuencas como La Candela, La Larga de Yarumalito y la alta Doña María tanto en Yarumalito como en Astilleros, pues de ellas dependerá la estabilidad futura de la zona urbana de San Antonio de Prado y la permanencia productiva rural del corregimiento biotecnologías avanzadas de confinamiento.

Pero también es indispensable empezar con urgencia el pago por servicios ambientales a los propietarios que posean lotes en bosques o estén dispuestos a restaurar los ecosistemas boscosos. Esta es quizá la mejor estrategia para garantizar la provisión segura y estable de los servicios ambientales del territorio y la ciudad, así como del área metropolitana en su conjunto.

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.

La Mesa Ambiental de San Antonio de Prado desde 2012 ha realizado un estudio de identificación de humedales y corrientes hídricas que no sólo sirven como reguladoras de caudales, sino que son espacios de mantenimiento de la biodiversidad (en especial anfibios), pero en 2013 se constata que se está presentando una pérdida de humedales en las zonas de expansión urbana, especialmente aquella que cuenta con planes parciales aprobados, debido a que las urbanizaciones nuevas están drenando los humedales mediante un abatimiento del nivel freático y proceden luego al llenado de las bateas para construir infraestructura, a pesar de los altos riesgos que esto implica para la estabilidad de las construcciones que con frecuencia se ven agrietadas debido a que los terrenos van cediendo subsuperficialmente a causa de las corrientes y flujos internos.

Este es quizá el fenómeno más notable de pérdida de retiros en la actualidad. Sobre este fenómeno se conoce poco, debido a que la cartografía de la alcaldía de Medellín no tiene estos elementos consignados e incluso existen arroyos que no figuran en los mapas, lo cual aprovechan los constructores para conducirlos con tuberías y filtros internos y taparlos luego para establecer infraestructura. No obstante el estudio de La Mesa Ambiental y Pro Romeral ya ha identificado la ubicación de estos cuerpos (pantanales, turberas, corrientes internas, etc.) y sus SHP han sido entregados a las autoridades ambientales y a planeación



municipal, así como a la Secretaría del Medio Ambiente con el propósito de que sean conscientes de esta realidad y limiten las construcciones civiles y viviendas en estos espacios.

7.4 Estado del recurso en las quebradas estudiadas

En 2013 se encontró consistencia con los datos de 2012 en relación a que en las partes bajas y medias de las quebradas consideradas la contaminación del agua, obedeció principalmente al vertimiento de aguas residuales agropecuarias y domésticas y a la acumulación de contaminantes desde las partes medias y en ocasiones desde las altas, derivadas de estas actividades con manejos ambientalmente inapropiados, pero también por y erosión de suelos, por la disposición de basuras y escombros en algunos casos y en menor medida por actividades agroindustriales. En algunos casos incluso las partes altas de las quebradas presentan regular calidad (Cañadita, Larga de La Verde, Popala, La Barro Azul, La Cañadita, Limona 1 etc.) por estar invadidos sus retiros y recibir influencia de actividades ganaderas, e incluso mala calidad (Cabuyala) a pesar de que algunas son utilizadas para uso doméstico y animal aguas abajo e incluso sus aguas son tomadas para acueductos comunitarios, algunos de los cuales no tiene planta de tratamiento.

El estado de las aguas por encima de la cota 2.400 oscila entre bueno y excelente, siendo el factor más limitante la presencia de Coliformes totales y en cuanto a retiros en las partes más altas (zonas de nacimientos) que deberían estar en un estado muy bueno o por lo menos bueno, cerca del 45% presentan calidades regulares o malas tanto por afectaciones de tipo natural como antrópicas (falta de coberturas arbóreas, invasión de potreros, basuras y en pocos casos incluso descargas directas).

En los casos de las partes altas de quebradas que presentan calidad de agua regular bajo la metodología ICASAP 2013, 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 (excepto en La Cabuyala), la intromisión de animales en las corrientes y el lavado laminar de los potreros incide en la contaminación, pero en otras ocasiones el riego de excretas líquidas para abonar potreros o las descargas directas del lavado de establos y pjaras son el factor determinante, especialmente en las partes medias.



Se reitera, de acuerdo con lo manifestado en 2012 que ya por lo menos 3 zonas de nacimientos de quebradas monitoreadas 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, La Larga de La Verde), lo que resulta muy dramático para la estabilidad territorial y ambiental debido a que algunas de estas fuentes son destinadas a obtener agua para acueductos o presentan actividades agropecuarias de importancia aguas abajo, lo cual pone en gran riesgo la permanencia de las actividades productivas campesinas e incluso agroindustriales en ciertos sectores.

La presencia de basuras en las partes más altas de algunas quebradas, incluso dentro de bosques densos y plantaciones, se explica por la baja cultura ambiental de paseantes que realizan “turismo”, pero en el caso de la vereda Yarumalito el origen es la disposición ilegal de basuras y escombros que estaban destinadas al Guacal pero que son dejadas a lo largo de los bordes de la vía que conduce a este relleno sanitario, 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. En las partes media de las quebradas 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 residuales de proyectos pecuarios y de casas que no cuentan con alcantarillado, tanques sépticos o algún otro sistema de tratamiento de aguas residuales. En este caso se resaltan focos como Las Camelias que podrían contar fácilmente con sistemas de conducción o tratamiento de aguas residuales, pero no es así causando la pérdida de esta fuente (La Larga).

Si bien en general la calidad de las aguas en las quebradas monitoreadas disminuye a medida que se desciende en altura, en algunos casos se presentan, al igual que en 2012, evidencias de mejoramiento de la calidad del agua a medida que se desciende por el cauce, y como efecto tanto de la dilución al recibir afluentes limpios o aguas laminares como del efecto de la autodepuración, tal como sucede en La Barro Azul, La Cañadita, la Zorrita y La Limona 1 en sus tránsitos entre las partes altas a medias, y en La Isabela media y La Zulia media hacia abajo. Es evidente que existe una elevada capacidad de resiliencia en estos ecosistemas asociada a la elevada rugosidad y a las pendientes que mantienen un alto nivel de aireación y con ello muy buenos niveles de O.D. y de saturación de Oxígeno a lo largo de su recorrido, tal como se verá más adelante en el capítulo de O.D.

Sin embargo en algunos sectores más urbanizados que carecen aunque sea parcialmente de una infraestructura de saneamiento básico que sirva de apoyo al control de la contaminación, o en sitios rurales con descargas puntuales muy fuertes asociadas casi



siempre a piaras que manejan mal las excretas, la capacidad de resiliencia de la quebrada es rebasada notablemente, bajando por completo la calidad de las características organolépticas y físico-químicas, así como biológicas al punto de que sólo se presentan especies polisaprobias como el Tubifex, larvas de las familias Chironomidae, Culicidae y algunos Caracoles del género Physidae, así como algas pardas (como en los casos de algunos tramos de La Limona, La Manguala, La Jacinta, La Cabuyala, La Zulia, La Popala y La Larga de La Verde).

Prácticamente todas las áreas de nacimientos de las quebradas monitoreadas en 2013 y que nacen por encima de la cota 2500, mantienen su protección con vegetación en diverso grado de extensión y calidad. Algunas aún presentan muy buenas coberturas vegetales (óptimas) como La Despensa, La Manguala, La Sorbetana, La Larga del Salado-Yarumalito, etc. Estos espacios están cubiertos con bosques nativos, y otras veces 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. Acá es importante resaltar que en el caso de La Limona alta que estaba bajo este riesgo en 2012, ahora ya no existe el riesgo debido a que la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín adquirió estas zonas para restauración y conservación, favoreciendo la estabilidad en el suministro de agua que proveen cerca de 4 acueductos comunitarios.

Al igual que en 2012, se hace un llamado a la alcaldía en relación con la urgente necesidad de adquirir predios en las partes altas de varias quebradas que surten acueductos comunitarios como es el caso La Despensa y las quebradas que nacen en la vereda La Verde (La Isabela, La Larga o El Pedrero, La Popala, La Zulia, El Indio), las cuales presentan afectaciones en su calidad de agua, por encima de las bocatomas, debido a la afectación de sus retiros y zonas de nacimientos. Lo grave es que en el corto plazo no parece que se destinarán recursos para adquirir predios en estas microcuencas debido a que aún no se tienen los estudios que sustenten estas adquisiciones, a pesar de que la comunidad viene reclamando estas acciones desde hace más de 5 años.

La mayoría de las quebradas relacionadas con actividades pecuarias intensivas como ganadería de leche asociada a riego de excretas, marraneras o producción avícola, y aquellos sectores influidos 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 alta y La Macana o El Coco en Potrerito, El Buey en todo su recorrido, La Cabuyala en todo su recorrido, La



Jacinta en su parte media y baja, La Zulia, La Isabela y la Larga o Pedrera en La Verde, así como en menor medida La Barro Azul, La Zorrita, La Candela en la parte baja, La Manguala en su parte media baja y baja, La Limona en la parte media baja y baja.

Estos fenómenos están causando una enorme limitación al desarrollo de actividades recreativas y productivas en la localidad y más recientemente se hace evidente que estas limitaciones se extienden a las posibilidades de expansión urbanística en algunos sectores con planes parciales aprobados pero que no tiene como suministrar a corto plazo el agua (bajo las técnicas tradicionales) a las nuevas viviendas, e incluso se está pensando en extraer agua de pozos profundos para el suministro, a pesar de que estos sectores son recorridos por quebradas de buen caudal, pero contaminadas.

También se hace eco del estudio de 2012 con relación a que los pocos proyectos que se han adelantado en las cuencas en función del mejoramiento ambiental (alcantarillados, tanques sépticos, reconversión agrotecnológica y control a vertimientos) muestran en muchos casos resultados muy benéficos, al punto que durante 2013 se detectaron peces y otros bioindicadores que muestran su mejoría ambiental en más sitios que en 2012 que fue considerado un año bueno en relación con el monitoreo anterior.

Esta situación contrasta con la situación de algunos sectores de quebradas como La Popala Media, la Zulia media alta La larga media de La Verde, La Sorbetana media baja, La Candela media baja, La Larga de Yarumalito media, entre otras que son contaminadas claramente a partir de algunos focos críticos (descargas puntuales asociadas a Marraneras y en menor medida a asentamientos humanos) cuya remediación y control son fáciles de lograr, pero sobre los cuales no se ha hecho algo efectivo, determinando la contaminación de las fuentes de manera irracional y fácilmente evitable.

Según el levantamiento de la información y los resultados del monitoreo en 2013, las principales fuentes de contaminación en las quebradas del corregimiento son las mismas que se evidenciaron en el monitoreo anterior, algunas de las cuales pudieron ser controladas y evitadas mediante el ejercicio de la autoridad ambiental y mediante proyectos de estímulos y reconversión agrotecnológica. Estas causas de contaminación son:

- 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



construidos 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)
- 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.

La actividad de minería de cauce y el lavado de suelos para obtener arenas tampoco se presentó en 2013, por lo menos de manera constante, lo cual está incidiendo fuertemente en que la calidad ambiental de la Doña María en cuanto a turbidez sea ahora una quebrada clara, con mejores posibilidades para la recreación y para el soporte de vida mayor como peces.

A pesar de los evidentes beneficios ambientales y sociales generados con algunas medidas de choque para controlar fenómenos de contaminación puntuales en años anteriores como los reportados en el estudio de 2012, estas medidas no han vuelto a implementarse e incluso en casos largamente esperados como en La verde en el sector de Las Camelias, aún se mantiene las presiones ciudadanas para que EPM instale una solución al problema de vertimientos directos del foco de viviendas existente (cerca de 50 casas) sin que se hayan tenido logros.

Muchas causas de deterioro de la calidad del agua se asocian al deterioro de los retiros, lo cual a su vez se asocia con frecuencia a la baja cultura ambiental, tal como se aprecia en el gráfico 3. Las afectaciones mostradas en el gráfico corresponden a las presentadas en los trayectos de 50 metros arriba y abajo de los sitios de muestreo, tal como lo establece la metodología de 2012 y años anteriores.

Las afectaciones de retiros de quebradas encontradas en 2013 son muy similares a las halladas en monitoreos anteriores: la mayoría se asocia con carencia de cobertura boscosa,



seguidas de invasión de ganadería, presencia de basuras (que ha aumentado su fuerza), construcciones civiles en zonas de retiros y cauces (puentes, muros de contención, pequeñas presas, muros escalonados en cauces, bocatomas que no dejan caudal ecológico), y descargas de aguas residuales domésticas e invasión con viviendas, seguidas de otras menores (ver gráficos 3, 4 y 5).

Se reitera que es necesario contar con mayor voluntad política para corregir las frecuencias de algunas afectaciones como la falta de coberturas arbóreas en retiros, presencia de basuras, descargas directas, presencia de pastos en retiros, pues con un impulso a programas como los de reconversión agrotecnológica (si se mantiene el enfoque original de las tres primeras fases y no se distorsiona como en las últimas ejecuciones) o el de recuperación participativa y progresiva de retiros de quebradas o manejo socioambiental de retiros (también con su enfoque original), o el de Mas Bosques, es posible corregir estos problemas en gran medida, especialmente si se complementan con campañas que fortalezcan la cultura ambiental.

En general las actividades ganaderas, y los fenómenos de débil cultura ambiental y las descargas directas de viviendas y urbanizaciones siguen siendo las más impactantes en las quebradas del corregimiento. La prevención y el control de sus impactos está determinado por los sistemas de manejo agrotecnológicos existentes, unido a los adecuados usos del suelo y al nivel de cultura ambiental que a su vez se asocia con el grado de sentido de pertenencia; en esa medida los programas más estratégicos a corto, mediano y largo plazo contemplados en el PAAL SADEP y en el Plan de Desarrollo Municipal, siguen siendo los nombrados antes, junto con el de saneamiento básico y un buen control por parte de las autoridades ambientales.

Se resalta también durante 2013 la poca influencia de los movimientos en masa y otros fenómenos erosivos como socavamientos laterales, debido a la época relativamente seca en que se realizó el presente monitoreo y en general durante el año.

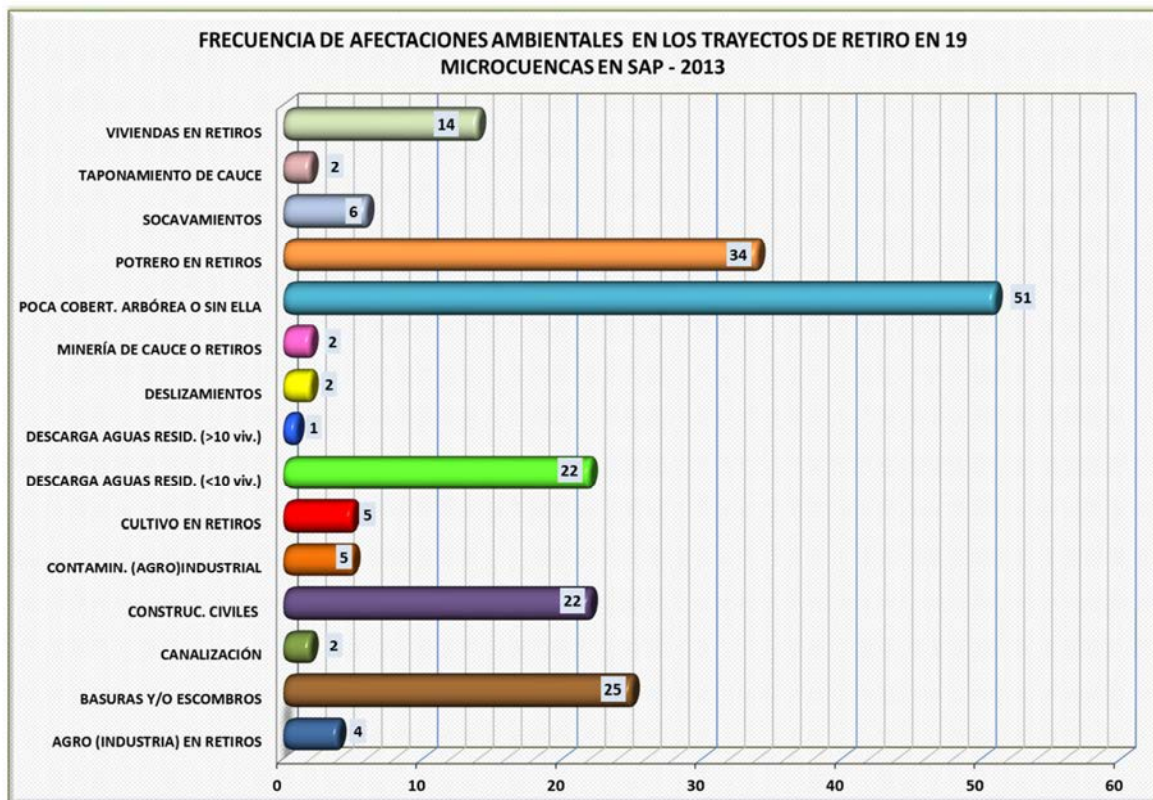


Gráfico 3. Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2013

En los gráficos 3, 4 y 5 se observa que las mayores afectaciones en los retiros se relacionan con la falta de cobertura arbórea, presentándose en 49 de los 64 tramos estudiados (77% de los tramos), en muchos casos este problema se relaciona con la invasión de potreros que se presenta en casi la mitad de los casos (32 de los 64), pero en otros casos se debe a que los retiros urbanos no han respetado el tipo de cobertura arbórea en estas zonas de las cuencas. Algunas intervenciones de retiros por infraestructura puede decirse que son inevitables (puentes, muros de contención), pero en algunos casos no era necesario generar barreras tan drásticas al flujo de animales acuáticos. En algunos casos estas infraestructuras han sido altamente contraproducentes, debido a que se han aprovechado para extender las invasiones sobre los retiros por parte de algunas personas que han construido encima de muros de contención, lo cual demuestra de nuevo la debilidad en el control.

En el caso de la presencia de basuras y escombros la situación ha empeorado en relación con 2012, a pesar de las campañas y proyectos relacionados con el manejo de residuos sólidos en la localidad. En varios casos la presencia de basuras y escombros se ha incrementado en volumen por sitio crítico, en especial en las quebradas asociadas a la vía a Heliconia que ahora sufren las consecuencias de la reciente práctica del vertido de escombros y basuras en gran volumen a lo largo de la vía en las laderas contiguas a ésta. Este fenómeno está dándose debido a que los vehículos que deberían llevar las cargas al Guacal, prefieren dejarlas en el camino para ahorrar trayecto y dinero. Pero también algunos retiros de quebradas urbanas, en especial en los de los sectores de Limonares y algunas nuevas urbanizaciones mantienen un flujo constante de residuos sólidos dispuesto en zonas verdes públicas, incluso después de limpiezas periódicas realizadas con programas de MIRS, lo que refleja el poco sentido de pertenencia por el territorio y la baja cultura ambiental.

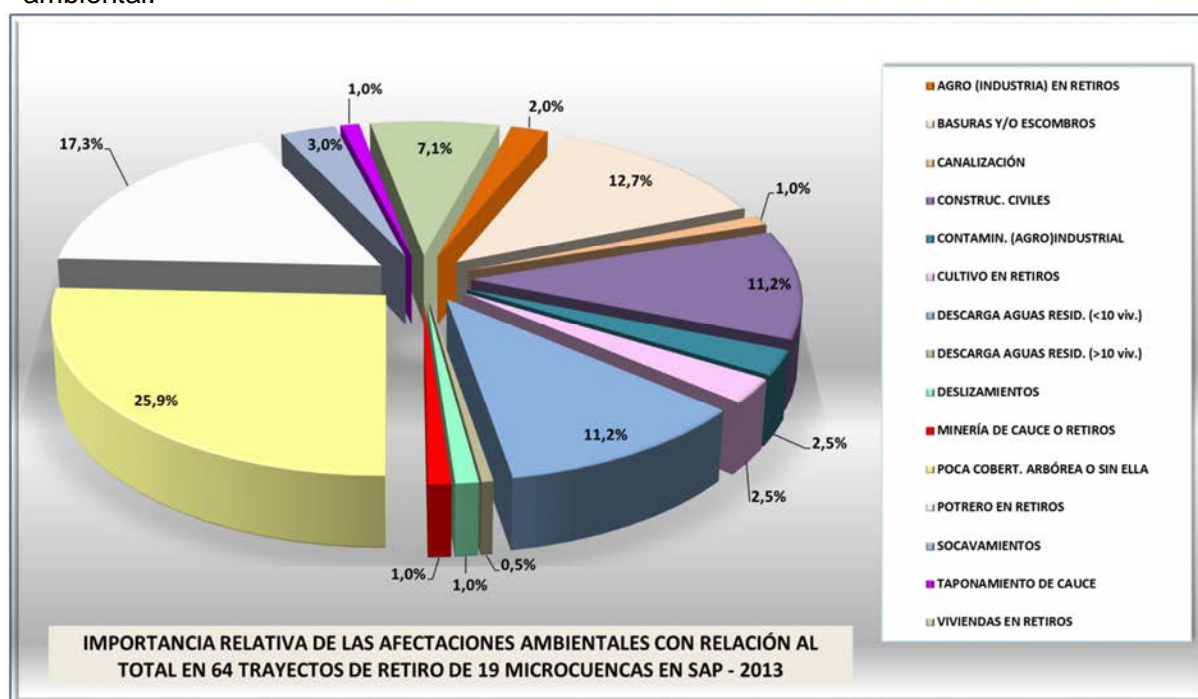


Gráfico 4 Importancia relativa de afectaciones específicas con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en las quebradas evaluadas en SAP en 2013

Prácticamente todas las microcuencas evaluadas carecen de suficiente cobertura arbórea (bosques, rastrojos y agroforestales) en sus parte medias y altas, de manera que puedan 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, favorece los procesos erosivos y la contaminación hídrica y por consiguiente repercute en una menor disponibilidad real del agua para las partes medias y bajas que normalmente son las que más demandan este bien.

Si bien esta situación está tratándose de revertir para algunas microcuencas abastecedoras de agua a acueductos veredales, mediante programas como el de adquisición de predios y el de Mas Bosques, es necesario aumentar los impactos y la cobertura mediante la estrategia de involucrar más actores, especialmente privados por medio del pago por servicios ambientales, unido a un mejor control por parte de las autoridades y a un programa permanente de monitoreo en el cual la comunidad a través de la Mesa Ambiental puede tener un papel clave.

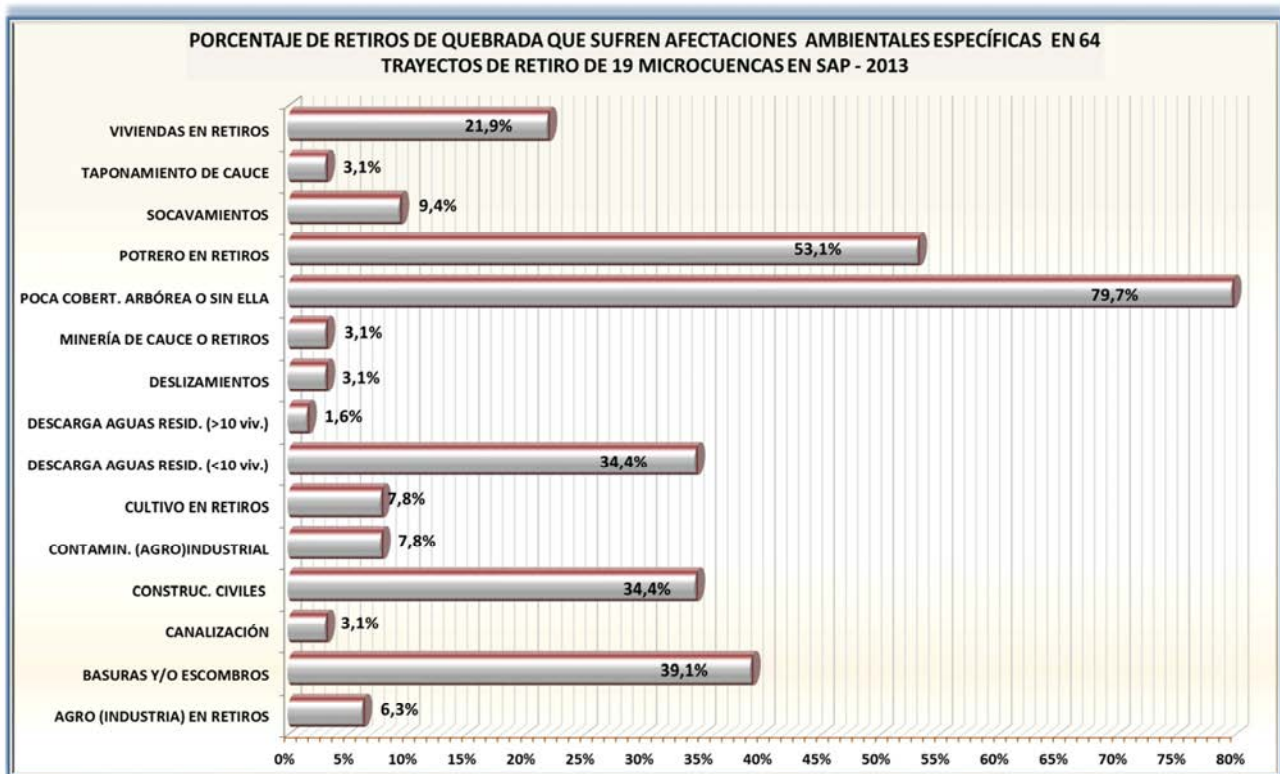


Gráfico 5 Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren afectaciones ambientales específicas en SAP, 2013



8. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE LAS AGUAS Y TRAMOS DE RETIROS

Durante 2013 los muestreos para las 17 quebradas básicas se realizaron de acuerdo con las directrices del laboratorio de aguas de Corantioquia, e incluyeron las siguientes corrientes: La Limona, La Jacinta, La Cabuyala, La Manguala, La Zorrita, la Cañadita, La Barro Azul, La Macana, La Candela, La Despensa, La Larga (Salado-Yarumalito), La Sorbetana, La Pedrera o larga en La Verde, La Zulia, La Isabela, La Popala y El Indio; a estas corrientes se sumaron dos más: un afluente de La Larga (en Yarumalito) y un sitio en La Doña María (Las Playas) ambas con estudio de parámetros medidos directamente en campo, bajo los criterios expresados antes.

Se muestrearon entre 1 y 7 sitios por cada quebrada considerada (parte alta, media y baja).

En 2013 para el caso de La Limona y La Larga en La Verde se muestrearon 7 sitios a lo largo de su trayecto, incrementándose en relación con 2012, con el fin de evaluar el impacto de La Jacinta al tributarle a La Limona y para evaluar con más detalle el impacto del núcleo de Las Camelias sobre La Larga en la vereda La Verde); en La Manguala, y La Zulia se evaluaron 5 sitios a lo largo de su recorrido, con el fin de mejorar el nivel de comprensión de la dramática contaminación de La Manguala en su parte media y se incorpora un nuevo sitio en a Zulia cerca a la bocatoma del acueducto comunitario por ser una fuente de gran importancia para esta vereda; en La Despensa y La Jacinta 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 del acueducto de EPM y en referencia al único parque lineal activo en el corregimiento. En las demás fuetes se consideraron entre 1 y 3 sitios claves.

Es importante resaltar que en 2013 se aumentaron 10 sitios de monitoreo, algunos como línea base para la quebrada. Estos logros no estaban contemplados en los términos convenidos entre la SMA y Pro Romeral y fueron asumidos en su totalidad por en conveniente, aumentado notablemente los beneficios para la localidad. En todos estos casos los parámetros evaluados (OD, ORP, % sat. OD, CE, salinidad, pH, TSD, T°) fueron medidos directamente en campo mejorando mucho la precisión si se tiene en cuenta que los instrumentos usados son de alta calidad, bajo los criterios internacionales que rigen para el caso.



En síntesis se mantuvieron todos los sitios de muestreo de 2012 y se aumentaron 10 más, incluyendo sitios en 2 fuentes nuevas. Las coordenadas del total de los sitios considerados durante 2013, pueden observarse en la tabla 4.

Manteniendo la metodología de 2012 se evaluó un tramo de los retiros arriba y abajo de cada sitio de muestreo (50 metros hacia arriba y abajo).

La información geográfica sobre los sitios de muestreo de aguas en 2013 puede verse con detalle en el anexo digital 3 y están determinados por las siguientes coordenadas y ubicaciones:

Tabla 4 Sitios totales de muestreo de aguas y retiros en 19 microcuencas de San Antonio de Prado - 2013

SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
ALS65	AFLUENTE DE LARGA EL SALADO	Vereda Yarumalito	822.129	1.177.901	2125
WEC21 BAZ33	BARRO AZUL - ALTA	Vereda Potrerito	824.028	1.176.010	2114
WEC22 BAZ34	BARRO AZUL - MEDIA	Vereda Montañita	824.341	1.176.061	2039
WEC23 BAZ35	BARRO AZUL -BAJA	Vereda Montañita	824.804	1.176.563	1877
CAB60	CABUYALA ALTA ALCANTARILLA	Vereda La Florida	824.934	1.175.081	1972
WEC11 CAB21	CABUYALA - MEDIA	Sector Vergel Sur	825.595	1.175.179	1866
WEC10 CAB22	CABUYALA -BAJA	Rosaleda-Aragón	827.444	1.175.098	1669
WEC31 CAND27	CANDELA - ALTA	Vereda Yarumalito	822.648	1.176.818	2183
WEC32 CAND28	CANDELA - MEDIA	Vereda Yarumalito	823.146	1.177.783	2026
WEC33 CAND29	CANDELA -BAJA	Vereda El Salado	824.138	1.178.054	1876
WEC19 CAÑ30	CAÑADITA - ALTA	Vereda Potrerito	823.910	1.175.617	2174
WEC20 CAÑ31	CAÑADITA - MEDIA	Vereda Potrerito	824.083	1.175.522	2122
WEC15 CAÑ32	CAÑADITA -BAJA	Vereda La Florida	824.297	1.175.266	2054
WEC25 DES13	DESPENSA - ALTA	Veredas Potrerito- Montañita	822.640	1.175.899	2260
WEC26	DESPENSA - MEDIA	Veredas Potrerito-	823.090	1.176.523	2112



SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
DES14	ALTA	Montañita			
WEC28 DES15	DESPENSA - MEDIA BAJA	Vereda Montañita	823.687	1.176.995	1967
WEC30 DES16	DESPENSA -BAJA	Vereda Montañita	824.678	1.177.036	1850
	DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)	Vereda El Salado	823.914	1.178.512	1895
WEC49 IND56	INDIO MEDIA	Vereda La Verde	826.946	1.177.148	1855
WEC53 ISA36	ISABELA - ALTA	Vereda La Verde	827.548	1.177.030	1904
WEC54 ISA37	ISABELA - MEDIA	Vereda La Verde	827.054	1.176.664	1761
WEC55 ISA38	ISABELA -BAJA	Vereda La Verde	827.070	1.176.132	1707
WEC9 JAC23	JACINTA - ALTA	Vereda La Florida	824.760	1.174.907	2035
WEC8 JAC24	JACINTA - MEDIA ALTA	Sector Vergel Sur	826.650	1.174.711	1761
WEC7 JAC25	JACINTA - MEDIA BAJA	Parque La Jacinta	825.698	1.174.668	1886
WEC6 JAC26	JACINTA -BAJA	Sector Limonar	827.285	1.174.731	1688
WEC34 LARSAL49	LARGA (EL SALADO) - ALTA	Vereda Yarumalito	821.239	1.177.193	2300
WEC35 LARSAL50	LARGA (EL SALADO) - MEDIA	Vereda Yarumalito	822.016	1.177.854	2132
WEC36 LARSAL51	LARGA (EL SALADO) -BAJA	Vereda El Salado	823.561	1.178.947	1920
LARVER73	LARGA (LA VERDE) - ALTA	Vereda La Verde	826.607	1.177.158	2100
WEC40 LARVER52	LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR DER	Vereda La Verde	826.568	1.177.570	1915
WEC41 LARVER53	LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR IZQ	Vereda La Verde	826.617	1.177.542	1909
WEC42 LARVER54	LARGA (LA VERDE) - MEDIA BAJA	Vereda La Verde	826.673	1.177.034	1830
WEC LARVER	LARGA (LA VERDE) 68	Vereda La Verde	826.634	1.176.763	1787
WEC LARVER69	LARGA (LA VERDE) 69	Vereda La Verde	826.542	1.177.644	1945
WEC43 LARVER55	LARGA (LA VERDE) - BAJA	Vereda La Verde	826.467	1.176.531	1751
WEC1 LIM05	LIMONA 1 - ALTA	Vereda La Florida	824.142	1.174.778	2110
WEC2 LIM06	LIMONA 2 - ALTA	Vereda La Florida	824.161	1.174.348	2130

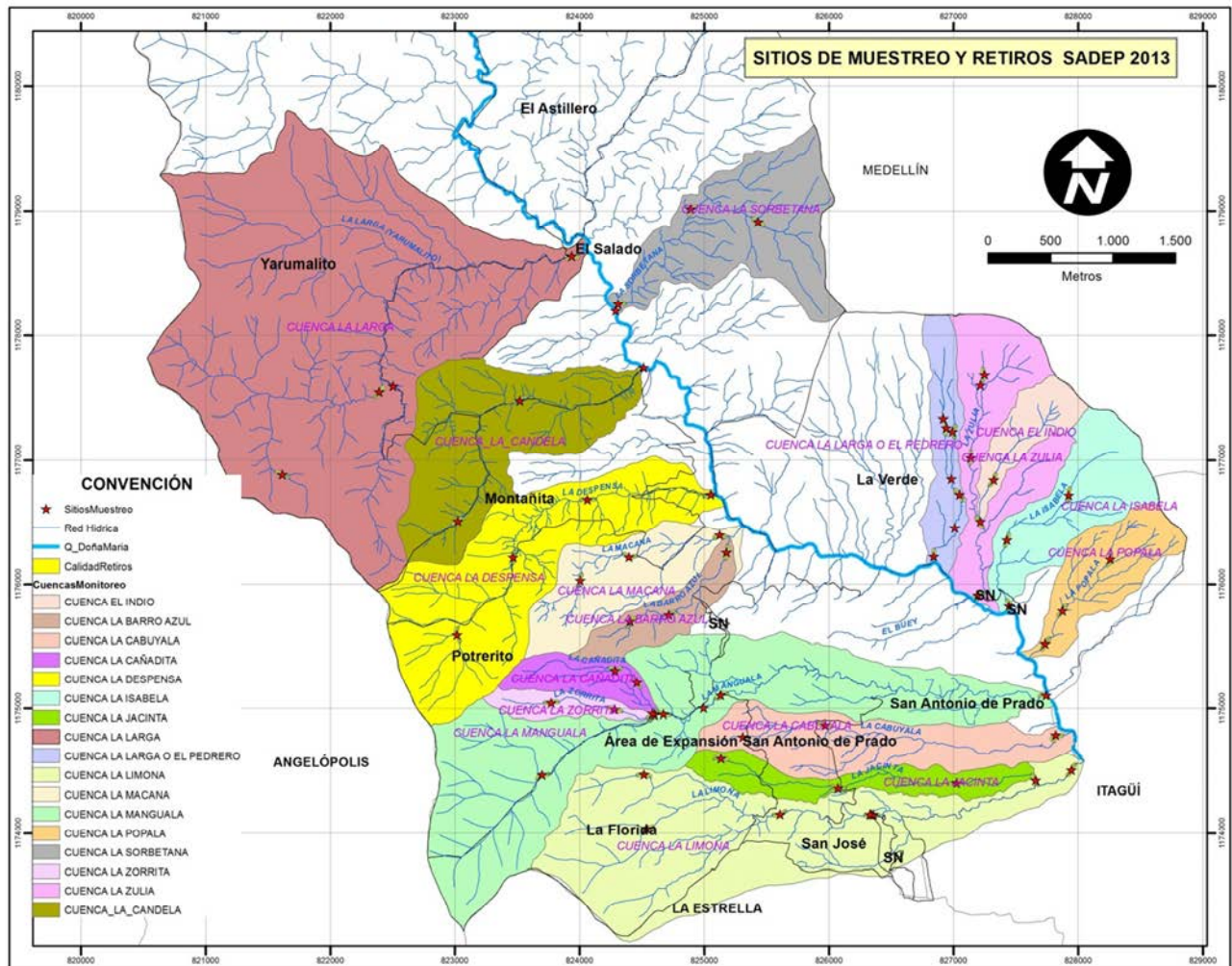


SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
WEC3 LIM07	LIMONA - MEDIA ALTA	Sector Barichara	825.232	1.174.462	1932
WEC4 LIM08	LIMONA - MEDIA BAJA	Sector El Limonar	825.967	1.174.464	1843
LIM70	LIMONA - MEDIA BAJA 2	Sector El Limonar	825.983	1.174.460	1843
LIM71	LIMONA - MEDIA BAJA 3	Sector El Limonar	825.954	1.174.463	1848
WEC5 LIM09	LIMONA -BAJA	Sector Limonar	827.572	1.174.815	1673
WEC24 MAC46	MACANA - ALTA	Vereda Potrerito	823.630	1.176.340	2128
WEC27 MAC47	MACANA - MEDIA	Naranjitos-Montañita	824.020	1.176.525	2010
WEC29 MAC48	MACANA -BAJA	Vereda Montañita	824.747	1.176.706	1841
WEC44 MAN01	MANGUALA - ALTA	Veredas La Florida-Potrerito	823.323	1.174.776	2260
WEC14 MAN02	MANGUALA - MEDIA ALTA	Vereda La Florida	824.226	1.175.260	2061
WEC13 MAN03	MANGUALA - MEDIA BAJA	Sector Vergel Centro	824.756	1.175.419	1972
MAN61	MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	Parte Central	824.620	1.175.315	1992
WEC12 MAN04	MANGUALA -BAJA	Sector Pradito	827.367	1.175.416	1678
WEC50 POP43	POPALA - ALTA	Vereda La Verde	827.882	1.176.509	1909
WEC51 POP44	POPALA - MEDIA	Vereda La Verde	827.500	1.176.094	1791
WEC52 POP45	POPALA -BAJA	Vereda La Verde	827.359	1.175.832	1722
WEC37 SOR10	SORBETANA -ALTA	Vereda El Salado	825.058	1.179.224	2036
WEC38 SOR11	SORBETANA - MEDIA	Vereda El Salado	824.516	1.179.329	1905
WEC39 SOR12	SORBETANA -BAJA	Vereda El Salado	823.933	1.178.565	2344
WEC18 ZOR17	ZORRITA - ALTA	Vereda Potrerito	823.398	1.175.356	2321
WEC17 ZOR18	ZORRITA - MEDIA	Vereda Potrerito	823.908	1.175.302	2126
WEC16 ZOR19	ZORRITA -BAJA	Sector Vergel Centro	824.211	1.175.271	2074
WEC ZUL72	ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	Vereda La Verde	826.841	1.177.911	1993
WEC45	ZULIA - ALTA	Vereda La Verde	826.873	1.177.995	2026

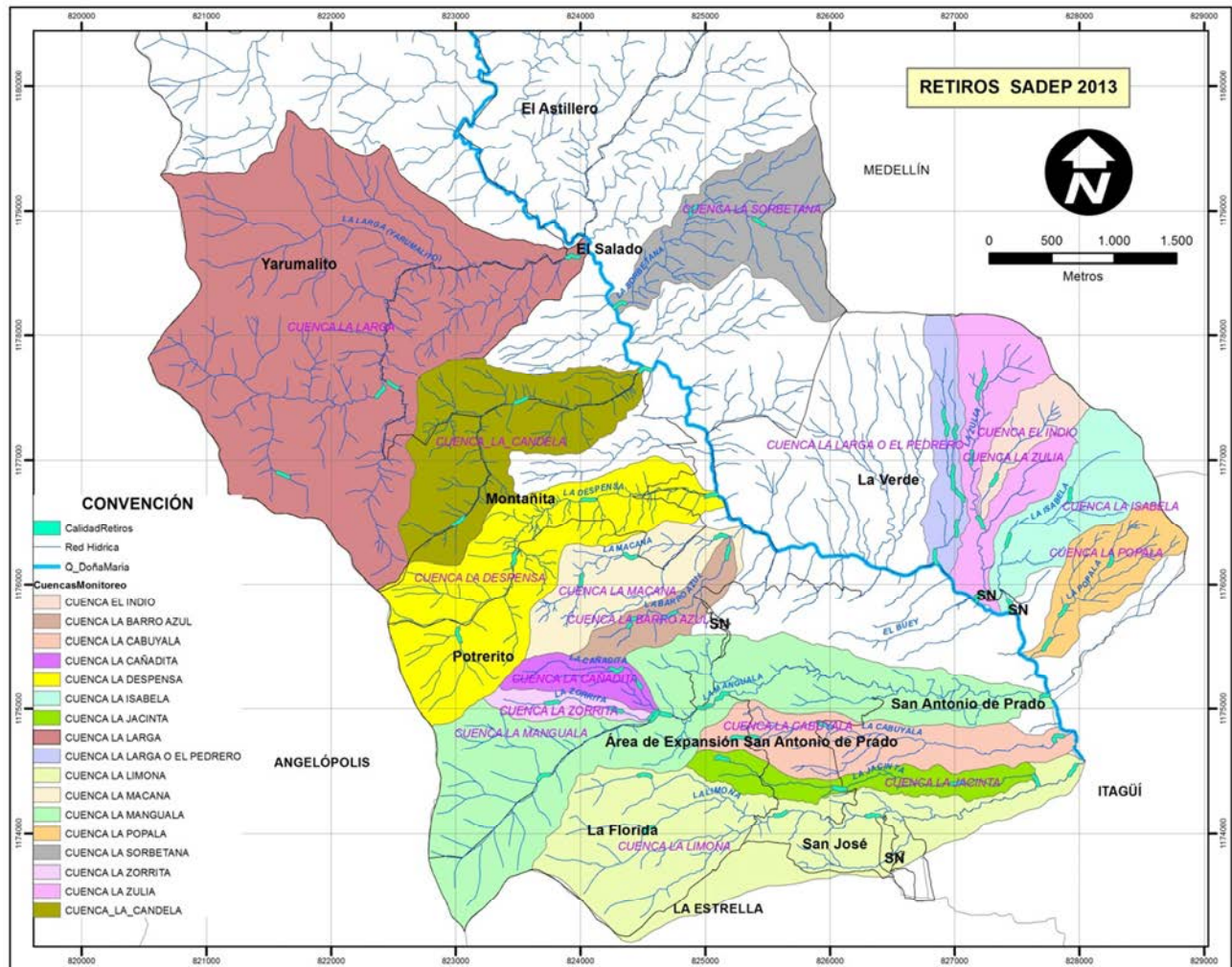


SITIO DE MUESTREO	TRAMO DE QUEBRADA	UBICACIÓN	Coord. Magna Sirgas		ALTURA (m.s.n.m.)
			COORD X	COORD Y	
ZUL39					
WEC46 ZUL40	ZULIA - MEDIA ALTA	Vereda La Verde	826.765	1.177.331	1879
WEC47 ZUL41	ZULIA - MEDIA BAJA	Vereda La Verde	826.841	1.176.815	1775
WEC48 ZUL42	ZULIA -BAJA	Vereda La Verde	826.822	1.176.221	1725

En los mapas 3 y 4 puede observarse los sitios de monitoreo de aguas y trayectos de retiros en el proyecto de 2013.



Mapa 3. Quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de aguas en SAP, 2013.



Mapa 4 Quebradas y trayectos de retiros monitoreados en SAP, 2013.

8.1 Parámetros considerados

Los parámetros básicos a monitorear son los siguientes:

Parte baja de cada quebrada:

Físico-Químicos: DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos Totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, turbidez, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.

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, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, turbidez, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.

Microbiológicos: Coliformes y coliformes fecales NMP.

Biológicos: Presencia de macrovida en campo

Parte alta de cada quebrada:

Físico-Químicos: DBO5 total, DQO total, dureza total, oxígeno disuelto, Saturación de oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales, Sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, ORP, Temperatura del agua, Temperatura del aire en el sitio.

Microbiológicos: Coliformes y coliformes fecales NMP.

Biológicos: Presencia de macrovida en campo

El cooperante actualmente está monitoreando por su cuenta (adicional a las contrapartidas iniciales) parámetros como % de saturación de OD, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, en todos los sitios y en otros adicionales.

Los sitios de muestreo son georreferenciados y cartografiados. Además se complementa la información, realizando una labor de caracterización ambiental de los retiros aproximadamente 50-100 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo; esta caracterización se centra en la existencia de fenómenos como deslizamientos, socavamientos laterales, cobertura vegetal presente en los retiros, intervenciones de cauces, focos de contaminación (presencia de

basuras, entre otros). Esta actividad tiene por fin establecer trayectos de monitoreo y seguimiento en las fases de la implementación del SIGAM local (PAAL) y dar continuidad a las evaluaciones ya existentes.

Los sitios de muestreo nuevos fueron georreferenciados y cartografiados. Además se complementó la información, realizando una labor de caracterización ambiental de los retiros aproximadamente 50 metros arriba y abajo de cada sitio de muestreo; esta caracterización se centró en la existencia de los mismos fenómenos determinados en 2012.

En los sitios nuevos se evaluaron los siguientes parámetros directamente en campo: pH, O.D., % saturación de Oxígeno, ORP, Conductividad eléctrica, TSD, Temperatura del agua y aire en el sitio, para que sirvan como línea base en un futuro, y estos mismos parámetros fueron levantados para todos los sitios tradicionales bajo los mismos criterios de campo, con lo cual se busca racionalizar los costos en el monitoreo anual o semestral.

Los métodos analíticos implementados para el análisis de cada muestra de agua que es llevada a laboratorio, son determinados por el laboratorio de aguas de Corantioquia, certificado en calidad, los demás son levantados directamente en campo con un equipo Hanna HI9828 aprobado internacionalmente y homologado, tomado entre 15 y 25 datos para cada parámetro y en cada sitio y procediendo luego a obtener el promedio. Los métodos analíticos se describen así:

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

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
PH (Unidades de pH)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 0,02 pH	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 encladas 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 Y AIRE (°C)	Medición directa en el campo con un termómetro de alcohol. Y contrastada con medición del multiparamétrico HI9828	± 0,02 pH	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.

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
OXÍGENO DISUELTO (mg O ₂ /L)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	0,00 a 30,00 mg/l: ± 1,5 % de lectura o 0,10 mg/l el que sea mayor	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 SM 2130 B; ed. 22-2012, Instructivo Determinación de turbiedad v. 5	0,112°C	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 TOTALES (mg/l)	Método Gravimétrico: secado a 104°C SM 2540 D ed. 21-2005, Instructivo Determinación de sólidos suspendidos totales, fijos y volátiles v. 4	0,092°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 secado a 104°C) SM 2540 D,F ed. 21-2005, Instructivo Determinación de sólidos sedimentables v. 2	N/D	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.
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES TSD (mg/l)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1 % de lectura o ± 1 mg/l (ppm) el que sea mayor	Cualquier descarga doméstica, industrial o agroindustrial, ya que normalmente llevan iones o sales que se disuelven en el agua, la disolución de las rocas, la erosión de suelos, etc.	El TSD está directamente relacionado con la conductividad y refleja la cantidad desales disueltas en el agua y con ello las posibles afectaciones para ciertos organismos. En algunas partes del mundo existen objetivos de calidad para TSD.
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (µS/cm)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1 % de lectura o ± 1 µS/cm el que sea mayor	Cualquier descarga doméstica, industrial o agroindustrial, ya que normalmente llevan iones o sales que se disuelven en el agua, la disolución de las rocas, la erosión	La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones



PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
			de suelos, etc.	disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales afectan la calidad del agua potable o de riego. También influyen en la biota acuática y cada organismo tolera una gama de valores de conductividad, aunque esto depende también en gran parte de la composición iónica en el agua.
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (mg O ₂ /l)	Colorimétrico de reflujo cerrado SM 5220 D ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DQO total, soluble y sobrenadante v. 4	Rango bajo 0,068°C Rango alto 0,036°C	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 contaminante 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 ₂ y H ₂ 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 ₅ (mg O ₂ /L)	Método Test DBO 5 días. SM 5210 B,4500-O G ed. 21-2005, Instructivo Determinación de DBO ₅ total, soluble y sobrenadante v. 4	0,032°C	Para la DBO se tienen las mismas consideraciones que en 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 ₅ 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, entendiéndose que la determinación puede verse afectada por materiales inorgánicos y sustancias tóxicas.
DUREZA TOTAL (mg CaCO ₃ /L)	Método Titulométrico con EDTA. SM 2340 C ed. 22-2012, Instructivo Determinación de dureza total v. 7	0,053°C	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 (°C)	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
COLIFORMES TOTALES	Coliformes totales (con colilert), NMP (método Sustrato enzimático)	0,050°C	Descargas de aguas residuales domésticas y en ocasiones industriales, incluso biodigestores, tanques sépticos, descargas de	Indica la cantidad de contaminación por excretas de animales mamíferos y a la vez la probabilidad de presencia de bacterias y otros microorganismos asociadas a Coliformes que

PARÁMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	FACTOR DE INCERTIDUMBRE	FUENTES DE ORIGEN	SIGNIFICADO AMBIENTAL
	(definido) SM 9223 ed. 22-2012, Instructivo Determinación de coliformes totales y E. coli por sustrato definido Colilert (NMP) v. 2		estructuras de confinamiento animal (piaras, establos, etc.). También defecaciones de animales silvestres, entre otras y tecnologías de riego de excretas en pastos.	suelen ser perjudiciales para la salud humana y animal.
Escherichia coli	Escherichia coli (con colilert), nmp (método Sustrato enzimático (definido) SM 9223 ed. 22-2012, Instructivo Determinación de coliformes totales y E. coli por sustrato definido Colilert (NMP) v. 2	0,091°C	Descargas de aguas residuales domésticas y en ocasiones industriales, incluso biodigestores, tanques sépticos, descargas de estructuras de confinamiento animal (piaras, establos, etc.). También defecaciones de animales silvestres, entre otras y tecnologías de riego de excretas en pastos.	Indica la cantidad de contaminación por excretas de animales mamíferos y a la vez la probabilidad de presencia de bacterias y otros microorganismos asociadas a Coliformes que suelen ser perjudiciales para la salud humana y animal.
Potencial de Oxido Reducción (ORP)	Medición directa en campo multiparamétrico HI9828	± 1,0 mV		La medición de ORP se usa como medida efectiva de la actividad de saneamiento en el agua potable, piscinas y balnearios. El tiempo de eliminación de la bacteria E.Coli en el agua depende del valor del potencial redox. El ORP es un indicador de la calidad bacteriológica del agua. En algunos países se considera que valores de ORP igual o mayor a 650 mV está dentro de los parámetros para aguas de piscinas y balnearios.

*Para conocer la incertidumbre de cada resultado, es necesario reemplazar la "C" en la expresión de la incertidumbre por el valor de concentración reportado en la Tabla Resultados de Ensayo, para el parámetro en cuestión, según el rango.

Para la evaluación de los tramos de retiro, aproximadamente 50 metros arriba y abajo de cada sitio, se hizo una labor de caracterización ambiental, de acuerdo con la metodología señalada en 2012 y luego se les aplicó la ecuación IIRSAP ajustada en 2013.

8.2 Resultados de laboratorio y campo

Los resultados completos entregados por el laboratorio de aguas de Corantioquia se muestran en el anexo 1. En la tabla 6 se resumen dichos resultados y más adelante se analizan. Igualmente se incluyen los resultados de las mediciones de campo para varios parámetros,



estos fueron obtenidos directamente en campo mediante el uso del multiparamétrico de Hanna HI9828

Tabla 6 Resultados de laboratorio y campo en varios parámetros en 64 sitios en 19 microcuencas en SAP – 2013

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
AFLUENTE LARGA EL SALADO	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-71,82	6,69	96,32	7,90	0,06	126,00	63,00	N.E	N.E	N.E	17,0	NO (TRANSP.)	NO
BARRO AZUL - ALTA	24.196	565	0,68	4,26	35,2	-24,50	6,41	84,91	7,34	0,05	102,57	51,36	N.E	0		15	NO (TRANSP.)	NO
BARRO AZUL - MEDIA	19.863	175	0,39	2,4	28,5	-28,61	7,67	103,16	7,49	0,04	79,00	39,14	N.E	1	2,7	16,0	NO (TRANSP.)	NO
BARRO AZUL - BAJA	26.130	750	1,23	6,9	65,9	-19,64	7,98	110,08	7,72	0,09	190,56	95,00	N.E	4	2,63	18,0	NO (TRANSP.)	NO
CABUYALA - ALTA ALCANTAR	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-16,33	5,27	72,64	7,10	0,12	242,89	121,67	N.E			19,5	GRIS OSCURO	FUERTE
CABUYALA - MEDIA	344.800	41.060	11,2	15,8	47,6	-13,35	6,37	87,24	7,28	0,08	161,55	81,00	N.E	24	12,5	18,0	NO (TRANSP.)	LEVE
CABUYALA - BAJA	436.450	95.630	15,7	27,4	61,7	-11,35	6,15	82,11	7,60	0,10	213,52	107,00	N.E	7	5,25	18,0	GRIS OSCURO	LEVE
CANDELA - ALTA31	10.501	269	0,72	13	53,4	-57,91	6,59	86,53	8,15	0,06	124,00	62,00	N.E	1		14,5	NO (TRANSP.)	NO
CANDELA - MEDIA32	39.450	1.730	0,85	11,7	62,8	-62,37	6,78	88,90	8,24	0,07	153,91	77,00	N.E	3	2,43	16	NO (TRANSP.)	NO
CANDELA - BAJA33	15.530	860	0,54	12,8	55,7	-88,71	6,40	82,76	8,06	0,07	140,00	70,00	N.E	9	6,04	15,5	NO (TRANSP.)	NO
CAÑADITA - ALTA	32.500	464	0,65	9,04	37,9	-24,38	7,85	104,04	7,40	0,05	97,50	48,72	N.E	3		15,0	NO (TRANSP.)	NO
CAÑADITA - MEDIA	12.997	359	0,49	7,48	36,3	-23,63	7,98	104,04	7,58	0,04	90,25	45,13	N.E	4	0,86 2	14,5	NO (TRANSP.)	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
CANADITA - BAJA	12.033	171	0,33	2,98	32,5	-16,73	7,73	102,03	7,87	0,04	87,00	44,00	N.E	3	1,25	16,0	NO (TRANSP.)	NO
DESPENSA - ALTA	4.360	10	0,38	2,32	46,4	-63,57	7,55	97,06	8,02	0,05	105,00	52,00	N.E	5		13,0	NO (TRANSP.)	NO
DESPENSA - MEDIA -ALTA	6.131	41	0,3	3,93	56,5	-63,43	7,43	98,51	8,39	0,06	126,00	63,00	N.E	7	2,14	16,0	NO (TRANSP.)	NO
DESPENSA - MEDIA BAJA	92.080	61.310	1,11	6,57	83,3	-80,31	6,76	90,64	8,28	0,09	187,12	94,00	N.E	1	0,75	16,2	NO (TRANSP.)	NO
DESPENSA - BAJA	241.960	129.970	3,84	3,52	72,6	-81,45	5,95	80,46	7,87	0,08	178,47	89,16	N.E	2.87 5	334	18,0	NO (TRANSP.)	NO
INDIO MEDIA49	48.840	310	0,52	5,91	49	-89,50	7,86	103,76	7,81	0,06	131,49	65,86	N.E	25	12,4	16,0	NO (TRANSP.)	NO
ISABELA - ALTA53	17.329	216	0,27	11,3	46,6	-95,84	7,21	94,26	7,59	0,06	119,00	59,00	N.E	17		15,5	NO (TRANSP.)	NO
ISABELA - MEDIA54	98.040	41.060	1,76	16,7	41,5	-98,81	7,12	92,70	7,73	0,05	116,00	58,00	N.E	37	20,7	16,0	GRIS LEVE	LEVE
ISABELA - BAJA55	209.800	67.700	3,36	13,7	50,6	-98,41	7,31	98,59	8,05	0,07	157,11	79,00	N.E	19	9,45	18,0	GRIS TRASLUCI DO	LEVE
JACINTA - ALTA	6.867	134	0,34	9,42	61,4	-20,61	7,33	101,52	7,50	0,04	95,42	47,58	N.E	3		18,0	NO (TRANSP.)	NO
JACINTA - MEDIA- ALTA	155.310	41.060	3,06	15,5	62,6	-20,25	6,62	88,68	7,69	0,08	162,88	81,44	N.E	44	42,8	17,0	GRIS LEVE	NO
JACINTA - MEDIA-BAJA	344.800	34.480	3,84	18,2	67,6	-23,63	7,51	98,34	7,92	0,08	162,17	81,11	N.E	31	19,7	17,0	GRIS OSCURO	LEVE

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor	
JACINTA - BAJA	4.712.500	1.769.700	23,5	74,5	50,5	-19,89	7,24	94,97	7,88	0,17	350,17	175,17	6	22	27,5	17,0	GRIS OSCURO	FUERTE	
LARGA (EL SALADO) - ALTA34	17.329	201	0,53	1	19,2	-97,57	6,71	86,51	7,21	0,03	64,85	32,19	N.E	13		13,0	NO (TRANSP.)	NO	
LARGA (EL SALADO) - MEDIA35	31.690	480	0,35	7,15	42,6	-77,92	7,11	93,81	7,61	0,05	109,08	54,15	N.E	2	2,3	15,0	NO (TRANSP.)	NO	
LARGA (EL SALADO) - BAJA36	198.630	23.820	1,56	9,21	55,9	-63,05	7,20	96,85	8,05	0,07	147,07	74,00	N.E	9	7,16	17,0	NO (TRANSP.)	NO	
LARGA (LA VERDE) - ALTA		N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR DER40	24.196	857	0,33	4,34	36,4	-103,08	6,83	89,28	8,02	0,05	101,00	50,22	N.E	15	12,4	16,0	NO (TRANSP.)	NO	
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR IZQ41	17.329	305	0,61	7,85	47,4	-102,24	6,90	91,96	8,02	0,06	124,00	62,00	N.E	26	12,8	16,0	NO (TRANSP.)	NO	
LARGA (LA VERDE) - MEDIA BAJA42	5.172.000	1.789.000	23,3	50,2	47,3	-104,36	5,51	76,38	7,73	0,08	162,68	81,00	36	54	22,3	19,0	GRIS TRASLU CI DO	FUERTE	
LARGA (LA VERDE) 68	N.E.	N.E	N.E	N.E	N.E	-102,11	4,67	61,80	7,50	0,08	174,00	87,00	N.E	N.E	N.E	18,3	N.E	N.E	

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
LARGA (LA VERDE) 69	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-96,45	6,03	80,79	7,48	0,11	230,78	115,43	N.E	N.E	N.E	19,4	N.E	N.E
LARGA (LA VERDE) - BAJA43	51.720	6.770	0,39	5,08	52	-91,52	6,91	91,92	7,46	0,08	173,56	87,00	N.E	5	3,04	17,0	NO (TRANSP.)	NO
LIMONA - MEDIA BAJA	129.970	36.540	0,58	11,4	69,8	-19,59	8,87	120,87	8,98	0,07	157,00	78,74	N.E	16	1,84	19,0	NO (TRANSP.)	LEVE
LIMONA - MEDIA ALTA	141.360	6.310	1,52	8,26	69,6	-23,63	9,20	123,47	8,83	0,07	149,53	74,80	N.E	3	4,73	17,0	NO (TRANSP.)	NO
LIMONA - MEDIA BAJA2	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-18,76	8,00	102,91	8,68	0,07	155,00	77,32	N.E	N.E	N.E	17,9	GRIS LEVE	LEVE
LIMONA - MEDIA BAJA3	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-20,66	7,68	101,21	8,63	0,09	188,00	94,00	N.E	N.E	N.E	19,2	GRIS LEVE	FUERTE
LIMONA -BAJA	331.400	241.960	0,36	7,95	67,4	-20,51	8,41	115,95	8,06	0,09	192,00	96,00	11	13		20,0	GRIS LEVE	FUERTE
LIMONA1 ALTA	19.863	1.019	0,39	6,28	28,4	-30,83	6,59	87,71	7,14	0,03	66,41	33,19	N.E	2		15,0	NO (TRANSP.)	NO
LIMONA2 ALTA	2.035	85	12,8	23,3	67,6	-21,60	5,98	78,45	7,46	0,07	141,35	70,37	N.E	3	5,31	15,0	NO (TRANSP.)	NO
MACANA - ALTA	10.045	100	0,61	2,03	66	-71,32	8,74	113,81	8,49	0,07	141,00	71,00	N.E	7		16,0	NO (TRANSP.)	NO
MACANA - MEDIA27	18.600	200	0,51	3,89	47,8	-83,39	6,47	86,91	7,26	0,05	114,00	57,00	N.E	4	3,62	16,0	NO (TRANSP.)	NO
MACANA - BAJA29	72.700	1.372	0,99	6,16	47,9	-67,28	7,09	94,58	8,09	0,06	132,00	66,00	N.E	6	3,79	17,0	NO (TRANSP.)	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
MANGUALA - ALTA	3.285	41	0,53	8,01	26	-70,55	7,66	96,55	7,79	0,03	61,00	31,00	N.E	2		11,0	NO (TRANSP.)	NO
MANGUALA - MEDIA ALTA	3.448	20	0,28	2,24	41,6	-15,53	7,72	101,98	8,01	0,04	94,00	47,00	N.E	2	0,78 2	16,0	NO (TRANSP.)	NO
MANGUALA - MEDIA BAJA	34.480	10.525	5,78	13,7	51,5	-8,14	7,02	96,56	7,84	0,06	130,00	65,00	N.E	6	2,91	18,0	NO (TRANSP.)	LEVE
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-13,91	4,92	66,59	7,74	0,14	295,30	148,00	N.E	N.E	N.E	19,2	GRIS TRASLUCI DO	FUERTE
MANGUALA - BAJA	396.800	198.630	34,4	65,6	75,4	-7,84	7,80	103,80	8,12	0,18	369,57	185,00	28	34	17,7	17,0	GRIS OSCURO	FUERTE
POPALA - ALTA50	18.500	110	0,77	7,64	35,2	-97,35	6,78	91,18	7,50	0,05	97,55	49,00	N.E	12		18,0	NO (TRANSP.)	NO
POPALA - MEDIA51	387.700	206.400	5,19	23,1	34,5	-120,02	6,58	87,71	7,68	0,05	114,75	57,00	N.E	18	9,33	17,2	GRIS LEVE	LEVE
POPALA - BAJA52	7.940.000	2.720.000	58,8	132	61,4	-105,60	7,08	93,25	7,83	0,10	219,84	110,06	N.E	105	80,4	17,0	GRIS OSCURO	FUERTE
SORBETANA - ALTA37	5.172	172	0,69	7,35	24	-85,37	7,19	94,31	7,55	0,03	67,00	33,00	N.E	2		14,2	NO (TRANSP.)	NO
SORBETANA - MEDIA38	15.420	487	0,66	9,09	21	-87,03	7,52	98,04	7,82	0,03	65,00	32,00	N.E	7	2,7	15,0	NO (TRANSP.)	NO
SORBETANA - BAJA39	104.620	9.100	0,8	4,18	16,8	-90,49	7,68	102,21	7,62	0,03	62,00	31,00	N.E	4	3,53	17,0	NO (TRANSP.)	NO
ZORRITA - ALTA	3.873	10	0,74	6,36	26,8	-26,27	7,39	109,68	6,24	0,03	69,80	34,93	N.E	N.E		20,0	NO (TRANSP.)	NO

QUEBRADA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	ORP (mV)	Oxígeno disuelto (mg/L)	SAT. O.D. (% sat)	pH (unid. de pH)	Salinidad (UPS)	C.E. (µS/cm)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Temp. Agua (°C)	Color	Olor
ZORRITA - MEDIA	14.136	216	0,34	1,29	79,7	-7,44	7,82	103,47	8,33	0,08	162,00	81,00	N.E	N.E	2,64	18,0	NO (TRANSP.)	NO
ZORRITA - BAJA	17.230	410	0,26	12	77,1	-4,93	7,99	106,08	8,47	0,08	161,00	80,00	N.E	N.E	2,17	16,0	NO (TRANSP.)	NO
ZULIA - ALTA POS NUEVA BOC	N.E	N.E	N.E	N.E	N.E	-78,65	6,89	91,77	7,41	0,05	116,39	58,16	N.E	N.E	N.E	17,5	N.E	N.E
ZULIA - ALTA45	4.352	62	0,5	8,06	46,8	-62,24	6,83	90,54	7,41	0,05	115,50	57,44	N.E	13		14,0	NO (TRANSP.)	NO
ZULIA - MEDIA ALTA46	521.000	432.000	8,07	18,7	47,5	-100,40	6,37	85,12	7,92	0,06	134,68	67,27	N.E	23	10,7	17,0	GRIS TRASLU CI DO	FUERTE
ZULIA - MEDIA BAJA47	19.350	2.260	0,5	10,1	47,9	-91,24	7,76	103,02	8,12	0,06	129,00	65,00	N.E	7	5,18	16,5	NO (TRANSP.)	NO
ZULIA -BAJA48	6.867	706	1,29	10,1	55	-91,12	7,08	95,00	7,75	0,07	157,00	78,81	N.E	6	2,7	17,5	NO (TRANSP.)	NO
DOÑA MARÍA						-58,02	6,25	86,66	7,92	0,04	84,00	42,00	N.E			20,45	NO (TRANSP.)	NO
CUMPLEN						INCUMPLEN MODERADAMENTE						INCUMPLEN FUERTEMENTE						

N.E.: No evaluado

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 ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	Nitratos (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	Nitritos (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	% Saturación OD	pH (unidades de pH)	Sólidos sedimentables (mg/L)	Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)	Conductividad Eléctrica (µS/cm)
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	
Guía MAVDT (Gpo IV), 2005		<100	<5			<5		>5						
Guía MAVDT (Gpo VII), 2005		<2000	<5			<10		>4						
Objetivos de Calidad río Aburrá, RedRío, 2011	<1000	<200	<8	<10				>7		6.5 - 8.5		<15		<50



8.3 Interpretación básica de los parámetros evaluados

En esta sección del estudio se ha seguido el esquema interpretativo propuesto en 2012

8.3.1 Contenido de materia orgánica

Este parámetro tiene mucha importancia debido a su relación con la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, y además con la disponibilidad de oxígeno para las especies acuáticas debido a que cuando el agua contiene mucha materia orgánica, éste es consumido aceleradamente por los microorganismos en los procesos de descomposición de ella (respiración) con lo cual queda muy poco Oxígeno para las demás especies.

El déficit de oxígeno es más evidente en los casos en que los aportes naturales de oxígeno al agua son limitados por corrientes suaves, con poca rugosidad o en ecosistemas lénticos. Así, en corrientes de alta rugosidad y turbulencias la aireación es permanente y el oxígeno puede permanecer alto, aunque la materia orgánica también lo esté, tal como se evidencia en todas las quebradas evaluadas de San Antonio de Prado.

La materia orgánica 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. Este parámetro ayuda a medir la cantidad de materia orgánica. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que en la muestra pueden existir sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc.); no obstante esta posible interferencia se considera inexistente o despreciable en los casos de las quebradas rurales de SAP.

Por su parte 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. 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_2/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 50 mg de O_2/L . Por su parte la Guía de Objetivos de Calidad en ausencia de PORH del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial, de 2005, propone tentativamente el límite de 5 mg de O_2/L .

Debido a la anterior situación el programa de monitoreo de aguas en SAP adoptó el nivel máximo entre el rango de 3-6 mg/L, y específicamente se el nivel de 3 mg de O_2/L (e incluso puede probarse el de 4 o 5 mg de O_2/L), teniendo en cuenta las normas internacionales, los conceptos de Corantioquia y la recomendación del MAVDT de 2005, y especialmente las condiciones reales de las quebradas en SAP que presentan una muy elevada aireación a lo largo de todo su recorrido, producto de las fuertes pendientes y alta rugosidad. No obstante este valor debe ajustarse para el país, de acuerdo con nuestras condiciones tropicales y especies vivas acuáticas, y muy especialmente debe hacerse un esfuerzo por ajustar el valor a las condiciones reales de nuestras quebradas andinas, con fuertes pendientes y altas rugosidades, lo cual puede apoyarse en parte con un trabajo profundo relacionado con bioindicación.



Es necesario tener en cuenta que los objetivos de calidad para el uso recreativo y ambiental (funciones ecológicas) en el río Aburrá, en el corto plazo (2 años) ubican el nivel para DBO₅ como máximo en 8 mg/L (RedRío, 2011); por este motivo se propone partir de la fase siguiente de monitoreo en SAP, elevar este nivel a 5 o 6 mg/L y explorar su comportamiento en la ecuación de ICASAP, haciendo las correcciones del Qi, pero contrastando con un proceso de bioindicación para corroborar la justeza de esta decisión.

En algunos casos puede presentarse una DBO₅ por encima del nivel propuesto (incluso un 50% más), sin embargo la vida acuática de peces y otros bioindicadores exigentes en oxígeno disuelto se mantiene aparentemente en buen estado, quizá porque la elevada rugosidad permite mantener altos niveles de oxígeno en el agua y facilita la presencia simultánea de vida que hubiese desaparecido con el mismo nivel de DBO₅ pero en situaciones de menos aireación.

No obstante hay que tener en cuenta que niveles muy elevados de DBO₅ con buenos niveles de O.D. (más de 5 mg/L) y una muy buena saturación de O.D. (entre 90% y 105%), producto de la elevada aireación de las corrientes en SAP, no garantizan un buen estado ambiental del ecosistema, pues cuando la M.O. es muy elevada generalmente aparecen altas concentraciones de microorganismos patógenos que pueden ser nocivos para otras formas de vida acuática, tal como se ha comprobado en algunas quebradas como La Despensa y La Popala en su parte baja donde la vida de peces, Cangrejos y otras formas de vida desaparecieron cuando la M.O. se elevó considerablemente, a pesar de que las condiciones de O.D. y % sat. OD, se mantuvieron altas. En esos casos se encontraron peces y Cangrejos con enfermedades en la piel y caparazones, al parecer asociados a hongos.

Los valores de DBO₅ pueden variar en una corriente dependiendo de la distancia del sitio de vertimiento o fuentes que aportan la M.O. así como por procesos de dilución, al recibir aguas de afluentes menos contaminados. Este fenómeno se presenta en varias corrientes de SAP causando el impacto positivo de manera muy evidente como en La Cabuyala alta hasta la media, pero también en La Zulia y otras en la vereda La Verde.

Una mejor comprensión sobre el comportamiento de la DBO₅ puede hacerse parcialmente con el estudio de otros 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 quietamiento, etc.

Los resultados de laboratorio en 2013, muestran problemas de posible contaminación para el uso ambiental, según el criterio de DBO_5 en 3 de los 55 sitios evaluados (con más de 3 mg/L, pero menos de 4 mg/L, lo cual deja un margen de duda sobre contaminación ambiental de importancia). Igualmente se presentan 2 sitios: Manguala media baja y Popala media con valores cercanos a 5 mg/L, que pueden considerarse como moderadamente bajos, aunque en el caso de La Popala es muy probable que este valor se deba a que en el momento del muestreo no habían descargas del sitio crítico (unos 20 metros más arriba). Finalmente se presentaron 8 puntos con clara contaminación por M.O. medida bajo el parámetro de DBO_5 , 5 de los cuales están asociados a descargas de aguas residuales domésticas (Manguala, Limona, Jacinta y Cabuyala baja, y Cabuyala media) y 3 sitios están asociados a descargas de pjaras y establos que fácilmente pueden controlarse: Larga (La verde) media baja, Zulia media alta y Popala baja, y en este caso la responsabilidad recae en la autoridad ambiental que aún no actúa a pesar de los reclamos de la comunidad.

De todas maneras se nota una mejoría en cuanto a este parámetro con relación al año anterior, cuando más sitios presentaron problemas. En cierta medida los estudios de monitoreo están sirviendo para presionar a una parte de la comunidad (zona rural) en cuanto al control de vertimientos y a optar por medidas de reconversión agrotecnológica que disminuyan los impactos. No se nota igual impacto en la zona rural debido a que las medidas las debe tomar en especial el municipio y EPM en cuanto a construcción de alcantarillados (convencionales o no) y conexión de estos sistemas a los conectores que llevan a la planta de San Fernando.

En el caso de La Jacinta, La Limona, La Manguala y La Cabuyala el elevado nivel de materia orgánica está relacionada con descargas directas de zonas urbanas que no cuentan con alcantarillados o porque existen alcantarillados públicos que aún están descargando directamente a las quebradas, pero también porque un grupo de viviendas realizan descargas ilegales y en esa perspectiva se corroboran las exigencias comunitarias para que EPM instale esta infraestructura y para que las autoridades ambientales realicen el control pertinente.

En el gráfico 6 puede observarse los resultados encontrados para DBO_5 en los 55 sitios de las 17 quebradas consideradas para este parámetro en 2013.

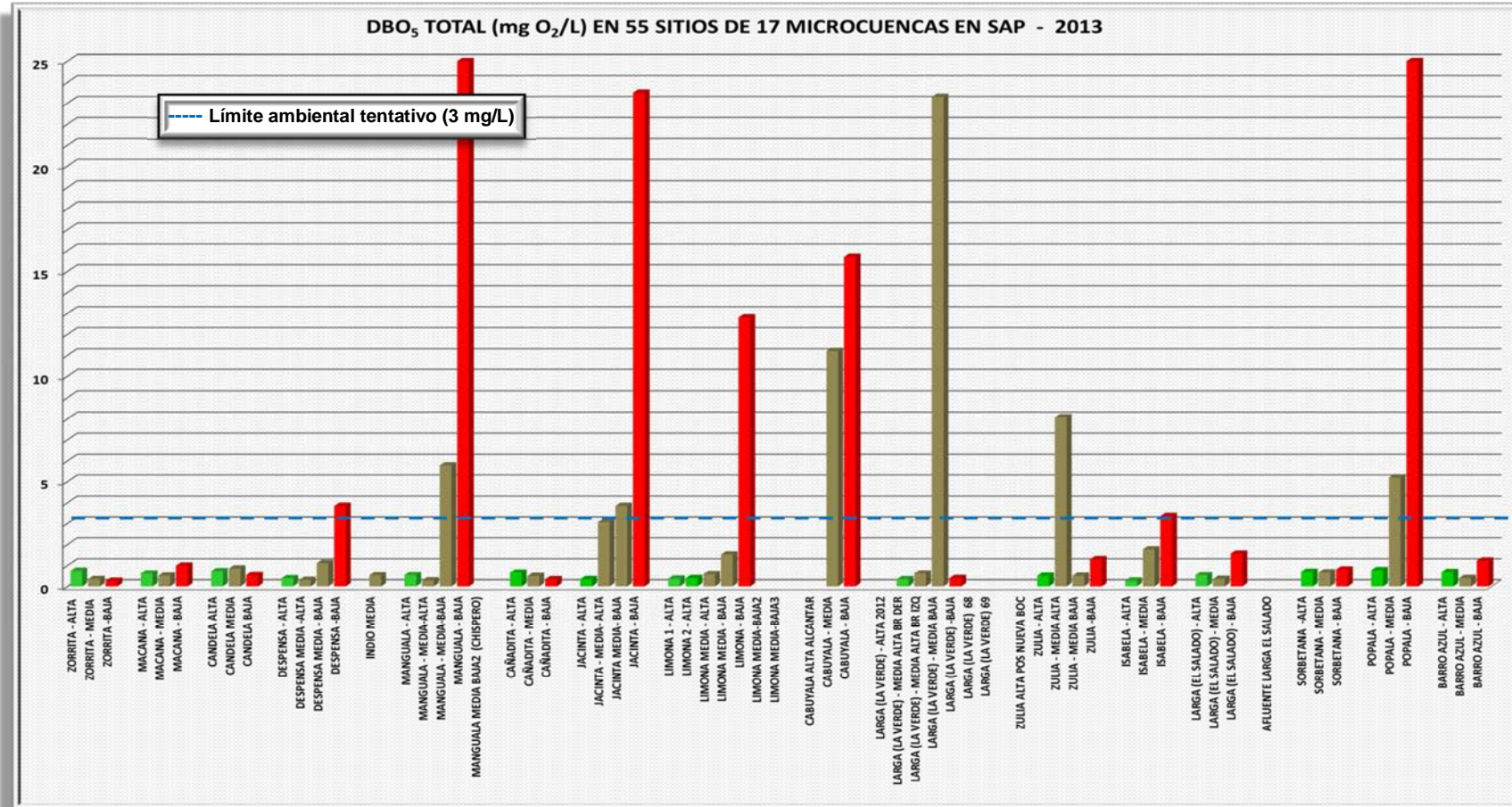


Gráfico 6 DBO₅ por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013



En el caso de la DQO el nivel máximo permisible según el D. 1594/94 es de 20 mg de O₂/L, para el uso ambiental. Algunas fuentes internacionales ubican este nivel máximo entre 20 y 50 mg de O₂/L, pero los objetivos de calidad para el uso recreativo y ambiental (funciones ecológicas) en el río Aburrá, en el corto plazo (2 años) lo ubican como máximo en 10 mg/L (RedRío, 2011); por este motivo se propone partir de la fase siguiente de monitoreo en SAP, bajar este nivel a 10 mg/L y explorar su comportamiento en la ecuación de ICASAP, haciendo las correcciones del Qi, pero contrastando con un proceso de bioindicación en cada sitio para corroborar la justeza de esta decisión.

Al igual que en el caso de la DBO₅ 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; y de manera similar la interpretación de los valores para este parámetro pueden ajustarse con relación a otros como ST, SST.

Los resultados de laboratorio en 2013, muestran problemas de contaminación con relación a los niveles establecidos para el uso ambiental en SAP, según el criterio de DQO en 7 de los 55 sitios evaluados (en comparación con 11 de 2012), e incluso de estos 7 hay 2 sitios que superan el nivel por muy poco (menos de 4 mg/L) y en definitiva, sólo 4 sitios superan el nivel de 50 mg/L. Este año muestra nuevamente una tendencia a mejorar en cuanto a M.O. y ha logrado revertirse la tendencia de 2012 en cuanto al aumento por daños en este parámetro, lo cual confirma la hipótesis planteada entonces relacionada con que los estudios de monitoreo, si no se interrumpen contribuyen a mejorar la calidad de las aguas en especial en las zonas rurales debido a que las unidades productivas se sienten presionadas y controlan los vertimientos.

Los mismos sitios de quebradas que presentan elevados valores de DBO₅, lo presentan en DQO, lo cual es lógico, pues estos dos parámetros están correlacionados en las condiciones socioambientales de SAP (ver gráfico 8). En el gráfico 7 puede observarse la situación de este parámetro en las 17 quebradas evaluadas para este indicador en el corregimiento.

Los valores reales para DBO₅ y DQO en los 55 sitios de la 17 quebradas monitoreadas en estos parámetros en SAP pueden verse en la tabla 6.

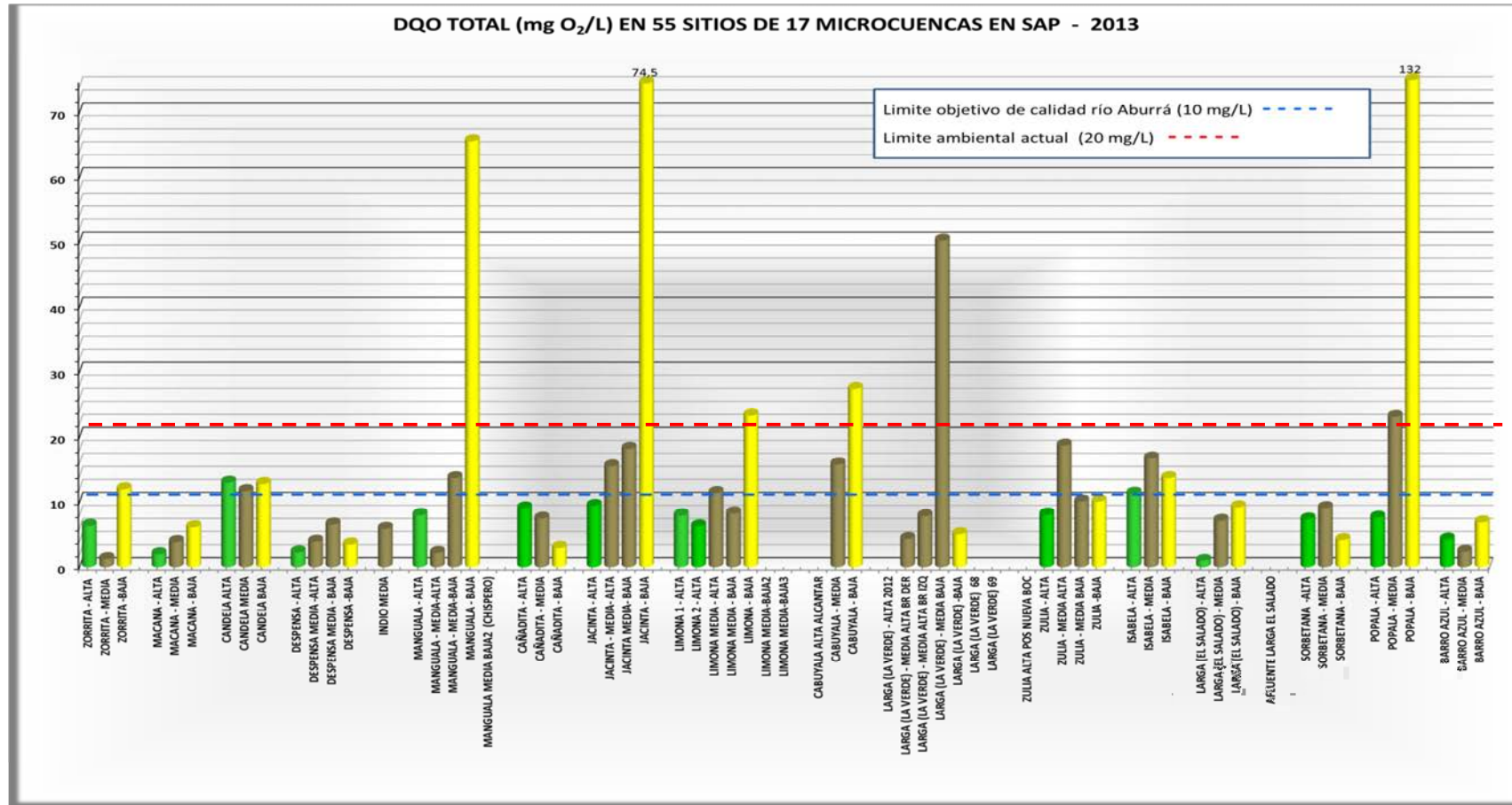


Gráfico 7 DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013

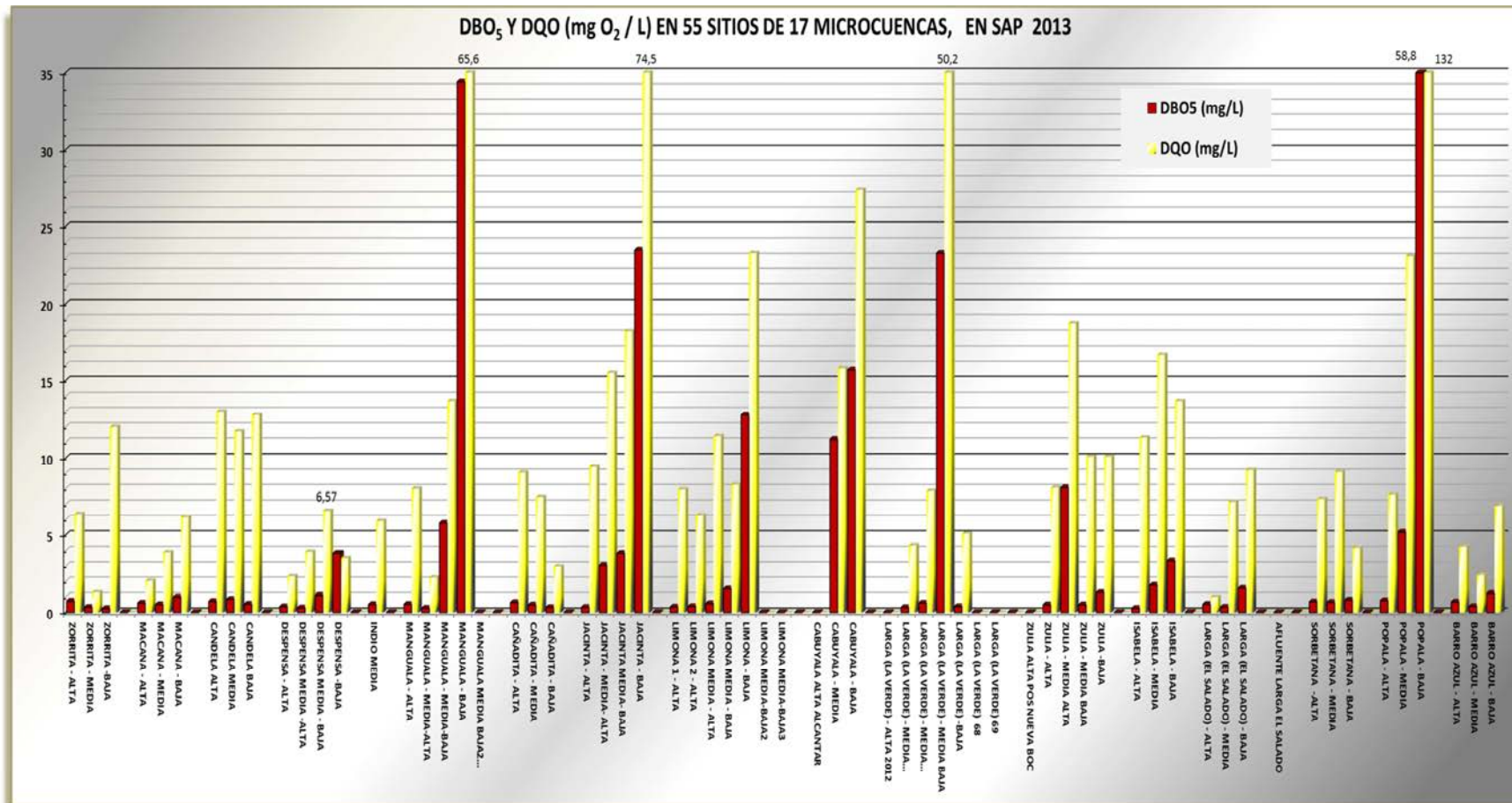


Gráfico 8 Correlación DBO₅ Vs. DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013



La relación DBO_5/DQO se usa muchas veces para el análisis de la biodegradabilidad de la materia orgánica presente en las corrientes, pues mide la proporción entre la materia orgánica de rápida descomposición y la materia orgánica más estable, de más difícil biodegradabilidad, proveniente entre otros casos de la erosión laminar de suelos que tienen horizontes orgánicos (A) en procesos activos de pérdida o de sustancias de origen industrial que demandan oxígeno para su degradación.

Durante el monitoreo de 2013 se presentaron 41 sitios (frente a 24 de 2012) de los 55 sitios muestreados con una relación por debajo de 0,2, lo que nos indica que predomina la materia orgánica mineral o también puede ser un indicador de que existen sustancias químicas que están dificultando la biodegradabilidad. También es importante tener en cuenta que la mayoría de sitios no presentaron limitantes por DBO_5 ni por DQO y que de hecho presentaron valores por debajo de 2 mg/L de DBO_5 y de 12 mg/L para DQO , los cuales son los mínimos garantizados por el laboratorio de aguas de Corantioquia en cuanto a baja incertidumbre, por lo tanto la mayoría de valores y de relaciones deben ser vistas bajo la lupa de esta limitante técnico, y por eso sólo deben ser considerados como indicadores generales en los todos los casos en que estos límites no fueron rebasados. En el caso de aquellos sitios con limitaciones por M.O. la relación se mantuvo en el rango intermedio o de equilibrio (entre 0,2 y 0,6) sin preponderancia de ninguna M.O. en cuanto a su grado de biodegradabilidad. En el caso de La Cabuyala media se muestra una tendencia a ser M.O. de fácil biodegradabilidad y en el caso de La Despensa baja el valor no debe considerarse dado que la DQO muestra un valor probablemente erróneo lo cual se explica por estar por debajo del límite garantizado por el laboratorio de aguas (de hecho está por encima de la DBO_5 , lo cual no es posible).

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.

Aquellos sitios que muestran limitaciones por DBO₅ y DQO, presentan una relación de equilibrio, es decir entre el rango de 0,2 y 0,6 (véase gráfico 8)

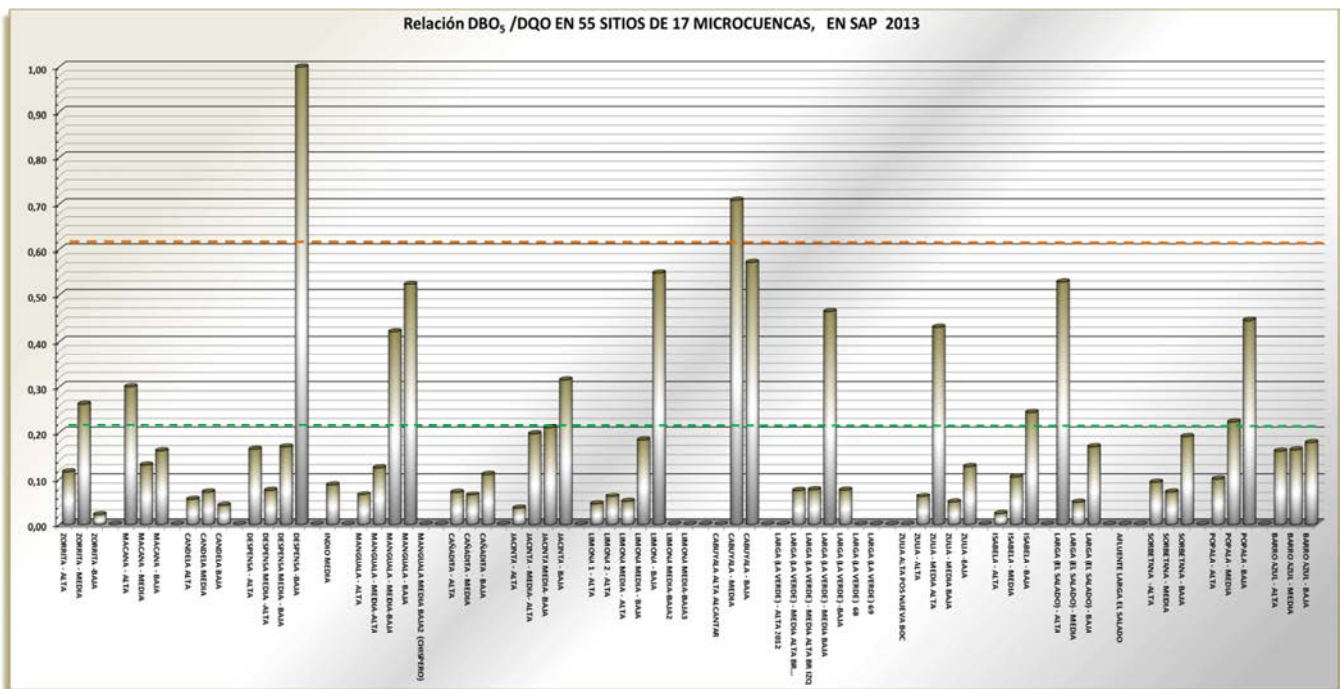


Gráfico 8 Relación DBO₅ /DQO por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013

8.3.2 Comparación histórica de los indicadores de materia orgánica

Aún se cuenta con posibilidades comparativas más bien reducidas, debido a que sólo se cuenta con 4 registros (2008, 2009, 2012 y 2013), lo cual se agrava por la interrupción en 2010 y 2011; sin embargo, a partir de los resultados que se muestran en los gráficos 9 y 10 puede observarse que existe una mejoría considerable desde el punto de vista de la DQO y la DBO₅ en casi todos los sitios, exceptuando La Popala baja en DQO.

La principal razón que explica esta situación es la implementación del programa de monitoreo debido a que su permanencia mantiene en alerta a las unidades productivas que



se restringen de verter excesos de residuos relacionados con excretas. El eco causado por los líderes en cada localidad mantiene bajo precaución a los finqueros, en especial a quienes tienen piaras o establos quienes se cuidan más de contaminar en exceso por temor ser detectados y en ese caso emprenden iniciativas de mejor manejo de excretas; por otro lado aún se está recibiendo los efectos de algunos proyectos de alcantarillados nuevos que también repercuten en la mejoría de calidad en zonas urbanas.

En el primer caso es de resaltar la mejora con relación a 2012 y excepto en dos sitios en la vereda La Verde (en a Popala baja que esta incidida por la parte media y en la Zulia media), así como en Larga o Pedrera media (foco de contaminación de viviendas), todos los demás han mejorado.

Las gestiones de la Mesa Ambiental y algunas organizaciones locales han logrado que varios puntos críticos sean intervenidos y en efecto se ha logrado el mejoramiento ambiental de las quebradas en ciertos tramos desde el punto de vista de la materia orgánica. Es probable que a partir del informe de 2013 estas organizaciones locales emprendan acciones que obliguen a un mejor control en los sitios críticos y si se logra la intervención de la autoridad ambiental por un lado y de EPM y el municipio por el otro, es casi seguro que la tendencia al mejoramiento continuará en 2014.

En el numeral correspondiente a patógenos también se amplía la información y el análisis sobre esta variable, dado que existe una fuerte correlación entre la materia orgánica y los patógenos en San Antonio de Prado.



8.3.3 Patógenos

Esta evaluación fue realizada por el laboratorio de Corantoquia mediante el recuento de Coliformes Totales y E. coli, como indicador de fecales bajo los métodos y procedimientos descritos antes.

Este parámetro cobra importancia en la medida en que la evaluación de Coliformes (especialmente *Escherichia coli*) permite inferir la presencia de excrementos humanos y animales en el agua, y consecuentemente existe la probabilidad de que ésta contenga patógenos que causan enfermedades como gastroenteritis, disentería, cólera, tifoidea, virus y patógenos que generan otras enfermedades y parasitismos como áscaris, amebiasis, etc.

Es normal que las corrientes superficiales presenten coliformes incluso fecales, aunque no existan actividades humanas cercanas, 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.

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.

El decreto 1594 de 1984 tiene estipulado para el uso humano (consumo, ambiental, recreativo, etc.), cantidades máximas de 200 y 1000 NMP/100 ml, para coliformes fecales y coliformes totales respectivamente, sin embargo otros criterios internacionales contemplan cantidades permisibles para estos usos de 1000 y 5000 NMP/100 ml, respectivamente (ver tabla 7 y 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
Grupo III (baños y Recreo)*	1000	
Grupo IV (piscicultura)*	100	
Grupo VII (Abastecimiento de agua no potable)*	2000	

* Criterios de calidad, MAVDT, 2005

Los resultados de laboratorio en 2013 muestran que todos los sitios presentan problemas ambientales por coliformes totales, de acuerdo con el nivel establecido por el decreto 1594/84, pero 15 sitios no lo presentan por coliformes fecales, todo lo cual muestra una leve desmejora en relación con 2012.

En 2013, hubo limitaciones por coliformes totales incluso en las partes altas de quebradas que poseen retiros en estado “muy bueno” (aunque estas limitaciones son bajas a moderadas), y si bien 3 de los sitios que presentan retiros “muy bueno” no presentaron limitaciones por coliformes fecales (Despensa alta, Sorbetana alta, Manguala alta) los otros 3 si presentaron limitaciones (Cañadita media, Candela alta, Indio media), aunque sus valores siguen siendo bajos. En contraposición, 9 sitios que no presentan este tipo de retiros, no tienen limitaciones por coliformes fecales (véase gráficos 10 y 11 y tablas 6 y 9).

De acuerdo con esta información y según lo establecido por el decreto 1594/84, ninguna de las aguas es apta para el consumo humano, siempre que se consuman crudas. Así mismo la mayor parte de los 64 sitios evaluados tienen limitaciones para usos recreativos-ambientales, desde el punto de vista de los coliformes.

Cuando se consideran criterios internacionales menos rigurosos para este parámetro (<20.000 NMP para coliformes totales y <1.000 para coliformes fecales), se observa que 25 de los 64 trayectos evaluados en 2013 son aptos para funciones ambiental: Candela Alta y baja, Cañadita media y baja, Jacinta alta, La Zorrita alta, media y baja, Macana alta y media, Larga (La Verde) - media alta brazo izquierdo, La Despensa Alta y media-alta, La Manguala Alta y media alta, Limona 1 y 2 alta, La Zulia Alta, media baja y baja, La Isabela Alta, Popala alta, La Larga (en El Salado) Alta, Sorbetana alta y media y Barro Azul media.



Bajo estas condiciones más flexibles, cerca del 40% de los trayectos evaluados presentan condiciones de agua aptas para usos ambientales- recreativos, lo que incrementa un poco con relación a lo encontrado en 2012, pero que en general mantiene la alerta sobre el estado de calidad de las fuentes hídricas en el corregimiento y la obligatoriedad de tratar el agua antes de su consumo por el ser humano y en esa medida hay fuertes restricciones para uso recreativo, asociado por ejemplo a parques lineales, miradores, o simplemente como espacios que garanticen la vida de las especies acuáticas en la mayoría de tramos de quebradas.

Durante 2013 los coliformes se mantuvieron como el limitante más importante y generalizado en el corregimiento con respecto al uso del agua (ver tabla y gráficos), conservando la tendencia de años anteriores. Por lo tanto la prioridad, en cuanto a la recuperación ambiental del agua sigue siendo reconocer esta realidad, ampliar y acelerar los proyectos que tienden a solucionar esta problemática como la instalación de tanques sépticos y alcantarillados que derramen no a quebradas sino a colectores y además se mantiene la urgencia de construir soluciones convencionales o no para el saneamiento básico de algunos polos de asentamientos humanos veredales y centrales, como el Hoyo en Potrerito, Santa Rita, María Auxiliadora, Las Coles, El Chispero, centralidades de Montañita y El Salado, etc. Varios de estos lugares han sido priorizados y se les ha prometido soluciones de corto plazo, pero hasta ahora y luego de varios años aún no se implementan manteniendo los riesgos y daños tanto ambientales como de salud pública.

Aún se mantiene las condiciones de mal manejo por parte de los usuarios y en algunos casos de instalación ineficiente de algunos tanques sépticos, a pesar de los reclamos ciudadanos y de organizaciones locales desde hace varios años.

En la tabla 6 y en los gráficos 9, 10 y 11 puede observarse la situación de las 17 quebradas evaluadas en cuanto a coliformes totales y coliformes fecales en 2013.

En SAP se presenta una fuerte correlación entre las cantidades de coliformes y coliformes fecales, lo cual nos indica que básicamente las excretas son las responsables de los coliformes y no tanto los procesos naturales de los ecosistemas boscosos y con esto se corrobora la necesidad de establecer las acciones urgentes relacionadas con el saneamiento básico en la zona urbana y rural y el control de disposición de excretas animales en la ruralidad. Básicamente con una estrategia profunda en este aspecto queda solucionada más del 90% de la problemática de contaminación de aguas en el corregimiento y a su vez se liberarán muchos tramos para ser usados en consumo humano (incluyendo las



demandas de nuevas urbanizaciones) y actividades productivas y obviamente con ello garantizando la sostenibilidad socioambiental y productiva del territorio (ver gráfico 11).

Esta posible solución a la problemática de la contaminación del agua en San Antonio de Prado demanda una voluntad política importante, pues implica el compromiso durante cerca de 5 años ininterrumpidos con relación a la financiación de 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, pero además exige el financiamiento ininterrumpido para el fortalecimiento del programa de reconversión agrotecnológica con el enfoque que tuvo en las primeras 3 versiones (sin las distorsiones sufridas en las 2 últimas fases cuando operados externos al corregimiento, sin conocimiento profundo del enfoque del programa, lo llevaron al fracaso en cuanto a la filosofía establecida por la Agenda Ambiental y su PAAL 2007-2019) en este caso deberá hacerse énfasis en las soluciones agrotecnológicas relacionadas con enfocado al manejo de excretas provenientes de actividades pecuarias, sin descuidar las demás áreas de intervención en las unidades productivas.

De todas maneras es necesario esperar las nuevas directrices y niveles que emanen del ministerio relacionadas con los niveles de calidad de aguas para Colombia, que debieron ser emanados en 2012, pero aún no han sido entregados al país. Y no sobra hacer énfasis en que es de vital importancia para Medellín y el Área Metropolitana hacer esfuerzos por avanzar en las investigaciones necesarias que den líneas con relación a niveles más adecuados para nuestras quebradas andinas, dado que en varios casos durante este monitoreo se pudo constatar la presencia de peces (Briolas, Corronchos), Cangrejos y otros bioindicadores muy exigentes en calidad en aguas que presentan niveles de coliformes por encima de los estipulados en el decreto, lo cual amerita que sean estudiados de nuevo los niveles en los casos de los usos diferentes al consumo humano.

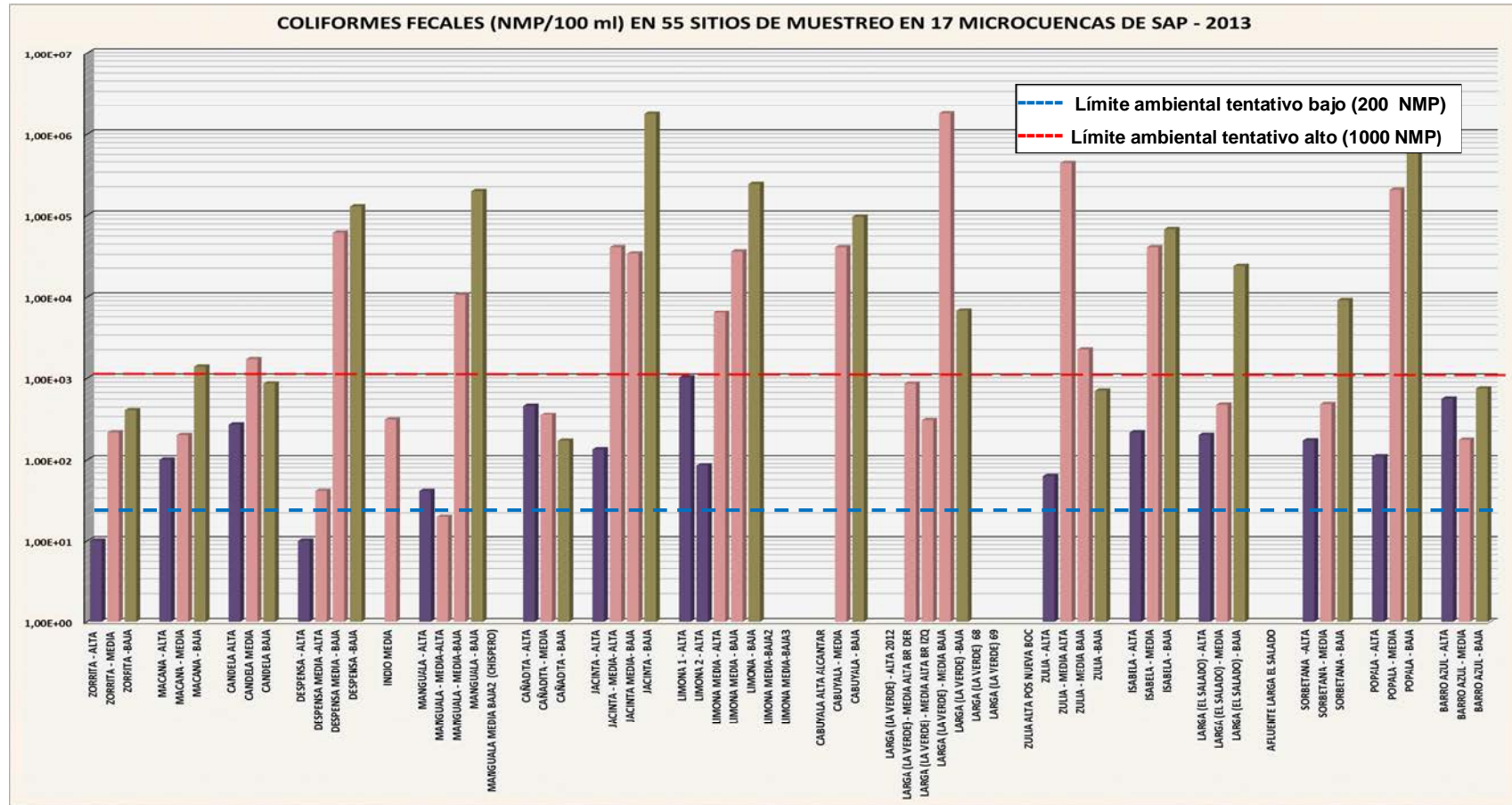


Gráfico 9 Coliformes Fecales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2013

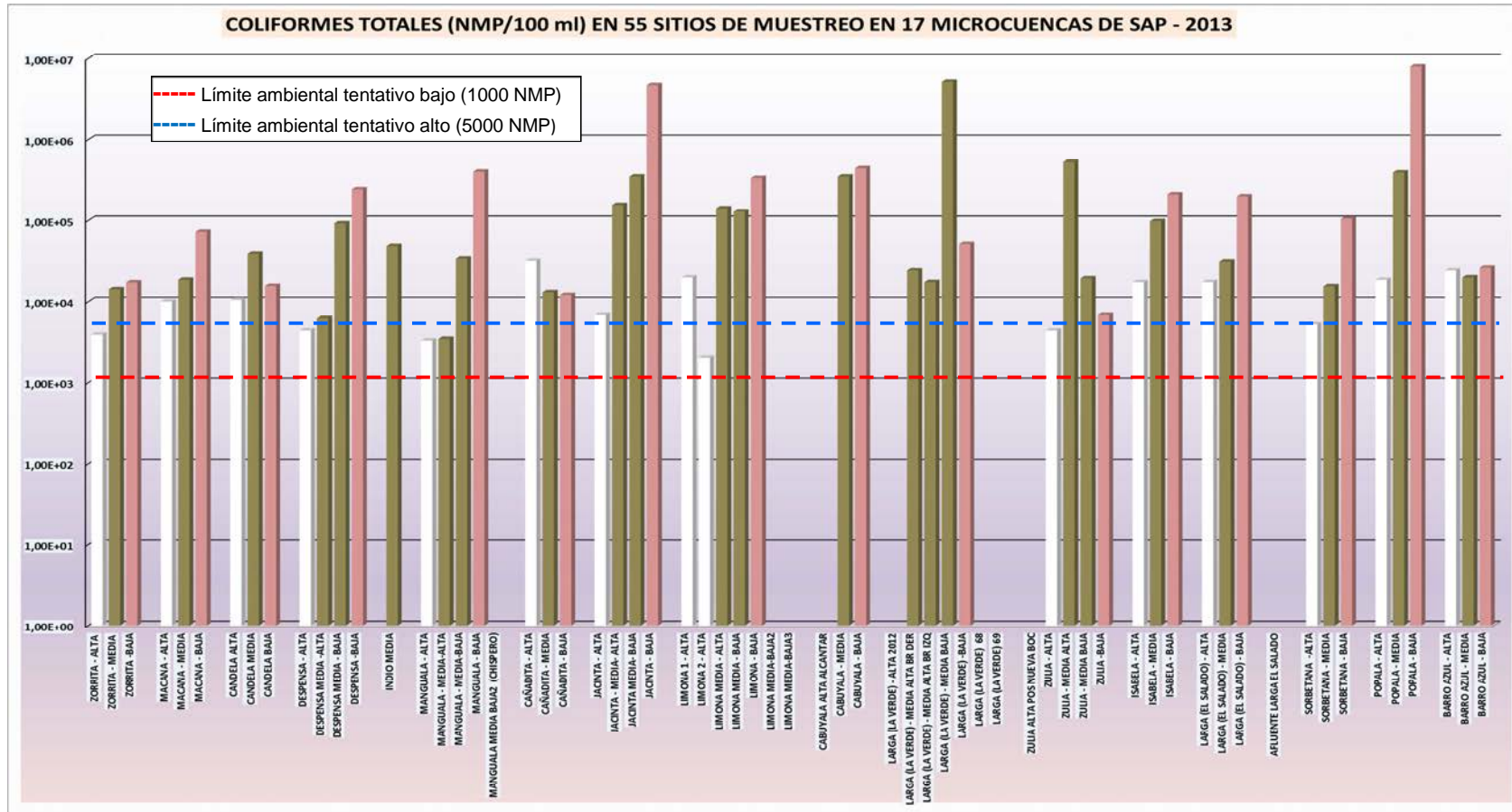


Gráfico 10 Coliformes Totales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2013

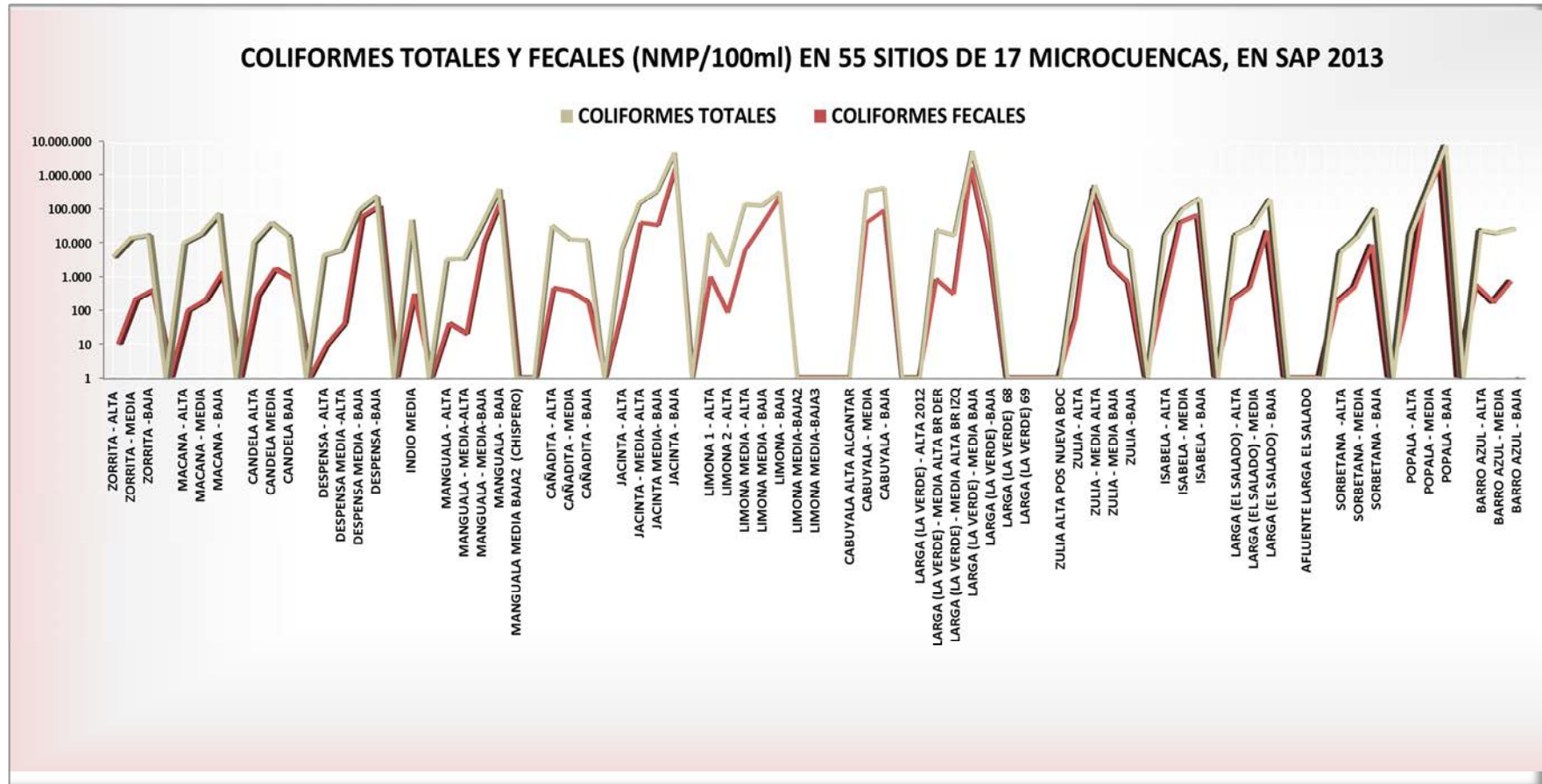


Gráfico 11 Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2013



Muchos de los sitios monitoreados (15 trayectos y 10 cuencas) presentaron presencia de peces de varias especies (más que en 2012), lo cual también muestra de manera indirecta una mejora en el estado ambiental de las quebradas. Algunos de estos tramos presentan calidad de agua regular y condiciones que no explicarían bien la presencia de peces, sin embargo es necesario tener en cuenta que esta situación ecológica puede estar influida por factores de alta rugosidad y aireación a lo largo de estas quebradas manteniéndose altos niveles de OD y especialmente de saturación de OD, pero además porque el estado de calidad puede estar determinado por fenómenos de contaminación estacional que han coincidido con los momentos del monitoreo (aunque esto es dudoso ya que los patrones se han repetido en diferentes años), pero además no puede descartarse condiciones de tolerancia inherentes a estas especies (aunque esta condición también genera dudas debido a que los fenómenos de contaminación son más bien recientes: principalmente en los últimos 25-30 años, periodo que no parece suficiente para que especies de este tipo adquieran tolerancia) para mayor información véase anexos 2 y 5.

Es muy importante anotar que varias quebradas ha perdido los peces debido a fenómenos de contaminación concentrada, así sea estacionalmente y aunque en ellas se dan todas las condiciones de calidad fisicoquímica e incluso biológica (especialmente por disponibilidad de macroinvertebrados que se traducen en alimentos potenciales), los peces no están y esto se debe a que ocasionalmente, pero de manera regular, se realizan descargas con contaminantes muy fuertes, ya sea detergentes y sustancias químicas de lavado de establos, marraneras y mataderos o de plantas de lácteos, causando no sólo la muerte de peces, sino la disminución de macroinvertebrados durante largo tiempo (semanas), con lo cual los peces no pueden sobrevivir. Es el caso de La Larga en Yarumalito, La Candela, La Popala, La Limona que han visto desaparecer este tipo de vida y tardará algún tiempo antes que regrese mediante las migraciones desde los afluentes no afectados o desde La Doña María directamente, siempre que mejoren y se controlen estas descargas ilegales.

8.3.4 Comparación histórica de la contaminación por patógenos

Para este y los demás parámetros se cuenta con sólo 4 años de registros (anuales), con el agravante de que se hizo interrupción entre 2010 y 2011 por lo cual hay serias limitaciones en cuanto a la realización de tendencias y proyecciones.



En los gráficos 9, 10 y 11 y en la tabla 6 puede observarse los valores de las mediciones realizadas para las 17 quebradas del corregimiento, tanto en coliformes totales como fecales.

La Zorrita muestra una leve mejora en coliformes en su parte alta, no obstante es su parte media y baja a desmejorado levemente, lo cual denota la necesidad de no interrumpir el programa de gestión socioambiental de quebradas con los enfoques originales con los que fue concebido en el PAAL y bajo el cual se lograron realizar 3 fases con organizaciones locales, hasta que las últimas dos fases fueron implementadas por contratistas externos que distorsionaron el enfoque y repercutiendo en pérdidas sobre los logros iniciales en cuanto a cultura ambiental con habitantes cercanos a los retiros de quebradas. Lo grave de este asunto es que las aguas de La Zorrita son tomadas en su parte baja por los acueductos más grandes del corregimiento (el de EPM y el del Vergel Centro), y más abajo son destinadas a uso recreativo con contacto directo, por lo que esta situación debe revertirse.

La Macana muestra una mejoría especialmente en su parte media y baja, pero en su parte alta hay una leve desmejora al parecer relacionad con la reinstalación de una actividad pecuaria y agroindustrial (procesamiento de azúcares para panela) que años antes causaron graves daños hasta que fueron prohibidas por la autoridad ambiental, generándose una mejora sustancial en 2012. El mejoramiento en la calidad fisicoquímica y microbiológica se ha visto reflejado en la recuperación parcial de la vida acuática, en especial se está restableciendo gradualmente la presencia de algunos bioindicadores pero otros como Cangrejos y peces han vuelto a decaer. Sobre esta cuenca conviene establecer proyectos de reconversión agrotecnológica enfocados principalmente al control de la erosión y la invasión de retiros, para consolidar su mejoramiento ambiental, pero así mismo con relación al manejo de excretas y actividades productivas alternativas a las generadoras de grandes impactos.

La Candela muestra una clara mejoría en sus partes media y baja, quizá derivado de las presiones del año anterior con relación a las contaminaciones sufridas por las actividades agroindustriales. No obstante aún persisten denuncias de la comunidad con relación a vertimientos esporádicos cuando se lavan establos y plantas de manejo animal, por lo cual no ha logrado restablecerse la vida acuática mayor; pero además se ha presentado influencia por el daño de retiros (movimientos en masa) y el aumento en las invasiones por ganadería. Se reitera como en 2012 que para esta microcuenca se requiere acelerar los convenios de producción más limpia entre la SMA de Medellín y las empresas agroindustriales que tienen su asiento en esta zona. Estos convenios y otros relacionados como el de formación en Alternancia e incluso el de reconversión agrotecnológica con apoyo



limitado a asesorías y el de más bosques para Medellín, deben acelerarse dado que en algunos momentos los daños ambientales llegan a niveles muy elevados que están rebasando la capacidad de resiliencia del cuerpo de agua y del ecosistema ribereño en general.

La Despensa muestra una situación variable, mientras su parte media alta ha mejorado, la parte media baja desmejoró, debido a que permanecen varias marraneras que manejan mal sus excretas e invasiones de retiros que hacen que la contaminación se haya elevado. Mientras hubo algún control la situación mejoró, pero luego, con la distorsión del programa de reconversión en sus 2 últimas fases y sin control algunas unidades productivas volvieron al mal manejo. Esta microcuenca también es susceptible de mejorar con el programa de reconversión agrotecnológica (con el enfoque original) y el de gestión socioambiental de retiros. Así mismo es conveniente acelerar la construcción del alcantarillado asociado a una pequeña planta de tratamiento o a un tanque séptico común en la centralidad de Montañita, aspecto que parece que ya inició.

La Manguala muestra una leve desmejora en su parte alta para coliformes totales, quizá por la pequeña influencia de 2 predios en la parte alta que aún faltan por adquirir para completar la protección completa; pero muestra mejoras importantes en sus partes medias y baja en cuanto a coliformes fecales y totales, quizá por el mejor control que se ha hecho sobre vertimientos en algunos sectores; sin embargo la contaminación por M.O. sigue siendo muy alta, en parte debido a los vertimientos directos parciales de aguas residuales que realizan algunas urbanizaciones nuevas y viviendas aisladas.

La mejora en la calidad ambiental de esta quebrada en sus partes media y baja se relaciona directamente con el montaje de alcantarillados para una amplia zona que inicia desde el sitio de monitoreo de la parte media baja hasta el sector de Compartir con focos muy claves como los de Las Coles, Palo Blanco, María Auxiliadora, El Chispero, y algunos sectores del Vergel Centro así como varios vertimientos aislados más abajo, por lo cual se justifica construir un colector a lo largo de esta quebrada (que comprende la cuenca más poblada del corregimiento) para que tenga su tratamiento en la Planta de San Fernando.

La Cañadita muestra estabilidad con relación al mejoramiento ambiental a lo largo de su recorrido, especialmente por el programa de saneamiento básico implementado hace tres años. Además la capacidad de autodepuración de esta corriente, unido al hecho de que recibe afluentes pequeños más limpios, permite que mejore su calidad en la medida en que desciende y hasta su desembocadura.



La Jacinta muestra una mejora notable en todos los tramos y en ambos coliformes. No obstante, la parte media baja y baja muestra muy elevados niveles de contaminación, asociado a los vertimientos de alcantarillados que inician en Barichara. Algunas intervenciones en su parte media están incidiendo en la mejora de calidad, sin embargo se mantiene muy contaminada y exige una solución definitiva mediante la construcción de un colector a lo largo de su recorrido, el cual no debe verter a su cauce sino que debe ser llevado a la planta de tratamiento de San Fernando.

La limoná muestra leves mejoras en sus partes altas, y en su parte baja. En su parte media muestra estabilidad. No obstante los daños señalados en 2012 han tenido repercusiones serias este año desde la perspectiva de macro invertebrados y peces que ya no se presentan en su parte media. Si no se hace un control eficiente sobre las descargas de nuevas construcciones en su parte media el daño será más grave y quizá irreversible en cuanto al potencial de espacio recreativo y biodiverso. Pero además hay influencia del abandono de los retiros públicos a lo largo de esta quebrada y por la invasión de otros tantos, desde el sector de Los Vargas (en la vereda La Florida hasta los Limonares). La parte baja muestra una moderada mejora que se explica por la mejora en La Jacinta su principal afluente y el más contaminado del corregimiento.

Esta quebrada ha sido objeto de estudios para la construcción de parques a lo largo de sus retiros, e incluso recientemente ha sido objeto de proyectos comunitarios de limpieza en algunos sectores, por lo cual es urgente mejorar la calidad de sus aguas, con el fin de que pueda servir mejor a la recreación y disfrute de la comunidad y para prevenir que sean invadidos sus retiros. En la parte media baja y baja presenta un limitante importante desde el punto de vista de la gestión de la alcaldía de Medellín: este trayecto es compartido con Itagüí que no muestra ningún interés por mejorar la calidad de sus retiros y el control sobre vertimiento de aguas residuales. En esa mitad es muy importante contar con el aporte del área Metropolitana como autoridad ambiental y para la inversión en el mejoramiento de la calidad de los retiros.

La Cabuyala en su parte media y baja mantiene la tendencia hacia cambios leves al mejoramiento para coliformes. Esta quebrada ha sido objeto de varios proyectos comunitarios e institucionales de gestión socioambiental de retiros que lentamente han venido mostrando sus resultados positivos. Un gran foco a tratar (y de fácil solución) es el vertimiento concentrado de todo el grupo de viviendas en la parte alta, cuyo nacimiento fue invadido por viviendas y fue construido un alcantarillado para todo este sector que vierte sus aguas al cauce unos 100 metros más abajo convirtiéndolo en una cloaca abierta (este sitio es un nuevo punto de monitoreo a partir de 2013). Basta con la construcción de un



alcantarillado que se una al colector más cercano para solucionar el problema de esta fuente. De la misma manera existe una gran preocupación comunitaria por la construcción del nuevo parque biblioteca que una vez en pleno funcionamiento no empiece a verter sus aguas residuales hacia varios afluentes pequeños de aguas muy limpias, con presencia de peces (La Guinea, La Guineita y otras).

Pero en 2013 se ha detectado por parte de la Mesa Ambiental un peligro aún mayor sobre esta fuente y todas sus tributarias: el declarado y aprobado plan parcial de La Florida que ya inició con oferta de viviendas en plano, muestra una profunda invasión de los retiros de quebradas, el taponamiento de algunos cauces y la destrucción de varios humedales que son los responsables de mejorar la calidad de las aguas de esta corriente. Esta situación se presenta debido a que la cartografía SIG de la alcaldía con relación a las corrientes no muestra algunas corrientes (ni siquiera en el estudio de actualización de la red hídrica y a pesar de que la Corporación Pro Romeral y la Mesa Ambiental los han cartografiado y georreferenciado, aún no se insertan en la cartografía oficial de la alcaldía, facilitando su invasión y destrucción por parte de los urbanizadores).

La Larga (de La Verde) en su parte alta muestra leves desmejoras, pero en sus parte media baja y baja ha mejorado en relación con 2012. En 2012 se inició el monitoreo del sitio medio-bajo (sector de Las Camelias) que se constituye en el foco de mayor contaminación en su recorrido. Para este sector se ha venido proponiendo desde hace más de 5 años la construcción de una solución intermedia como una pequeña planta de tratamiento en el sitio o en su defecto de un alcantarillado que comunique con el colector que va por La Doña María. La promesa de construcción de esta obra en 2012 o 2013 tampoco se ha realizado a pesar de que existían algunos recursos para ello.

Se espera que en caso de que en el momento en que se construya el alcantarillado para La Verde, desde el sector de Las Camelias, realmente se conecte a un colector y que no vierta a la Doña María directamente.

La quebrada La Zulia en su parte alta y media baja permanece relativamente estable, pero en su parte media alta presenta un fuerte deterioro causado por el vertimiento directo de una marranera que fue construida aprovechando una obra pública (un muro de contención) y debido a que carece de terrenos donde verter sus agua lo hace directamente a la quebrada. Este es uno de los casos más lamentables en el proceso de recuperación y manejo sostenible en el corregimiento, junto con el de la Popala media cuyo origen es similar, y aunque contó con una solución temporal gracias a la gestión de la Mesa Ambiental con el propietario, la situación de descargas innecesarias han vuelto a presentarse por lo cual



amerita la intervención de la autoridad ambiental. La parte baja en cambio muestra mejoría notables gracias a la autodepuración en su recorrido y a que recibe aguas limpias de afluentes.

La cuenca de La Zulia debe ser incorporada en el programa de reconversión agrotecnológica y manejo socioambiental de retiros y zonas de nacimiento de fuentes que proveen aguas a acueductos comunitarios, junto con todas las demás que han sido reportadas en este informe.

La Isabela muestra leves desmejoras ambientales en todo su recorrido, debido en parte a la a la incultura ciudadana de algunas personas del sector que están arrojando las basuras al cauce, pero también debido a que algunos de sus retiros están siendo invadidos desde su parte alta y media. Esta cuenca debe ser incorporada en los procesos de reconversión agrotecnológica, especialmente en el sector pecuario y en el de gestión socioambiental de quebradas (ambos programas con los enfoques originales contemplados en el PAAL).

La Larga (del Salado - Yarumalito), muestra una situación estable con relación al monitoreo de 2012, lo cual no es bueno si se tiene en cuenta que por sus condiciones de caudal debería estar en muy buen estado ambiental y además si se tiene en cuenta que es visualizada como la fuente de la que dependerá en gran parte el suministro de agua futura del corregimiento. Esta cuenca también es susceptible de ser incorporada en convenios de producción más limpia con agroindustrias de cerdos y ganado vacuno.

La Sorbetana muestra estabilidad con relación a 2012 en su parte alta, y una clara mejoría en sus partes media y baja, aunque sigue estando por debajo de la calidad mostrada en 2009 a todo o largo de su recorrido. En este como en otros muchos casos es necesario que el municipio inicie PSA o adquiera los terrenos en las zonas de nacimientos o en todo caso por encima de las bocatomas si están en la parte media de las quebradas.

Por su parte La Popala ha mejorado levemente en sus partes media y baja, pero continúa estando excesivamente contaminada, a partir de focos puntuales fácilmente controlables. El tramo medio está siendo actualmente gestionado por la Mesa Ambiental pero debido a que no se ha logrado una solución definitiva se necesita la intervención de la autoridad ambiental. Esta cuenca es factible de ser incorporada en el programa de reconversión agrotecnológica y en algunos casos en convenios de producción más limpia.

La Barro Azul es una quebrada que muestra estabilidad general con una leve mejora en su parte baja. Esta cuenca debe ser una de las priorizadas en el programa de reconversión



agrotecnológica, no sólo en cuanto a la intención de descontaminar esta fuente que provee a gua para consumo humano (acueducto de Naranjitos) y animal, sino porque es una de las más afectadas por erosiones concentradas y movimientos en masa que también influyen en la calidad del agua y retiros.

En los gráficos 12 y 13 puede observarse el comportamiento histórico de esta variable en las cuencas evaluadas en los últimos años en el corregimiento.

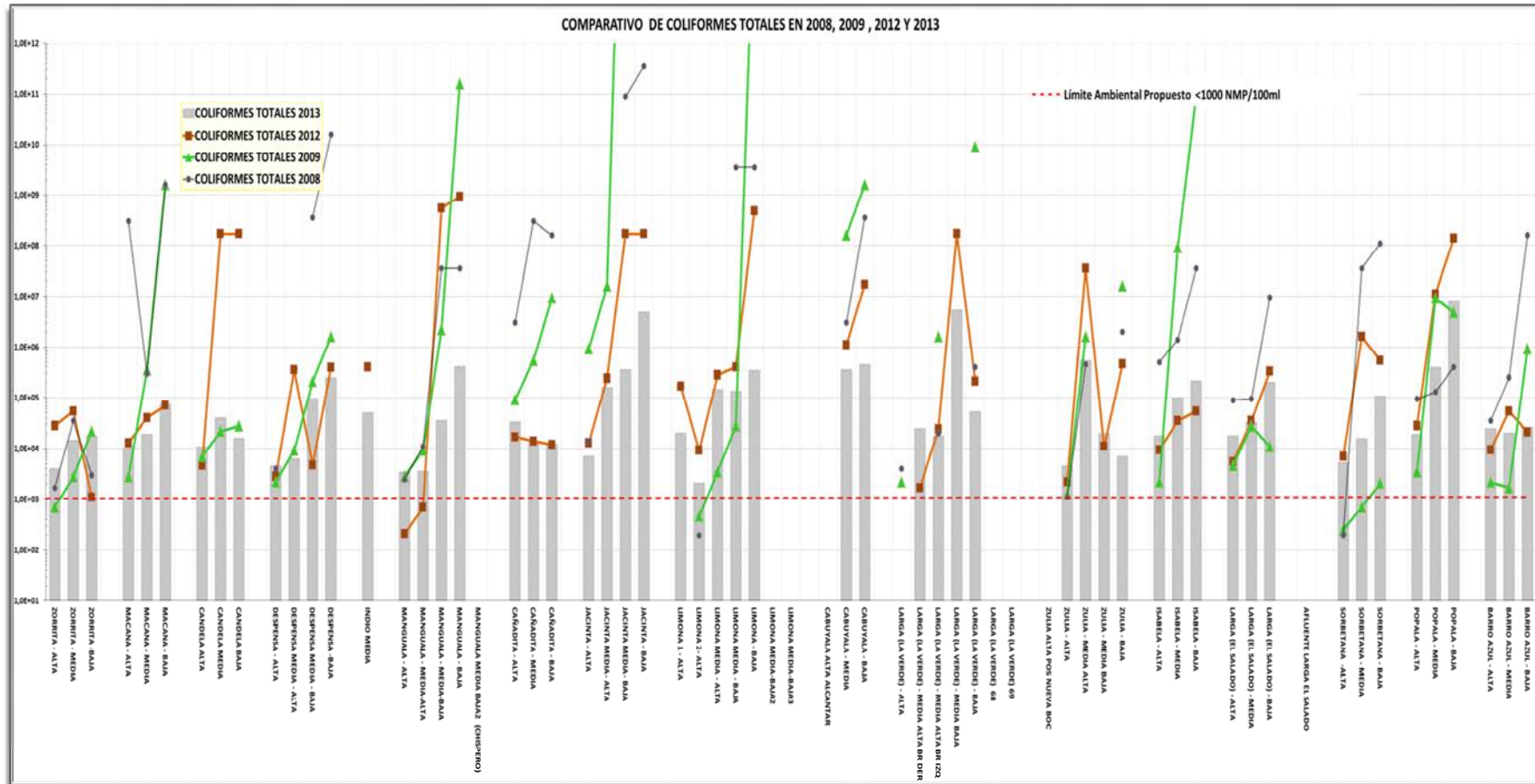


Gráfico 12 Comparativo de Coliformes Totales en 17 microcuenas de SAP, entre 2008 y 2013

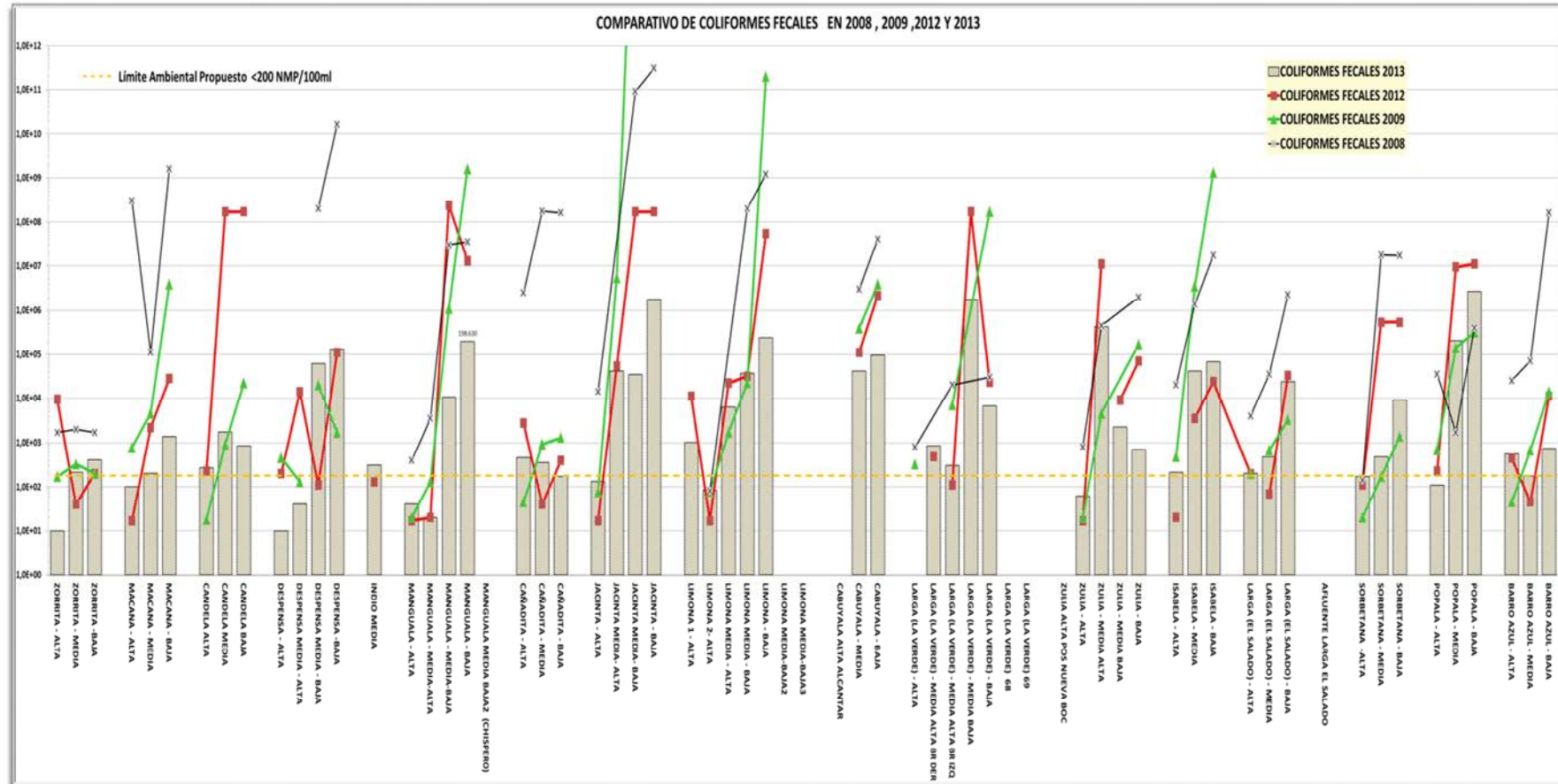


Gráfico 13 Comparativo de Coliformes Fecales en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013



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

La situación con relación a 2012 no ha cambiado y por lo tanto conviene reiterar que la variación histórica en los valores de los parámetros evaluados en 2008-2009 y 2012-2013 todavía debe considerarse como una información preliminar que debe complementarse 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.

Aún deben implementarse monitoreos durante por lo menos 4 años de manera ininterrumpida y es necesario hacer el esfuerzo por implementar una verdadera campaña de monitoreo con mayor rigor técnico y durante siquiera dos años consecutivos (con por lo menos 4 muestreos en el año: dos en el primer semestre y dos en el segundo semestre, tanto en épocas de lluvias como en épocas secas y deberá incluirse dentro del equipo de trabajo obligatoriamente un biólogo o ecólogo especialista en identificación de bioindicadores como macroinvertebrados, peces y otros). Este profesional especialista en bioindicación debería estar presente de manera permanente en las posteriores fases de monitoreo, independientemente de su intensidad (sea anual o trimestral).

A lo largo de este informe y de acuerdo con las fases anteriores se tomarán los límites permisibles, para condiciones de calidad ambiental del agua para uso recreativo y ambiental (funciones ecológicas) como se ha expresado: por debajo de DBO_5 de 3 mg/L (aunque se propone probar un aumento del rango hasta por debajo de 5 mg/L) y para DQO por debajo de 20 mg/L, sin embargo se propone a partir del próximo monitoreo bajarlo a un máximo de 10 mg/L, de acuerdo con la propuesta de los objetivos de calidad para el río Aburrá consignados en el informe de la tercera fase de monitoreo de RedRío en 2011 (RedRío, 2011).

Al igual que en los monitoreos de 2009 y 2012 no se encuentra una correlación entre la cantidad presente de patógenos y la DBO_5 (ver gráficos 14 y 15) por lo que no se ahondará en esta posibilidad ni en su análisis y se deja a posteriores investigaciones la determinación de las poblaciones microbianas encargadas de procesar la materia orgánica. De todas maneras los coliformes se constituyen en el factor determinante de la calidad ambiental del

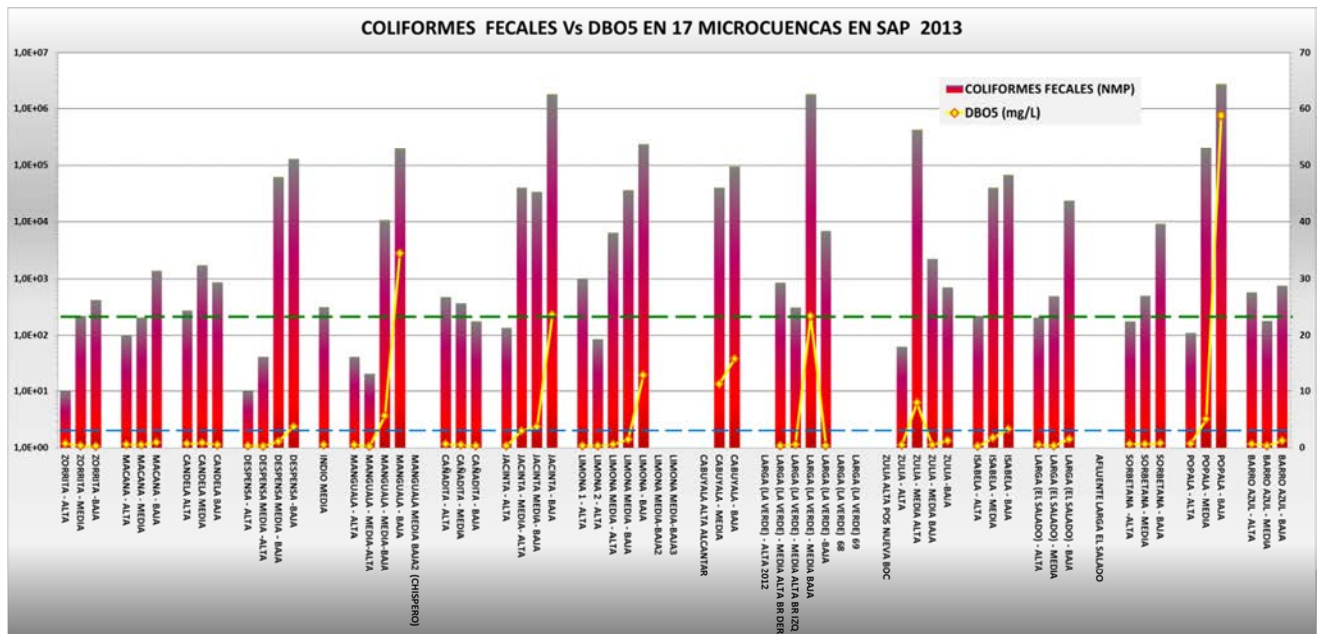


Gráfico 15 Comparativo de Coliformes Fecales y la DBO₅ en 17 microcuencas de SAP, 2013

La existencia de valores de DBO₅ entre moderados y altos en muchos trayectos de quebradas, en relación con los de O.D. y % de saturación de OD elevados, en las quebradas estudiadas dan una idea de su buen potencial de auto depuración, ya que los niveles de DBO₅ encontrados rebasan la norma en 13 casos de los 55 estudiados (6 de los cuales lo hacen de manera muy fuerte) y sin embargo el O.D. encontrado sólo incumple en 2 casos muy levemente (de los 64 estudiados), es decir por encima de 4,5 mgO₂/L, y en el caso del % de saturación de Oxígeno cerca de 20 están por debajo de 90% y sólo 5 por debajo de 80% de saturación y siempre por encima del 60% de saturación de Oxígeno. Esto no sería posible sin el aporte permanente de aire a la corriente, el cual se realiza gracias a la alta rugosidad de los lechos que mantiene en permanente oxigenación el agua y muy intensos 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, a la vez que permite mantener vida de macroinvertebrados y aún peces en relativo buen nivel en la mayoría de casos, incluso cuando la M.O. y los Coliformes están elevados, presentándose ausencia de estas especies sólo en los casos de contaminación extrema que logra rebasar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas hídricos y en donde proliferan seguramente patógenos para estas especies, tal como ha



sido corroborado en varias ocasiones donde se observaron proceso de muerte de macroinvertebrados y peces que mostraban enfermedades dermales al parecer por hongos y bacterias.

En el gráfico 17 y en la tabla 6 puede observarse el comportamiento de la DBO_5 Vs el O.D. en cada uno de los 55 sitios muestreados en 2013, al igual que en la tabla 6. Como se aprecia el O.D. permanece en un nivel alto (por encima de la norma) en más del 95% de los casos, a pesar de que la DBO_5 sea superior al nivel máximo permitido como apto ambientalmente y en el caso de la saturación de oxígeno no se presentó una clara relación inversa entre este parámetro y la DBO_5 , seguramente debido a los ya nombrados factores de alta rugosidad y permanente aireación de las corrientes.

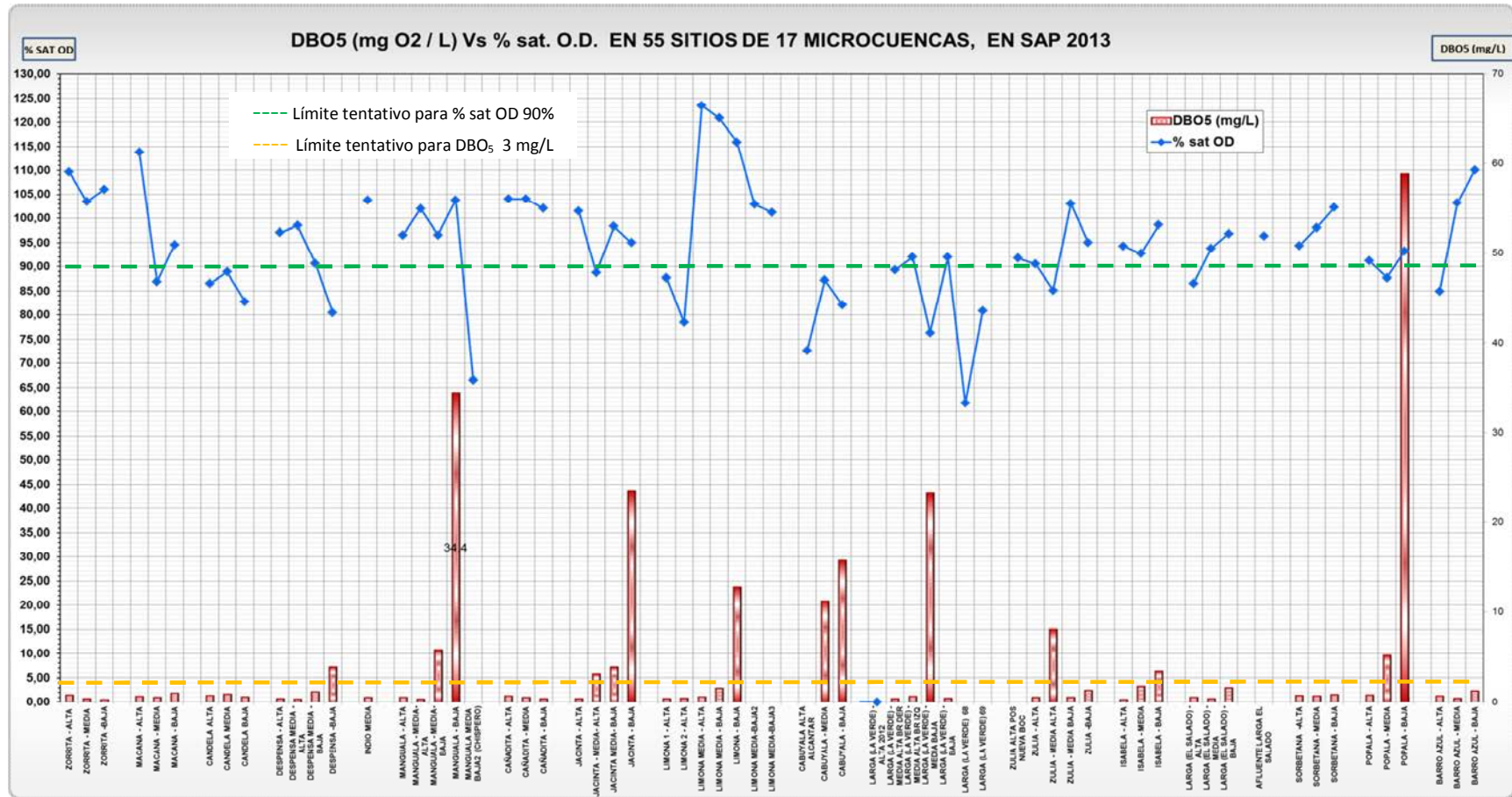


Gráfico 16 Comparativo de % SAT OD y DBO₅ en 17 microcuencas de SAP, 2013

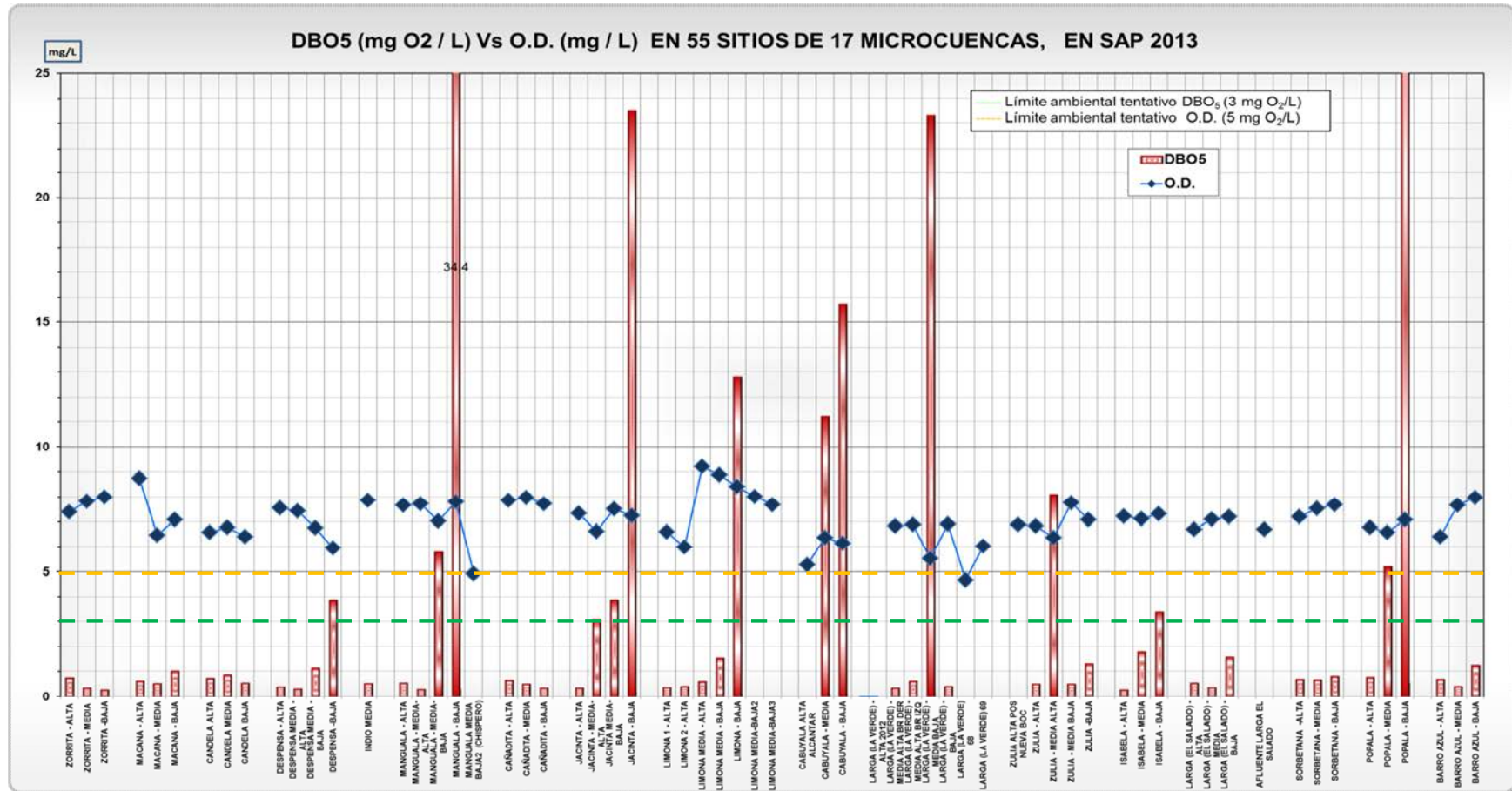


Gráfico 17 Comparativo DBO5 y OD en 17 microcuencas de SADEP, 2013



Una visión estratégica de ordenamiento y ocupación sostenible del territorio obliga a pensar y gestionar de manera diferente algunas microcuencas como La Zorrita, la Sorbetana, La Zulia, La Candela, La Larga y La Despensa, que están muy asociadas a actividades pecuarias y a la vez son fuertes proveedoras de servicios ambientales y particularmente en relación con el agua sostiene la mayor parte de su oferta para la parte urbana con más de 80.000 habitantes y que se encuentra en pleno proceso de crecimiento. En esa mitad no sólo La Manguala y La Limona son claves, sino estas otras cuencas (y varias mas) especialmente cuando se mira en perspectiva de futuro cercano y mediano.

Para estas microcuencas no se tienen proyectos de adquisición de predios, ni se implementan proyectos de mejoramiento de los sistemas de manejo agrotecnológicos, excepto lo que modestamente contemplan los proyectos de Presupuesto Participativo. Algunas organizaciones locales han emprendido ocasiones algunos proyectos pequeños (estudios, actividades de educación ambiental y sensibilización, convites de recuperación, etc.), pero esto es claramente insuficiente para las necesidades de estas microcuencas.

En el PAAL 2007-2019 se encuentran contemplados varios proyectos y programas que apuntan a este manejo integral entre los cuales se cuenta: 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*". Los mismos que complementan los programas de ciudad relacionados con Mas Bosques y adquisición de predios, así como el de PSA, y además es urgente profundizar los proyectos de saneamiento básico en particular la construcción de alcantarillados pero exigiendo que no viertan a quebradas sino a colectores que se dirijan hacia la planta de tratamiento de San Fernando.

Por otro lado debería convertirse en programa público de largo plazo el buen manejo de excretas derivadas de las actividades pecuarias en la ruralidad, centrándose en el manejo de los espacios de confinamiento por la vía seca en lugar de riegos líquidos. Programas y proyectos en esta perspectiva darían por resultado un fuerte mejoramiento de la calidad del agua en las quebradas de Medellín y otros municipios que tienen producciones pecuarias intensivas.

Tabla 9 Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos en 17 quebradas de SAP 2013

SITIO	DQO (mg/L)*				DBO ₅ (mg/L)**				COLIFORMES TOTALES (NMP)				COLIFORMES FECALES (NMP)			
	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008
ZORRITA - ALTA	6,36	3,81	12	12	0,74	0,34	2	4	3.873	28000	7,00E+02	1,70E+03	10	9400	1,70E+02	1,70E+03
ZORRITA - MEDIA	1,29	1	19,6	12	0,34	0,25	4,13	4	14.136	54.000	2,80E+03	3,50E+04	216	40	3,30E+02	2,00E+03
ZORRITA - BAJA	12	1,08	12	12	0,26	0,18	2	4	17.230	1.100	2,20E+04	3,00E+03	410	200	2,00E+02	1,70E+03
MACANA - ALTA	2,03	1	12	105,11	0,61	0,2	2	47,25	10.045	13.000	2,80E+03	3,00E+08	100	17	7,90E+02	3,00E+08
MACANA - MEDIA	3,89	8,76	12	12	0,51	0,465	2	4	18.600	40000	3,50E+05	3,00E+05	200	2.200	4,60E+03	1,10E+05
MACANA - BAJA	6,16	12,7	13,5	17,42	0,99	0,53	2,57	7,38	72.700	70000	1,60E+09	1,60E+09	1.372	28000	3,90E+06	1,60E+09
CANDELA ALTA	13				0,72				10.501				269			
CANDELA MEDIA	11,7				0,85				39.450				1.730			
CANDELA BAJA	12,8				0,54				15.530				860			
DESPENSA - ALTA	2,32	6,93	NS	12	0,38	0,25	2	4	4.360	2.800	2,20E+03	4,00E+03	10	200	4,60E+02	0,00E+00
DESPENSA MEDIA - ALTA	3,93	12,3	< 12,00	12	0,3	1,91	2		6.131	35*10 ⁴	54000		41	14000	45	
DESPENSA MEDIA - BAJA	6,57	2,53	224	97,8	1,11	0,36	177	48	92.080	4700	2,10E+05	3,50E+08	61.310	110	2,00E+04	2,00E+08
DESPENSA - BAJA	3,52	6,4	12	55,33	3,84	2,14	3,12	24,54	241.960	39*10 ⁴	1,60E+06	1,60E+10	129.970	11*10 ⁴	1,70E+03	1,60E+10
INDIO MEDIA	5,91				0,52				48.840				310			
MANGUALA - ALTA	8,01	0,692	NS	12	0,53	0,46	2	4	3.285	210	2,80E+03	2,50E+03	41	17	2,00E+01	4,00E+02
MANGUALA MEDIA-ALTA	2,24	4,14	12	12	0,28	0,18	2	4	3.448	680	9,20E+03	1,10E+04	20	20	1,30E+02	3,50E+03
MANGUALA MEDIA-BAJA	13,7	16,8	29,1	22,66	5,78	9,9	6,08	6,9	34.480	54*10 ⁷	2,20E+06	3,50E+07	10.525	24*10 ⁷	1,10E+06	3,00E+07
MANGUALA - BAJA	65,6	34,7	67,2	35,4	34,4	20,8	42,9	14,16	396.800	92*10 ⁷	1,60E+11	3,50E+07	198.630	13,0*10 ⁶	1,60E+09	3,50E+07
MANGUALA MEDIA BAJA2																

SITIO	DQO (mg/L)*				DBO ₅ (mg/L)**				COLIFORMES TOTALES (NMP)				COLIFORMES FECALES (NMP)			
	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008
(CHISPERO)																
CAÑADITA - ALTA	9,04	2,9	19,6	52,27	0,65	1,13	3,16	30,3	32.500	17.000	9,20E+04	3,00E+06	464	2800	4,50E+01	2,50E+06
CAÑADITA - MEDIA	7,48	9,54	21,9	497,2	0,49	0,42	3,98	393	12.997	14000	5,40E+05	3,00E+08	359	40	9,30E+02	1,75E+08
CAÑADITA - BAJA	2,98	1,17	12	91,48	0,33	0,34	2	44,85	12.033	12000	9,20E+06	1,60E+08	171	400	1,30E+03	1,60E+08
JACINTA - ALTA	9,42	1	16,2	26,7	0,34	0,49	2	11,01	6.867	13000	9,20E+05	1,40E+04	134	17	7,80E+01	1,40E+04
JACINTA MEDIA- ALTA	15,5	9,21	24,3		3,06	5,7	4,22		155.310	24*10 ⁴	1,60E+07		41.060	54000	5,40E+05	
JACINTA MEDIA- BAJA	18,2	382	794	114,1	3,84	176	235	61,35	344.800	17*10 ⁷	1,60E+19	9,00E+10	34.480	17*10 ⁷	1,70E+17	9,00E+10
JACINTA - BAJA	74,5	358	259	43,15	23,5	141	134	19,46	4.712.500	17*10 ⁷	1,60E+17	3,50E+11	1.769.700	17*10 ⁷	3,90E+14	3,00E+11
LIMONA 1 - ALTA	7,95	0,628			0,36	0,17			19.863	17*10 ⁴			1.019	11*10 ³		
LIMONA 2 - ALTA	6,28	1	NS	12	0,39	0,24	2	4	2.035	9.200	4,60E+02	2,00E+02	85	17	7,80E+01	8,00E+01
LIMONA MEDIA ALTA	11,4	12,5			0,58	1,45			141.360	28*10 ⁴			6.310	22000		
LIMONA MEDIA BAJA	8,26	1	21,4	12	1,52	1,82	4,31	4	129.970	4*10 ⁵	2,80E+04	3,50E+09	36.540	32000	2,20E+04	2,00E+08
LIMONA - BAJA	23,3	55,1	104	17,62	12,8	32,4	39,4	4	331.400	47*10 ⁷	9,20E+14	3,50E+09	241.960	54*10 ⁶	1,95E+11	1,20E+09
LIMONA MEDIA-BAJA2																
LIMONA MEDIA-BAJA3																
CABUYALA ALTA ALCANTAR																
CABUYALA - MEDIA	15,8	24,8	12	17,67	11,2	7,71	9,12	4,6	344.800	11*10 ⁵	1,60E+08	3,00E+06	41.060	11*10 ⁴	3,90E+05	3,00E+06
CABUYALA - BAJA	27,4	20,1	19,3	45,76	15,7	7,74	8,25	14,08	436.450	17*10 ⁶	1,60E+09	3,50E+08	95.630	22*10 ⁵	3,90E+06	4,00E+07
LARGA(LA VERDE) - ALTA			12	12			2	4			2,20E+03	4,00E+03			3,30E+02	8,00E+02



SITIO	DQO (mg/L)*				DBO ₅ (mg/L)**				COLIFORMES TOTALES (NMP)				COLIFORMES FECALES (NMP)			
	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008
LARGA(LA VERDE) MEDIA ALTA BR DER	4,34	10,5			0,33				24.196	1700			857	490		
LARGA(LA VERDE) MEDIA ALTA BR IZQ	7,85	2,16	12	18,66	0,61		2	12,15	17.329	24000	1,60E+06	2,00E+04	305	110	7,00E+03	2,00E+04
LARGA(LA VERDE) MEDIA BAJA	50,2				23,3				5.172.000	17*10 ⁷			1.789.000	17*10 ⁷		
LARGA(LA VERDE) - BAJA	5,08	14	33,7	23,69	0,39		11,8	4,6	51.720	21*10 ⁴	9,20E+09	4,00E+05	6.770	23000	1,70E+08	3,00E+04
LARGA (LA VERDE)																
LARGA (LA VERDE)																
ZULIA ALTA POS NUEVA BOC																
ZULIA - ALTA	8,06	7,97	12	12	0,5	0,33	2	4	4.352	2.200	1,30E+03	1,10E+03	62	17	2,00E+01	8,00E+02
ZULIA - MEDIA ALTA	18,7	94,5	12	12	8,07	40,5	2	4	521.000	35*10 ⁶	1,60E+06	4,50E+05	432.000	11*10 ⁶	4,60E+03	4,50E+05
ZULIA - MEDIA BAJA	10,1	11,2			0,5	2,21			19.350	11000			2.260	9.200		
ZULIA - BAJA	10,1	9,81	12	17,01	1,29	1,52	2	4	6.867	46*10 ⁴	1,60E+07	2,00E+06	706	70000	1,70E+05	2,00E+06
ISABELA - ALTA	11,3	9,87	12	12	0,27		2	4	17.329	9.400	2,20E+03	5,00E+05	216	20	4,90E+02	2,00E+04
ISABELA - MEDIA	16,7	32,1	12	25,88	1,76	12,5	2	6,84	98.040	35000	9,20E+07	1,40E+06	41.060	3500	3,50E+06	1,40E+06
ISABELA - BAJA	13,7	19,8	30,8	20,92	3,36	8,99	14,9	4	209.800	54000	9,20E+10	3,50E+07	67.700	24000	1,30E+09	1,70E+07
LARGA (EL SALADO) - ALTA	1	1	NS	12	0,53		2	4	17.329	5.400	4,60E+03	9,00E+04	201	200	2,00E+02	4,00E+03
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	7,15	13,4	12	12	0,35		2	4	31.690	35.000	2,80E+04	9,50E+04	480	68	6,80E+02	3,50E+04
LARGA (EL	9,21	10,4	12	12	1,56	2,09	2	4	198.630	33*10 ⁴	1,10E+04	9,50E+06	23.820	33.000	3,30E+03	2,30E+06

SITIO	DQO (mg/L)*				DBO ₅ (mg/L)**				COLIFORMES TOTALES (NMP)				COLIFORMES FECALES (NMP)			
	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008	2013	2012	2009	2008
SALADO) - BAJA																
AFLUENTE LARGA EL SALADO																
SORBETANA - ALTA	7,35	4,2	NS	12	0,69	0,22	2	4	5.172	7000	2,50E+02	2,00E+02	172	110	2,00E+01	1,40E+02
SORBETANA - MEDIA	9,09	7,02	12	12	0,66	0,27	2	4	15.420	16*10 ⁵	7,00E+02	3,50E+07	487	54*10 ⁴	1,70E+02	1,75E+07
SORBETANA - BAJA	4,18	4,3	12	12	0,8	0,25	2	4	104.620	54*10 ⁴	2,10E+03	1,10E+08	9.100	54*10 ⁴	1,40E+03	1,70E+07
POPALA - ALTA	7,64	0,754	30	12	0,77	0,33	8,19	4	18.500	28.000	3,50E+03	9,50E+04	110	230	7,00E+02	3,50E+04
POPALA - MEDIA	23,1	34,4	31,9	12	5,19	9,36	6,6	4	387.700	11*10 ⁶	9,20E+06	1,30E+05	206.400	94*10 ⁵	1,40E+05	1,70E+03
POPALA - BAJA	132	133	39,6	12	58,8	39,1	8,76	4	7.940.000	14*10 ⁷	4,70E+06	4,00E+05	2.720.000	11*10 ⁶	3,20E+05	4,00E+05
BARRO AZUL - ALTA	4,26	8,43	21,2	12	0,68	0,4	2	4	24.196	9.400	2,20E+03	3,50E+04	565	450	4,50E+01	2,50E+04
BARRO AZUL - MEDIA ALTA	2,4	7,23	12	12	0,39	0,44	2	4	19.863	54.000	1,70E+03	2,50E+05	175	45	6,80E+02	7,00E+04
BARRO AZUL - BAJA	6,9	13	7,27	12	1,23	1,17	2,07	4	26.130	21000	9,20E+05	1,60E+08	750	11.000	1,40E+04	1,60E+08
DOÑA MARIA (LAS PLAYAS)																

* El límite propuesto por la EPA es de 20 mg/L (Minambiente – DAMA Bogotá), y el mínimo reportado por Corantioquia hasta 2009 era 12 mg/L que es el que se presenta en la tabla en los casos correspondientes, en 2012 el mínimo reportado era de 1 mg/L

** El mínimo valor reportado por Corantioquia en 2008 era 4 mg/L, y en 2009 es 2 mg/L, y en 2012 es 0,1 mg/L y estos son los que se presentan en la tabla



En la tabla 9 y en los gráficos 14 y 15 puede apreciarse la variación histórica de los parámetros relacionados con la materia orgánica en las quebradas monitoreadas en el corregimiento en 2008, 2009, 2012 y 2013.

Más arriba puede mirarse la descripción y un corto análisis sobre la variación histórica de patógenos para cada una de las quebradas evaluadas en el estudio de 2013, esta información se complementa y resume en los gráficos 12 y 13 para Coliformes, así mismo se presentan los resultados en las tablas 6 y 9 tanto para Coliformes como para los demás parámetros relacionados con la materia orgánica.

En los gráficos 18 y 19 puede observarse como varía la DBO₅ y la DQO a lo largo de los 4 periodos de muestreos en todas estas quebradas y para los mismos sitios.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este periodo y especialmente considerando el cambio 2012-2013, puede observarse como la DBO₅ ha disminuido en todos los casos lo cual denota un mejor estado ambiental (y comportamiento social) con relación al manejo del agua y particularmente frente al aspecto de la contaminación de la misma, por lo menos en lo concerniente a la materia orgánica. La DQO muestra una tendencia similar, aunque con excepción de La Popala media, cuya causa está diagnosticada y referenciada antes y que como se ha dicho tiene una fácil solución, mediante control.

Esta situación refleja una tendencia positiva en cuanto al control de la contaminación hídrica a nivel local y muestra además que el programa de monitoreo está generando buenos impactos no sólo en cuanto al diagnóstico permanente sino en cuanto a la contribución al control social de la contaminación, dado que sirve en doble vía: como presión contra los vertimientos ilegales al ser detectados y evaluados y por otro lado como estímulo frente al compromiso ciudadano por el cuidado de las quebradas al ver los habitantes que este control a los vertimientos se reflejan en indicadores ambientales que muestran el mejoramiento de la calidad de vida.

No obstante lo anterior, hay que tener presente que en 2013 cerca del 20% de los sitios no cumplen la normatividad por DBO₅ y cerca del 15% no la cumplen por DQO, aunque de todas maneras la mejora ha sido muy notable pues se pasó de cerca de 37 trayectos que en 2012 no cumplían la norma ambiental para DBO₅ a cerca de 10 trayectos que en 2013 no lo hacen. Y en cuanto a DQO se pasó de cerca de 53 trayectos que incumplían la norma en 2012 a cerca de 7 trayectos que en 2013 no lo hacen. Todos los datos anteriores sobre la base de 55 sitios muestreados.



Tampoco hay que olvidar que tanto la DBO_5 como la DQO son sólo 2 de los parámetros analizados para materia orgánica, y que los otros 2 Coliformes, no muestran tan buenos perfiles y más bien en esos casos los indicadores se invierten, por lo que hay que trabajar más en cuanto al control de estos con programas de saneamiento básico por un lado (especialmente alcantarillados en zonas urbanas y suburbanas) y de control de descargas de actividades pecuarias por otro lado (mediante programas como Reconversión agrotecnológica con los enfoques de las primeras fases y con los convenios de PML y Mas Bosques, incluyendo tanto la adquisición de predios como el PSA).

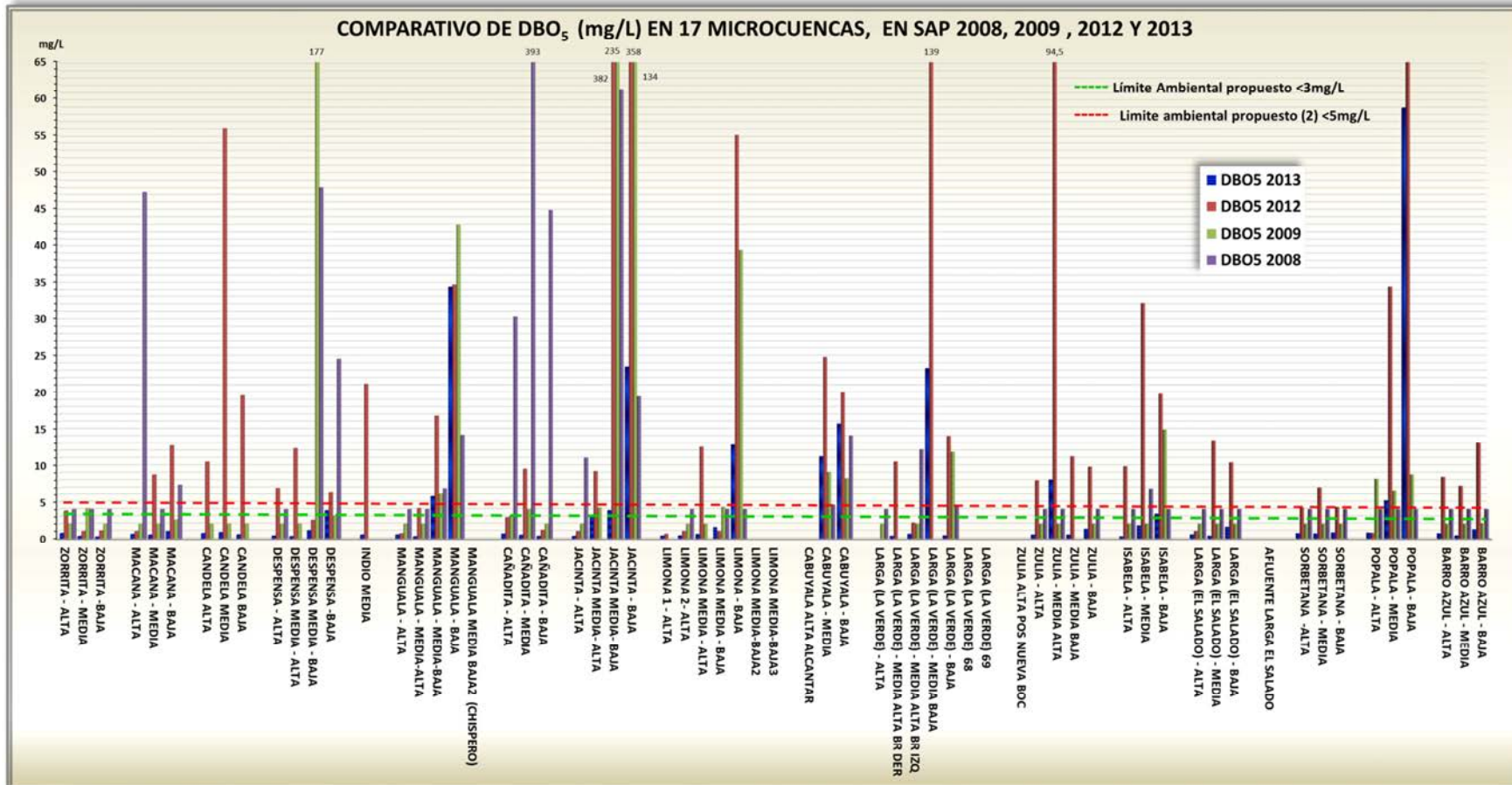


Gráfico 18 Comportamiento histórico de la DBO₅ en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013

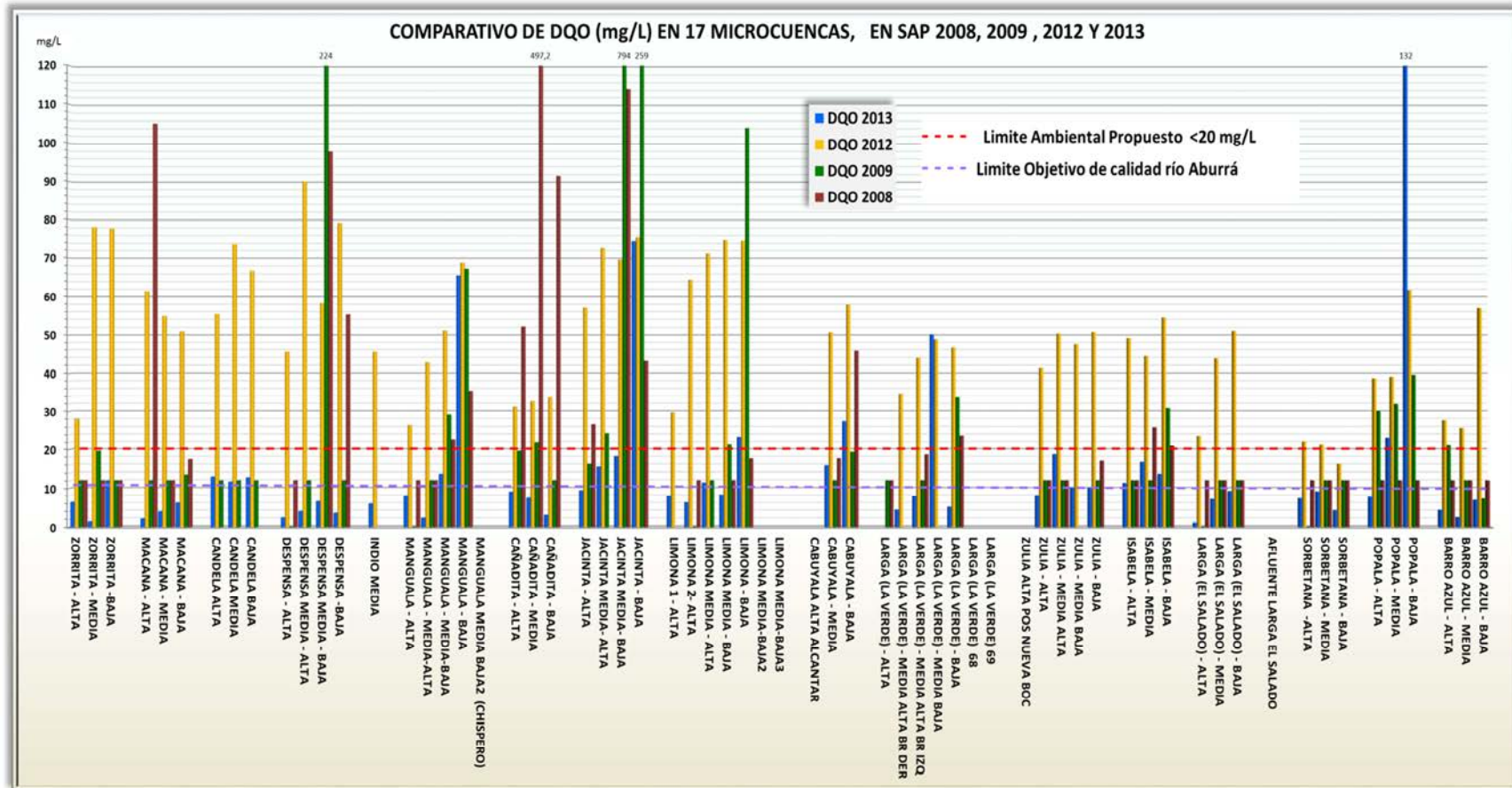


Gráfico 19 Comportamiento histórico de la DQO en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013



8.3.6 Oxígeno Disuelto (O.D.)

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros que tradicionalmente es considerado entre los más importantes en cuanto a la determinación de la calidad ambiental del agua. Se relaciona con las dinámicas de autopurificación de las quebradas y de la capacidad de soportar vida.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua depende de varios factores como la presencia de plantas acuáticas, la rugosidad de la corriente, la presión atmosférica, la temperatura del agua, el flujo de la corriente, el contenido de materia orgánica, la presencia o no de cobertura arbórea en los retiros de las quebradas, entre otros.

La normatividad colombiana (principalmente el decreto 1594/94) considera como nivel mínimo aceptable en los cuerpos de agua como ríos y quebradas 5 mg de O₂/L y 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. La cantidad de O.D. puede aumentar o disminuir debido a varios factores como cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, los niveles de entrada de oxígeno al sistema acuático, temperatura del agua, la cantidad y tipo de descomponedores presentes, etc.

Los valores de OD pueden variar entre 0 y 15 mg/L dependiendo de si se trata de aguas lólicas o lénticas y de la temperatura, así como de la ubicación del sitio en el planeta y de la altura sobre el nivel del mar.

Se propone a partir de la siguiente fase de monitoreo en SAP elevar el rango hasta un mínimo de 7 mg/L, de acuerdo con los niveles recomendados por RedRío (2011), como objetivo de calidad del río Aburrá en el corto plazo (2 años) y basado en esto ajustar la ecuación del ICA y del Qi para el parámetro y contrastando con un proceso de bioindicación para observar la justeza de la decisión.

Usualmente se considera uno de los factores más importantes para la evaluación de los índices de calidad del agua, e incluso existen casos en los cuales se considera como el único factor para esta evaluación, lo cual es una visión excesivamente parcial sobre la determinación de la salud ambiental de los cuerpos de agua y se debe más a la intención de ahorrar inversiones en monitoreos que a propuestas serias técnica y científicamente, e incluso en ocasiones se debe a la intención de simplificar en exceso el análisis de la



complejidad ecosistémica de los cuerpos de agua y con ello a ocultar síntomas o realidades de contaminación.

Con relación al OD algunas fuentes reportan que bajos niveles de OD pueden causar muerte de animales acuáticos tanto por falta de alimento, como por problemas de crecimiento y aumento de enfermedades (González, 2011) y en general se reporta un aumento de la biodiversidad acuática en la medida en que aumenta el OD.

Durante 2013, no sólo se mantuvo la tendencia a mantener este indicador en muy buen nivel, sino que incluso se mejoró pues se pasó de 5 trayectos que incumplían de un total de 55 considerados en 2012, a 2 trayectos que incumplen entre 64 trayectos considerados en 2013, y además este incumplimiento es leve, ya que ambos se ubican por encima de 4,5 mg/L (ver gráfico 20 y 21)

Cuando se analiza este parámetro desde la perspectiva de su saturación en el agua, que en realidad puede resultar mejor indicador que el de Oxígeno Disuelto por sí mismo (aspecto que sólo empieza a ser monitoreado en 2013), puede verse que si se considera como rango ambiental conveniente una saturación entre 90% y 110%, cerca de 19 de los 64 sitios evaluados (los 55 tradicionales más 9 adicionales) en 19 quebradas (las 17 tradicionales más otras 2) no cumplen con el mínimo de saturación del 90%, y si bien hay 4 más que sobrepasan el 110%, esto no se considera muy grave si se tiene en cuenta que la carga de M.O. es muy elevada en esos sitios y además no presentan vida acuática superior.

En el gráfico 21 puede verse el estado de las quebradas en cuanto a su saturación de oxígeno. Este parámetro se ha considerado en la nueva ecuación ICASAP de 2013, disminuyendo un poco el peso de OD y dándole parcialmente a % Sat. OD. Esta decisión sirvió para ajustar mejor la ecuación de acuerdo con lo observado en campo en cuanto a bioindicadores.

A pesar de estos buenos indicadores la calidad general o total del agua es buena o excelente en sólo 22 de los 55 sitios muestreados y a los cuales se les aplicó la ICASAP (es decir sólo el 40%), y los casos que no se ubican en las categorías de bueno u excelente el factor limitante casi siempre es la materia orgánica (coliformes totales y fecales) que se presenta en un nivel muy elevado y no por la DBO₅ o la DQO.

Esta situación se explica por la elevada capacidad de las quebradas del corregimiento para integrar oxígeno de la atmósfera al cuerpo de agua mediante el proceso natural que tiene su origen en la alta rugosidad y pendientes de los cauces, lo que genera cascadas y



casadillas que mantienen elevados niveles de oxígeno disuelto a lo largo de la corrientes, aún en situaciones de elevadas cargas orgánicas, obviamente hasta ciertos límites cuando la resiliencia es superada y tanto el OD como la saturación del oxígeno caen.

El comportamiento de este parámetro en las quebradas evaluadas en este estudio puede observarse en la tabla 6 y en el gráfico 20.

Como se expresó antes, en sólo 2 sitios se presenta incumplimiento de la norma en cuanto a OD y ambos de manera muy leve (niveles superiores a 4,5 mg/L).

Esta situación corrobora que el OD es sólo un indicador más dentro de un complejo de factores fisicoquímicos y que además en sí mismo tiene limitaciones que deben ser corregidas mediante la valoración del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto. Este es el motivo por el cual a partir de 2013 se inició la medición del parámetro % saturación OD no sólo para los 55 sitios de muestreo tradicionales y las 17 cuencas, sino que se amplió para 2 cuencas más y hasta 64 sitios, debiéndose hacerlo en la siguiente fase en cerca de 70 – 75 sitios en las 19 – 20 cuencas recomendadas por los estudios de monitoreo anteriores.

Los niveles establecidos como ambientalmente buenos en SAP y de acuerdo con recomendaciones de algunos autores, está entre 90 y 110%. Algunos autores consideran que por encima del 80% es adecuado, pero teniendo en cuenta que la mayoría de las quebradas en SAP presentan elevadas cargas orgánicas y en particular alta cantidad de coliformes este estudio ha probado el nivel mínimo de 90%, pero así mismo algunos autores consideran que el nivel no debe superar el 101% debido a que esto puede causar en algunos peces la enfermedad llamada “mal de burbujas” y otros consideran que el límite puede extenderse hasta 110%. Sin embargo la mayoría de información está referida a zonas templadas con aguas limpias y especies (principalmente peces) muy diferentes a las nuestras.

El presente estudio consideró que el nivel adecuado en SAP debe estar entre 90% y 110%, debido a que en primer lugar varias de los tramos de quebradas que mostraron niveles de saturación de O.D. por encima del 100% también presentaron peces y muy buen estado de macroinvertebrados, segundo varias fuentes que presentaron regular, mal y muy mal estado del agua debido a cargas orgánicas, también presentaron niveles por encima del 100% en la saturación del oxígeno, con lo cual debe priorizarse en el análisis las posibilidades de autodepuración y consumo de la materia orgánica sin castigar por este hecho el tramo, de todas maneras esta hipótesis deberá ser objeto de estudio en los monitoreos futuros. Por



precaución este nivel superior se deja en 110% por el momento aunque un sitio que estuvo en ese nivel (110,08%) presento peces (ver tabla 10).

Tabla 10. Tramos de quebradas en SAP con presencia de peces vs. % sat.OD

TRAMO DE QUEBRADA	% saturación O.D.
Zorrita baja	106,08
Despensa media alta	98,51
Despensa media baja	90,64
Despensa baja	80,46
Indio media	103,76
Manguala media alta	101,98
Manguala media baja	96,56
Cañadita baja	102,03
Larga (La Verde) media alta BR. DER.	89,28
Larga (La Verde) media alta BR. IZQ.	91,96
Zulia baja	95,00
Sorbetana media	98,04
Sorbetana baja	102,21
Popala alta	91,18
Barro Azul baja	110,08

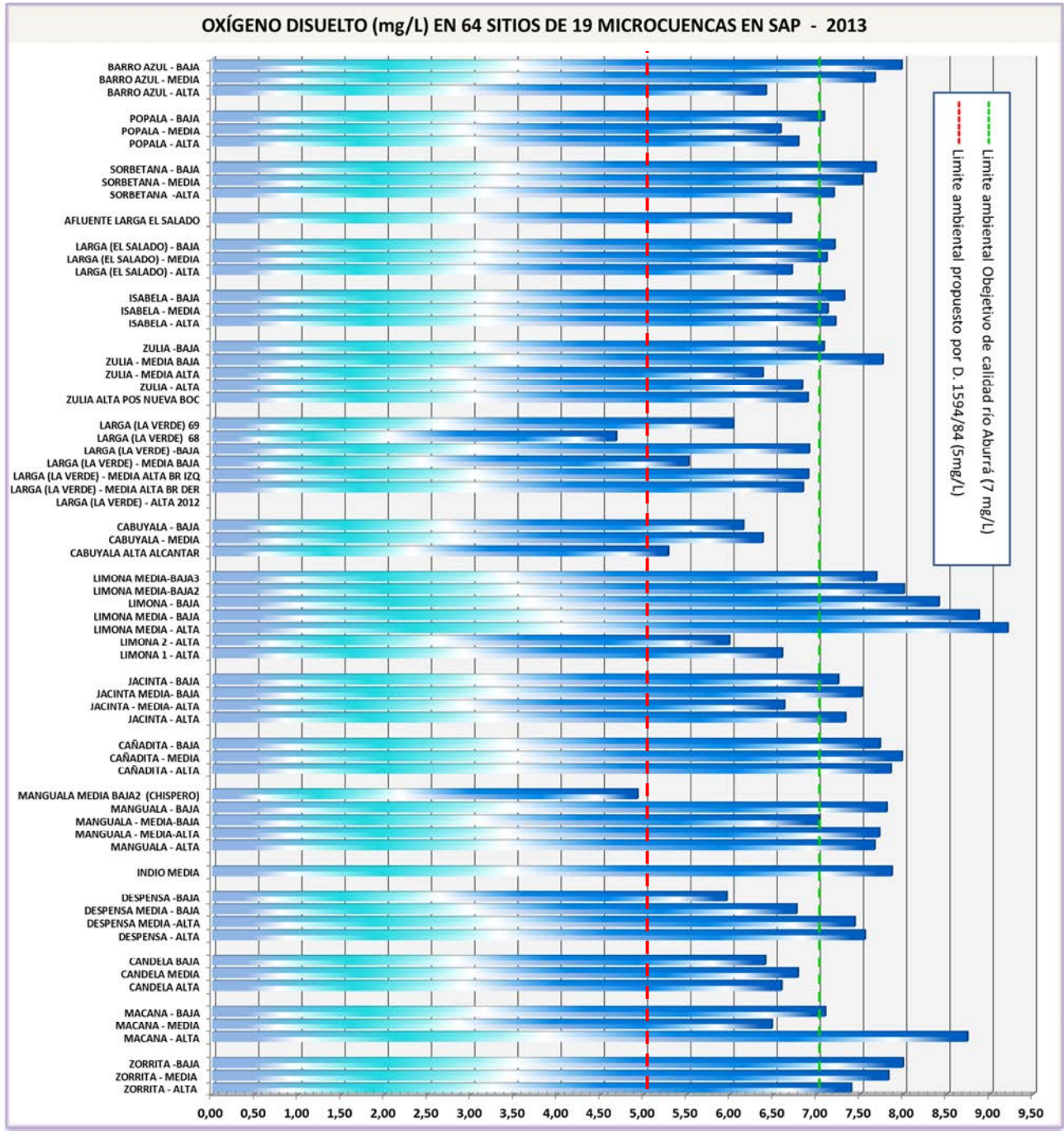


Gráfico 20 Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 64 sitios de SAP, 2013

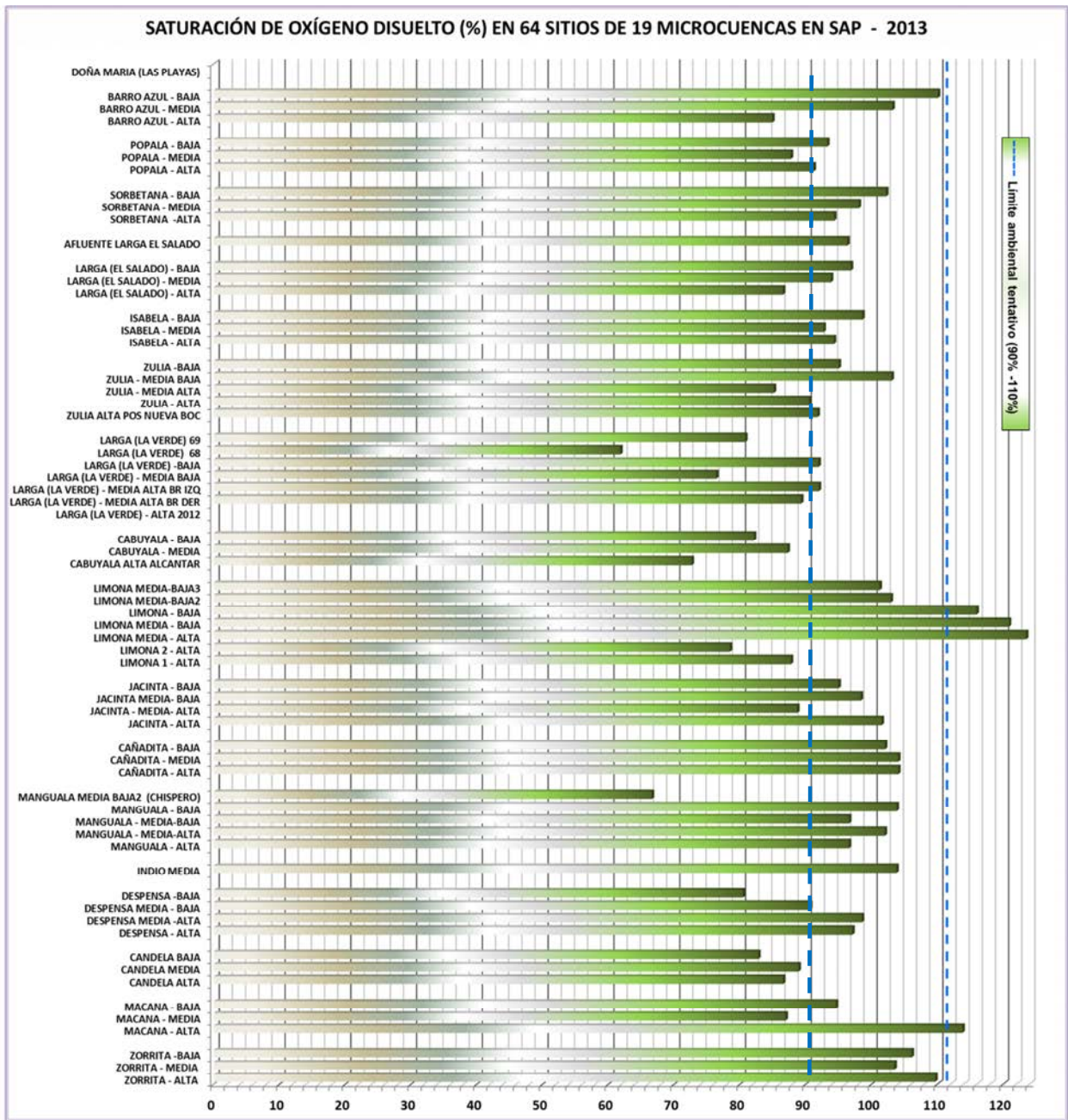


Gráfico 21 Saturación de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 64 sitios de SAP, 2013



Las fases anteriores han reconocido la importancia y las causas del fenómeno permanente de autopurificación de las quebradas del corregimiento y recomiendan algunos mecanismos de prevención de daños sobre estos procesos naturales entre los que se destaca el impedir canalizar las quebradas e impedir o limitar las actividades extractivas de materiales pétreos de los lechos, en fin, todo aquello que atente contra la rugosidad de las quebradas.

La buena disponibilidad de oxígeno en las corrientes junto con las bajas concentraciones de materia orgánica son quizá los aspectos más determinantes de la presencia y mantenimiento de la vida en las quebradas en San Antonio de Prado, pues factores como plaguicidas, metales pesados, sustancias industriales, entre otras, nocivas para la vida acuática no se han detectado como limitantes. En esa medida el control adecuado de estos dos elementos podría garantizar la salud ambiental de las fuentes hídricas y en particular la permanencia y aumento de la biodiversidad.

Durante 2013 se detectaron varias especies de macroinvertebrados y peces en las diferentes quebradas y tramos, algunas de las cuales se aprecian en el grupo de fotos que se muestran a continuación (fotos 6 a 47).

















Fotos 6 a 47 Algunas especies Polisaprobias, Mesosaprobias y Oligosaprobias, reportadas en los monitoreos anteriores y encontradas en 2013 en distintos tramos de quebradas (ver anexos 2 y 5).

8.3.7 Comparación histórica de la cantidad de Oxígeno Disuelto (2008 - 2013)

La leve tendencia iniciada en 2012 relacionada con el mejoramiento de la calidad ambiental de muchas quebradas se mantiene en 2013 como resultado de varias acciones que están incidiendo en función de la sostenibilidad ambiental territorial: la ampliación de la red de saneamiento básico en algunos sectores del corregimiento, las pocas acciones de control y reconversión de los sistemas de manejo agrotecnológico que disminuyen los impactos ambientales negativos generados en las actividades productivas, la adquisición de predios



con fines de conservación y su posterior manejo con participación social y el trabajo social relacionado con el control y generación de cultura ambiental realizado desde la Mesa Ambiental y algunas organizaciones ambientales locales.

Las variaciones temporales del Oxígeno Disuelto son leves en la mayoría de casos y prácticamente en todos se mantienen por encima del nivel mínimo trazado por la norma.

En 2013 todos los 55 sitios considerados en 2012 cumplen la norma, y sólo 2 sitios de los 9 adicionales no la cumplen: uno en la manguala media en el sector del Chispero y otro en la Larga de la Verde-Yarumalito, pero ambos con niveles muy próximos a la norma (por encima de 4,5 mg/L). El sitio localizado en el Chispero ha sido considerado crítico por la comunidad desde hace varios años y recibe aguas residuales de varias viviendas en el sitio, pero además los efectos de barrios como María Auxiliadora, Las Coles, Palo Blanco y Los Salinas que en parte descargan las aguas directamente a La Manguala media baja antes de su paso por El Chispero.

En el sector del Chispero se tiene pensado e ideado por la comunidad desde hace varios años la construcción de un parque que sirva al a zona central del corregimiento que carece del mismo (el único parque existente es pequeño, mal diseñado y mal ocupado, además permanentemente sobresaturado de gente); sin embargo la mayor limitación a consolidar el sueño local de tener un parque central en El Chispero (alterno al existente) es el mal estado ambiental de la quebrada La Manguala a su paso por el sitio, lo que repercute en olores ofensivos que ahuyentan las personas e incitan al arrojamiento de basuras, por este motivo es tan estratégico para la localidad la recuperación ambiental de esta quebrada, por lo menos en este tramo (desde La Florida baja hasta después de Compartir como parque lineal), lo cual es de fácil consecución si existe la voluntad política, pues basta con la construcción de una red de alcantarillados en los barrios citados y su posterior conducción de aguas a la Planta de San Fernando y la construcción de este parque lineal. Este proyecto existe, desde hace años como iniciativa de la Mesa Ambiental e incluso figura en el PEOC y en varias ocasiones con recursos de P se han realizado pequeñas intervenciones de limpieza y paisajismo, pero resultan ser de bajo impacto y no logran consolidar el proyecto macro.

Como se ha expresado antes, a partir de la próxima fase de monitoreo en SAP, debe aumentarse el nivel mínimo de oxígeno disuelto en concordancia con lo dispuesto por los objetivos de calidad del río Aburrá en el corto plazo que se propone lograr 7 mg/L de OD en el río Aburrá. Bajo esta nueva perspectiva la situación de calidad de los 64 sitios monitoreados en SAP cambiaría bastante, dado que cerca de 27 de los 64 sitios no cumplen actualmente (2013) esta condición (ver gráfico 17 y tablas 6 y). Al aceptar esta nueva



propuesta o directriz puede observarse que es muy pertinente en el caso de SAP, dado que se encuentra una fuerte correlación entre los valores de OD >7mg/L y el % saturación de OD >90%, lo cual concuerda con lo encontrado y propuesto en este proyecto con relación a considerar en la ecuación ICASAP el OD en función de su % de saturación más que en el valor absoluto de OD, y a la vez en el sentido de considerar el límite de 90% como el mínimo para una condición de buena calidad del agua y limitar lo menos posible el nivel superior.

Los buenos niveles de OD en las quebradas monitoreadas, y los proyectos que se realicen para aumentarlos en el corto plazo inciden directamente en los niveles aceptables en la Q. Doña María, y finalmente contribuyen de manera positiva a incrementar los niveles de O.D. del río Aburrá, así como a lograr los objetivos de calidad estipulados por la autoridad ambiental metropolitana y a alcanzar el compromiso de ciudad de descontaminar y regresar la vida al río lo más pronto posible.

En la tabla 11 y en el gráfico 22 puede apreciarse la variación en los valores de O.D. en las 19 microcuencas evaluadas durante 2008, 2009, 2012 y 2013 y en las dos adicionales de 2013, así mismo puede observarse el comportamiento del % de saturación del OD en 2013 en los 64 sitios de las 19 quebradas.

Tabla 11 Variación histórica del OD y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2013

UBICACIÓN	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
ZORRITA - ALTA	7,39	109,68	6,12	6,95	7,3	20,0	19,0	13,5
ZORRITA - MEDIA	7,82	103,47	6,62	7,3	5,8	18,0	17,0	15
ZORRITA - BAJA	7,99	106,08	6,08	7,6	6	16,0	17,0	16
MACANA - ALTA	8,74	113,81	6,52	6,77	2	16,0	17,0	15
MACANA - MEDIA	6,47	86,91	6,78	6,03	6,4	16,0	18,0	18
MACANA - BAJA	7,09	94,58	6,64	6,85	5,4	17,0	19,0	16
CANDELA ALTA	6,59	86,53	6,61	6,7		14,5	16,0	
CANDELA MEDIA	6,78	88,90	5,86	6,54		16	19,5	
CANDELA BAJA	6,40	82,76	5,99	6,39		15,5	19,5	
DESPENSA - ALTA	7,55	97,06	6,66	7,27	6,9	13,0	16,0	11,5
DESPENSA MEDIA - ALTA	7,43	98,51	6,77			16,0	17,0	



UBICACIÓN	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
DESPENSA MEDIA - BAJA	6,76	90,64	6,62	3,53	5	16,2	18,0	19
DESPENSA -BAJA	5,95	80,46	6,5	5,71	5,6	18,0	18,0	19
INDIO MEDIA	7,86	103,76	6,58			16,0	18,0	
MANGUALA - ALTA	7,66	96,55	6,53	4,61	7	11,0	14,0	10
MANGUALA - MEDIA-ALTA	7,72	101,98	7,04	6,41	6,6	16,0	17,0	17
MANGUALA - MEDIA-BAJA	7,02	96,56	6,34	6,11	6	18,0	19,0	17
MANGUALA - BAJA	7,80	103,80	5,73	5,28	5,4	17,0	21,0	21
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	4,92	66,59				19,2		
CAÑADITA - ALTA	7,85	104,04	5,55	6,64	4,3	15,0	16,0	15
CAÑADITA - MEDIA	7,98	104,04	6,24	6,26	3	14,5	16,0	16
CAÑADITA - BAJA	7,73	102,03	6,42	7,77	6,2	16,0	19,0	18
JACINTA - ALTA	7,33	101,52	6,1	6,15	5,7	18,0	22,0	19
JACINTA MEDIA- ALTA	6,62	88,68	5,54			17,0	19,5	
JACINTA MEDIA- BAJA	7,51	98,34	2,43	1,36	4,4	17,0	20,0	19
LA JACINTA - BAJA	7,24	94,97	2,56	3,03	4,3	17,0	19,0	20
LIMONA 1 - ALTA	6,59	87,71	6,1			15,0	19,0	
LIMONA 2 - ALTA	5,98	78,45	5,83	5,93	6,8	15,0	16,0	14
LIMONA MEDIA - ALTA	9,20	123,47	6,33			17,0	17,0	
LIMONA MEDIA - BAJA	8,87	120,87	6,64	7,46	5,5	19,0	19,0	18
LIMONA - BAJA	8,41	115,95	5,34	4,38	5,6	20,0	21,0	20
LIMONA MEDIA-BAJA2	8,00	102,91				17,9		
LIMONA MEDIA-BAJA3	7,68	101,21				19,2		
CABUYALA ALTA ALCANTAR	5,27	72,64				19,5		
CABUYALA - MEDIA	6,37	87,24	5,03	5,18	5	18,0	19,0	17
CABUYALA - BAJA	6,15	82,11	5,99	7,03	5,5	18,0	20,0	19



UBICACIÓN	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
LARGA (LA VERDE) - ALTA				6,13	6,6			16
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER	6,83	89,28	6,68			16,0	18,0	
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ	6,90	91,96	5,52	6,35	4,7	16,0	20,0	18
LARGA (LA VERDE) – MEDIA BAJA	5,51	76,38	4,37			19,0	20,0	
LARGA (LA VERDE) - BAJA	6,91	91,92	6,76	4,98	6,3	17,0	20,0	18
LARGA (LA VERDE) 68	4,67	61,80				18,3		
LARGA (LA VERDE) 69	6,03	80,79				19,4		
ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	6,89	91,77				17,5		
ZULIA - ALTA	6,83	90,54	6,46	6,51	4,1	14,0	18,0	16,5
ZULIA – MEDIA ALTA	6,37	85,12	5,05	6,08	6	17,0	18,5	18
ZULIA – MEDIA BAJA	7,76	103,02	6,6			16,5	20,0	
ZULIA - BAJA	7,08	95,00	5,78	6,39	5,5	17,5	19,0	17
ISABELA - ALTA	7,21	94,26	6,78	6,13	7,1	15,5	19,0	16
ISABELA - MEDIA	7,12	92,70	5,52	5,73	5,5	16,0	19,5	16
ISABELA - BAJA	7,31	98,59	5,88	7,86	5,9	18,0	22,0	17
LARGA (EL SALADO) - ALTA	6,71	86,51	6,82	6,79	6,3	13,0	14,0	13
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	7,11	93,81	6,33	6,41	6,8	15,0	16,0	15,5
LARGA (EL SALADO) - BAJA	7,20	96,85	6,84	6,51	7,5	17,0	19,0	16
AFLUENTE LARGA EL SALADO	6,69	96,32				17,0		
SORBETANA -ALTA	7,19	94,31	6,66	6,27	5,8	14,2	16,5	14
SORBETANA - MEDIA	7,52	98,04	6,82	6,95	6,7	15,0	17,0	16



UBICACIÓN	Oxígeno disuelto (mg/L) 2013	% saturación OD 2013	Oxígeno disuelto (mg/L) 2012	Oxígeno disuelto (mg/L) 2009	Oxígeno disuelto (mg/L) 2008	Temp. del agua (°C) 2013	Temp. del agua (°C) 2012	Temp. del agua (°C) 2009
SORBETANA - BAJA	7,68	102,21	6,66	7,05	6,5	17,0	18,0	15,5
POPALA - ALTA	6,78	91,18	6,54	6,38	6,4	18,0	19,0	16,8
POPALA - MEDIA	6,58	87,71	4,98	5,9	6,2	17,2	20,0	17
POPALA - BAJA	7,08	93,25	3,75	7,1	6,5	17,0	19,5	16
BARRO AZUL - ALTA	6,41	84,91	6,12	5,93	5,5	15	16,5	15
BARRO AZUL - MEDIA	7,67	103,16	6,45	6,55	6,5	16,0	18,0	16,5
BARRO AZUL - BAJA	7,98	110,08	6,61	6,95	4,4	18,0	19,0	19
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)	6,25	86,66				20,4		

Incumple norma (D. 1594/84)

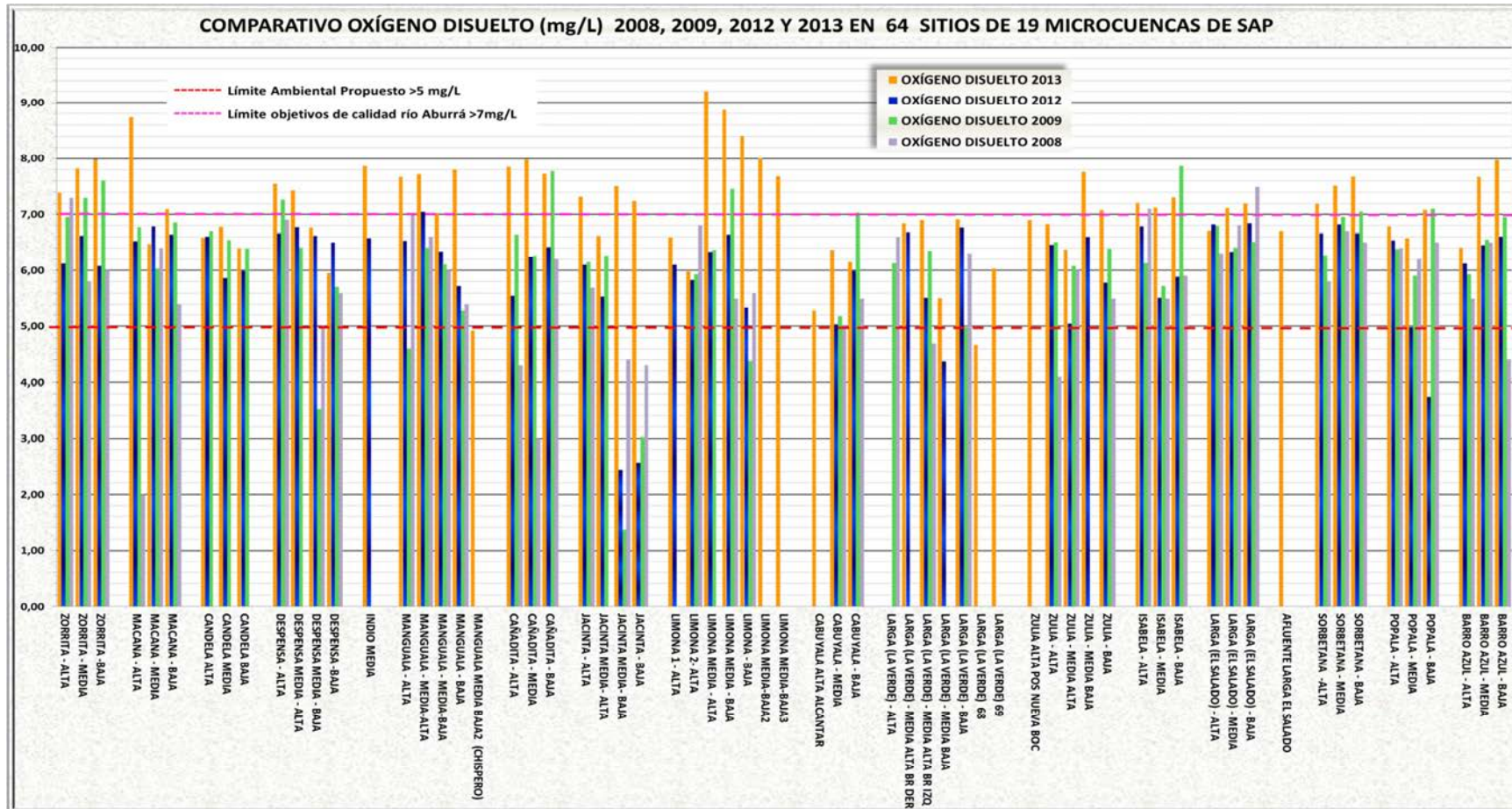


Gráfico 22 Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012 y 2013



8.3.8 Sólidos en las corrientes de las quebradas evaluadas

En este aspecto fue evaluado mediante Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) (SST) en todos los sitios excepto las partes altas, y Sólidos Disueltos (mg/L) (SD) en todos los sitios y se complementó con Sólidos Sedimentables (mg/L) (SS) sólo para algunas partes bajas de ciertas quebradas que mostraron limitaciones en monitoreos anteriores.

Los SST son definidos así por el DAMA de Bogotá:

“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).

De acuerdo con el documento de monitoreo de 2009, los sólidos en suspensión se mantienen como tales en el agua debido a su naturaleza coloidal, por lo general cargadas eléctricamente, lo que las hacen tener una cierta afinidad por las moléculas polares 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.

Los sólidos disueltos (SD) fue medido en este estudio de manera indirecta, por medio de la conductividad eléctrica (CE), y equivalen a la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, básicamente definidos por de las sales minerales disueltas que generan potencial iónico detectable por el instrumento en campo (HI9828, que cumple los estándares internacionales más estrictos), en este sentido se utiliza la conductividad eléctrica del agua como una medida de los SD.

La conductividad eléctrica refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y este nivel de corriente está relacionado con la cantidad de sales (iones) disueltas o su concentración en un momento dado.



La conversión de la conductividad eléctrica en SD puede ser realizarse mediante la siguiente relación que refleja un valor aproximado de SD.

$$SD \text{ (ppm)} = 0.64 \times EC \text{ (}\mu\text{S/cm)}$$

No obstante la CE depende también de la temperatura, sin embargo este aspecto lo corrige automáticamente el instrumento empleado, garantizando una precisión de $\pm 1\%$ de lectura ó $\pm 1 \mu\text{S/cm}$ el que sea mayor. Y para el caso de los SD garantiza una precisión de $\pm 1\%$ de lectura ó $\pm 1 \text{ mg/l}$.

En el gráfico 23 puede observarse la situación de SD en los 64 sitios evaluado en 2013 en SAP.

Con relación a los sólidos suspendidos totales, los resultados de laboratorio muestran que en las quebradas evaluadas, sus cantidades están por debajo de los límites propuestos por algunas organizaciones internacionales; pero es necesario considerar que estos límites (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. En cambio los objetivos de calidad para el río Aburrá estipulan un nivel máximo de 15 mg/L como TSS, para una buena calidad del agua con destino ambiental (funciones ecológicas, preservación de flora y fauna, estético) (RedRío, 2011). Por eso para las siguientes fases de monitoreo en SAP se propone trabajar con el límite de <15 mg/L de TSS y con un nivel de conductividad eléctrica <50 $\mu\text{S/cm}$, aunque este último nivel debe estudiarse mejor pues parece demasiado bajo para las condiciones naturales de nuestras quebradas, si se tiene en cuenta los valores obtenidos en 2013 para las partes altas de las 17 cuencas básicas, cuyos sitios de muestreo se ubican en la mayor parte cerca a los nacimiento y algunos incluso dentro de bosques sin que aguas arriba existan intervenciones o usos humanos.

Esta situación también hará más rigurosa la calificación del ICASAP en caso de que se inserte la variable de CE en la ecuación.

En 2013 un solo sitio (La Despensa baja) incumplió con el límite ambiental propuesto en cuanto a los Sólidos Suspendidos Totales de acuerdo con los criterios establecidos por el monitoreo anterior; sin embargo tomando en cuenta los criterios establecidos por los objetivos de calidad el río Aburrá, 16 sitios incumplen, sobresaliendo La Despensa baja con 2.875 mg/L y en segundo lugar La Popala baja con 105 mg/L.

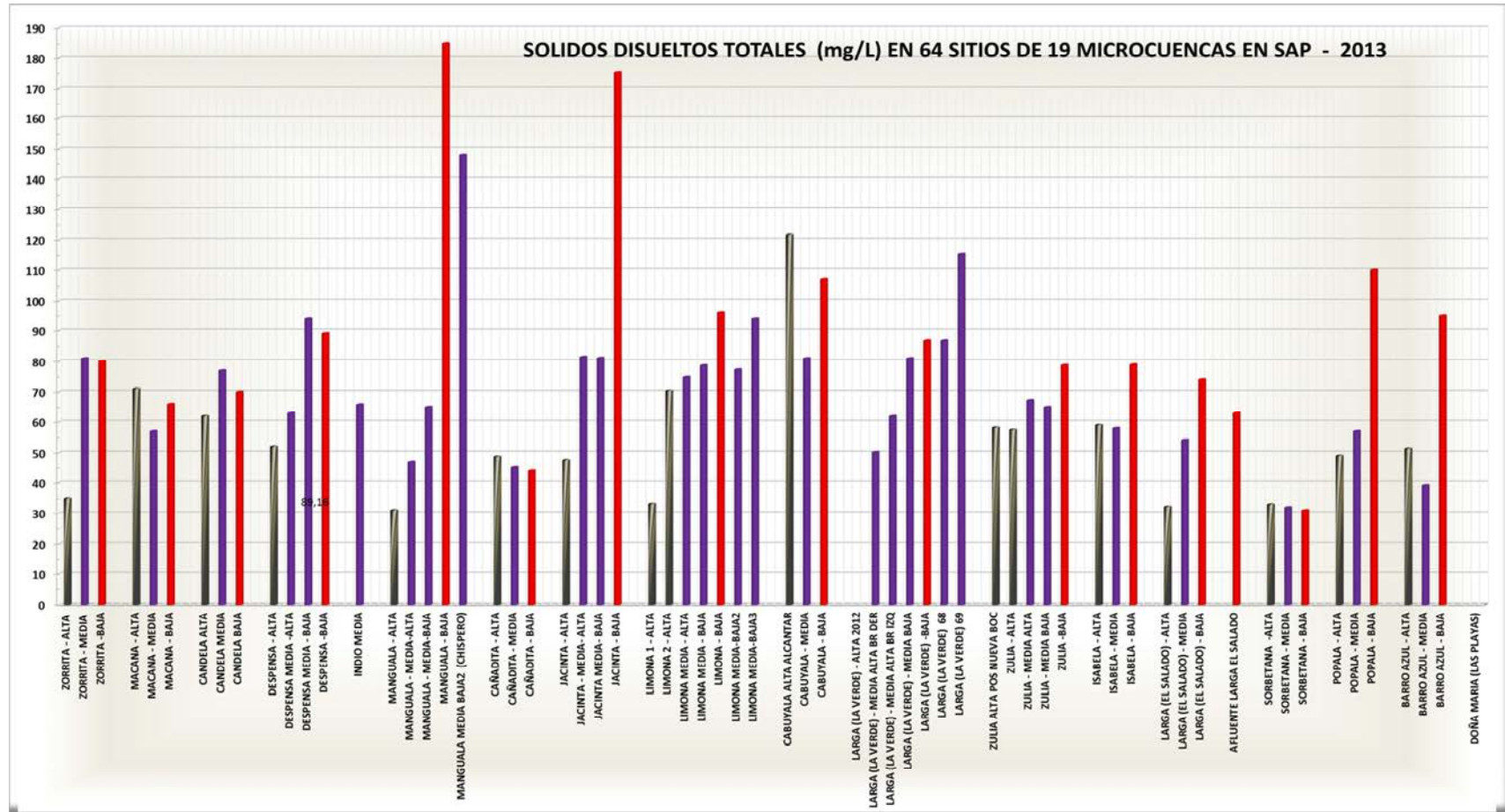


Gráfico 23 Sólidos Disueltos en 19 microcuencas de SAP, 2013



En el gráfico 24 puede observarse el comportamiento de los SST en las diferentes quebradas evaluadas. En el caso de La Despensa baja se trató de un evento esporádico al momento del muestreo (los efectos del lavado de sólidos por el socavamiento lateral aguas arriba). Además de los 2 sitios nombrados se resaltan La Jacinta media alta y La Larga (en La Verde) media baja que presentan más de 40 mg/L, ambos junto con la Popala baja, por efectos relacionados con descargas directas de aguas residuales tanto domésticas como de establos y porquerizas.

Igualmente se resalta los casos de La Zorrita media, La Jacinta baja, La Jacinta media baja, La Limona media alta, La Limona 1 alta, La Zulia media alta, que decrecieron sus valores de manera sustancial; aunque así mismo algunos sitios como La Despensa media baja, La Limona baja, el brazo izquierdo de La Larga media alta (en La Verde), La Larga baja (en La Verde) y La Sorbetana media y baja, presentan aumentos importantes con relación al anterior monitoreo (véase gráfico 25). Los casos de aumentos en la parte media y baja estuvieron relacionados con descargas de aguas residuales y en las partes altas se presentaron socavamientos laterales y verticales sobre perfiles de suelos arcillosos que tardarán en ser removidos todavía varios meses.

Aun no se tiene información sobre caudales medios multianuales o por lo menos promedios en épocas secas y lluviosas, para las quebradas consideradas, lo que se constituye en un serio limitante para realizar cálculos de cargas transportadas por esas quebradas anualmente y menos aun estacionalmente.

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, y sólo se ve perturbado en los casos en que ocurren movimientos en masa o socavamientos de cauces.

El mejoramiento de la calidad ambiental asociada a este parámetro en el corregimiento se asocia principalmente a que las épocas de lluvias han sido menos intensas que las anteriores, incidiendo en la ocurrencia de menos eventos de movimientos en masa y erosión laminar, que terminan aportando gran cantidad de sólidos a las corrientes.

Los sólidos son tanto de origen orgánico (la mayoría provenientes de descargas directas de aguas residuales domésticas y pecuarias, como producto de la erosión laminar del horizonte A y B de los suelos), como de origen mineral (provenientes de movimientos en masa, actividades mineras y escombreras ilegales mal diseñadas). La elevada cantidad de sólidos



suspendidos y sedimentables tienen un fuerte impacto en los fenómenos de sedimentación, turbidez, color y muerte de especies ícticas, casi siempre debido a la dificultad que generan en los procesos respiratorios de estas especies, pero además reducen las actividades de fotosíntesis al cubrir las plantas acuáticas, especialmente las algas, y complementariamente generan un fuerte impacto estético y por consiguiente restringen las opciones de recreación y uso del espacio público.

Las actividades de minería de lecho, como las urbanísticas y de construcción de infraestructura, también incrementan el fenómeno, debido al mal manejo de los escombros y tierras movidas que llegan a las corrientes, perjudicando no sólo los tramos donde se originan los fenómenos erosivos, sino durante un muy largo recorrido, implicando no sólo a La Doña maría, sino al río Aburrá y los embalses asociados al río Porce.

En el gráfico 24 puede apreciarse la situación de TSS para los sitios monitoreados en las 17 cuencas de SAP en 2013, y en el gráfico 25 su variación o comportamiento histórico durante los monitoreos realizados desde 2008.

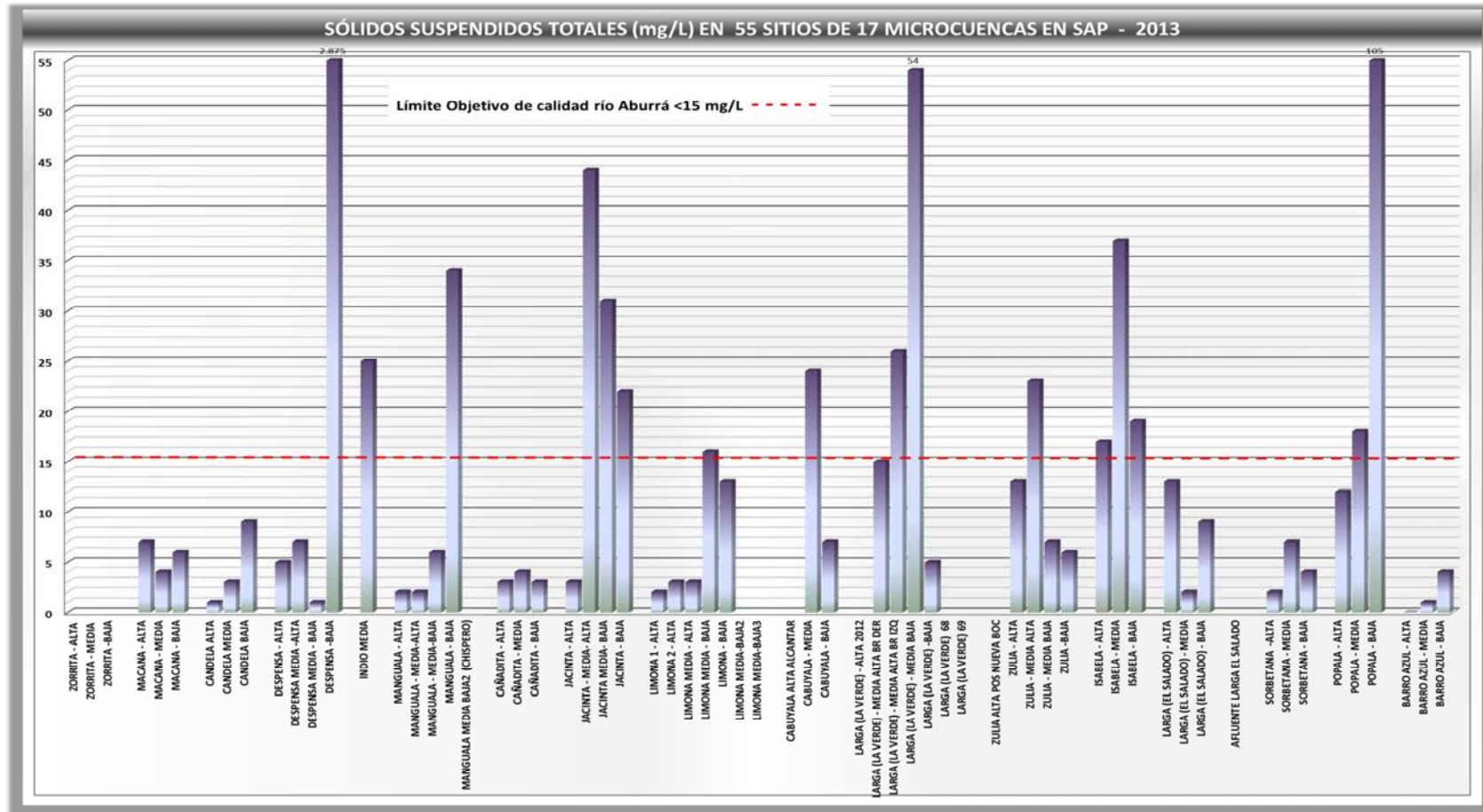


Gráfico 24 Sólidos Suspendedos Totales (SST) en 17 cuencas en SAP, 2013

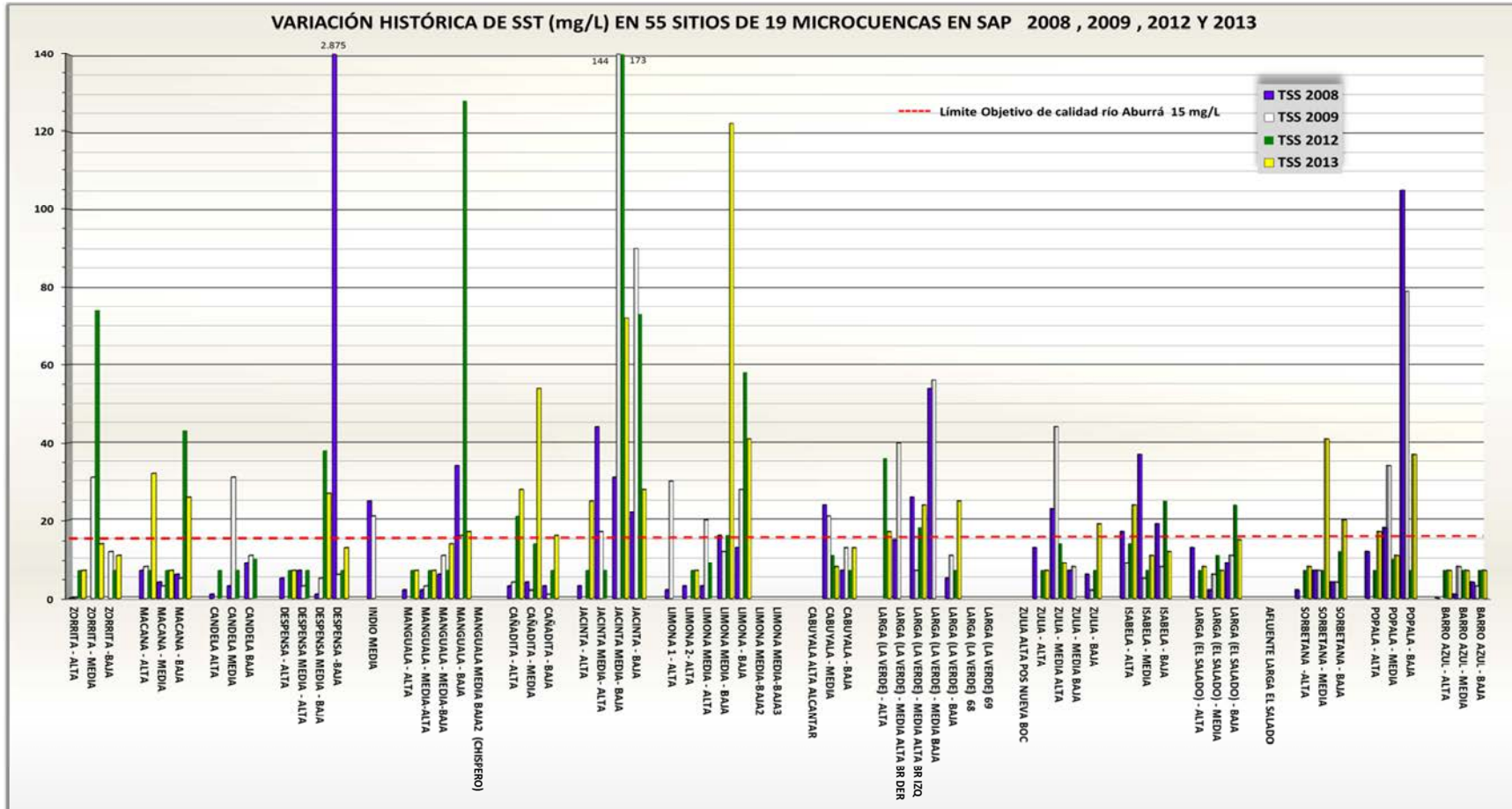


Gráfico 25 Comparativo de Sólidos Suspendedos Totales en 17 microcuencas de SAP, 2008 – 2013



8.3.9 Conductividad eléctrica (CE)

Como se expresó antes, la conductividad eléctrica determina la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y lo cual está relacionado con la cantidad de sales (iones) disueltas o su concentración en un momento dado.

Normalmente los sólidos (Sales) se encuentran en las corrientes hídricas y lagos en forma disuelta y una vez disueltas se descomponen en iones cargados positiva y negativamente, a través de los cuales puede conducirse la corriente eléctrica en el agua. En esa medida el agua pura, sin sales disueltas, prácticamente no conduce la electricidad y tiene una conductividad eléctrica tendiente a cero, así:

Agua ultra pura 5.5×10^{-6} S/m

Agua potable 0.005 – 0.05 S/m

Agua del mar 5 S/m

Así, la salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas; sin embargo la relación entre sales disueltas y CE no es simple o directamente proporcional: cuando la concentración de las sales llega a un cierto nivel, la CE ya no está directamente relacionada con la concentración de las sales en el agua, debido a que muchas veces se forman pares de iones que debilitan la carga de uno al otro, haciendo que por encima de un cierto nivel, una concentración mayor de sólidos disueltos no resulte necesariamente en una conductividad eléctrica más alta.

La CE del agua también depende de la temperatura: en general mientras más alta la temperatura, más alta es la conductividad eléctrica, aumentado en un 2-3% por cada °C de aumento en la temperatura del agua. Normalmente los instrumentos de medición tienen en cuenta esos factores y los corrigen automáticamente y están normalizados a 25°C.

Los iones positivos más comunes en las aguas son Sodio (Na^+), Calcio (Ca^{+2}), Potasio (K^+) y Magnesio (Mg^{+2}), aunque también pueden presentarse otros iones de metales más pesados. Los iones negativos más comunes en las aguas son Cloruro (Cl^-), Sulfato (SO_4^{-2}), Carbonato (CO_3^{-2}), Bicarbonato (HCO_3^-). Los nitratos y fosfatos no contribuyen de forma apreciable a la conductividad pero se evalúan por su elevada importancia biológica y ambiental.



La composición iónica del agua puede ser crítica para la biota acuática. Cada organismo tolera una gama de valores de conductividad que en ocasiones puede ser muy estrecha, por ejemplo, los Cladocera (pulgas de agua) son mucho más sensibles al cloruro de potasio que al cloruro de sodio en concentraciones iguales.

La conductividad varía en función de la fuente de agua: agua subterránea, agua de escorrentía de la agricultura, aguas residuales municipales y precipitación y por eso la conductividad puede ser un indicador de filtración en agua subterránea o de fugas de aguas residuales.

Este parámetro fue medido directamente en campo y el instrumento usado (HI9828) garantiza una precisión de $\pm 1\%$ de lectura ó $\pm 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ el que sea mayor.

Los objetivos de calidad para el río Aburrá tienen un nivel $< 50 \mu\text{S}/\text{cm}$, como aceptable y por lo tanto en este estudio probará este el nivel, aunque al parecer está muy bajo de acuerdo con lo medido en campo, en las partes altas y mejor conservadas de las quebradas en SAP, cerca de los nacimientos de agua no intervenidos y bajo coberturas de bosques nativos y además sin usos de la tierra diferentes a bosques por encima de las cotas donde se tomaron las muestras, cuyos valores oscilaron entre 60 y 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En el gráfico 26 y en la tabla 6 pueden observarse los valores y el comportamiento de este parámetro en los 64 sitios de las 19 cuencas evaluadas en 2013.

Como se aprecia, bajo los criterios de los objetivos de calidad del río Aburrá (RedRío, 2011), ningún sitio, ni siquiera las partes altas cerca a los nacimientos de quebradas, sin intervenciones antrópicas cumplen con el criterio de CE, a pesar de que se ubican bajo el ICASAP en el nivel de aguas excelentes, con bioindicadores que lo confirman, por este motivo se propone hacer un ajuste para SAP a partir de la siguiente fase de monitoreo para ajustar en la localidad el nivel y además explorar la posibilidad de integrarlo a la ecuación ICASAP cuando logre construirse adecuadamente un Q_i para el mismo.

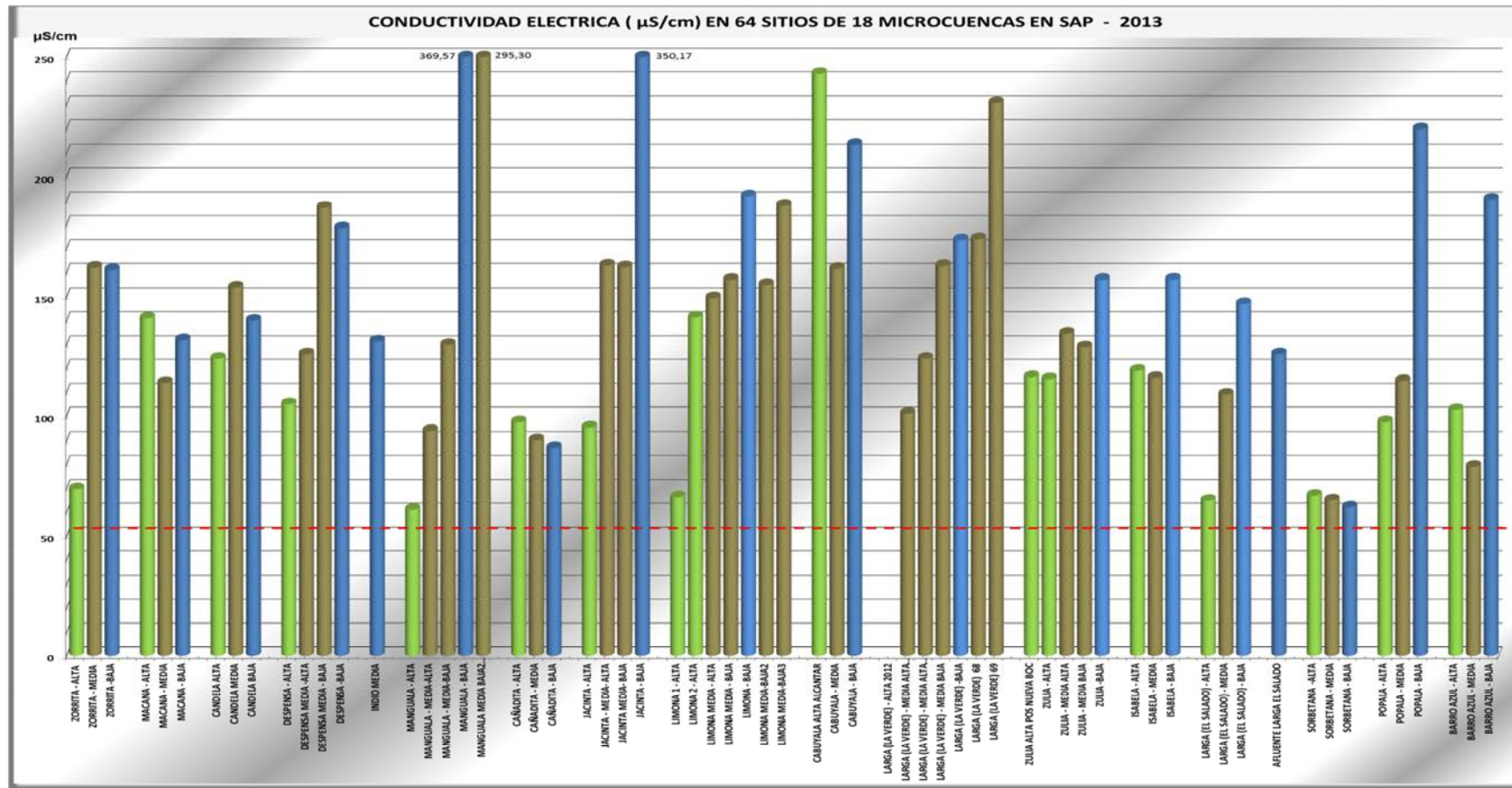


Gráfico 26 Conductividad Eléctrica en 19 microcuencas de SAP, 2013



8.3.10 Turbiedad

La turbiedad 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 y tampoco está contemplado dentro de los objetivos de calidad del río Aburrá. En este decreto sólo hace alusión a que “no debe interferir con la fotosíntesis” y la guía del MAVDT de 2005 tampoco alude al tema; sin embargo la Resolución 1096/2000 contempla como valores de una fuente “aceptable” para tratamiento, un valor de turbiedad de <2 UNT , y para fuentes “regulares” un valor entre 2 y 40 UNT , en una fuente “deficiente” valores entre 40 y 150 UNT y finalmente en una fuente “muy deficiente” valores >150 UNT (Res 1594/2000, art. 104 a 107). Algunas normas internacionales recomiendan el límite de 5.

Si se considera el valor de “aceptable” (<2 UNT) de la resolución como un valor indicativo (lo cual se corresponde con el hecho de que la mayoría de quebradas bajo monitoreo están asociadas a acueductos comunitarios), puede observarse que sólo 5 de los sitios cumplen, y si consideramos el valor de algunas normas internacionales como un valor indicativo (5 UNT), podemos observar que sólo 20 sitios cumplen (de un total de 40 evaluados), no obstante hay que tener en cuenta que las partes altas de las quebradas no se evaluaron precisamente porque nunca han mostrado limitaciones por este factor, por lo tanto a los 20 sitios hay que agregarle 17 más y precisamente son las partes altas las que generalmente tienen asociadas bocatomas.

En la tabla 12 y en el gráfico 27 pueden observarse los valores para la turbidez en los 40 sitios muestreados (es necesario tener presente que los 17 no muestreados se presumen que no tiene limitaciones de acuerdo con los registros históricos).

En general, la turbiedad está asociada tanto a la presencia de materia orgánica, como a material mineral (arcillas y limos minerales), proveniente de procesos de socavamiento lateral, derrumbes activos, actividades mineras tanto de lecho como de lavado de perfiles de suelo para obtener arenas, pero además 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, así como de las escombreras informales que se presentan



en retiros de quebradas. Otra gran fuente de turbidez está en las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agroindustriales.

A lo largo de los años de monitoreo ha podido apreciarse que este factor es determinante en la presencia de macroinvertebrados y consiguientemente de peces, debido a que en eventos de gran transporte de sedimentos arcillosos que tienen su origen en movimientos en masa y socavamientos laterales que implican el arrastre de arcillas durante varios días o semanas, se presenta una gran mortandad y hasta la desaparición temporal de estos organismos, aun durante varias semanas y al parecer algunos meses después de que ya han clareado las aguas. En este sentido hay que encontrar mecanismos de valorar mejor esta variable en la ecuación ICASAP o por lo menos tenerla en cuenta al momento de valorar los macroinvertebrados y la valoración BMWP/Col, pues pueden no estar presentes en un momento dado a pesar de que las aguas tengan normalmente una buena calidad. Esto implica realizar monitoreos más frecuentes, ojalá 1 en cada estación seca y húmeda del año (o sea 4 veces en el año) tal como se ha estado proponiendo desde el inicio del programa de monitoreo en SAP.

Durante el monitoreo de 2013 en San Antonio de Prado la turbiedad estuvo asociada principalmente materia orgánica en las partes medias y bajas, y a material mineral en las partes altas.

La turbiedad ha empeorado en las partes medias de La Isabela y La Cabuyala, en La Jacinta media alta y en las partes bajas de La Manguala, La Isabela, La Larga (del Salado), La Popala, en todos los vasos asociados a vertimientos de aguas residuales, excepto en la Jacinta media alta que se asocia más socavamientos y un movimiento en masa activo (ver gráfico 27). No obstante este parámetro mantiene su mejoramiento para la corriente principal de la Doña María que ha dejado de presentar, en épocas secas, sus típicas coloraciones cafés y amarillas que le generaban las actividades de lavados de perfiles de suelo para la obtención de arenas en la vereda El Salado.

Se reitera la recomendación de estudios anteriores relacionada con el control de sólidos y turbiedad en las quebradas, haciendo énfasis en que se exija a las empresas constructoras que cumplan con la normatividad ambiental y que implementen el plan de manejo ambiental que deben tener. Así mismo a las autoridades ambientales, la corregiduría y planeación para que realicen un control efectivo sobre la existencia de escombreras ilegales que no cumplen con los más mínimos requisitos ambientales y que no dejen estas actividades solamente a las denuncias ciudadanas, y finalmente implementar las acciones que contemplan algunos



estudios locales adelantados por el SIMPAD, con el fin de controlar los socavamientos laterales y movimientos en masa.

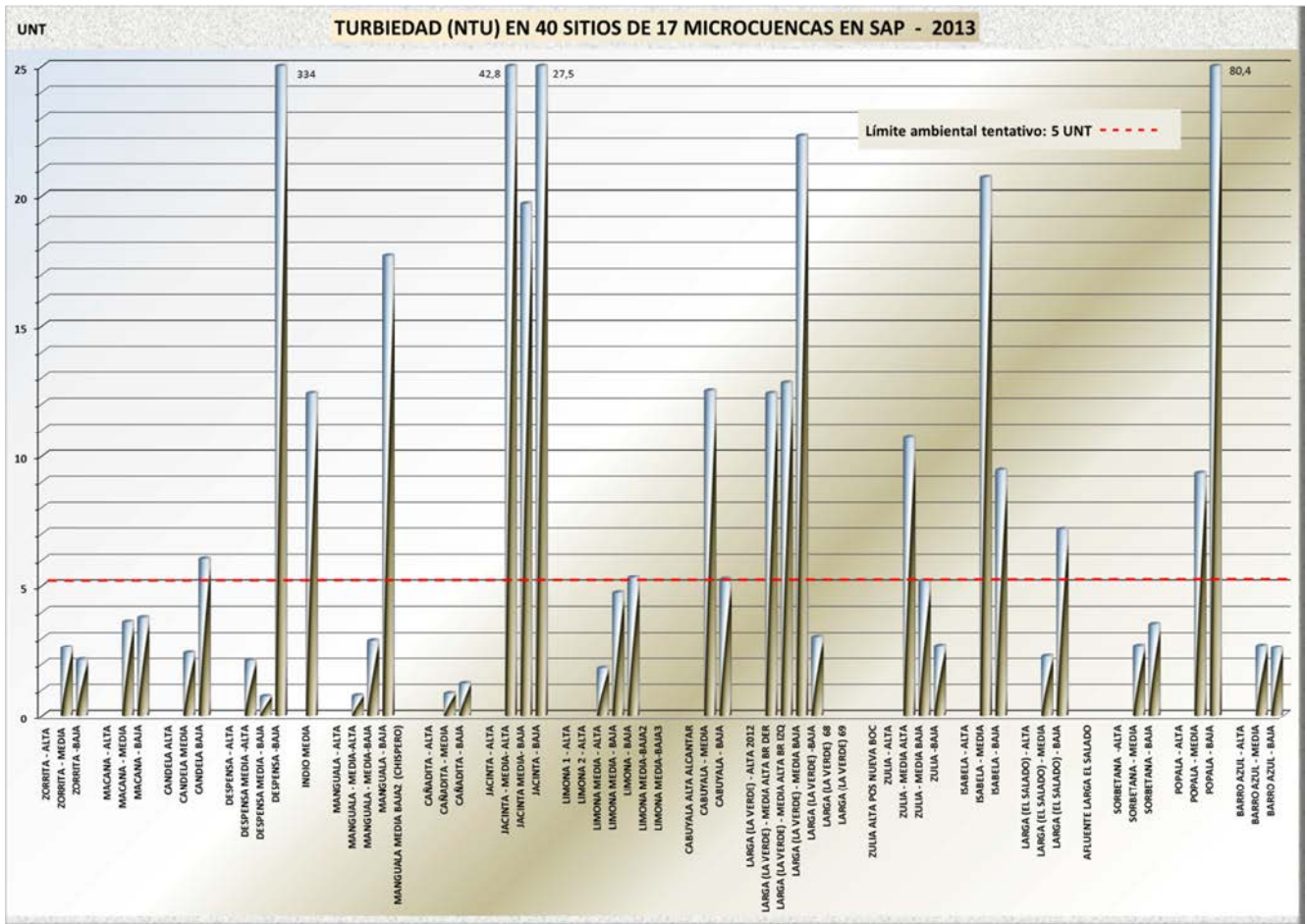


Gráfico 27 Turbiedad en 17 microcuencas de SAP, 2013



Tabla 12 Turbiedad, pH y Dureza en 55 sitios de 17 quebradas SAP. 2013

SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	DUREZA TOTAL (mg CaCO ₃ /L)
LA ZORRITA - ALTA		6,24	26,8
LA ZORRITA - MEDIA	2,64	8,33	79,7
LA ZORRITA -BAJA	2,17	8,47	77,1
LA MACANA - ALTA		8,49	66
LA MACANA - MEDIA	3,62	7,26	47,8
LA MACANA - BAJA	3,79	8,09	47,9
CANDELA ALTA		8,15	53,4
CANDELA MEDIA	2,43	8,24	62,8
CANDELA BAJA	6,04	8,06	55,7
LA DESPENSA - ALTA		8,02	46,4
DESPENSA MEDIA -ALTA	2,14	8,39	56,5
DESPENSA MEDIA - BAJA	0,75	8,28	83,3
LA DESPENSA -BAJA	334	7,87	72,6
EL INDIO	12,4	7,81	49
LA MANGUALA - ALTA		7,79	26
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	0,782	8,01	41,6
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	2,91	7,84	51,5
LA MANGUALA - BAJA	17,7	8,12	75,4
LA CAÑADITA - ALTA		7,40	37,9
LA CAÑADITA - MEDIA	0,862	7,58	36,3
LA CAÑADITA - BAJA	1,25	7,87	32,5
LA JACINTA - ALTA		7,50	61,4
LA JACINTA – MEDIA ALTA	42,8	7,69	62,6
JACINTA MEDIA BAJA	19,7	7,92	67,6
LA JACINTA - BAJA	27,5	7,88	50,5
LA LIMONA 1 - ALTA		7,14	28,4
LA LIMONA 2- ALTA		7,46	67,6
LIMONA MEDIA - ALTA	1,84	8,83	69,6
LIMONA MEDIA - BAJA	4,73	8,98	69,8
LA LIMONA - BAJA	5,31	8,06	67,4



SITIO DE QUEBRADA	TURBIDEZ (NTU)	pH	DUREZA TOTAL (mg CaCO ₃ /L)
LA CABUYALA - MEDIA	12,5	7,28	47,6
LA CABUYALA - BAJA	5,25	7,60	61,7
LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER	12,4	8,02	36,4
LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ	12,8	8,02	47,4
LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA BAJA	22,3	7,73	47,3
LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	3,04	7,46	52
LA ZULIA - ALTA		7,41	46,8
LA ZULIA – MEDIA ALTA	10,7	7,92	47,5
LA ZULIA – MEDIA BAJA	5,18	8,12	47,9
LA ZULIA - BAJA	2,7	7,75	55
LA ISABELA - ALTA		7,59	46,6
LA ISABELA - MEDIA	20,7	7,73	41,5
LA ISABELA - BAJA	9,45	8,05	50,6
LA LARGA (EL SALADO) - ALTA		7,21	19,2
LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	2,3	7,61	42,6
LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	7,16	8,05	55,9
LA SORBETANA -ALTA		7,55	24
LA SORBETANA - MEDIA	2,7	7,82	21
LA SORBETANA - BAJA	3,53	7,62	16,8
LA POPALA - ALTA		7,50	35,2
LA POPALA - MEDIA	9,33	7,68	34,5
LA POPALA - BAJA	80,4	7,83	61,4
BARRO AZUL - ALTA		7,34	35,2
BARRO AZUL - MEDIA	2,7	7,49	28,5
BARRO AZUL - BAJA	2,63	7,72	65,9

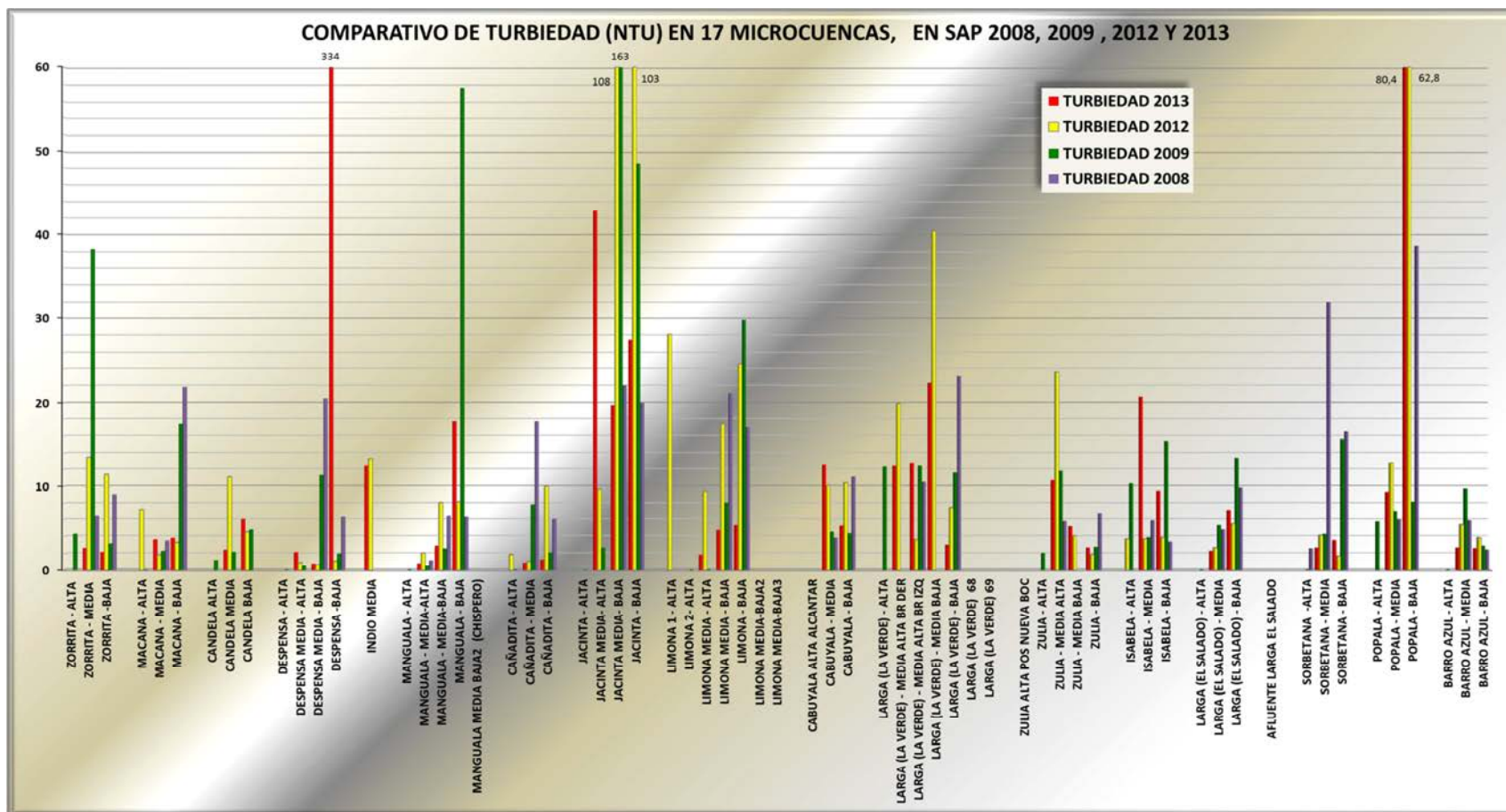


Gráfico 28 Comportamiento histórico de la Turbiedad en 17 microcuencas de SAP, 2008-2013

8.3.11 pH

El estudio de monitoreo de 2012 reporta que el pH es una medida de la concentración de iones Hidrógeno. Se define como el Logaritmo del inverso de la concentración de iones H⁺ ($\text{pH} = \text{Log } 1/[\text{H}^+] = \text{Log } 1/[\text{H}_3\text{O}^+]$). 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 general la temperatura se relaciona con el pH de manera inversa, es decir, a medida que la temperatura del agua aumenta baja el pH, tal como lo reportan Fuentes y Massol-Deya (2002), siguiendo esta tendencia:

Temperatura (°C)	Kw x 10 ¹⁴	pH
0	0.115	7.47
5	0.185	7.37
10	0.292	7.27
15	0.292	7.17
20	0.681	7.08
24	1.000	7
25	1.008	6.99
30	1.469	6.92
35	2.089	6.84
40	2.919	6.77

Tomado de Fuentes y Massol-Deya (basado en Cole, 1983)

Y estos mismos autores sustentan la importancia de medir el pH en ecosistemas acuáticos de la siguiente manera:

“El pH de un cuerpo de agua es un parámetro a considerar cuando queremos determinar la especiación química y solubilidad de varias sustancias orgánicas e inorgánicas en agua. Es un factor abiótico que regula procesos biológicos mediados por enzimas (ej. fotosíntesis, respiración); la disponibilidad de nutrientes esenciales que limitan el crecimiento microbiano en muchos ecosistemas (ej. NH₄⁺, PO₄-3 y Mg²⁺); la movilidad de metales pesados tales como cobre, que es tóxico para muchos microorganismos; así como también afecta o regula la estructura y función de macromoléculas y organelos tales como ácidos nucleicos, proteínas estructurales y sistemas de pared celular y membranas. Variaciones en pH



pueden tener entonces efectos marcados sobre cada uno de los niveles de organización de la materia viva, desde el nivel celular hasta el nivel de ecosistemas.” (Fuentes y Massol-Deya, 2002)

Durante 2013 se realizó la medición directa en campo con el instrumento HI9828 que para el caso presenta una precisión de $\pm 0,02$ pH.

La normatividad colombiana estipula un rango aceptable entre 6.5 y 9 y algunas fuentes internacionales la amplían entre 5 y 9. Los objetivos de calidad del río Aburrá contemplan un rango entre 6.5 y 8.5 (RedRío, 2011).

Durante 2013 ninguno de los 64 sitios muestreados en las quebradas de San Antonio de Prado presentó limitantes ambientales para este parámetro bajo el rango que viene trabajándose, no obstante en 4 sitios si sobrepasan el nivel superior de 8,5 determinado por los objetivos de calidad del río Aburrá, todos se ubican a lo largo de La Limona e inician en la parte media alta donde a partir de este año se detectó una fuerte contaminación que destruyó la vida acuática, al punto que este sitio paso de ser unos de los que mostró mejores bioindicadores en 2012 pero este año muestra una falta completa de macroinvertebrados y han desaparecido los peces. El agua presenta una coloración levemente blanquecina, quizá por recibir descargas de aguas residuales, pero durante el monitoreo no pudo comprobarse el origen ni el sitio preciso. A pesar de no saberse el motivo exacto de la desaparición de la vida en el sitio, este síntoma ambiental (un muy elevado pH), puede indicar detergentes muy fuertes.

Al observar el gráfico del cambio histórico se nota un elevamiento general del pH en casi todos los sitios, aunque aún dentro del rango ambiental aceptable. Esta situación quizá se relacione con el hecho de que a partir de 2013 de está midiendo este parámetro directamente en el campo, dando por resultado mayor precisión en los datos.

A pesar de que este parámetro no ha sido incluido todavía en la ecuación de ICASAP (por no haber mostrado durante ningún año limitación ambiental), se recomienda continuar su monitoreo de manera que la información se mantenga en caso de que se requiera para el planteamiento de modelos que exijan estos valores, y además teniendo en cuenta que es un parámetro de fácil captura y bajo costo, y además porque la ecuación ICASAP puede ser complementada en un futuro y quizá se incorpore este parámetro en ella, máxime ahora que aparecen 3 sitios con posibles problemas, si se tiene en cuenta el nivel contemplado en los objetivos de calidad del río Aburrá.



En la tabla 12 y en el gráfico 29 puede observarse los valores para este parámetro en los 64 sitios muestreados durante 2013 y compararse con los valores hallados en 2012.

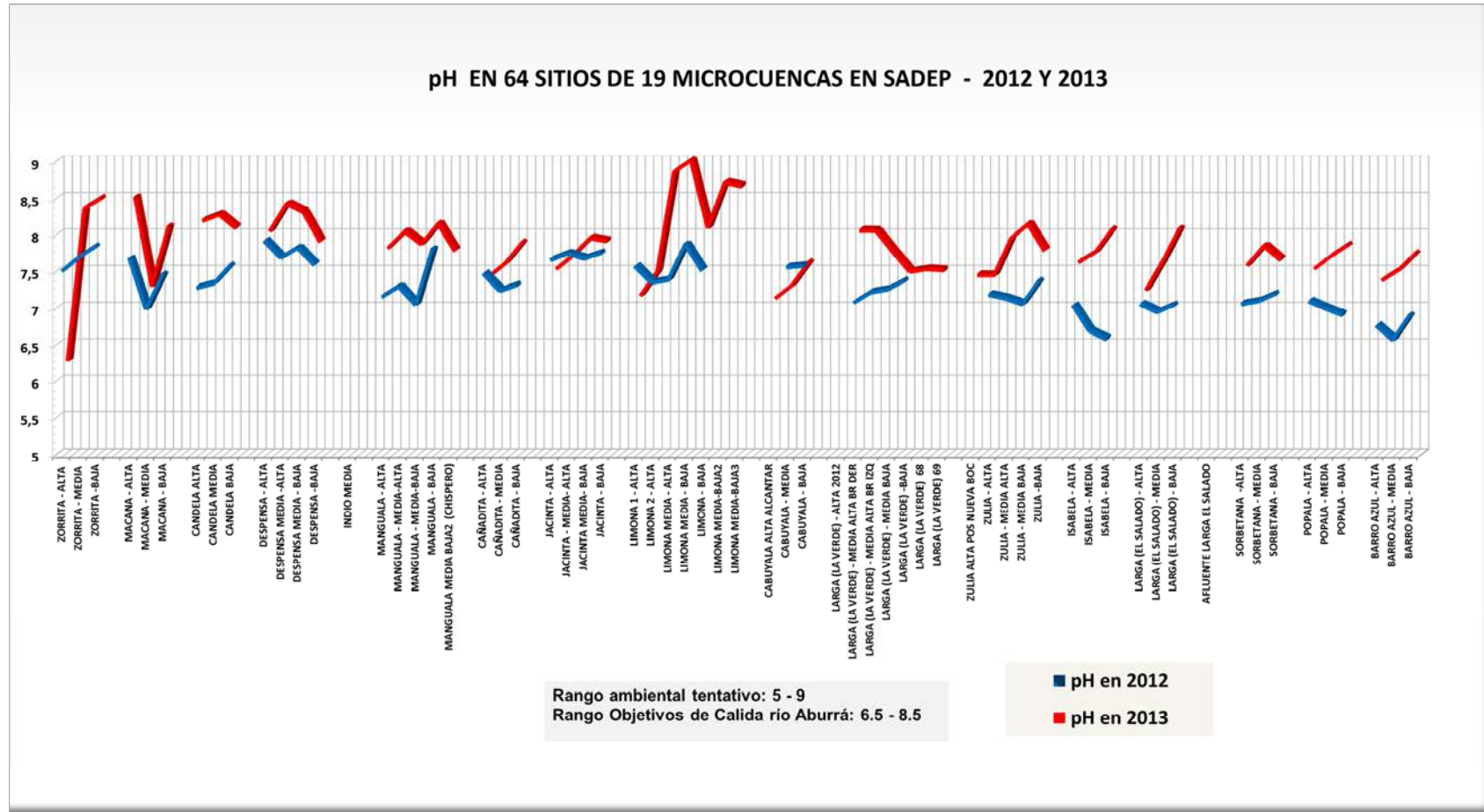


Gráfico 29 pH en los 64 sitios muestreados en 19 microcuencas de San Antonio de Prado – 2013 y comparativa con 2012



8.3.12 Dureza

Este parámetro indica la concentración de compuestos minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Estos compuestos son los causantes de la *dureza del agua*. Técnicamente la dureza del agua se diferencia en temporal (de carbonatos) y permanente (de no-carbonatos).

La expresión de la dureza es: $\text{dureza (mg/l de CaCO}_3) = 2,50 [\text{Ca}^{++}] + 4,16 [\text{Mg}^{++}]$

Dónde:

[Ca⁺⁺]: Concentración de ion Ca⁺⁺ expresado en mg/L.
[Mg⁺⁺]: Concentración de ion Mg⁺⁺ expresado en mg/L.

Los coeficientes se obtienen de las proporciones entre la masa molecular del CaCO₃ y las masas atómicas respectivas: 100/40 (para el Ca⁺⁺); y 100/24 (para el [Mg⁺⁺]).

Las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua más conocidas son:

- Grado alemán (*Deutsche Härte*, °dH): Equivale a 17,9 mg CaCO₃/L de agua.
- Grado americano: Equivale a 17,2 mg CaCO₃/L de agua.
- Grado francés (°fH) : Equivale a 10,0 mg CaCO₃/L de agua.
- Grado inglés (°eH) o grado Clark: Equivale a 14,3 mg CaCO₃/L de agua.

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

Tipos de agua	mg/L	°fH	°dH	°eH
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 ₃ /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 la guía del MAVDT, 2005, tampoco, así mismo no existen objetivos de calidad del río Aburrá para este parámetro; sin embargo Fernández y otros, (s.f.), de la Universidad del Valle, reportan el nivel de 250 mg CaCO₃/L como nivel de aguas de vertimiento susceptibles de tratamiento para potabilización. 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 - 500 mg de CaCO₃/L de agua (para 2012, se toma el de 200 mg de CaCO₃/L); 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 los gráficos 30 y 31 pueden observarse los valores de dureza hallados en los sitios muestreados, así como las variaciones históricas.

Si se estudia aisladamente este parámetro no se considera 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.

Debido a su estabilidad histórica y a que siempre ha estado dentro del rango propuesto como aceptable, se recomienda eliminar el monitoreo anual de este parámetro para SAP, pero quizá convenga seguirlo haciendo cada 3 años, como datos de control.

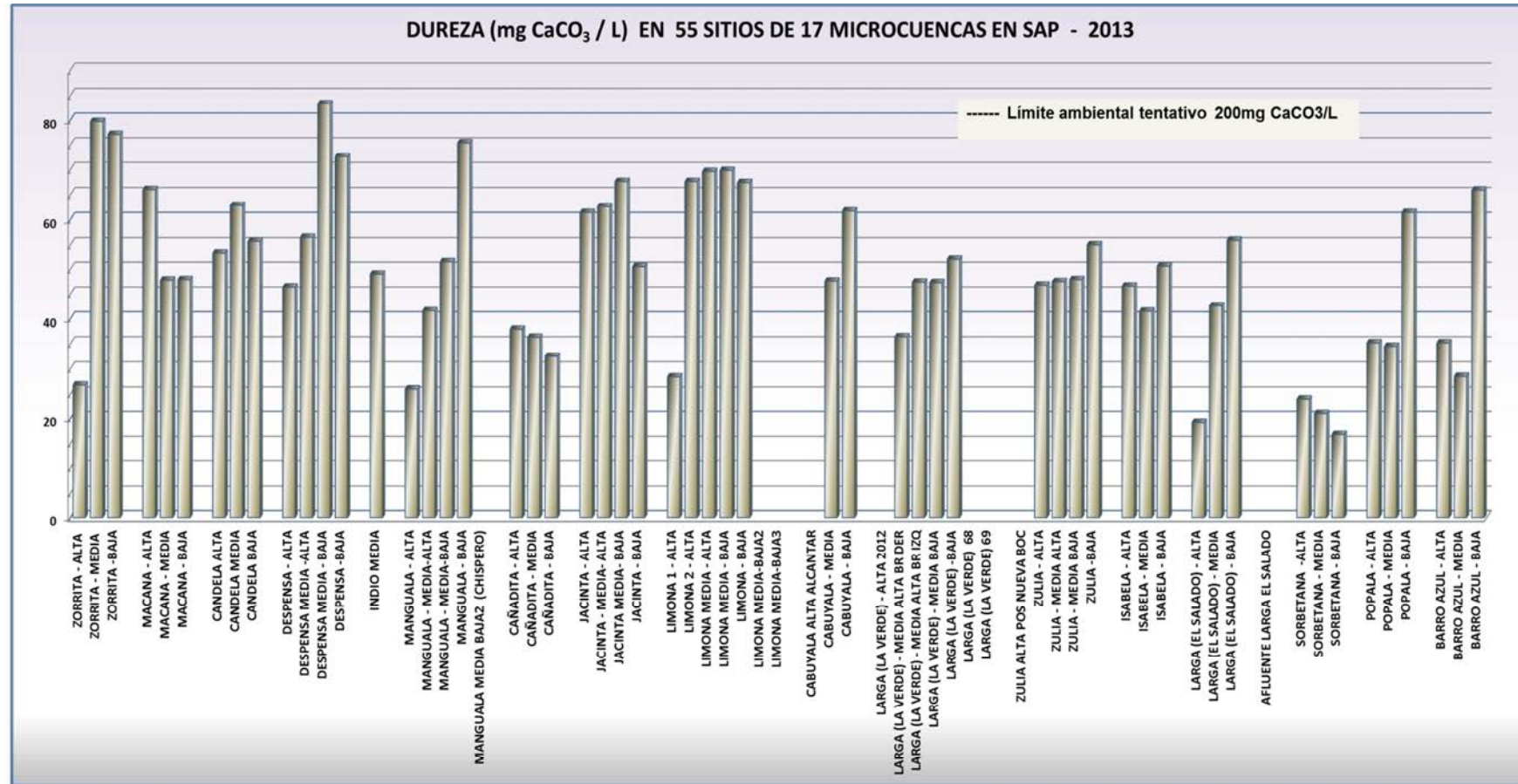


Gráfico 30 Valores de Dureza en los 55 sitios muestreados en SAP, 2013

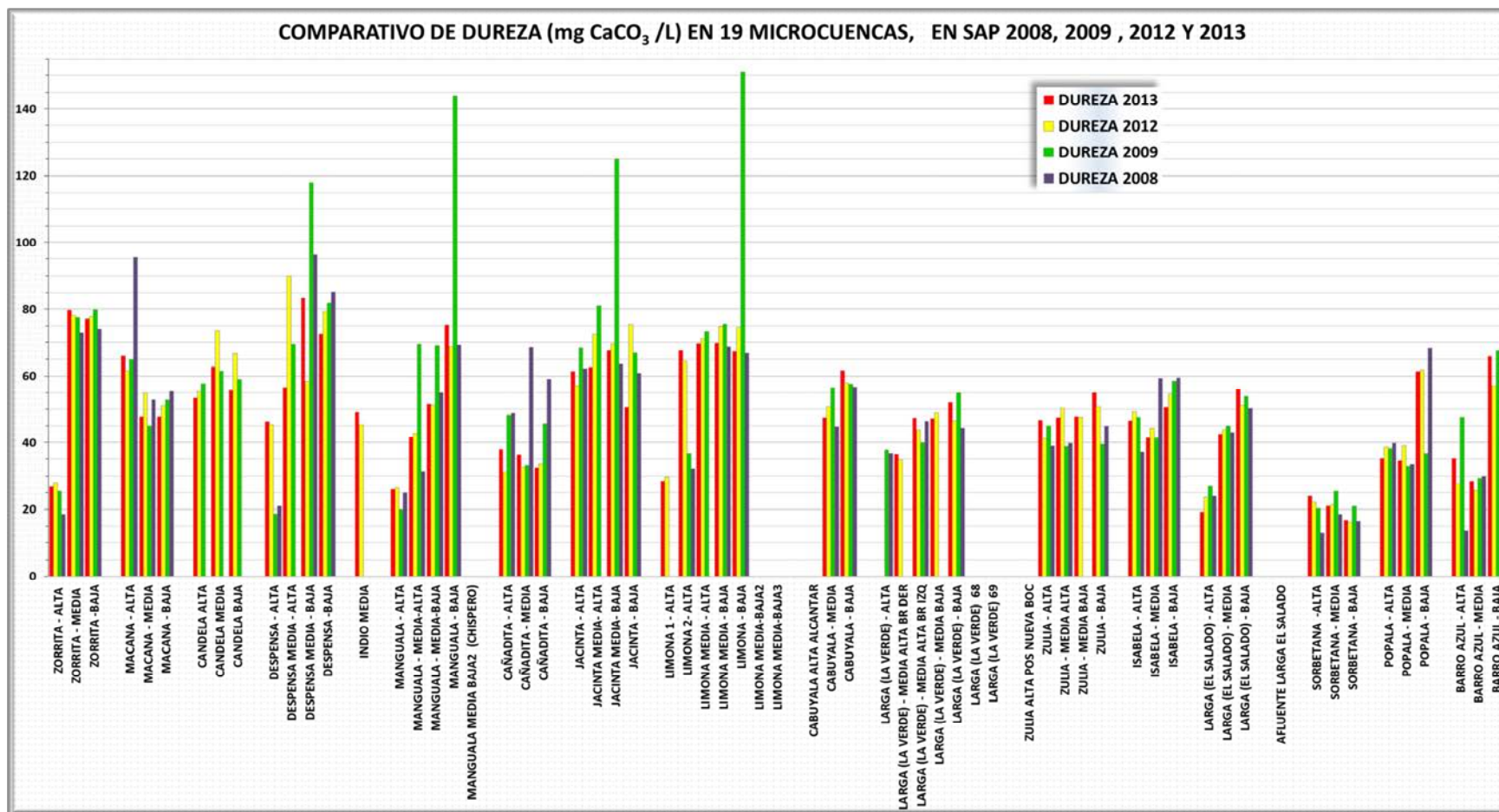


Gráfico 31 Valores históricos comparativos de Dureza en los 55 sitios muestreados en SAP, 2008 – 2013



Durante 2013 todas las quebradas mostraron valores dentro de la tendencia histórica en SAP, e incluso los elevados valores encontrados en 4 sitios en 2012, ahora no se presentan, lo cual concuerda con la leve mejoría en algunos otros indicadores para estos sitios.

La mayoría de quebradas siguen una pauta lógica en cuanto a dureza, aumentando desde la parte alta que presenta valores más 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 elementos, dado que se incrementan notablemente los vertimientos directos de viviendas y agroindustrias, en especial las asociadas a lácteos.

8.3.13 Olor

Esta característica es muy importante desde el punto de vista ambiental y paisajístico, con frecuencia se asocia a niveles de contaminación por materia orgánica, en particular en zonas rurales y urbanas no industriales, pero también puede asociarse a vertimientos industriales con sustancias no necesariamente orgánicas.

En el caso de los monitoreos de San Antonio de Prado su valoración es un tanto subjetiva, dado que depende de la interpretación del evaluador, en cuanto a la definición de los niveles "sin olor", "leve o moderado" y "fuerte" de los olores ofensivos; sin embargo esta situación ha podido corregirse un poco mediante el consenso de 3-4 personas que en el sitio acuerdan el nivel y durante los últimos 3 monitoreos han sido las mismas.

En el marco de este programa de monitoreo se mantiene la calificación de acuerdo con la presencia o no de olores en las corrientes y el "grado" en que se manifestaban. Se presenta de esta manera de acuerdo con las directrices de los monitoreos anteriores:

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 el marco del programa de monitoreo de San Antonio de Prado 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.

El estudio de 2012 reporta que “Este factor cobra gran importancia en aguas destinadas al consumo humano y a la recreación con contacto directo, pues su presencia o ausencia puede determinar que efectivamente sean usadas, máxime cuando su presencia, en el caso local, se asocia fuertemente con la existencia en las corrientes de materia orgánica en descomposición, la cual a su vez esta correlacionada con patógenos que son quizá el más fuerte limitante para los usos ambientales y recreativos y más aún para consumo humano y animal. Su presencia es un indicador de contaminación por causas que pueden ser muy peligrosas no sólo para el hombre sino para la vida acuática en general e incluso para todos aquellos animales que se sirven del recurso como mamíferos silvestres y aves, e incluso para fauna doméstica.” (SMA, 2012)

En San Antonio de Prado los olores presentes en las distintas quebradas están asociados principalmente con la contaminación por materia orgánica, ya sea por vertimientos directos de aguas residuales de viviendas (en especial en la zona urbana) o por vertimientos de actividades pecuarias (en la zona rural), y en menor medida por vertimientos de agroindustrias.

En la tabla 13 puede observarse los resultados sobre este parámetro, para los 64 sitios muestreados tanto durante 2013, así como en 2009 y 2012.

Tabla 13 Comparativo de presencia de olores en los 64 sitios muestreados en SAP, 2009-2013

SITIO QUEBRADA	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009	SITIO QUEBRADA	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009
LA ZORRITA - ALTA	NO	NO	NO	CABUYALA ALTA ALCANTAR	FUERTE		
LA ZORRITA - MEDIA	NO	NO	NO	LA CABUYALA - MEDIA	LEVE	LEVE	FUERTE
LA ZORRITA -BAJA	NO	NO	NO	LA CABUYALA - BAJA	LEVE	FUERTE	LEVE
LA MACANA - ALTA	NO	NO	NO	LARGA (LA VERDE) - ALTA			
LA MACANA - MEDIA	NO	NO	NO	LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER.	NO	NO	
LA MACANA - BAJA	NO	LEVE	FUERTE	LA LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ.	NO	NO	NO
CANDELA ALTA	NO	NO	NO	LA LARGA (LA VERDE) –	FUERTE	LEVE	



SITIO QUEBRADA	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009	SITIO QUEBRADA	OLOR 2013	OLOR 2012	OLOR 2009
				MEDIA BAJA			
CANDELA MEDIA	NO	FUERTE	NO	LA LARGA (LA VERDE) - BAJA	NO	NO	FUERTE
CANDELA BAJA	NO	LEVE	LEVE	LARGA (LA VERDE) 68	NO		
LA DESPENSA - ALTA	NO	NO	NO	LARGA (LA VERDE) 69	FUERTE		
DESPENSA MEDIA - ALTA	NO	NO	NO	ZULIA ALTA POS NUEVA BOC	NO		
DESPENSA MEDIA - BAJA	NO	NO	FUERTE	LA ZULIA - ALTA	NO	NO	NO
LA DESPENSA -BAJA	NO	NO	LEVE	LA ZULIA - MEDIA ALTA	FUERTE	FUERTE	NO
EL INDIÓ	NO	NO		LA ZULIA - MEDIA BAJA	NO	NO	
LA MANGUALA - ALTA	NO	NO	NO	LA ZULIA - BAJA	NO	NO	NO
LA MANGUALA - MEDIA-ALTA	NO	NO	NO	LA ISABELA - ALTA	NO	NO	NO
LA MANGUALA - MEDIA-BAJA	LEVE	LEVE	LEVE	LA ISABELA - MEDIA	LEVE	LEVE	NO
LA MANGUALA - BAJA	FUERTE	FUERTE	FUERTE	LA ISABELA - BAJA	LEVE	LEVE	FUERTE
MANGUALA MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	FUERTE			LA LARGA (EL SALADO) - ALTA	NO	NO	NO
LA CAÑADITA - ALTA	NO	NO	NO	LA LARGA (EL SALADO) - MEDIA	NO	NO	NO
LA CAÑADITA - MEDIA	NO	NO	NO	LA LARGA (EL SALADO) - BAJA	NO	NO	NO
LA CAÑADITA - BAJA	NO	NO	NO	AFLUENTE LARGA EL SALADO	NO		
LA JACINTA - ALTA	NO	NO	NO	LA SORBETANA -ALTA	NO	NO	NO
LA JACINTA - MEDIA-ALTA	NO	NO	NO	LA SORBETANA - MEDIA	NO	NO	NO
JACINTA MEDIA- BAJA	LEVE	FUERTE	FUERTE	LA SORBETANA - BAJA	NO	NO	NO
LA JACINTA - BAJA	FUERTE	FUERTE	FUERTE	LA POPALA - ALTA	NO	NO	NO
LA LIMONA 1 - ALTA	NO	NO		LA POPALA - MEDIA	LEVE	FUERTE	NO
LA LIMONA 2 - ALTA	NO	NO	NO	LA POPALA - BAJA	FUERTE	LEVE	NO
LIMONA MEDIA - ALTA	NO	NO	NO	BARRO AZUL - ALTA	NO	NO	NO
LIMONA MEDIA - BAJA	LEVE	LEVE	NO	BARRO AZUL - MEDIA	NO	NO	NO
LA LIMONA - BAJA	FUERTE	FUERTE	FUERTE	BARRO AZUL - BAJA	NO	LEVE	NO
LIMONA MEDIA-BAJA2	LEVE			DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)	NO		
LIMONA MEDIA-BAJA3	FUERTE						

Para 2013 se encontró que 4 de los 8 sitios que el año anterior presentaban olores fuertes ahora no los tienen o están en un nivel “leve” (Candela media, Jacinta media baja, Cabuyala baja y Popala media), pero en cambio 2 sitios que en 2012 presentaban olores “leves” pasaron a “fuerte” (Larga de la Verde media baja y Popala media). En total en 2013 del total de sitios monitoreados (64) 10 sitios muestran niveles de olores fuertes (incluyendo 4 sitios de monitoreo nuevos).



De los 10 casos a los que se alude con fuertes olores en 2013, 8 se relacionan con aguas residuales domésticas y 2 con vertimientos de aguas de producciones pecuarias (Popala baja y Zulia media alta).

8.4 Resultado final sobre la calidad del agua (ICASAP)

De acuerdo con la metodología implementada y perfeccionada desde el inicio del programa de monitoreos ambientales 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 y de EU de Norte América (EPA), y más recientemente se están considerando los vineles contemplados en los Objetivos de Calidad para el río Aburrá, concertados en el marco del PORH para esta cuenca, según RedRío (2011).

De acuerdo con la metodología establecida en el programa de monitoreo de SAP, los resultados entregados por el laboratorio de Aguas de Corantioquia fueron confrontados con los criterios estipulados en el decreto 1594 de 1984 para uso recreativo o ambiental cuando existían. Estos usos tienen rangos y niveles más permisivos que el uso con destino a consumo humano y dan una indicación más real del uso posible en las diferentes partes de las quebradas y con ello hace menos inviable el planteamiento de proyectos en estas partes.

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), las agencias de la UE o la EPA, o por los mismos objetivos de calidad citados antes, no se consideran en el análisis y si se hace se aclara que los niveles o categorías son sólo propuestas en concordancia con la experiencia del equipo investigador.

En 2013 no se consideraron los criterios de calificación cualitativos predominantes hasta 2012, debido a que se considera que ya existe buena información y un aceptable grado de corroboración de campo para pasar a la valoración cuantitativa mediante el uso del ICASAP construido para la localidad y perfeccionado durando los últimos 3 años.



Hasta 2012 los criterios eran:

Tabla 14 Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP, 2012

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 SAP

	Coliformes (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	DBO5 total (mg O ₂ /L)	DQO total (mg O ₂ /L)	Dureza total (mg CaCO ₃ /L)	Nitratos (mg NO ₃ ⁻ /N/L)	Nitritos (mg NO ₂ ⁻ /N/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (unidades de pH)	Sólidos sediment. (mg/L)	C.E. (µS/cm)	SST (mg/L)	Turbiedad (NTU)
Valores decreto 1594/94	1000	200	3 - 6	20		10	1	>5	6,5 - 9				10
Valores Guía MAVDT, 2005 (Gpo IV)		<100	<5			<5		>5					
Valores Guía MAVDT, 2005 (Gpo VII)		<2000	<5			<10		>4					
Valores otras fuentes 1	5000	1000			250	10			5 - 9				
Valores otras fuentes 2	20000		20 -	20 - 50	500	10 (N) ~ 50	0,1 - 0,5	>4		20		500	5
Objetivos de Calidad río Aburrá (RedRío, 2011)	<1000	<200	<8	10				>7	6,5 - 8,5		<50	<15	

A partir de 2013 la valoración del índice de calidad está dada por los valores mostrados en la tabla 16.



Tabla 16 Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICASAP, 2013

Nivel de Calidad	CALIDAD	Rango ICASAP 2013
5	EXCELENTE	16.51 - 17
4	BUENA	15.71 - 16.5
3	REGULAR	9,52 - 15.7
2	MALA	5.01 - 9,51
1	MUY MALA	0 - 5

El ICASAP se obtiene al aplicar la ecuación correspondiente que se explica y muestra más abajo, como resultado de varias pruebas, correcciones y ajustes:

De acuerdo con los estudios de monitoreo den SAP con relación a la calidad del agua, el índice de calidad ICASAP 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, ajustados a la localidad y a las condiciones de quebradas de montaña urbano-rurales, con alta rugosidad y con fuerte influencia de actividades pecuarias; además son fácilmente monitoreables en proyectos locales de autogestión, sin que pierda rigurosidad la información levantada.

En esta versión del ICASAP se han asignado valores de ponderación a cada parámetro, y se ha creado una ecuación que permite obtener una valoración más objetiva y más ajustada a la realidad de nuestras quebradas y no sólo al cauce principal del río Aburrá y menos a condiciones de otras latitudes con ecosistemas y bioclimas muy diferentes.

Por el momento, el programa de monitoreo en SAP mantiene la propuesta de ecuación general (sumatoria), muy simple, pero que aporta un avance sobre la propuesta original (ya se cuentan con curvas ajustadas para la obtención de los valores de calidad para cada parámetro, así con los índices de ponderación para los mismos, basadas en la normatividad vigente y en la información de otras experiencias, pero además en la información acumulada durante varios años en San Antonio de Prado.

Se debe entender que esta ecuación y sus curvas para obtener los valores de calidad en cada parámetro considerado, amerita su comprobación más amplia en campo para definir su adopción o no por parte de la Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y las autoridades ambientales y hacerla extrapolable a las quebradas rurales de Medellín y del Valle de



Aburrá. Así mismo es conveniente hacer un esfuerzo por llevarla desde sumatoria a multiplicatoria u otro nivel superior. En esta comprobación es urgente e insoslayable la labor de contrastación con bioindicación, pues hasta el momento esta contrastación se ha realizado sólo por criterios de presencia, pero no por índices como los de BMWP/col. Que le aportaría enormemente en cuanto a ajuste más refinados tanto en los valores QI como en los niveles de ponderación.

La ecuación general se resume como sigue:

$$ICA_{SAP} = \sum Pi1 \times Qi1 + Pi2 \times Qi2 + \dots + PIn \times QIn$$

ICA = Índice de Calidad del Agua SADEP

Qi = Valor de Calidad del Parámetro

Pi = Nivel o Valor de Ponderación del Parámetro

Σ = Función sumatoria

En esta fase del programa de monitoreo también fue probada y ajustada quedando así de manera específica:

$$ICASAP = 3*Qi(CT)+4*Qi(CF)+3*Qi(DBO5)+2*Qi(DQO)+Qi(OD)+3*Qi(%SAT OD)+Qi(T)$$

En este proyecto de monitoreo también fue probada (al igual que en 2012) y fue ajustada. Los resultados para cada sitio pueden observarse en la tabla Excel, en la carpeta "Interpolación Parámetros aguas 2013" (Anexo 2).

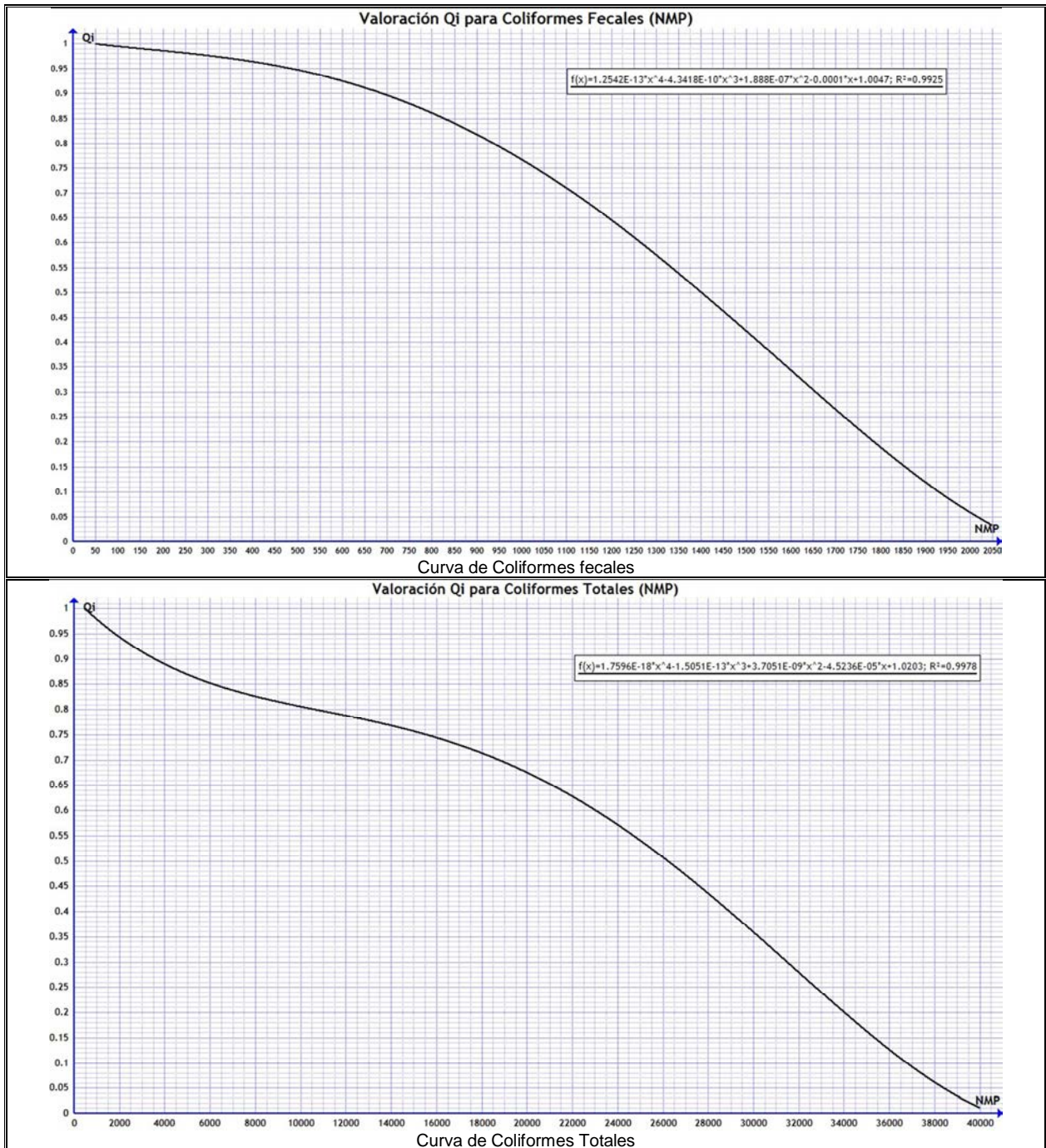
Para el caso de San Antonio de Prado (y probablemente para todos los corregimientos en la vertiente occidental de Medellín, así como para otros municipios del Vale de Aburrá, se ha estimado con base en los resultados de laboratorio que los parámetros más determinantes en la calidad del agua en la quebradas son los Coliformes Totales y Fecales, la DBO5, la DQO, el Oxígeno Disuelto (principalmente como % de saturación de OD y la Turbidez, aunque aún está en estudio la CE como factor clave, para lo cual se requieren por lo menos 2 años más de monitoreos, antes de incorporarlo en la ecuación de ICASAP y ajustar sus curvas, valores de calidad y niveles de ponderación.

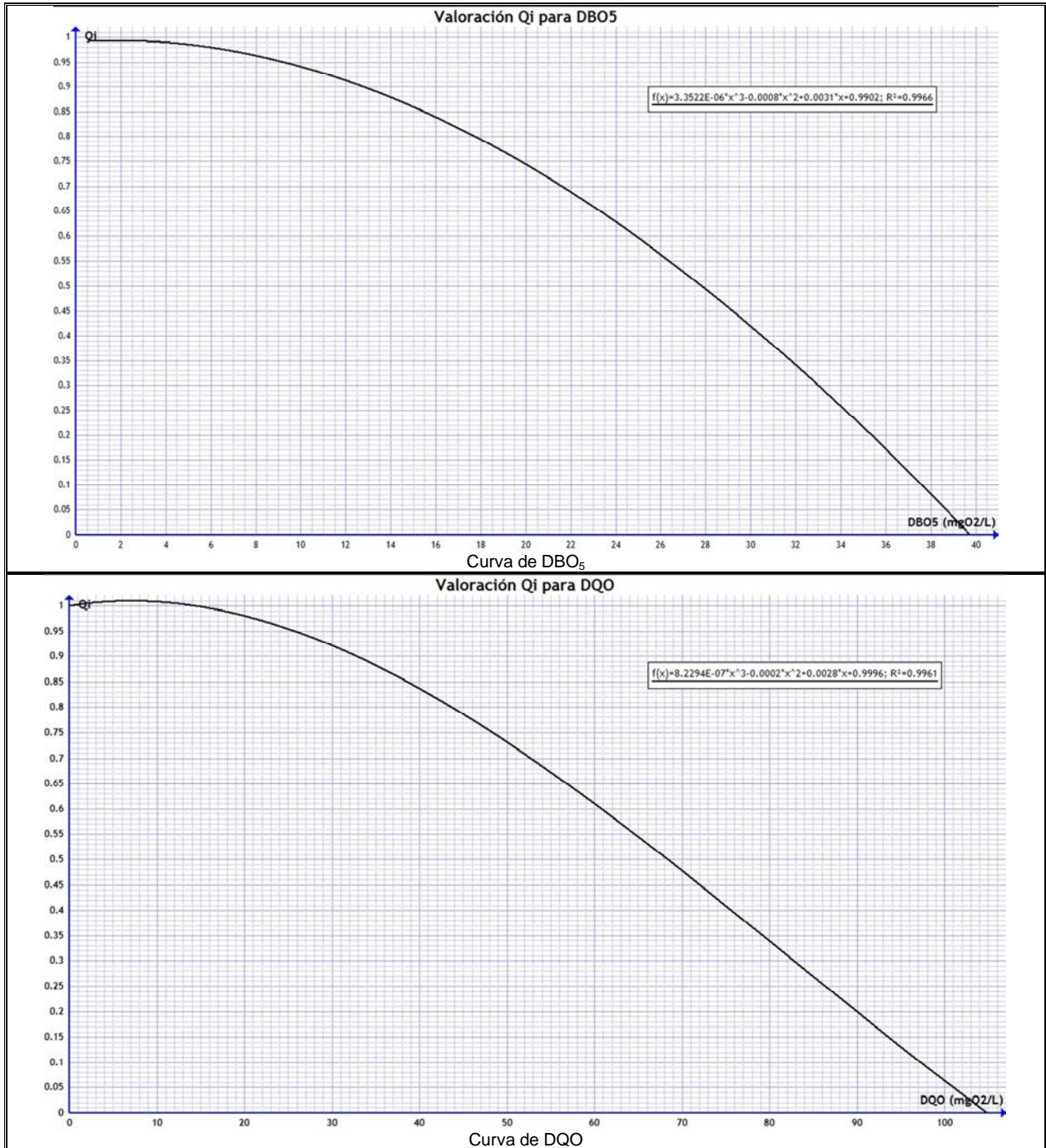


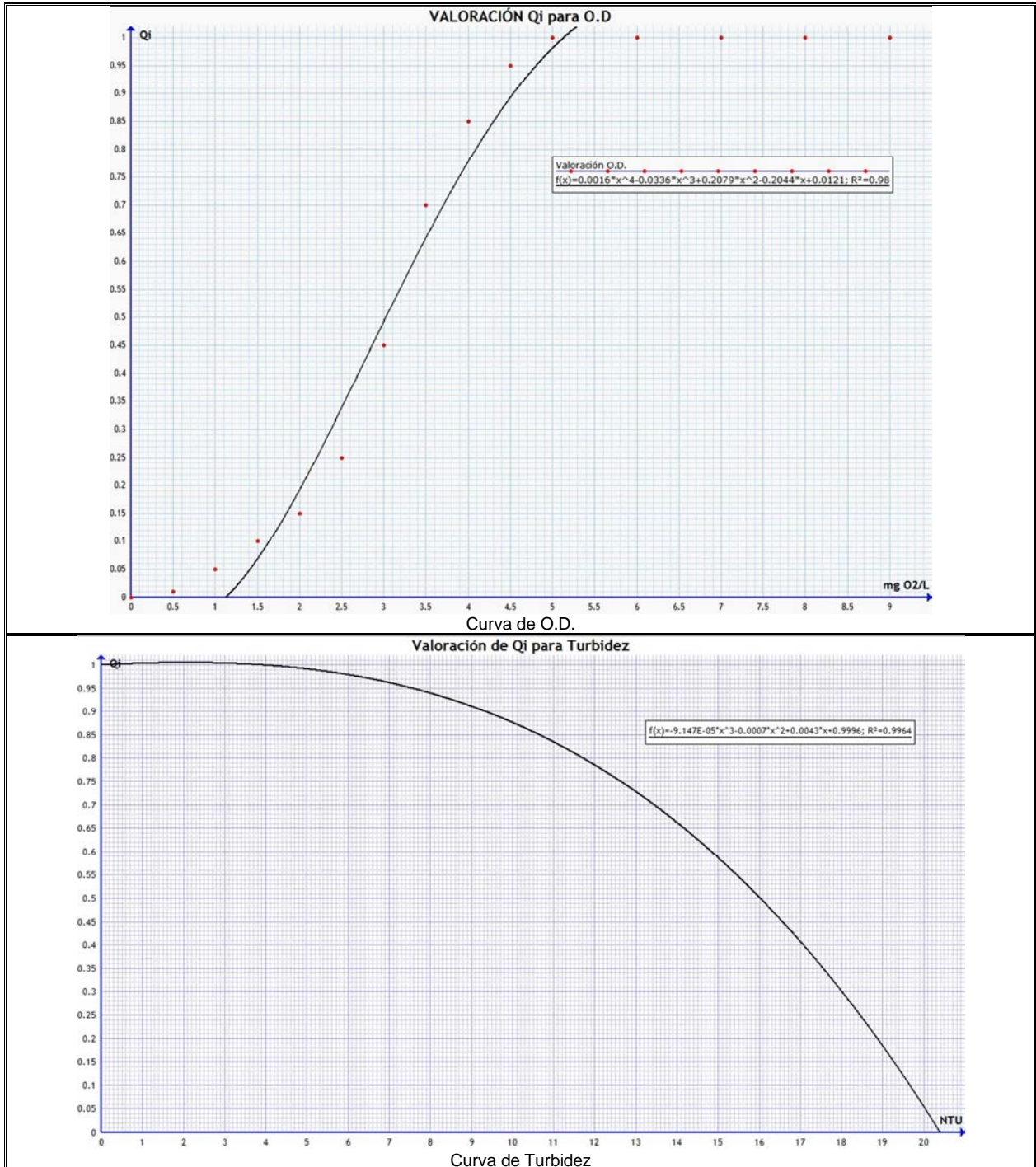
Estos parámetros son los considerados como prioritarios por el decreto 1594/84. No se han incluido en la ecuación los Nitritos, los Nitratos, la Dureza ni el pH, que también figuran en el decreto debido a que ninguno de ellos ha resultado limitante en los monitoreos de ningún año, entre 2008 y 2013, por lo tanto su inclusión sólo complicaría la ecuación sin aportar precisión ambiental; pero como se ha expresado antes se ha integrado la variable %Sat OD y se espera integrar la CE. No obstante si en algún momento se requiere es posible y muy fácil agregarle nuevos parámetros, luego de consensuar y probar su Qi y su Pi.

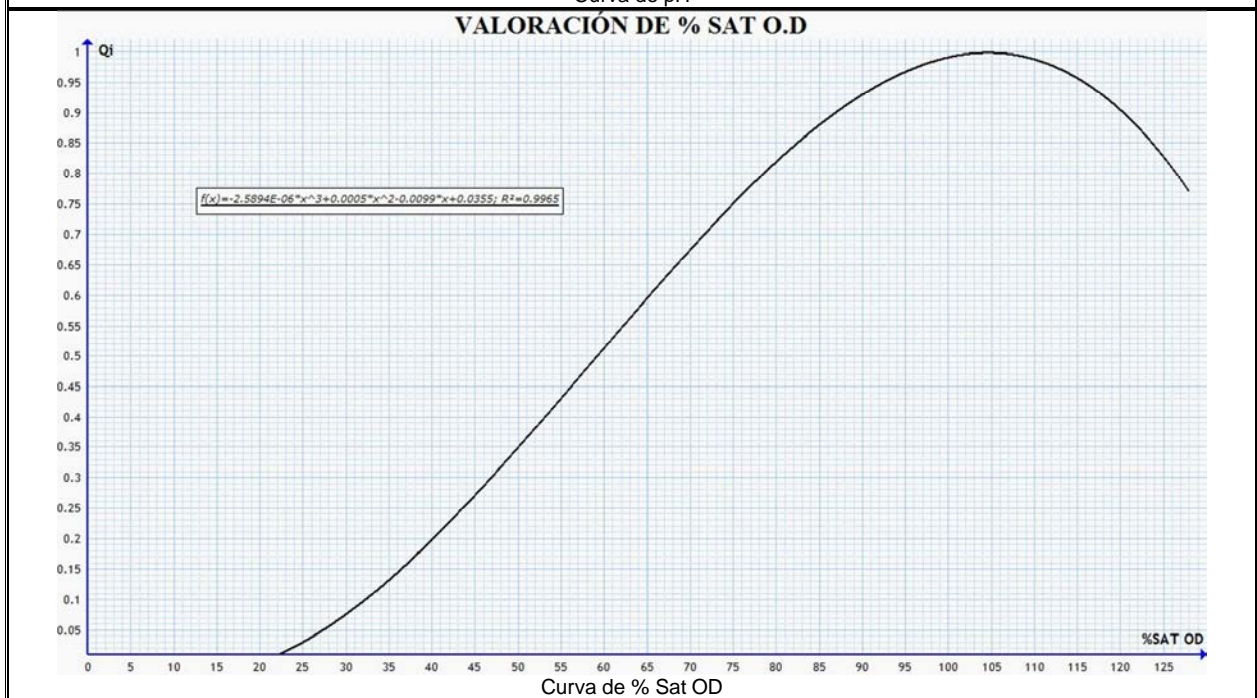
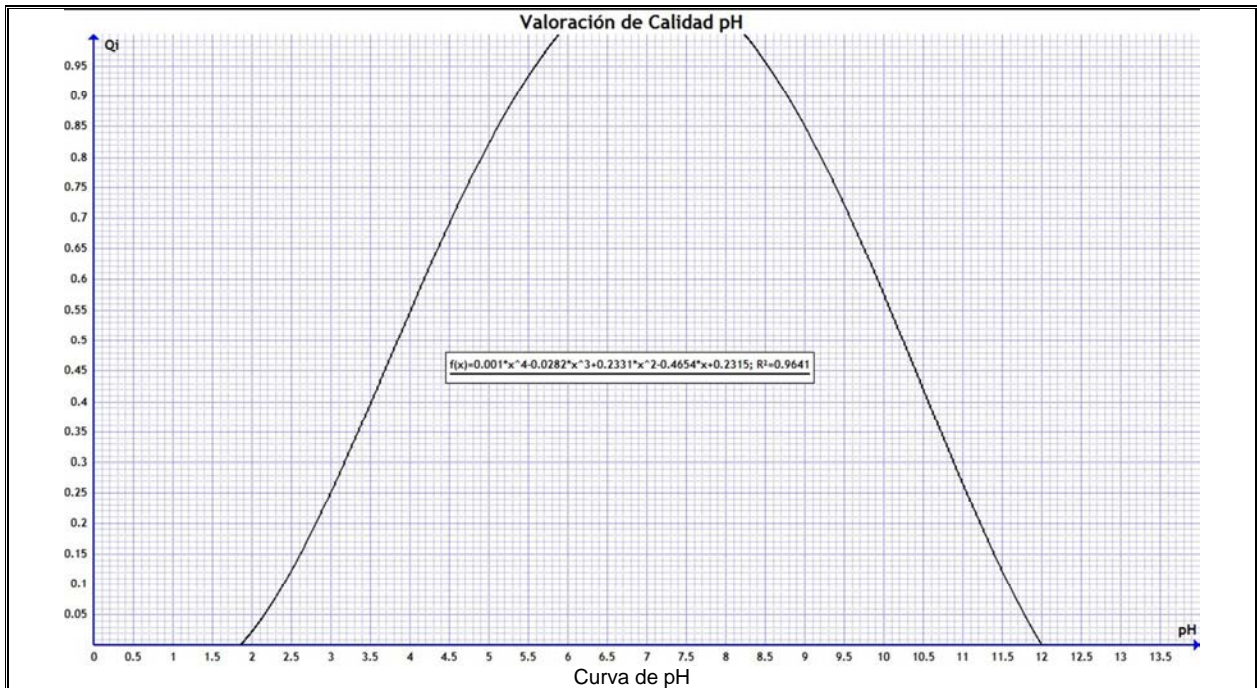
Algunas ecuaciones y programas de modelaje norteamericanos y europeos contemplan una elevada gama de parámetros (Fernández y otros, s.f), pero en el país no existe por lo general monitoreos sobre ellos por lo que el uso de estos programas es muy limitado e incluso puede ser inconveniente, dado que habría que suponer la mayoría de valores y además muchos de ellos consideran niveles y variables que no necesariamente se corresponden con las condiciones tropicales de montaña y específicamente con los ecosistemas altoandinos colombianos, por lo cual podrían generar problemas importantes en las decisiones que deben tomar los responsables de hacerlo, tal como ocurrió con las valoraciones de calidad de suelos en Colombia y otros países de Latinoamérica cuando la Alianza para el Progreso impuso la metodología de las 8 clases agrológicas y luego de su aplicación durante décadas el país y otros entraron en notables proceso de erosión, obligándolos a crear sus propias metodologías de capacidad de uso máximo de la tierra.

En la ecuación ICASAP 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 ajustado, 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 digital 6 (carpeta "Curvas Qi") y se muestran resumidas en los gráficos 32 a 39. En todos los casos los gráficos deben ser considerados como tentativos, y en la medida en que se realicen más monitoreos y se mejoren las directrices de la normatividad podrán ajustarse más e incorporarse otras. La curva Qi para OD bajo criterios de objetivos de calidad río Aburrá está construida, pero aún no probada ni ajustada, por lo cual no se presenta.









Gráficos 32 a 39. Curvas Qi, para los parámetros considerados en la ecuación ICASAP 2013



Teniendo en cuenta la ecuación general propuesta:

$$ICA = \sum P_{i1} \times Q_{i1} + \dots + P_{in} \times Q_{in}$$

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

$$ICASAP = 3*Q_i(CT)+4*Q_i(CF)+3*Q_i(DBO_5)+2*Q_i(DQO)+Q_i(OD)+3*Q_i(\%SAT\ OD)+Q_i(T)$$

Dónde:

ICASAP, 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 DBO₅, 1 para OD, 4 para Coliformes Fecales, 3 para Coliformes Totales, 2 para DQO, 3 para % Sat OD, y 1 para Turbidez)

CF: Coliformes fecales; CT: Coliformes Totales; T: Turbiedad; DQO: Demanda Química de Oxígeno; DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno; O.D.: Oxígeno Disuelto

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

En 2013 se probaron diferentes factores de ponderación y se realizaron correcciones a la mayoría de valores de calidad (Q_i), implicando modificaciones leves a las curvas, tal como se muestra en el anexo digital (carpeta "Curvas Graph").

La valoración tentativa propuesta es la siguiente:

Excelente	16.51 - 17
Buena	15.71 - 16.5
Regular	9,52 - 15.7
Mala	5.01 - 9,51
Muy Mala	0 - 5

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 aún requiera ajustes tanto en los índices de ponderación (Pi), como en los índices de calidad (Qi), y además el ingreso de nuevas variables, pero esto se sabrá con mayor certeza sólo después de probar con más sitios y en diferentes momentos, así mismo es necesario probar con las nuevas curvas basadas en los niveles estipulados en los objetivos de calidad del río Aburrá y principalmente es necesario contrastar con la presencia y abundancia de bioindicadores en cada caso bajo los criterios del método BMWP/Col y así mismo es necesario que el Ministerio del Ambiente emita un nuevo decreto con los límites, rangos, más ajustados a la realidad del país, asunto sobre el cual parece que se encuentra trabajando desde 2011.

Valoración de la calidad del agua

La valoración del agua a lo largo de este estudio gira en torno al uso recreativo-ambiental, no obstante es necesario recordar que la mayor parte de las quebradas en sus zonas altas y algunas en sus zonas medias prestan servicios de oferta del agua para consumo humano y animal, además de los anteriores. En este caso, es necesario complementar la captación y uso del agua con sistemas de tratamiento, de acuerdo con las normas actuales, y específicamente para el caso humano sólo existirían dos posibilidades: adecuada o inadecuada, y además los niveles de calidad para varios parámetros serían más restrictivos que los ambientales o de uso de preservación de la vida silvestre.

Durante 2013 se vio una mejora en la calidad del agua muchos trayectos de quebradas, frente a muy pocos que desmejoraron. En las partes altas de las microcuencas localidad tiende a mejorar, en especial en las cuencas que proveen agua a acueductos comunitarios y esta tendencia debe mantenerse si se considera el efecto que ejercen las presiones sociales en cuanto a su conservación y además si se consideran los avances en los programas municipales de adquisición de predios en las partes altas de estas cuencas abastecedoras de agua para acueductos veredales, pero también cuando se considera que existen programas que apenas inician y son claves para la conservación como el pago por servicios ambientales (PSA), aprovechando las directrices del Ministerio del Ambiente y las actualizaciones de la normatividad vigente al respecto, que estimulan este tipo de procesos.

Se mantiene la alerta frente a programas como los de turismo o “ecoturismo” local y regional, los cuales si se manejan mal pueden llevar al deterioro en las fuentes en estos sitios como ya ha sucedido en algunas ocasiones; igualmente habrá que estar vigilantes con relación a que se flexibilicen demasiado los controles al uso de la tierra en las zonas altas



que figuran como de protección, máxime cuando se esté pagando por los servicios prestados.

Con relación al turismo se recomienda mantener el compromiso tanto social como institucional con relación a la vigilancia y control de las áreas adquiridas por la SMA en las partes altas de las cuencas La Manguala, La Limona y La Guapante, pues de estas áreas depende el suministro de agua para 9 acueductos comunitarios (La Florida, Potrerito, Manantiales, Vergel Centro, Vergel Sur, EPM, San José, I.E. S.J.O., y uno de Altavista) y más de 5 grandes trucheras, así como numerosas fincas; pero a la vez estas áreas de reservas están sufriendo una muy fuerte presión por parte de la comunidad que siente la carencia de espacios públicos recreativos y están llegando en masa a acampar, hacer fogatas, caminatas, etc. y están generando fuertes impactos en cuanto a basuras, daños en flora y fauna y daños en infraestructuras e incluso en ocasiones tratan de destinar las partes altas de las quebradas (por encima de las bocatomas) como zonas para bañistas, aunque en todos los casos el control ha sido eficiente hasta ahora.

Hasta ahora se ha contado con actividades de vigilancia y sensibilización por la vía de voluntariado realizadas por el comodatario, las cuales complementan aquellas que son apoyadas por la SMA, con recursos de PP, pero resultan en ocasiones insuficientes para la magnitud del problema, máxime cuando el flujo de personas crece cada día y cada vez hay más situaciones de conflictos, pues se trata de un público que proviene principalmente de los nuevos barrios en los programas de urbanismo en VIS y VIP, que en su mayoría carecen o tienen poca cultura ambiental y bajo sentido de pertenencia. Estas presiones se perfilan en aumento si se tiene en cuenta que en 2013 han iniciado nuevos procesos urbanísticos aprovechando la aprobación de planes parciales en El Vergel y La Florida en la zona de amortiguamiento de las reservas.

Se reitera que es necesario que el programa de vigilancia y control de estas reservas sea asumido con recursos propios por la SMA, no esperando a que proyectos mal presupuestados provenientes de recursos de PP se hagan cargo. Además los recursos deben ser suficientes para garantizar que estas reservas mantengan vigilancia y manejo durante los 12 meses del año, de manera ininterrumpida, con guardabosques en cada turno entre las 4 a.m. y las 12 a.m. y entre las 12 a.m. y las 8 p.m, pero además es indispensable que la SMA exija a la policía ambiental que destine por lo menos 2 grupos de policías bachilleres de 2 – 3 cada uno, para que complementen la labor en apoyo a las del comodatario.



Estas actividades de vigilancia estrecha deben mantenerse durante por lo menos 5 -10 años, mientras los procesos educativos adelantados por el comodatario y otras organizaciones locales van calando en las personas y se genera un nivel de cultura ambiental y sentido de pertenencia que permita disminuir la intensidad de las actividades de vigilancia y control.

Las partes medias y bajas de las cuencas ubicadas en la parte sur y centro del corregimiento, seguramente continuarán bajo presiones por uso en turismo mal implementado, por el urbanismo desmedido y por la invasión relacionada con actividades productivas agropecuarias y con ello se mantendrán niveles moderados a altos de contaminación en las quebradas, a no ser que se asuman las recomendaciones dadas a lo largo de este estudio.

Como se expresó antes, para la valoración de la calidad del agua se aplicaron los criterios señalados en la tabla 16 y se obtuvieron los resultados de calidad de aguas en los 55 sitios determinados para las 17 quebradas evaluadas completamente en 2013. Los resultados pueden verse en la tabla 17, en el mapa 7 y en los gráficos 40 y 41.

Al aplicar la metodología propuesta y ajustada se obtiene que de los 55 sitios evaluados completamente sólo 3 presentan una calidad de agua "excelente" (ambiental), uno más que en 2012. Estos son La Manguala Alta y media alta, y La Despensa Alta. Así mismo durante 2013 hubo un total de 19 tramos de quebradas con un nivel de calidad "bueno", frente a 14 en 2012, considerando un total de 55 evaluados completamente, lo cual corrobora esta leve tendencia al mejoramiento de la calidad ambiental del agua en el corregimiento.



Tabla 17 Calidad del agua en 17 quebradas y 55 sitios en San Antonio de Prado – 2008 a 2013

QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	INDICE DE CALIDAD (ICASAP 2013)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE (2013)
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	15,0	CT, CF, %SAT OD
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	BUENA	REGULAR	BUENA	16,0	CT
BARRO AZUL - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	15,0	CT, CF
BUEY-ALTA	REGULAR					
BUEY-MEDIA	MALA					
BUEY-BAJA	MALA					
CABUYALA - ALTA	REGULAR					
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	9,2	CT, CF, DBO ₅ , T, %SAT OD
CABUYALA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	MALA	8,9	CT, CF, DBO ₅ , DQO, %SAT OD
CANDELA -ALTA		BUENA	BUENA	BUENA	15,9	CT, CF, %SAT OD
CANDELA -MEDIA		REGULAR	MALA	REGULAR	10,7	CT, CF, %SAT OD
CANDELA- BAJA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	15,1	CT, CF, %SAT OD
CAÑADITA - ALTA	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	14,6	CT, CF
CAÑADITA - MEDIA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	16,2	CT, CF
CAÑADITA - BAJA	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA	16,3	CT
DESPENSA - ALTA	BUENA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	16,6	CT
DESPENSA MEDIA -ALTA		REGULAR	REGULAR	BUENA	16,5	CT
DESPENSA MEDIA - BAJA	MALA	MUY MALA	BUENA	REGULAR	9,8	CT, CF
DESPENSA -BAJA	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA	8,4	CT, CF, T, %SAT OD
AFLUENTE DESPENSA		REGULAR				
INDIO MEDIA			REGULAR	REGULAR	13,6	CT, CF, T
ISABELA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	16,0	CT, CF
ISABELA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	8,8	CT,CF, T
ISABELA - BAJA	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	9,8	CT,CF
JACINTA - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	16,4	CT
JACINTA - MEDIA- ALTA		REGULAR	MALA	MALA	8,7	CT, CF, T, %SAT OD
JACINTA MEDIA- BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	9,0	CT, CF, T
JACINTA - BAJA	MALA	MUY MALA	MUY MALA	MALA	6,66	CT,CF, DBO ₅ , DQO, T
LARGA (EL SALADO) - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	15,78	CT, %SAT OD
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	14,67	CT, CF
LARGA (EL SALADO) - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	9,87	CT, CF
LARGA (LA VERDE) - ALTA	REGULAR*	REGULAR				
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER			REGULAR	REGULAR	14,56	CT,CF, T, %SAT OD
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	15,63	CT,CF, T
LARGA (LA VERDE) – MEDIA BAJA			MUY MALA	MALA	6,72	CT,CF, DBO ₅ , DQO



QUEBRADA	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)	ÍNDICE DE CALIDAD (ICASAP 2013)	PARÁMETROS QUE INCUMPLE (2013)
LARGA (LA VERDE) - BAJA	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR	9,81	CT,CF
LIMONA 1 - ALTA	BUENA	EXCELENTE	MALA	BUENA	14,76	CT,CF
LIMONA 2 - ALTA			BUENA	REGULAR	16,20	CT
LIMONA MEDIA - ALTA		REGULAR	REGULAR	REGULAR	9,54	CT,CF, %SAT OD
LIMONA MEDIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	9,65	CT,CF, %SAT OD
LIMONA - BAJA	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR	9,46	CT,CF, DBO ₅ , DQO, %SAT OD
MACANA - ALTA	MALA	BUENA	BUENA	BUENA	16,27	CT
MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	15,73	CT, %SAT OD
MACANA - BAJA	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	11,96	CT,CF
MANGUALA - ALTA	BUENA	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE	16,63	CT
MANGUALA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE	16,67	CT
MANGUALA – MEDIA BAJA	MALA	MALA	MALA	REGULAR	10,42	CT,CF
MANGUALA - BAJA	MALA	MUY MALA	MALA	MALA	6,13	CT,CF, DBO ₅ , DQO, T
POPALA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	15,89	CT
POPALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	9,50	CT,CF, DQO, %SAT OD
POPALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	3,87	CT,CF, DBO ₅ , T
SORBETANA -ALTA	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA	16,42	CT
SORBETANA - MEDIA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	15,98	CT,CF
SORBETANA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	9,97	CT,CF
ZORRITA - ALTA	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA	16,62	CT
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	16,21	CT, T
ZORRITA -BAJA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	16,00	CT, T
ZULIA - ALTA	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA	16,43	CT
ZULIA – MEDIA ALTA	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	REGULAR	9,35	CT,CF, DBO ₅ , T, %SAT OD
ZULIA – MEDIA BAJA			REGULAR	REGULAR	12,02	CT,CF
ZULIA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	15,98	CT,CF

En general en todos los casos el factor limitante más importante o determinante es el de patógenos (coliformes totales y fecales) manteniendo la tendencia desde que se iniciaron los monitoreos en 2008, no obstante la intensidad con que se está presentando muestra una leve tendencia a disminuir, dando por resultado que varios ramos han elevado su nivel de calidad, pero igualmente en algunos pocos casos ciertos sitios han bajado su nivel debido a la existencia y aumentó en la intensidad de vertimientos de aguas residuales asociadas a



actividades pecuarias. En estos 2 o 3 casos con medidas simples de control puede lograrse una mejora sustancial de estos tramos.

Tal como se observa en el gráfico 28 el 45% de los sitios monitoreados presentan una calidad "regular" del agua, y el 35% la presenta "buena" (frente al 25% de 2012), y el 5% presenta una calidad "excelente" (frente al 4% que la presentó en 2012), lo cual muestra mejoras generales importantes; pero además la calidad "mala" está representada por el 13% y la "muy mala" por el 2%, situación similar al año anterior.

Las calidades buenas y excelentes siguen ganando terreno al pasar del 21% en 2009 al 29% en 2012 y al 40% en 2013, y las regulares, malas y muy malas ceden al pasar del 79% al 71% y luego al 60% en 2013. Este cambio positivo en la calidad ambiental del territorio puede considerarse como notable en especial si se tiene en cuenta los pocos proyectos y las bajas inversiones en proyectos de formación, prevención y control (monitoreos, reconversión agrotecnológica, gestión socioambiental de quebradas y adquisición de predios) y además teniendo en cuenta la gran actividad y las presiones no sólo urbanísticas (que van en aumento) sino las relacionadas con el cambio de uso de la tierra. Sin duda la mayor causa que explica este comportamiento está en la implementación del programa de monitoreo y su divulgación asociada a las gestiones de sensibilización y de control parcial en que realizan cotidianamente las organizaciones locales como la Mesa Ambiental basándose en los resultados de estos estudios.

Pero si bien son necesarias y convenientes estas acciones de educación y sensibilización llevadas a cabo principalmente por los actores comunitarios, con la Mesa Ambiental liderando el proceso, éstos no son suficientes, dado que el origen de los impactos no es exclusivamente dependiente de la cultura ambiental, sino también de las condiciones objetivas a nivel tecnológico, socioeconómico, de asistencia técnica, control institucional y apoyo a la reconversión. Por este motivo debe verse la pertinencia de la implementación de la Agenda Ambiental en su conjunto y especialmente del PAAL 2007-2019 que contempla los programas y proyectos necesarios para lograr entre otros el mejoramiento de la calidad ambiental de las quebradas.

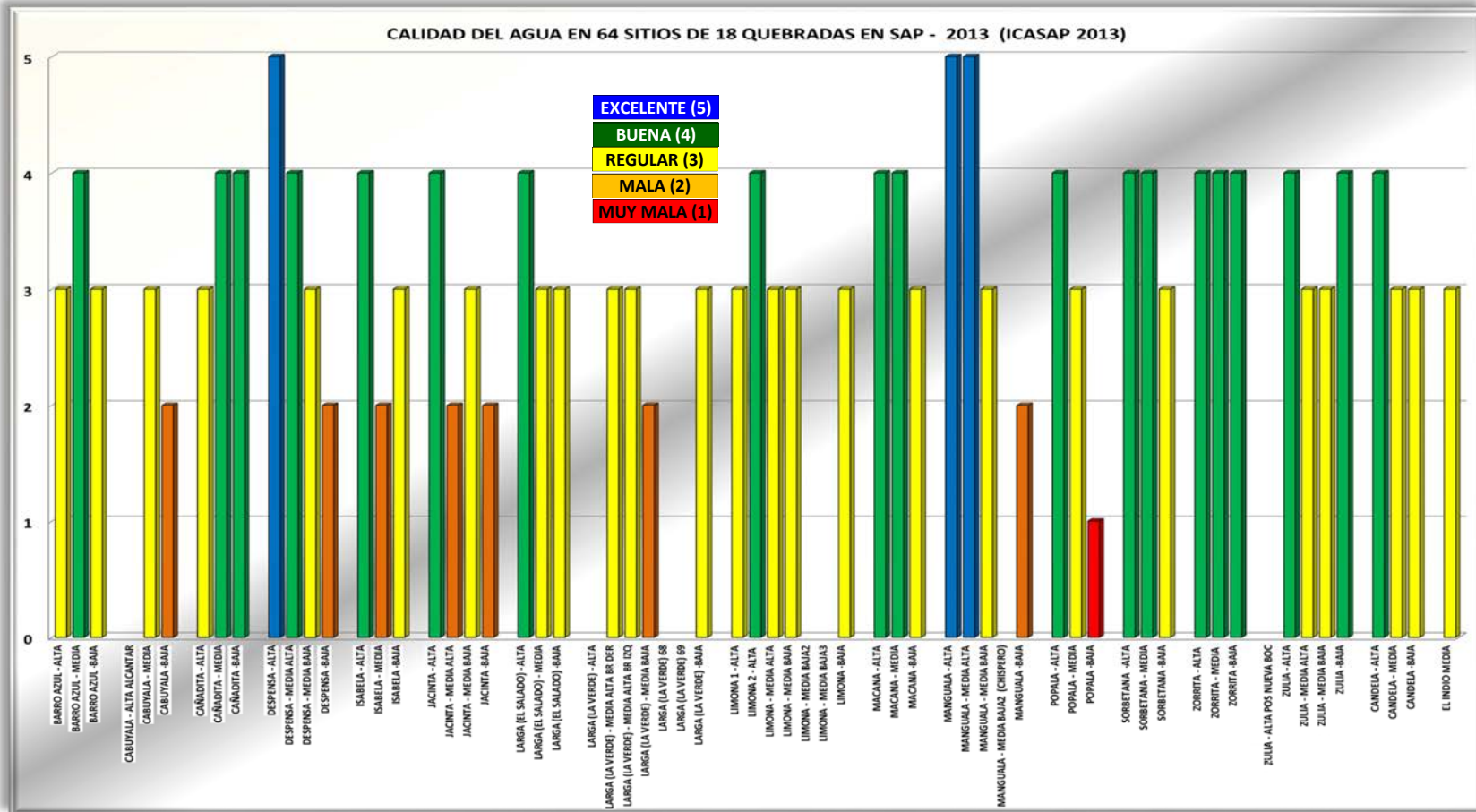


Gráfico 40 Calidad del agua en 19 quebradas en San Antonio de Prado - 2013

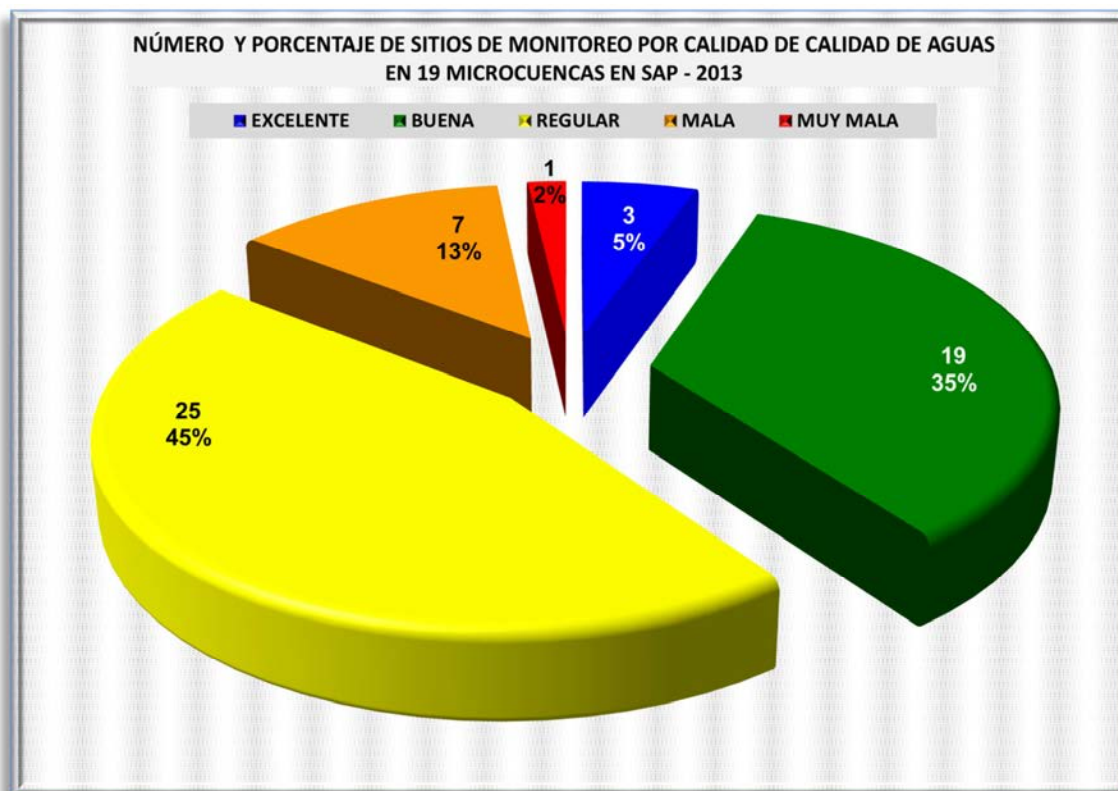


Gráfico 41 Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 19 microcuencas de SAP, 2013

Un aspecto muy importante en cuanto a la gestión sostenible de cuencas hidrográficas es la relación que hacen las instituciones públicas y gran parte de la sociedad entre conservación de las microcuencas y el servicio de agua que ofertan. Desde las normas se hace el esfuerzo por la restauración y conservación de partes altas de cuencas que proveen agua a acueductos verdes, pero se deja de lado la importancia de restauración y conservación en función de la oferta de otros servicios y la conservación de bienes diferentes al agua.

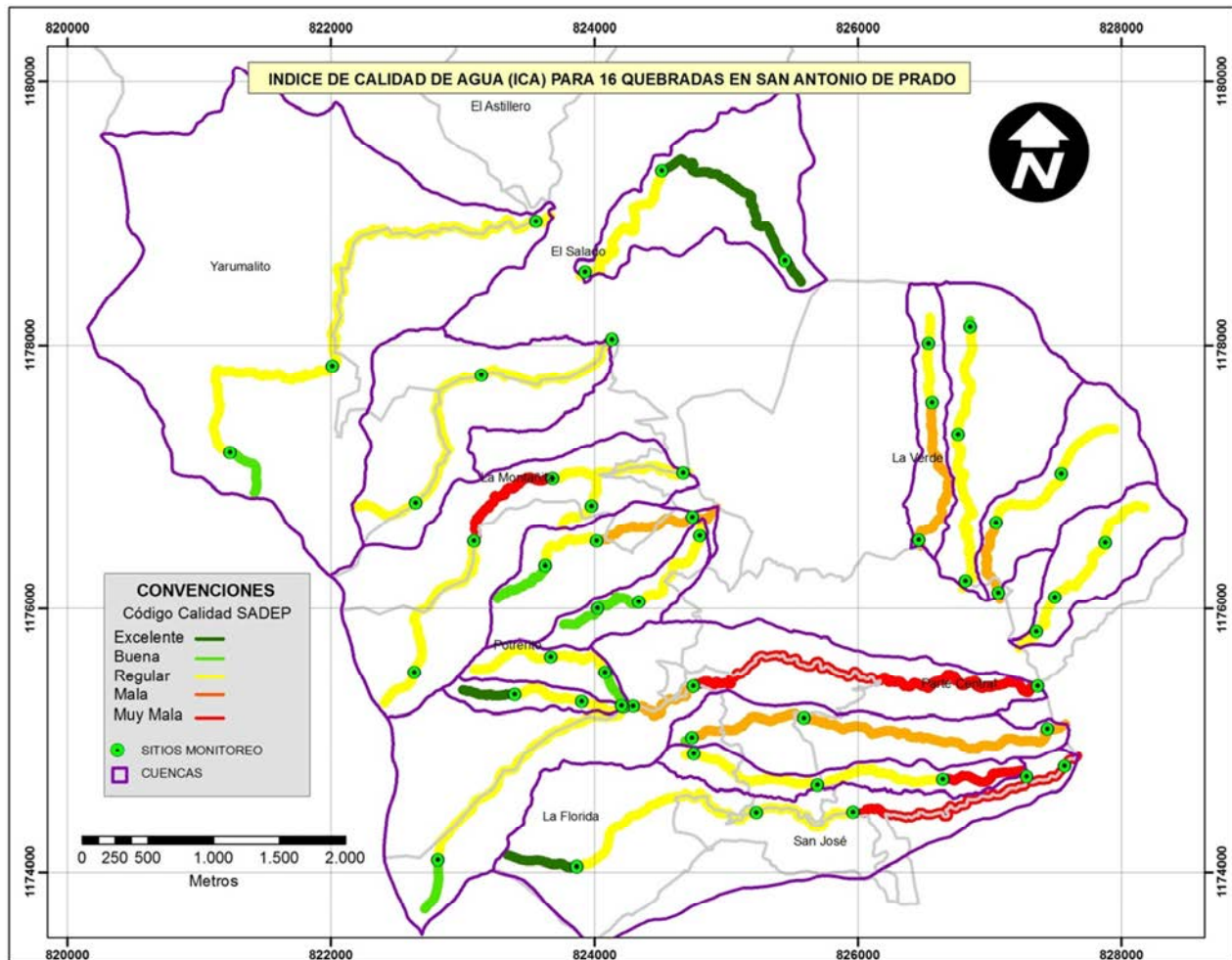
En esta perspectiva ha ocurrido un relativo abandono de las cuencas en cuanto prestadoras de otros servicios ante o cual estudio de monitoreo de 2012 plantea que *“Esta situación ha llevado a una indolencia, con respecto a la protección de las cuencas en la perspectiva de prestar otros servicios ambientales como la recreación, el turismo, la protección de hábitats*



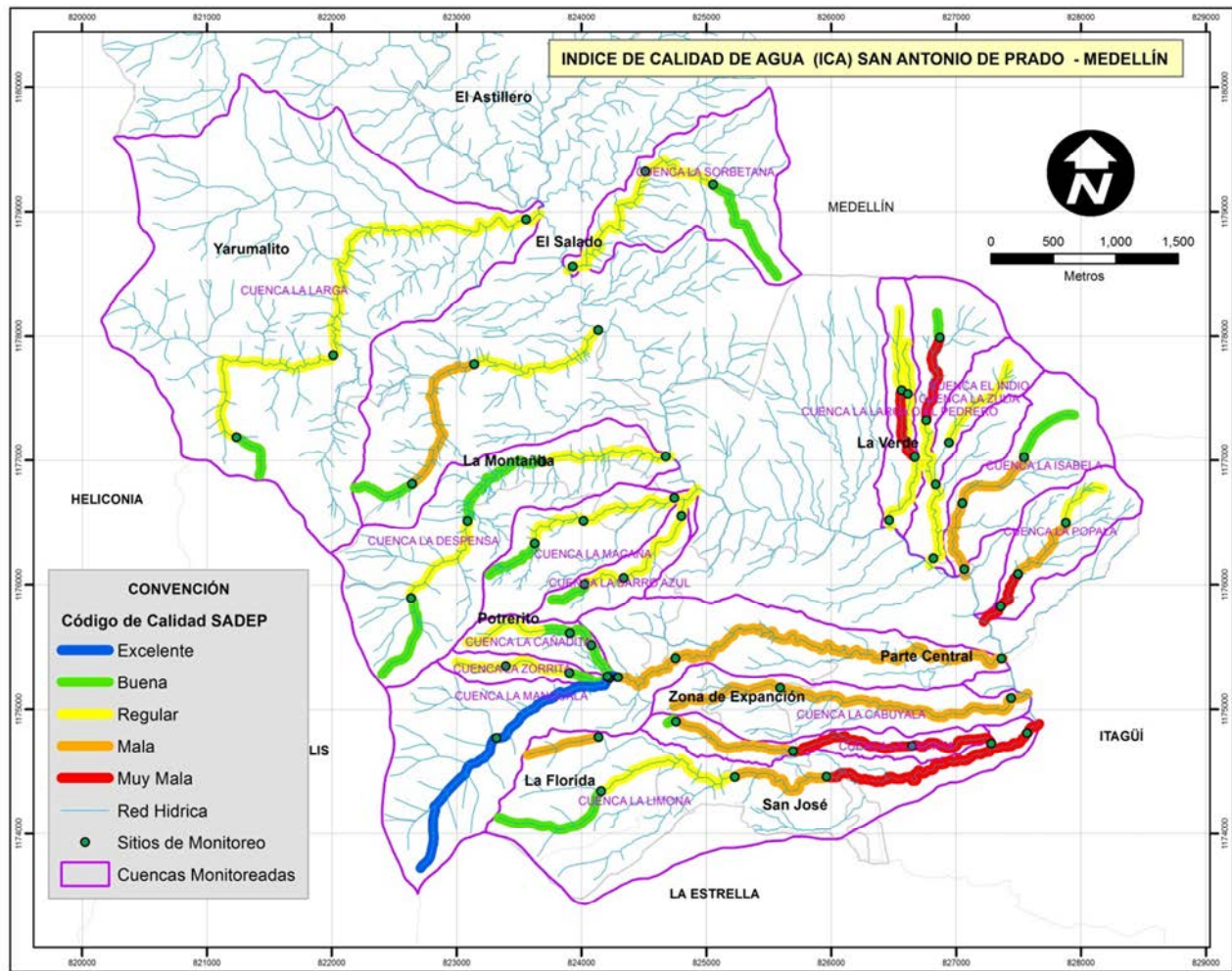
para la vida, el cuidado o preservación de la biodiversidad, la educación ambiental y sensibilización territorial, la regulación climática y micro climática, la estética, etc.; por eso no debería considerarse como aceptable que las partes altas y medias de las quebradas estén contaminadas, y que sus retiros no estén prestando su función en la consolidación del territorio y del espacio público. Estos retiros se constituyen en los ejes naturales para el desenvolvimiento de la vida silvestre y cada vez son más la última opción de las zonas urbanas de contactar con esta vida silvestre; pero además vienen constituyéndose en los últimos espacios donde las pocas especies sobrevivientes tanto acuáticas como asociadas a bosques y rastrojos pueden tener sus nichos aunque sea de manera restringida o en su defecto están destinados a la extinción, por lo menos local.”

En procura de lograr la sostenibilidad ambiental territorial no es suficiente con apoyar los estudios que diagnostiquen y planeen acciones, sino que es necesario también 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, 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 2007-2019.

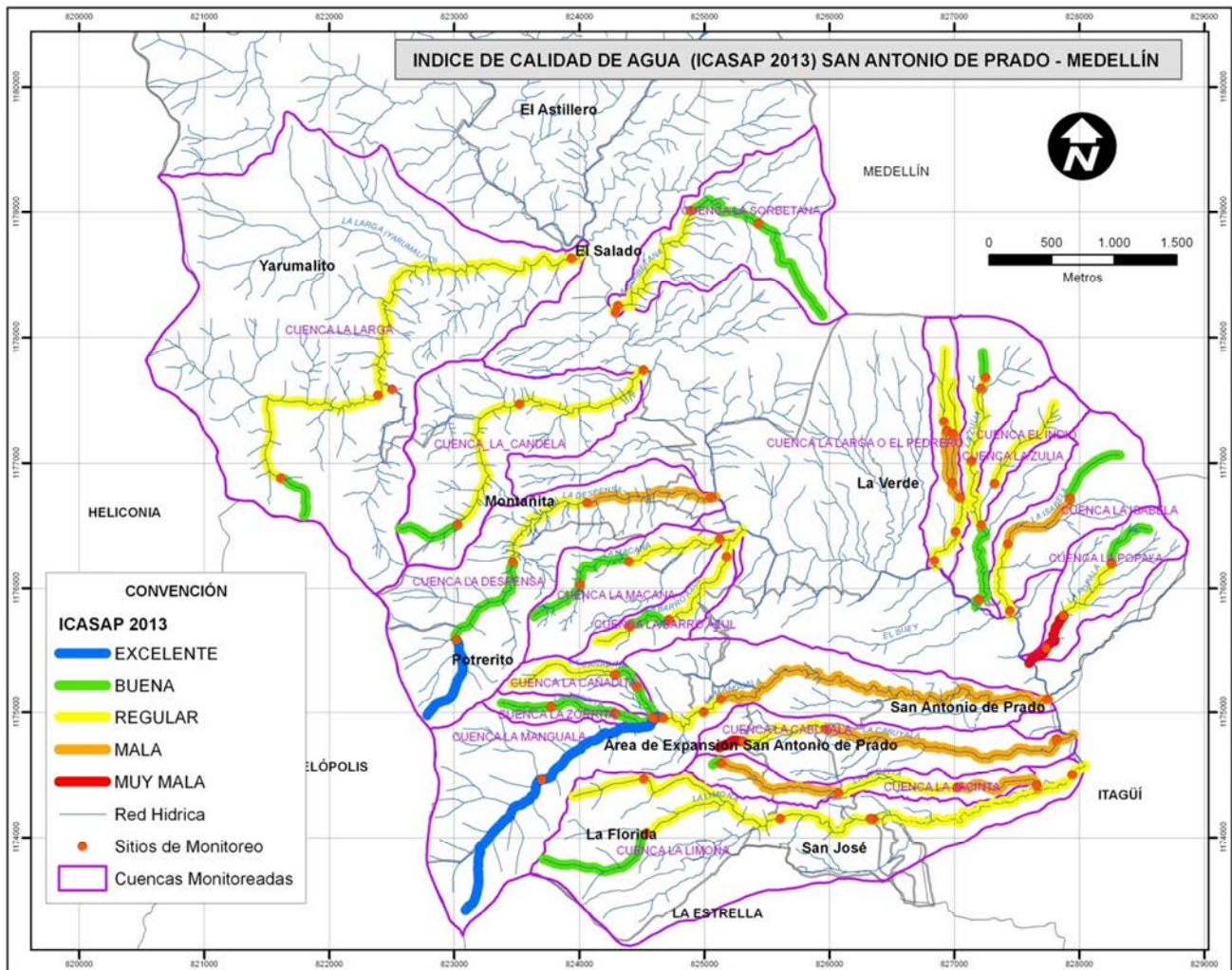
En los mapas históricos 5, 6 y 7 (correspondientes a 2009, 2012 y 2013 respectivamente) se muestran los trayectos de las quebradas incluidas en este estudio, y se observa como los colores de alerta (amarillo, anaranjado y rojo) presentan una leve disminución con relación a años anteriores, pero esta situación está aún muy debajo de lo que puede lograrse en el corto y mediano plazo con un mayor compromiso ciudadano e institucional frente a las quebradas y sus ecosistemas relacionados y especialmente con lo que debe lograrse para cumplir los objetivos de calidad del río Aburrá, de acuerdo con lo establecido en el PORH (véase el estudio de RedRío, 2011).



Mapa 5 Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) en 2009. (Tomado de SMA, 2012)



Mapa 6 Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2012. (Tomado de SMA, 2012)



Mapa 7 Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2013.

En el gráfico 42 pueden observarse algunos de los sitios muestreados durante 2013

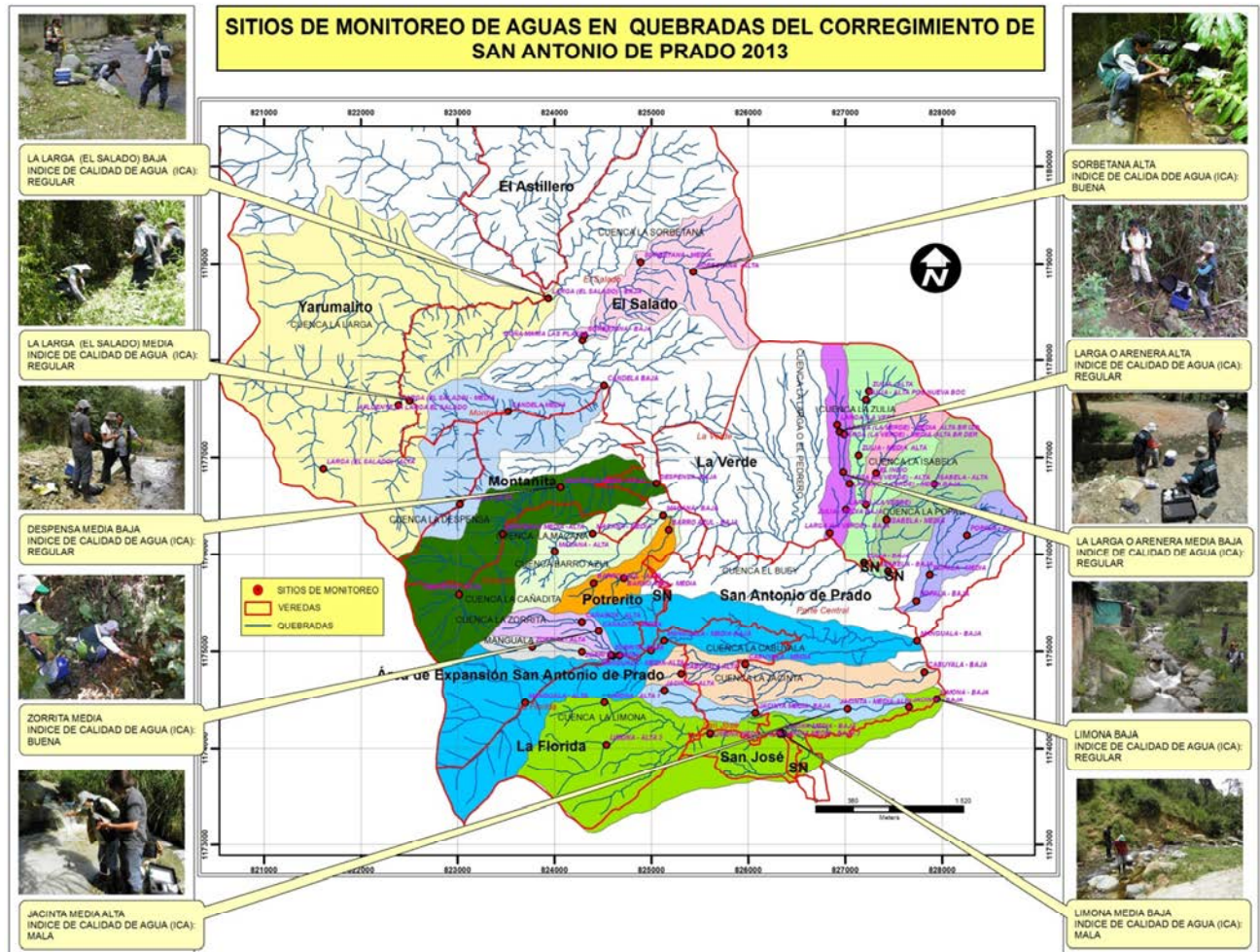


Gráfico 42 Algunos sitios muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2013

9. PROPUESTAS PARA LA ACCIÓN DESDE EL PAAL DE SAN ANTONIO DE PRADO

Para 2013 se recomiendan básicamente los mismos proyectos del año anterior, dado que deben ser vistos bajo la óptica de la continuidad, máxime cuando su implementación en 2012 ha sido pobre, pero además a lo largo de este informe se ha hecho alusión a varios



proyectos contemplados en el PAAL 2007-2019 de San Antonio de Prado, que se dirigen hacia la protección y el manejo sostenible de los bienes y Servicios ambientales del corregimiento, principalmente del agua. Estos programas y proyectos se complementan y actúan sinérgicamente en busca de este objetivo, 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”

El hecho de que la mayoría de estos programas y proyectos se hayan venido implementando en la localidad principalmente por la vía de PP y aportes comunitarios, ha limitado los alcances y las coberturas dado que los recursos económicos disponibles de estas fuentes son muy escasos y casi nunca se ha contado con recursos ordinarios que apoyen estas iniciativas ciudadanas. En este sentido es necesario reiterar que la mayor parte de los logros obtenidos en el mejoramiento de localidad del agua en las quebradas estudiadas se debe a la implementación del programa de monitoreo que mantiene bajo presión a las personas y empresas cuyas unidades productivas antes eran focos de contaminación y puntos críticos, pues es poco lo implementado en cuanto a alcantarillados, reconversión agrotecnológica y otros proyectos que impulsarían enormemente este mejoramiento ambiental.

Todos los proyectos citados arriba y otros más contemplados en el PAAL requieren una base informativa permanente sobre el estado pasado y presente y sobre las tendencias, con el fin de diseñar mejor los proyectos y emprenderlos más racionalmente. Esta información básica la proveen en el caso del agua 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”, proyectos que se encuentran insertos en la estrategia que para el fin se está creando en el corregimiento: el Observatorio Ambiental Local -OAL.

Se recomienda en este sentido y para ampliar la información que se consulte la Agenda Ambiental de San Antonio de Prado y su Plan de Acción Ambiental Local, PAAL 2007-2019.

Nuevamente se reitera, como lo hacen los monitoreos anteriores, que la garantía de continuidad en los proyectos iniciados como gestión del PAAL junto con el apoyo a la implementación integral y completa del mismo 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.

10. EVALUACIÓN DE CALIDAD DE TRAMOS DE RETIROS Y CAUCES EN EL PRESENTE ESTUDIO

La metodología de Índice de Intervención de Retiros (IIRSAP) establecida desde el monitoreo anterior, contempla 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, y 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 9 y en los gráficos 44 y 45, así como en la tabla 9 puede observarse el estado de los trayectos evaluados en 2013, así como la de los sitios de muestreo de aguas.

Para esta evaluación se siguieron las recomendaciones del estudio de 2012 con relación a que se probaran nuevas fórmulas de cálculos del IIRSAP, pero siguiendo los lineamientos trazados en el estudio de monitoreo anterior, que consiste en una evaluación del estado ambiental de los retiros, en las cercanías de los puntos de muestreo de aguas (mínimo 50 metros arriba y debajo de cada sitio). La metodología busca caracterizar los tramos por su condición ambiental. Al respecto la Agenda Ambiental Corregimental, 2007, señala que:



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 Residuales, Contaminación (Agro)Industrial, Canalizaciones, Minería de lecho, de retiros y escombreras

Siguiendo la metodología establecida para la evaluación de los trayectos de retiro se consideran 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).



El monitoreo de 2012 realizó algunos ajustes y recomendó que en 2013 se hiciese lo mismo con el fin de mejorar las calificaciones de los retiros y así fue realizado.

En 2012 se incluyó la categoría 0: “Inexistente”, que indica que el retiro fue eliminado debido a que el cauce fue confinado en una estructura hidráulica (tubería, canal subterráneo, etc.) y sobre ella se construyó infraestructura (vía pública, viviendas, o cualquier otra construcción civil que hizo desaparecer los retiros en términos prácticos.

El resultado final de las diferentes pruebas realizadas durante 2013 se muestran en la tabla 21.

Tabla 18. Valores de calificación para los niveles de calidad IIRSAP

NIVEL	CALIDAD RETIROS - IIRSAP	2012	2013
5	MUY BUENO	0	1
4	BUENO	0,1 - 3	0,1 - 4
3	REGULAR	3,1 - 10	4,1 - 10
2	MALO	10,1 - 24	10,1 - 24
1	MUY MALO	24,1 - 42	24,1 - 69
0	INEXISTENTE	Totalmente cubierto	

En los gráficos 3, 4, 5, 43, 44 y 45 puede observarse lo relacionado con la ubicación, la frecuencia en que se presentan y los diferentes tipos de afectaciones en los retiros de las quebradas en San Antonio de Prado, en 2013.

Siguiendo las pautas del estudio de 2012 se aplicó una ecuación simple sumatoria basada en los valores asignados para cada tipo de intervención de retiro presente en el trayecto, lo cual permite obtener valores para la calificación de acuerdo con la tabla 19. La ecuación general es:

$$IIRSAP = \sum VC_1 + VC_2 \dots VC_n$$

Donde VC es el valor de calidad de cada intervención de acuerdo con la tabla 19.



Los valores de calidad para cada afectación de las categorías 1 y 2 pueden hallarse en la tabla 15 (ajustada en 2013) y en el caso de la afectación con categoría 3 o cauce “inexistente” este valor (25) corresponde al mínimo que garantiza su inclusión como “Muy Malo” y constituye la máxima afectación posible.

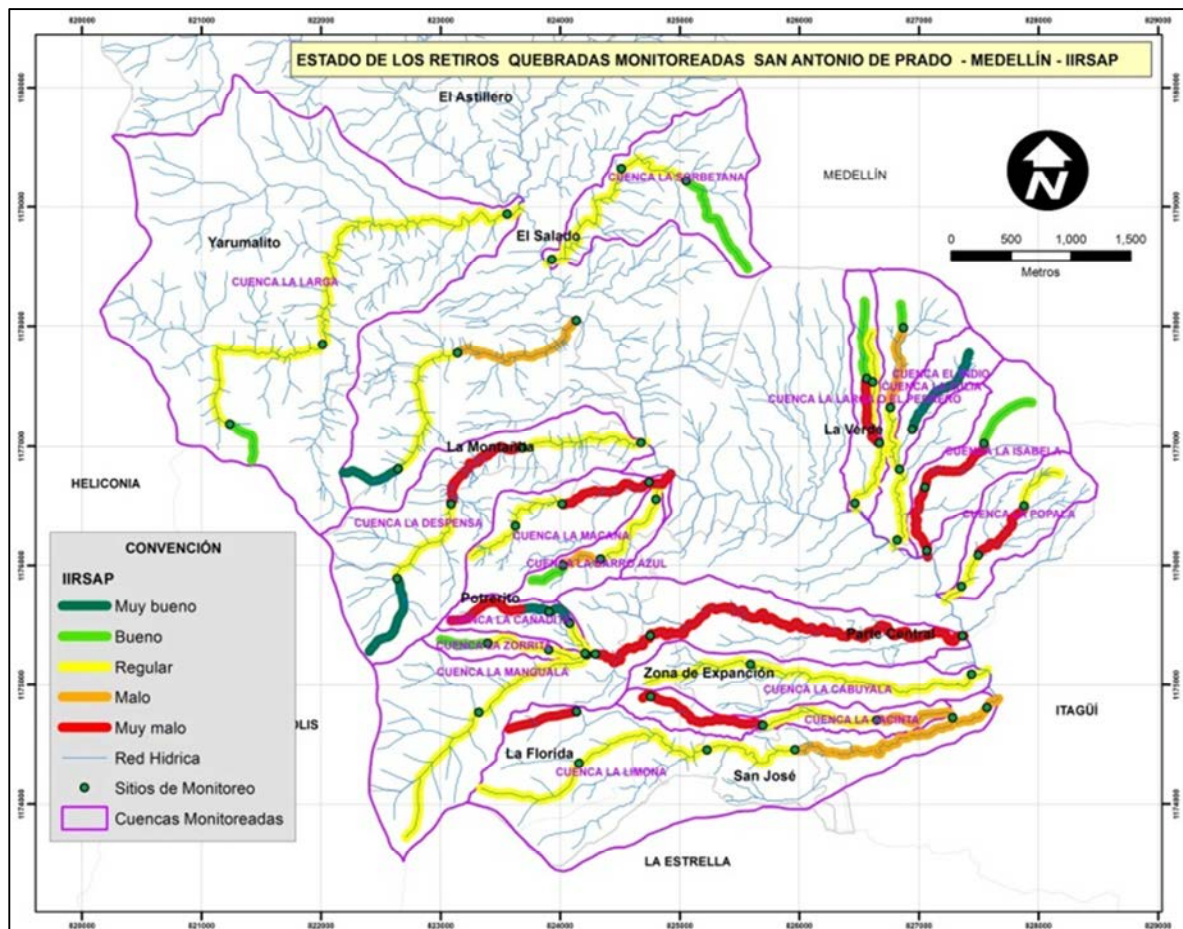
Tabla 19 Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP

VALOR DE CALIDAD	CATEGORÍA	TIPO DE AFECTACIÓN
5	2	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS
1	1	BASURAS Y/O ESCOMBROS
5	2	CANALIZACIÓN
3	2	CONSTRUCCIONES CIVILES
5	2	CONTAMINACIÓN (AGRO)INDUSTRIAL
2	1	CULTIVO EN RETIROS
3	2	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)
4	2	DESCARGA AGUAS RESID. (>10 viv.)
2	1	DESLIZAMIENTOS
2	2	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS
3	1	POCA COBERTURA ARBÓREA O SIN ELLA
3	1	POTRERO EN RETIROS
1	1	SOCAVAMIENTOS
25	3	TAPONAMIENTO DE CAUCE
5	2	VIVIENDAS EN RETIROS

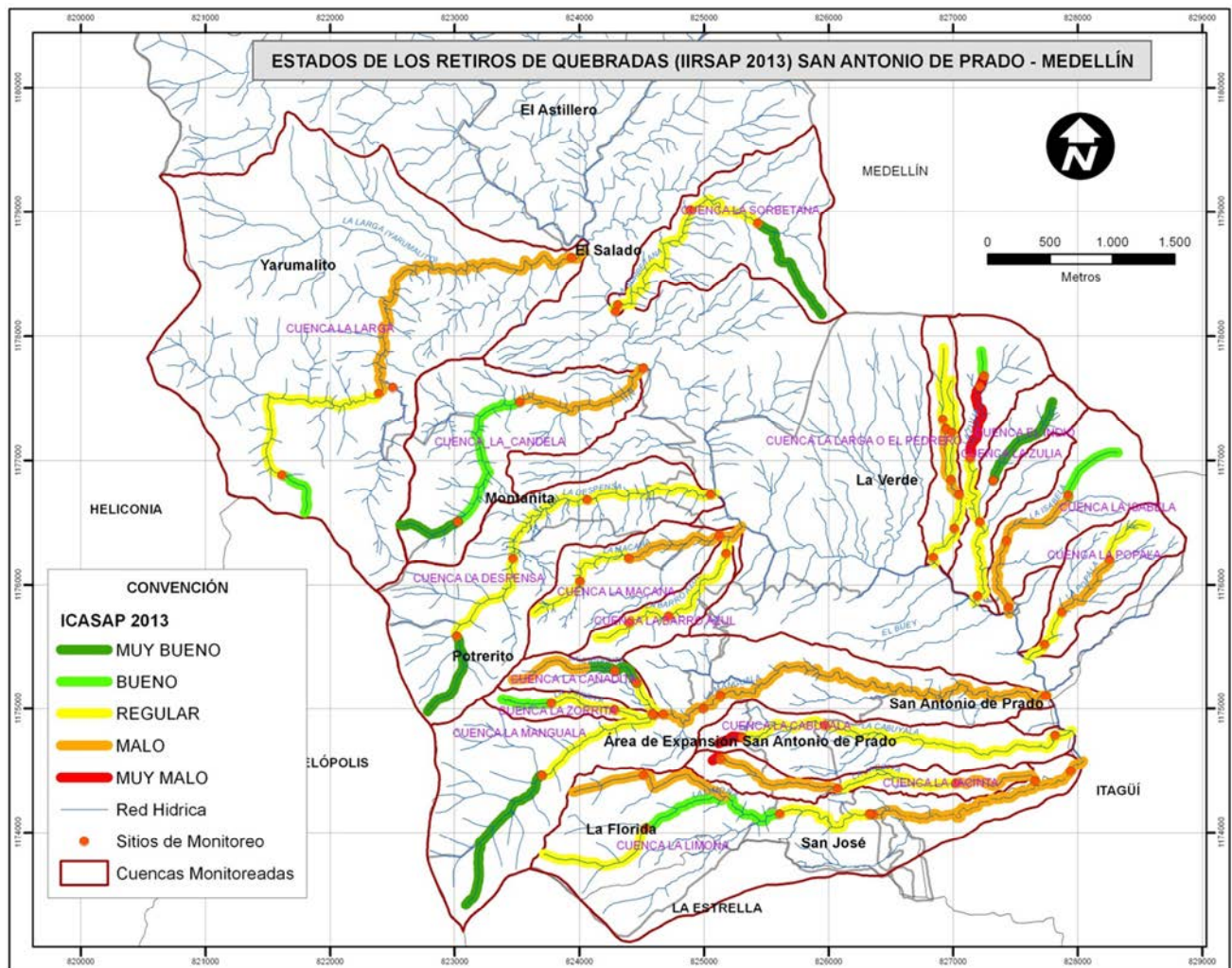
El máximo valor posible para un cauce con retiros sería 69 y constituye la mayor afectación posible y teóricamente se obtiene cuando además de estar taponado encauce, encima de él y en sus lados se presentan afectaciones adicionales. También está probándose la posibilidad de eliminar el valor de calidad 25 correspondiente al taponamiento, pues retiros con cauces inexistentes (taponados) pierden en gran medida la función ambiental e incluso son escasos y tienden a desaparecer invadidos por infraestructura, no obstante en varios parques lineales de la ciudad existen y por eso se decidió dejarlos.



Con base en los tipos de afectaciones de las zonas de retiro y cauces definidos por la metodología 2012, y ajustada en 2013, se procedió a la calificación del trayecto que puede observarse en el mapa 9, igualmente puede hacerse una comparación con el estado anterior en el mapa 8.



Mapa 8 Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2012, metodología IIRSAP 2012 (Tomado de SMA, 2012)



Mapa 9 Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2013, metodología IIRSAP 2013

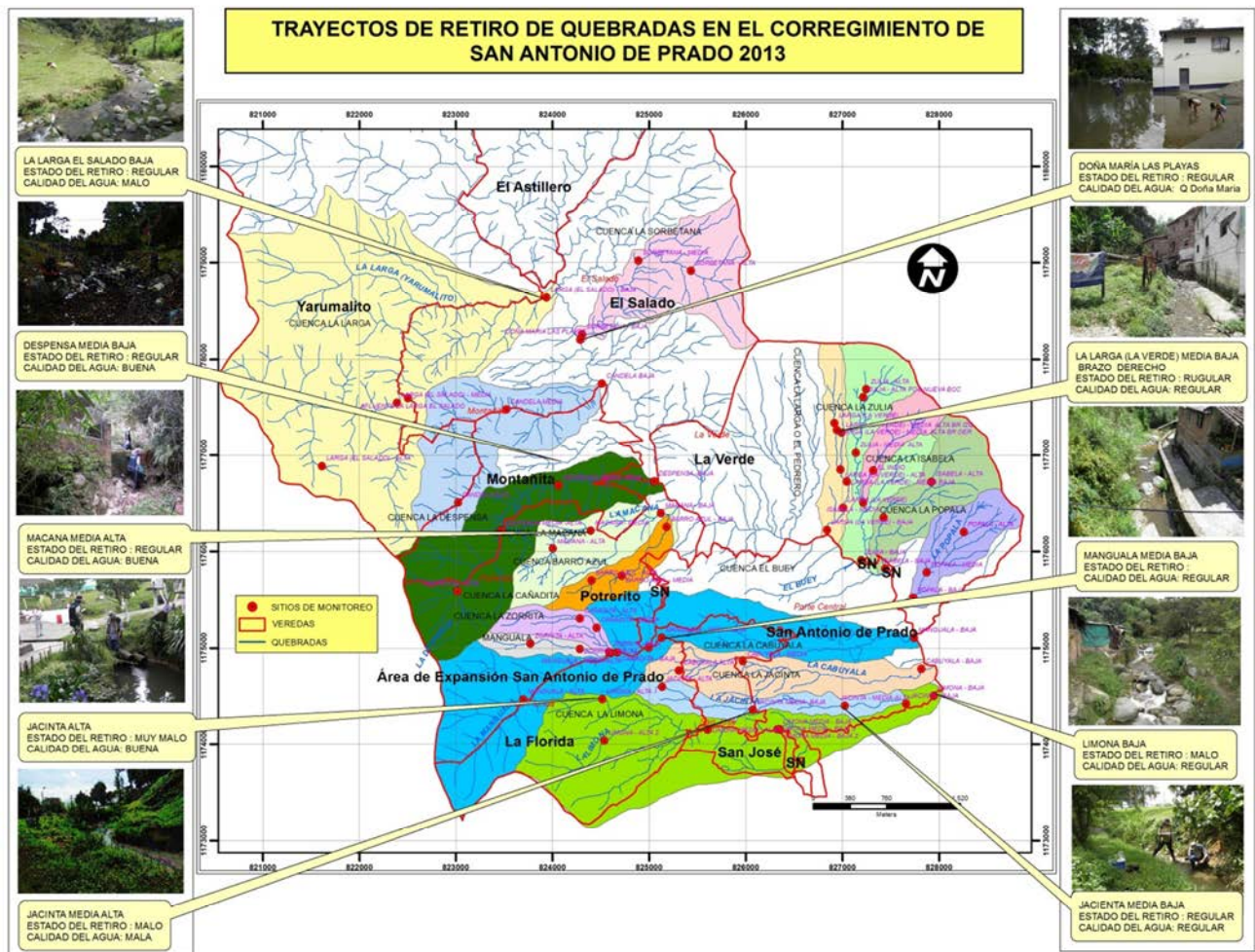


Gráfico 43 Algunos trayectos de retiros de quebradas evaluados en SAP durante 2013

Los resultados de la evaluación para cada trayecto, con la metodología IIRSAP aparecen en la tabla de Excel “Tabla de Calidad de Retiros (2013)” (anexo 5) y se resume en la tabla 21.

A diferencia de los cambios en la calidad del agua, en los retiros se presenta una mayor inercia y es lógico debido a que tiene implicaciones no de cambio de tecnología y control de emisiones, sino de uso del suelo. No obstante algunas afectaciones (las de tipo 1) no son difíciles de corregir y con un presupuesto moderado, voluntad política, control eficiente y



participación social gran parte de estas afectaciones pueden eliminarse en el corto y mediano plazo (entre 2 y 5 años).

El programa de saneamiento básico del corregimiento, ya iniciado en algunos sectores dará la solución a las afectaciones relacionadas con el vertimiento de aguas residuales que es considerada como una de las más importantes, pero debido a su aletargamiento por parte de EPM y del municipio, los avances sobre esta afectación fueron casi nulos en 2013.

La invasión de retiros con viviendas es de muy difícil solución y de hecho este tipo de afectaciones ha aumentado en 2013, por falta de control y está ocurriendo no sólo con viviendas aisladas sino con proyectos urbanísticos. Lo grave es que casi siempre llevan aparejados problemas de vertimientos de aguas residuales, además de la destrucción de las coberturas vegetales.

En parte la solución parcial de esta problemática de invasión de retiros con viviendas está contemplada en el PAAL SADEP que propone 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. No obstante y a pesar de las nuevas aprobaciones de planes parciales, estas recomendaciones y proyectos no son tenidos en cuenta, lo cual muestra la importancia de la voluntad política en la solución de la problemática de retiros de quebradas.

La solución a las afectaciones de tipo 1 tienen que ver mucho con que el municipio y las CAR destinen recursos propios ordinarios para fortalecer o implementar los proyectos del PAAL referentes a la solución integral de la problemática del agua y los espacios públicos del corregimiento, pues las organizaciones sociales locales han demostrado regularidad en y compromiso en esta intención, pero debido a que sus recursos económicos son muy pocos los logros también lo son.

En la tabla 20 puede observarse en detalle las diferentes afectaciones que presenta cada uno de los 64 trayectos monitoreados en 2013 (55 tradicionales y 9 adicionales).



10.1 Registro fotográfico de algunas afectaciones de retiros y cauces en las quebradas evaluadas

Un registro fotográfico completo puede ser consultado en la carpeta “Fotos Monitoreo 2013”, pero además en esta misma carpeta pueden verse varios videos relacionados con el proceso de monitoreo llevado a cabo en 2013.





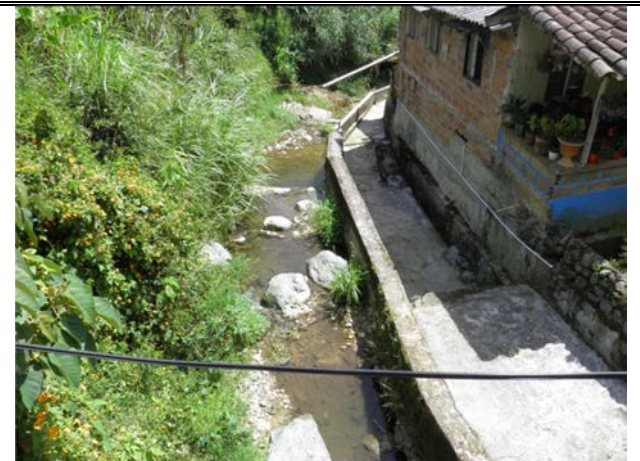
5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20

Fotos 48 a 68 Algunas afectaciones en retiros de quebradas 2013 (1. Tala de rastrojos en Limona alta 1, 2. Ganadería y construcciones en Limona baja, 3. Basuras y canalización en Jacinta baja, 4. Falta de cobertura arbórea en Jacinta media baja, 5. Taponamiento de cauce en Jacinta alta, 6. Falta de cobertura en Cabuyala baja, 7. Basuras e invasión de viviendas en Manguala baja, 8. Invasión de viviendas en Manguala media alta, 9. Construcción civil que obstruye cauce en Manguala media alta, 10. Obstrucción de cauce en Barro Azul media, 11. Cultivos e infraestructura en Barro Azul Baja, 12. Falta de cobertura y ganadería en Macana baja, 13. Interferencia de cauce y pérdida de caudal ecológico en Despensa media alta, 14. Agroindustria en Candela baja, 15. Movimientos en masa en Larga del Salado media, 16. Escombros en Larga del Salado media alta, 17. Ganadería y falta de cobertura en Larga de Yarumalito baja, 18. Ganadería en Sorbetana media, 19. Obstrucción de corriente y minería de lecho en Doña María media, 20. Viviendas y descargas directas en Larga de la verde media baja (Las Camelias)

10.2 AFECTACIONES DETALLADAS EN TRAMOS DE RETIROS DE QUEBRADAS

TABLA 20 Afectaciones en tramos de retiros en 19 microcuencas de SAP, 2013

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
AFLUENTE LARGA EL SALADO	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros invadidos por ganadería. Sufre descargas ocasionales de marraneras y sangre del matadero, lo cual está incidiendo en la presencia de bioindicadores. Hay presencia de Caracoles, Chironomdae.
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS					Retiros similar al año anterior, aunque este año aumentó un poco la invasión de potreros
BARRO AZUL - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS				Retiros similares al año anterior. Hay presencia de flotadores. Se hace más evidente el impacto causado por sedimentos provenientes de socavamiento y movimientos en masa aguas arriba.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
BARRO AZUL -BAJA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros similares al año anterior. Hay presencia de peces, constructores de casas (Hydropsychidae), Helicopsychiidae, Glossosomatidae. No obstante tiene leve olor y color un poco turbio.
CABUYALA – ALTA ALCANTAR	MUY MALO	TAPONAMIENTO DE CAUCE	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS				Totalmente cubierto aguas arriba y con rastros entre 2 y 4 mts aguas abajo. El sitio la corriente es conducida como alcantarilla (hacia arriba) y recibe las aguas residuales del sector.
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)						Platelmintos y Nematelmintos, pos. Glossiphoniidae, pos. Chironomidae. Los retiros permanecen igual que el año anterior
CABUYALA - BAJA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CULTIVO EN RETIROS				Abundantes Caracoles (Lymnaidae), Platelmintos y Nematelmintos (algunos individuos de color rojizo), pos. Glossiphoniidae, poco Tubifex, y Chironómidos. Los retiros permanecen igual que el año anterior con invasión de cultivos y zona recreativa de la I.E.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
CANDELA - ALTA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados. Hay presencia de flotadores (Veliidae y Mesovelidade), algas rojas, Glossosomatidae.
CANDELA - MEDIA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS						Retiros igual que el año anterior, con rastrojos y alguna invasión de pastos. Hay presencia de flotadores (Velidade), constructores de casas (Hydropsychidae), algas pardas, Glossosomatidae.
CANDELA - BAJA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUC. CIVILES	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)			Retiros igual que el año anterior, con invasión de viviendas y pequeños rastrojos de menos de 3 mts de ancho. Hay presencia de flotadores (Velidade), constructores de casas (Hydropsychidae), algas pardas, pos. Leptophlebiidae.
CAÑADITA - ALTA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CULTIVO EN RETIROS				Retiros igual que el año anterior, con invasión de viviendas y cultivos a ambos lados (especialmente en el derecho). Hay presencia de Platelmintos, Helicopsychiidae, Odonatas, y pos. Dípteros.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
CAÑADITA - MEDIA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques y agroforestales a ambos lados. Hay presencia de Odonatas, pos. Scirtidae, pos. Calopterygidae, y una escama negra de 1 mm no identificada.
CAÑADITA - BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros igual que el año anterior, con potreros a ambos lados. Hay presencia de Peces, Plelmintos, pocos Caracoles, algas pardas y constructores de casas (Hydropsychidae)
DESPENSA - ALTA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados. Hay presencia de flotadores (Velidade), constructores de casas (Hydropsychidae), una especie de flotador negro (6mm x 1 mm) que se mueve por la superficie del agua batiendo las alas, patas anteriores anchas. Odonatas.
DESPENSA - MEDIA ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONSTRUC. CIVILES						Retiros igual que el año anterior, rastrojos e invasión de pastos a ambos lados y un sector al margen izquierdo en plantación. Hay presencia de flotadores (Velidade), constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae, Peces, algas pardas.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
DESPENSA - MEDIA BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que el año anterior, invasión de pastos a ambos lados y un poco de rastrojos hacia arriba. Aún hay incidencia de movimientos en masa. Hay presencia de Chironomidae, Glossosomatidae, y unos constructores de casas tubulares con exudados y arcillas, flotadores (Velidade), constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae, Peces, algas pardas.
DESPENSA - BAJA	REGULAR	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros igual que el año anterior, invasión de viviendas en la margen derecha y rastrojos altos a ambos lados. Aún hay incidencia de minería a baja escala en la desembocadura. Hay presencia de Chironomidae, Helicopsychiidae, y unos constructores de casas tubulares con exudados, Peces, constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae y pocos Caracoles.
EL INDIO MEDIA	MUY BUENO								Retiros bajo coberturas de bosques. Presencia de flotadores (Vellidae y Mesoveliidae), Glossosomatidae, constructores de casas (Hydropsychidae), ranas, peces
ISABELA - ALTA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Retiros similares al año anterior, con Rastrojos. Hay presencia de Flotadores (Vellidae y Mesoveliidae).

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
ISABELA - MEDIA	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)				Retiros similares al año anterior, con Rastrojos e invasiones de viviendas. Hay presencia de Flotadores (Mesoveliidae), constructores de casas (Hydropsychidae), Chironomidae, Peces, pocas espumas.
ISABELA - BAJA	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CANALIZACIÓN	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS			Retiros similares al año anterior, con invasiones de viviendas y canalización. Presencia de algas pardas y grises. No hubo bioindicadores de moderada calidad, pero tampoco Tubifex
JACINTA - ALTA	MUY MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	TAPONAMIENTO DE CAUCE	No se detectaron macroinvertebrados. Los retiros están muy invadidos por infraestructura en especial hacia arriba del sitio, en donde además está con ganadería. Recibe descargas de aguas residuales de por lo menos dos viviendas.
JACINTA - MEDIA ALTA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	CONSTRUC. CIVILES	SOCAVAMIENTOS		Presencia de Caracoles (Lymnidae), así como algunos Glossosomatidae, pos. Megapodagrionidae, pos. Chironomidae. El tramo carece de cobertura arbórea y muestra niveles moderados de basuras y escombros, en especial en el cruce con la vía. Hacia arriba de sitio los movimientos en masa se están reactivando

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
JACINTA - MEDIA BAJA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Presenta Tubifex, Caracoles (Lymnidae), Chironomidae, pos Cyclobdellidae, y Dolichopodidae. Además unos constructores en casas en tubos (pos Díptero). En general el parque muestra mejor estado que el año anterior, con pocas basuras. Parece que el regular estado del parque y los retiros dela quebrada se relaciona tanto con el abandono estatal en cuanto al mantenimiento como al mal estado de las aguas de la quebrada que desestimula su uso público.
JACINTA - BAJA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CANALIZACIÓN	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	VIVIENDAS EN RETIROS			Retiros muy invadidos por viviendas, además la corriente está canalizada y 50 metros arriba completamente cubierta. Muy alta presencia de basuras. No presenta bioindicadores, excepto algas pardas y grises. Altas espumas que denotan detergentes
LARGA (EL SALADO) - ALTA	BUENO	BASURAS Y/O ESCOMBROS							Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados. Hay presencia de un flotador no identificado, constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae, Platelmintos, flotadores (Mesovellidae).
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Retiros igual que el año anterior. Hay presencia de constructores de casas (Hydropsychidae), flotadores (Velidae y Mesovellidae), pocas algas pardas.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
LARGA (EL SALADO) - BAJA	MALO	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS					Retiros similar al año anterior, excepto porque un sector de la margen superior derecha está siendo dedicada a recepcionar escombros. Hay presencia de pocos constructores de casas (Hydropsychidae), flotadores (Mesovellidae), poco Tubifex, Chironomidae, Helicopsichidae, pocas algas pardas y verdes. Hay un evidente daño ocasional por descargas de aguas que están perjudicando la presencia de bioindicadores de mejor calidad
LARGA (LA VERDE) - ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR DER	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros igual que el año anterior, bajo influencia de potreros y algunos rastrojos medios. Hay presencia de flotadores (Velidae y Mesovellidae), Peces (Briolas), pos Caenidae.
LARGA (LA VERDE) - MEDIA ALTA BR IZQ	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POTRERO EN RETIROS					Retiros igual que el año anterior, bajo influencia de potreros y algunos rastrojos bajos y de Caña Brava. Este año la bocatoma establecida no deja caudal ecológico. Hay presencia de pocos constructores de casas (Hydropsychidae), flotadores (Velidae, Gerridae y Mesovellidae), Peces, Odonatas, Platelminos, un crustáceo (Cochinilla de Humedad, Miriápodo), platelmintos, y un insecto flotador desconocido.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
LARGA (LA VERDE) - MEDIA BAJA	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (>10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS			Retiros igual que el año anterior, invadidos por viviendas (Las Camelias) hacia arriba y con rastrojos y cultivos hacia abajo. Hay presencia de Tubifex y algas verdes.
LARGA (LA VERDE) 68	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	CULTIVO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS				Sitio nuevo. 30 metros arriba del sitio de La Larga media baja en La Verde, antes de la influencia de Las Camelias. Presenta rastrojos bajos
LARGA (LA VERDE) 69	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Sitio nuevo. 100 metros abajo del sitio de La Larga media baja en La Verde, después de la influencia de Las Camelias. Presenta rastrojos bajos y potreros
LARGA (LA VERDE) - BAJA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros igual que el año anterior, con rastrojos. Presenta pocas espumas, hay presencia de constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae, platelmintos, Glossosomatidae, y una escama desconocida (3 mm, ovalada, cuerpo gris claro y deja ver antenas retractiles como las babosas), algas verdes. Este sitio muestra una mejoría en la calidad del agua (organoléptica) con relación a la parte media muy notable.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
LIMONA - MEDIA ALTA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	SOCAVAMIENTOS						Presencia de abundantes algas pardas y verdes. Este año se presenta una pobreza muy grande de bioindicadores, sólo se detectó una especie de Caracol (Lymnidae). El sector presenta en sus retiros procesos de cicatrización de movimientos en masa. Hacia el lado derecho del cauce existe buena cobertura y hacia la izquierda inicia proceso de restauración, pero arriba del sitio de muestreo hay un movimiento en masa activo que afecta la corriente y quizá esto explica la ausencia de macroinvertebrados.
LIMONA - MEDIA BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA				Presencia de algas pardas. No se detectaron macroinvertebrados quizá porque hay un fuerte impacto por los sedimentos de la parte alta y porque se han incrementado las descargas eventuales aguas arriba. En la margen izquierda hay intervención por cultivos y en la derecha por potreros aunque enmalezados.
LIMONA - MEDIA BAJA2	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Presencia de algas pardas y pocas verdes. Retiros en pastos enmalezados
LIMONA - MEDIA BAJA3	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS					Presencia de algas pardas y pocas verdes. Retiros en pastos enmalezados

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
LIMONA 1 - ALTA	MALO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL			Hacia arriba del sitio de muestreo presenta retiros en rastrojos, entre 2 y 5 metros de ancho, aislados y hacia abajo presenta vegetación en mal estado con retiros entre 0 y 5 metros a cada lado, siendo el más afectado el margen izquierdo que fue recientemente talado. En el sitio se presentan flotadores (Pos. Calopterygidae, Vellidae y Gerridae), algunos Glossosomatidae y Chironomidae
LIMONA 2 - ALTA	REGULAR	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL							Presencia de flotadores (Vellidae), Glossosomatidae, algas pardas, un Coleóptero no identificado, un gusano plano (pos. Planaridae). Estado de retiros en buen estado de cobertura hacia arriba del sitio de muestreo, sin basuras ni posibilidades de ingreso de animales o personas
LIMONA - BAJA	MALO	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	Presencia de algas pardas y verdes, Tubifex (pocos), larvas de Zancudos y Caracoles (Lymnidae). Retiros en margen derecha completamente invadidos por viviendas, e industria y en su margen derecha superior con potreros e infraestructura.
MACANA - ALTA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	SOCAVAMIENTOS					Retiros igual que el año anterior, con bosques a ambos lados del sitio de muestreo hacia arriba y hacia arriba con pequeños parches de rastrojos de 3 mts y un poco de invasión de potreros. Hay presencia de flotadores (Mesoveliidae y Velidade), Odonatas.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
MACANA - MEDIA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que el año anterior, con potreros y rastrojos a ambos lados del sitio de muestreo. Hay presencia de flotadores (Mesoveliidae), y pocas algas.
MACANA - BAJA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 vv.)	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS			Retiros igual que el año anterior. Hay presencia de algas pardas y pocas verdes, insectos constructores de casas (Hydropsychidae).
MANGUALA - ALTA	MUY BUENO								Retiros igual que el año anterior, con coberturas de bosques en buen estado. Hay presencia de flotadores (Vellidae y Mesoveliidae), Glossosomatidae, constructores de casas (Hydropsychidae), pos Leptophebiidae.
MANGUALA - MEDIA ALTA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA					Retiros igual que el año anterior. Con potreros a ambos lados del sitio de muestreo hacia abajo y en bosques hacia arriba. Hay presencia de flotadores (Vellidae), peces, Helicopsychidae, Hydrobiosidae, Glossosomatidae, constructores de casas (Hydropsychidae) y pos, Leptophebiidae, pocos platelmintos. La situación de basuras ha mejorado un poco.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECTACIÓN 1	AFECTACIÓN 2	AFECTACIÓN 3	AFECTACIÓN 4	AFECTACIÓN 5	AFECTACIÓN 6	AFECTACIÓN 7	OBSERVACIONES
MANGUALA - MEDIA BAJA	MALO	POTRERO EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	Baja presencia de Caracoles (Lymnaidae), así como algunos Chironomidae, también hay presencia de constructores de casas, platelmintos y se detectaron peces pequeños (Briolas). Los retiros permanecen igual que el año anterior, con potreros hacia arriba e invasión de viviendas hacia abajo.
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)	MALO	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CONSTRUC. CIVILES	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS			Sitio nuevo. Con coberturas de rastrojos altos pero con influencia de descargas de viviendas.
MANGUALA - BAJA	MALO	VIVIENDAS EN RETIROS	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	CONTAMIN. (AGRO)INDUST RIAL			Abundantes algas pardas y grises, Tubifex, altas espumas que denotan detergentes. Larvas de Zancudos, caracoles (Lymnidae), Tubifex Hay presencia de basuras e invasión por viviendas y pequeñas industrias, entremezclados con rastrojos.
POPALA - ALTA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros similares al año anterior, con invasión de ganadería y pocos rastrojos bajos. Hay Cangrejos, flotadores (Mesovellidae), Limnichidae, Naucoridae, Gelastocoridae, peces.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
POPALA - MEDIA	MALO	CONTAMIN. (AGRO)INDUSTRIAL	DESIZAMIENTOS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS				Retiros similares al año anterior, con invasión de ganadería y rastrojos, así como con la influencia del movimiento en masa que aún no cicatriza. Hay Caracoles, pocos Hydropsychiidae y los que hay están en proceso de muerte. Este sitio es clave en la contaminación no sólo por su fuerte impacto sino porque es fácil de controlar
POPALA - BAJA	REGULAR	BASURAS Y/O ESCOMBROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS					Retiros similares al año anterior, con invasión de ganadería y rastrojos. Hay más presencia de basuras que el año anterior. Hay flotadores (Mesovellidae), Caracoles, Hydropsychiidae en proceso de muerte, Helicopsychidae en proceso de muerte y un crustáceo (Cochinilla de Humedad, Miriápodo)
SORBETANA -ALTA	MUY BUENO								Retiros iguales al año anterior, bajo cobertura de bosques. Presenta constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae, Helicopsychidae, pocas algas verdes, pos. Perlidae.
SORBETANA - MEDIA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros iguales al año anterior, bajo influencia de ganadería sin aislar y un poco de rastrojos. Presenta flotadores (Mesovellidae y Vellidae), peces, constructores de casas (Hydropsychidae), Calamoceratidae, Helicopsychidae, pos. Calopterygidae.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
SORBETANA -BAJA	REGULAR	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 vvr.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS					Retiros iguales al año anterior, bajo influencia de ganadería sin aislar, arboles dispersos y un poco de rastrojos hacia arriba. Presenta algas verdes, Caracoles, flotadores (Mesovellidae y Vellidae), constructores de casas (Hydropsychidae), Calopterygidae, peces no identificados, escamas negras no identificadas (2mm).
ZORRITA - ALTA	BUENO	DESPLAZAMIENTOS							Retiros igual que el año anterior. Con bosques a ambos lados. Los movimientos en masa aún no han estabilizado y se sufre el impacto de un camino de arriería. Hay presencia de flotadores, pos. Baetidae, pos. Calopterygidae, pos. Saldidae y una especie no identificada de pos. Lepidóptero.
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	CONSTRUC. CIVILES	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CULTIVO EN RETIROS				Retiros igual que el año anterior. Con pastos y zona recreativa al margen derecho y con rastrojos y zona recreativa al margen izquierdo. Este año se presentaron más basuras, generadas por una finca de recreo colindante. Hay presencia de flotadores (Vellidae) y constructores de casas (Hydropsychidae).
ZORRITA - BAJA	REGULAR	POTRERO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA						Retiros igual que el año anterior. Con potreros a ambos lados del sitio de muestreo hacia abajo y hacia arriba con pequeño parche de rastrojos de 3 mts. Hay presencia de flotadores (Vellidae), peces, constructores de casas (Hydropsychidae), Glossosomatidae.

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
ZULIA - ALTA POS NUEVA BOC	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Este sitio corresponde al punto de monitoreo tradicional, hacia el cual se propone trasladar la bocatoma del acueducto comunitario. Presenta rastrojos en ambas márgenes, pero de tamaño pequeño 3-6 metros, por lo cual hay que ampliarlos.
ZULIA - ALTA	BUENO	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA							Retiros con rastrojos y Guadua. Hay presencia de flotadores (Velidae y Mesovellidae)
ZULIA - MEDIA ALTA	MUY MALO	AGRO (INDUSTRIA) EN RETIROS	CONSTRUC. CIVILES	CONTAMIN. (AGRO)INDUST RIAL	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS	VIVIENDAS EN RETIROS	Retiros en rastrojos, cultivos y presenta una seria invasión con una marranera que está causando una gran contaminación con sus vertimientos directos. Sólo hay presencia de Caracoles y Tubifex.
ZULIA - MEDIA BAJA	REGULAR	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	POTRERO EN RETIROS						Retiros similares al año anterior, con Rastrojos y alguna invasión de ganadería, presenta espumas. Hay presencia de algas verdes, Flotadores (Mesovelliidae), Hydropsychiidae y un crustáceo (Cochinilla de Humedad, Miriápodo)

UBICACIÓN	ESTADO DEL RETIRO	AFECCIÓN 1	AFECCIÓN 2	AFECCIÓN 3	AFECCIÓN 4	AFECCIÓN 5	AFECCIÓN 6	AFECCIÓN 7	OBSERVACIONES
ZULIA -BAJA	REGULAR	BASURAS Y/O ESCOMBROS	CULTIVO EN RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)				Retiros similares al año anterior, con Rastrojos y alguna invasión de cultivos, presenta una descargad de vivienda. Hay presencia de algas verdes, Flotadores (Mesoveliidae), Helicopsychiidae, Hydropsychiidae, Peces.
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)	MALO	DESCARGA AGUAS RESID. (<10 viv.)	MINERÍA DE CAUCE O RETIROS	POCA COBERT. ARBÓREA O SIN ELLA	VIVIENDAS EN RETIROS				Retiros invadidos por potreros y estadero, con actividades turísticas. No se detectaron bioindicadores



En la tabla 21 y en los gráficos 44 y 45, se identifica que la calidad de los retiros en 2013, aplicando la metodología IIRSAP presenta categoría de "muy bueno" (5) en 6 sitios (9%) de los 65 trayectos evaluados, correspondiendo a las partes altas de 4 quebradas (La Candela y La Despensa, La Manguala y La Sorbetana) y 2 partes media (La Cañadita y El Indio). Al modificarse la ecuación de cálculo de calidad de retiros por la IIRSAP, pudo medirse con más rigor y calcularse mejor el valor real de los retiros; la categoría de "Muy buena" (4) se presenta en 7 de los 65 sitios (11%), la calidad de "Buena" se presenta en 7 de los trayectos (11%), la calidad "regular" (3) se presenta en 32 de los 65 sitios evaluados en 2013 (49%), frente al 55% de 2012, la calidad "mala" (2), se presenta en 17 de los 65 sitios (26%), sin variación porcentual frente a 2012, y los retiros con calidad "Muy Mala" (1), se presenta en 3 sitios (5%) e incluyen coberturas de cauces. Puede verse entonces que el 80% de los trayectos tiene calidad de retiros deficiente y por lo tanto requieren mejoramiento. Esta información contrasta con el 60% de los sitios que presentan calidad del agua deficiente durante 2013.

La situación de los retiros muestran inercia, al no variar en relación con 2012 y se explica por el hecho de que programas como los de reconversión agrotecnológica y gestión socioambiental de quebradas han sufrido serios problemas en cuanto a su ejecución, debido a que sus enfoques fueron distorsionados en las últimas fases, cuando operadores externos al corregimiento ejecutaron los proyectos erróneamente desde el punto de vista metodológico y conceptual, generando poco o ningún impacto benéfico para el ambiente y por eso perdieron el interés de la comunidad y de las comisiones de PP por mantenerlos y asignarles recursos, mientras su metodología y enfoque no recupere la ruta original con las que fueron creadas en el corregimiento y concebidas en el PAAL.

No debe soslayarse que los anteriores programas deben ser complementados con otros como la adquisición de predios en zonas de nacimientos y retiros para la conservación, la reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo, construcción de soluciones de saneamiento básico y debe darse inicio al programa de fortalecimiento y apoyo técnico y logístico a las organizaciones locales que gestionan por el mejoramiento ambiental, que está contemplado en el PAAL pero no ha iniciado formalmente. Por último no debe interrumpirse el programa de monitoreo de recursos naturales, que es el mejor, si no el único, que permite identificar la realidad ambiental del territorio y los impactos generados por las intervenciones y proyectos, y en el caso específico del monitoreo de calidad del agua en quebradas, es más importante aún darle continuidad porque sobre él recae básicamente todo el peso actual del mejoramiento experimentado en los últimos años, tal como se ha explicado antes.

Tabla 21. Calidad del agua y trayectos en 19 quebradas de San Antonio de Prado 2008, 2009, 2012 y 2013

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)
AFLUENTE LARGA (EL SALADO)				REGULAR				
BARRO AZUL - ALTA	REGULAR	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR
BARRO AZUL - MEDIA	MALO	REGULAR	MALO	REGULAR	REGULAR	BUENA	REGULAR	BUENA
BARRO AZUL - BAJA	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
CABUYALA - ALTA ALCANTAR				MUY MALO				
CABUYALA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR
CABUYALA - BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	MALA
CANDELA - ALTA			MUY BUENO	MUY BUENO		BUENA	BUENA	BUENA
CANDELA - MEDIA		MUY BUENO	REGULAR	BUENO		REGULAR	MALA	REGULAR
CANDELA - BAJA		MALO	MALO	MALO		REGULAR	REGULAR	REGULAR
CAÑADITA - ALTA	REGULAR	REGULAR	MALO	MALO	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR
CAÑADITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	MUY BUENO	MUY BUENO	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA
CAÑADITA - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	BUENA	BUENA
DESPENSA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
DESPENSA - MEDIA -ALTA		REGULAR	REGULAR	REGULAR		REGULAR	REGULAR	BUENA
DESPENSA - MEDIA -BAJA	MALO	REGULAR	MALO	REGULAR	MALA	MUY MALA	BUENA	REGULAR
DESPENSA -BAJA	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	MALA
EL INDIÓ MEDIA				MUY BUENO				REGULAR
ISABELA - ALTA	BUENO	MUY BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
ISABELA - MEDIA	BUENO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA
ISABELA - BAJA	MALO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR
JACINTA - ALTA	MALO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
JACINTA - MEDIA-ALTA		MALO	MALO	MALO		REGULAR	MALA	MALA
JACINTA - MEDIA-BAJA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	MUY MALA	REGULAR
JACINTA - BAJA	MALO	MALO	MUY MALO	MALO	MALA	MUY MALA	MUY MALA	MALA
LARGA (EL SALADO) - ALTA	MUY BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA
LARGA (EL SALADO) - MEDIA	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LARGA (EL SALADO) - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LARGA (LA VERDE) -ALTA	BUENO	BUENO		REGULAR	REGULAR	REGULAR		



QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR DER.			BUENO	REGULAR			REGULAR	REGULAR
LARGA (LA VERDE) – MEDIA ALTA BR IZQ.	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR	REGULAR
LARGA (LA VERDE) – MEDIA BAJA			MALO	MALO			MUY MALA	MALA
LARGA (LA VERDE) 68				MALO				
LARGA (LA VERDE) 69				REGULAR				
LARGA (LA VERDE) - BAJA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	MALA	REGULAR	REGULAR
LIMONA - MEDIA- ALTA		REGULAR	REGULAR	BUENO		REGULAR	REGULAR	REGULAR
LIMONA - MEDIA- BAJA	REGULAR	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR
LIMONA - MEDIA BAJA2				REGULAR				
LIMONA - MEDIA BAJA3				REGULAR				
LIMONA 1 - ALTA			MALO	MALO			MALA	BUENA
LIMONA 2 - ALTA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	BUENA	REGULAR
LIMONA - BAJA	MALO	MALO	MUY MALO	MALO	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA	REGULAR
MACANA - ALTA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA
MACANA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
MACANA - BAJA	MALO	MALO	MALO	MALO	REGULAR	MALA	REGULAR	REGULAR
MANGUALA - ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	REGULAR	MUY BUENO	REGULAR	BUENA	EXCELENTE	EXCELENTE
MANGUALA – MEDIA ALTA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	EXCELENTE
MANGUALA – MEDIA BAJA	REGULAR	MALO	MALO	MALO	MALA	MALA	MALA	REGULAR
MANGUALA - MEDIA BAJA2 (CHISPERO)				MALO				
MANGUALA - BAJA	MALO	MALO	MALO	MALO	MALA	MUY MALA	MALA	MALA
POPALA - ALTA	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
POPALA - MEDIA	REGULAR	BUENO	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	MALA	REGULAR
POPALA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	MUY MALA
SORBETANA -ALTA	MUY BUENO	MUY BUENO	BUENO	MUY BUENO	BUENA	EXCELENTE	BUENA	BUENA
SORBETANA - MEDIA	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA
SORBETANA - BAJA	MALO	MALO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR

QUEBRADA	CALIDAD DEL TRAYECTO (2008)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2009)	CALIDAD DEL TRAYECTO (2012) IIRSAP	CALIDAD DEL TRAYECTO (2013) IIRSAP	CALIDAD DEL AGUA (2008)	CALIDAD DEL AGUA (2009)	CALIDAD DEL AGUA (2012)	CALIDAD DEL AGUA (2013)
ZORRITA - ALTA	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	EXCELENTE	REGULAR	BUENA
ZORRITA - MEDIA	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
ZORRITA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA
ZULIA - ALTA POS NUEVA BOC				BUENO				
ZULIA - ALTA	BUENO	BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	BUENA	BUENA	BUENA
ZULIA - MEDIA ALTA	MALO	MALO	MUY MALO	MUY MALO	REGULAR	REGULAR	MUY MALA	REGULAR
ZULIA - MEDIA BAJA			REGULAR	REGULAR			REGULAR	REGULAR
ZULIA - BAJA	BUENO	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENA
DOÑA MARÍA (LAS PLAYAS)				MALO				

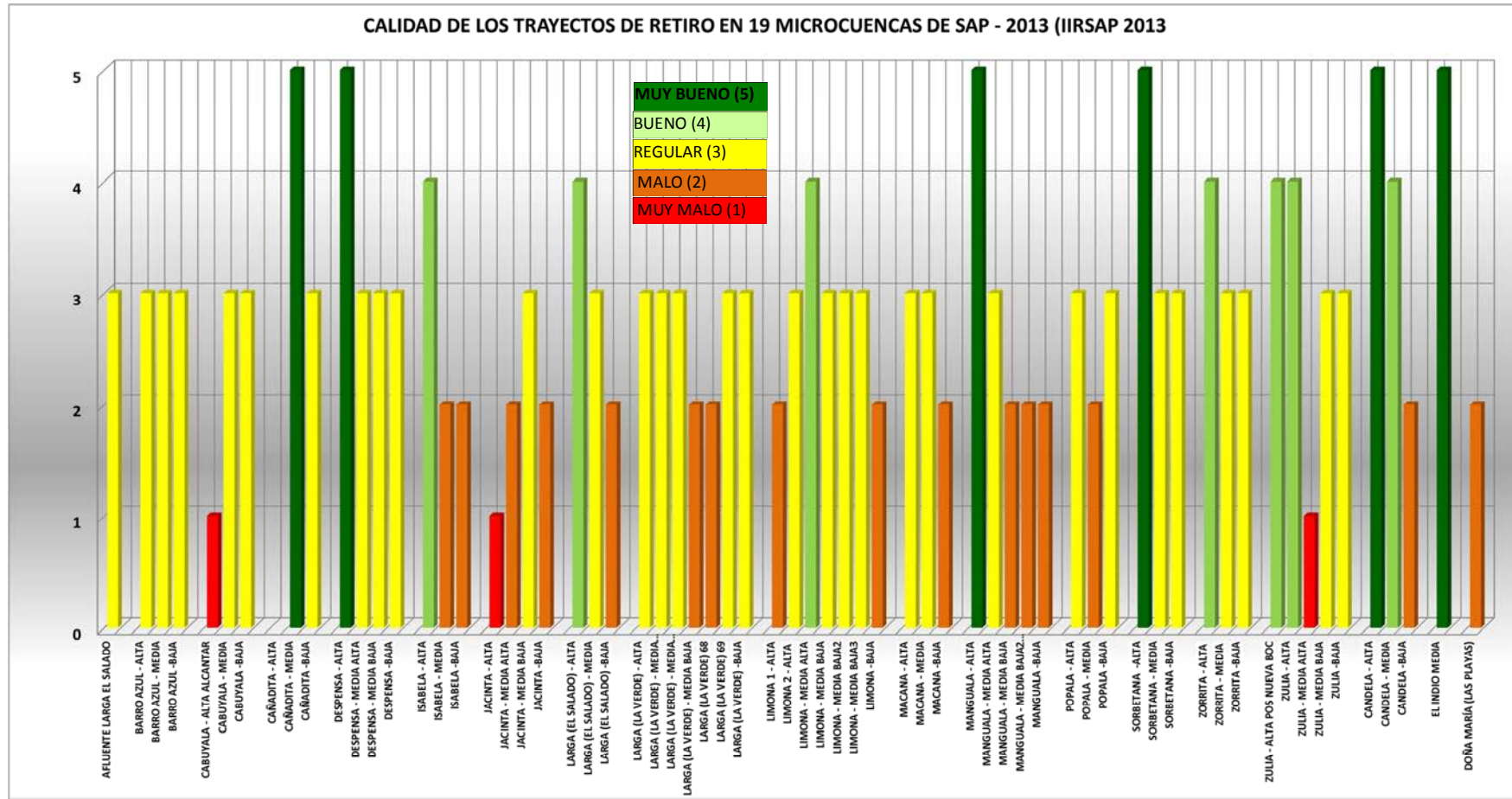


Gráfico 44 Calidad de los trayectos de retiros de quebradas en 19 microcuencas de SAP, 2013 (método IIRSAP 2013)

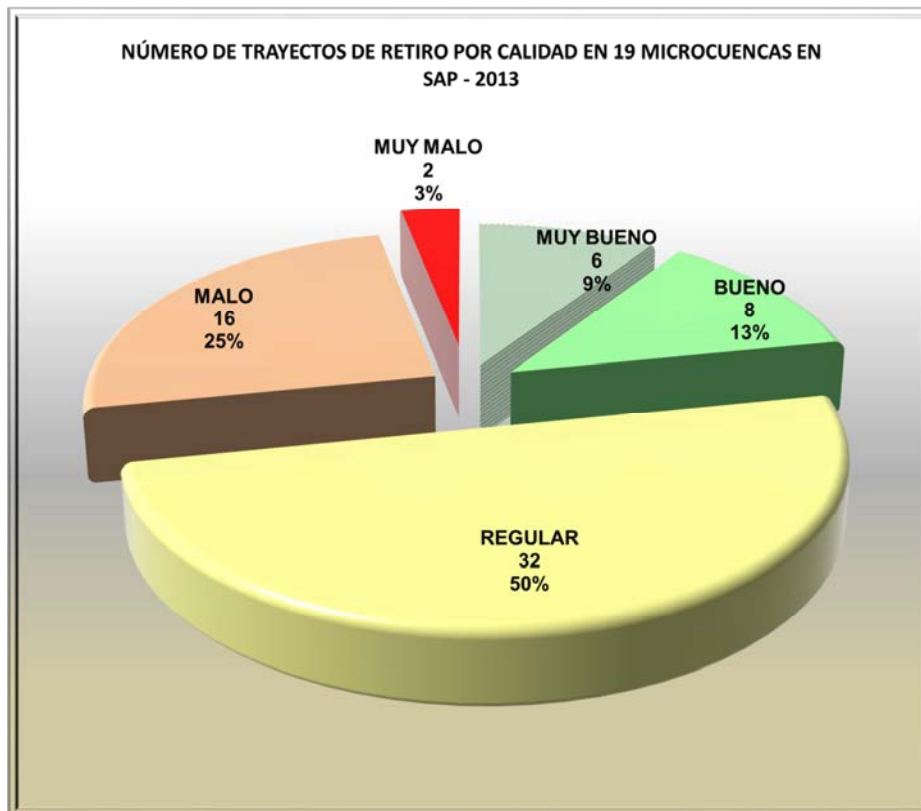


Gráfico 45 Número y porcentaje de trayectos de retiro, según la calidad (Método IIRSAP 2013)

La poca cobertura arbórea o de protección y la invasión por potreros, seguidos de las afectaciones por basuras y escombros, construcciones civiles en retiros y cauces, la descarga directa de aguas residuales se muestran como los más importantes factores de deterioro, tal como se observa en los gráficos 3, 4 y 5.

La mayor parte de las afectaciones consideradas se relacionan con el uso de la tierra en ganadería bajo el sistema de manejo tradicional que se implementa en el corregimiento que debido a la falta de control y carencia de estímulos a la producción más limpia realizan las actividades de manera poco responsable con el ambiente y sin cumplimiento de la normatividad, con esto y bajo criterios de exclusiva competitividad y rentabilidad económica se opta por producir destruyendo el ambiente, lo cual causa mejor rentabilidad particular debido a que no se incorporación en los costos de producción los costos de descontaminación y los costos ambientales en general, es decir no se internalizan todos los

costos, sino que gran parte de ellos los asume la sociedad y por eso se genera en realidad muy mala rentabilidad económica, ambiental y social para la sociedad en su conjunto.

Al no existir una política municipal implementada para garantizar una producción rural más limpia, se pierden incluso algunos esfuerzos particulares por implementar tecnologías no contaminantes o en cualquier caso menos contaminantes, tales como las o reportadas en el informe de 2012.

Los estudios anteriores y otros proyectos en SAP han señalado que los impactos ambientales generados por las actividades productivas no son inevitables, ni son intrínsecas a los sistemas de producción, sino que se relacionan con los sistemas de manejo agrotecnológicos, es decir es un asunto de un “mal diseño en los sistemas de producción imperantes, que además no se basan en una clasificación científica de la capacidad máxima de uso de la tierra con un sistema como el de Tosi para Colombia.” (SMA 2012)

Otro grupo de afectaciones se relaciona con la cultura ambiental y para su solución no basta con procesos de sensibilización y educación, sino que también es necesario implementar acciones de control, pues aunque la comunidad y sus organizaciones han incrementado las denuncias y solicitudes de gestión en los escenarios de la Mesa Ambiental, pocas veces son escuchadas y atendidas y ante la debilidad económica evidente de estas formas organizativas los resultados para el control de afectaciones resultan pequeños, aunque importantes y aleccionadores.

Nuevamente se recalca la importancia de la construcción de obras de saneamiento básico y haciendo eco del estudio de monitoreo 2102: “es un programa que no debe detenerse ni aminorarse, no sólo por sanidad social y ambiental sino porque la buena calidad en las aguas de las quebradas previene el deterioro de los retiros, especialmente en las zonas urbanas, dado que así estos espacios son apropiados y usados con mayor pertenencia por las comunidades locales y se crean las condiciones para que la comunidad cuide los retiros a diferencia de lo que ocurre en sectores de parques lineales como los de La Jacinta y La Cabuyala media que por ser cruzados por quebradas en muy mal estado en cuanto a calidad del agua, son tratados con cierto desprecio, sufren abandono comunitario y estatal y terminan siendo focos de recepción de basuras además de incrementar la inseguridad para los habitantes locales.” (SMA, 2012)

Con el incremento poblacional que ser SAP, las zonas verdes públicas se hacen más demandadas y estratégicas, generándose tensiones sociales cuando se incrementa el déficit de espacio público y en esa medida los retiros de quebradas son claves para resolver esta situación de desequilibrio en la ocupación del espacio y en el ordenamiento territorial.

10.3 Afectaciones recientes a cauces, retiros y humedales

La situación detectada durante el monitoreo anterior relacionada con la invasión y pérdida de retiros de corrientes, humedales e incluso corrientes enteras que son taponadas para incrementar el área construida o recreativa en proyectos urbanísticos avalados por planeación municipal y especialmente por las curadurías, que en casi ningún caso hacen respetar las normas ambientales y de planeación relacionadas con los retiros que quebradas, se ha acrecentado durante 2013, a pesar de las denuncias ciudadanas y de la Mesa Ambiental.

Además de la desaparición de más de 5 zonas de afloramientos y cauces enteros durante 2102, en 2013 se han perdido algunos y lo que es peor se corre el riesgo de perder por lo menos 7 humedales asociados a corrientes, así como una corriente subterránea que es referente ambiental y cultural de SAP (La Cueva del Indio), así como cerca de 3 corrientes superficiales que pueden correr la misma suerte de otras: estos cauces son conducidos con grandes tuberías de concreto y sobre sus pequeños cañones son vaciadas grandes cantidades de escombros para transformar el paisaje en plano y muchas veces sobre ellos se construyen viviendas o infraestructura o en el mejor de los casos se construyen zonas verdes secas, quedando la tubería subterránea como alcantarillado.

Actualmente en El Vergel y especialmente en el plan parcial de La Florida, se están diseñando vías y zonas para construcciones encima de los humedales y pequeñas corrientes. Por este motivo la Mesa Ambiental decidió con el apoyo de Pro Romeral generar un proyecto de identificación y cartografiado SIG de todos estos elementos hidrológicos y entregar esta información a Corantioquia, La Secretaría del Medio Ambiente de Medellín y Planeación Municipal con el fin de que hagan control sobre las mismas, pero los hechos reales están mostrando que los proyectos urbanísticos siguen adelante con sus diseños de construcción sobre estos espacios que deben estar destinados a la conservación.

A corto plazo se prevé, si no se hace control, que todas las zonas declaradas como de expansión urbana y especialmente aquellas que cuentan con planes parciales como el de La Florida y el del Vergel serán profundamente afectadas, desapareciendo varios cauces y humedales y en el mejor de los casos si no desaparecen, muchos retiros serán transformados severamente perdiendo sus coberturas boscosas para dar lugar a engramados, como ha sucedido antes.

Para una mayor información sobre este tema puede consultarse el estudio realizado por La Mesa Ambiental y Pro Romeral en 2013 sobre el estado de los humedales en san Antonio de Prado, con énfasis en las zonas de expansión urbana (Pro Romeral, 2013)

11. OBSERVACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda al lector consultar en los diferentes capítulos algunas recomendaciones y observaciones de interés en cada temática específica tratada a lo largo del estudio.

Igualmente se recomienda la consulta de este mismo capítulo en el informe de 2012, pues en él se desarrollan muchas recomendaciones y análisis importantes que mantiene plena vigencia en la actualidad. Solamente merece hacerse algún hincapié en algunos temas y observaciones y quizá complementar con algunas recomendaciones adicionales:

1. Ya se han presentado en 2013 los primeros casos en que proyectos urbanísticos han tenido problemas para garantizar agua a las nuevas viviendas que se proyectan y venden en planos y esta situación no se debe exclusivamente a que se haya rebasado la capacidad de carga ambiental del territorio, sino a que gran parte de los recursos como el agua se encuentran en un estado de deterioro tal que hace imposible su tratamiento y además la invasión de retiros tanto de los trayectos de quebradas como de las zonas de nacimientos han generado menos oferta del agua en tiempos de sequía de la que pueden realmente ofertar algunas cuencas.
2. Es fundamental relanzar los proyectos de gestión socioambiental de recuperación de retiros de quebradas y de reconversión agrotecnológica con los enfoques y metodologías inicialmente establecidas en el corregimiento en sus primeras fases y evitar que operadores externos, que no conocen el proceso desvirtúen su enfoque y los hagan inútiles en términos de recuperación ambiental. En esta misma línea es necesario avanzar en el programa de convenios de PML con las agroindustrias de la localidad, ya que algunas de ellas son causantes de contaminación muy considerable en las quebradas de su influencia.
3. Es indispensable acelerar y profundizar el programa de adquisición de predios en las partes altas de las cuencas abastecedoras de aguas para acueductos veredales, máxime cuando se tiene en cuenta que más del 90% del agua que consume la localidad debe proveerla ella misma y además teniendo en cuenta que el proceso de expansión urbana está aún dándose y lo hará por varios años, exigiendo más agua para los nuevos habitantes.



4. Los casos más graves de contaminación se encuentran en La Popala, La Larga de La Verde, La Zulia, La Jacinta, La Manguala, La Cabuyala y La Limona, algunos de ellos relacionados con descargas puntuales de gran magnitud que afectan las quebradas después del sitio y hasta su desembocadura, pero a la vez existen varios casos en los que es fácil el control y por eso se requiere el concurso de la autoridad ambiental de manera oportuna, pues su inacción causa un acrecentamiento del problema y deja sin sustento las gestiones comunitarias por resolver la problemática, pues los infractores no les reconocen validez mientras las autoridades no ejerzan su función.

5. La falta de continuidad en los procesos socioambientales iniciados en SAP, está incidiendo en la "...pérdida real en las oportunidades presentes y futuras de San Antonio de Prado, y en general de la ruralidad de Medellín, para ser sostenible y para mantenerse como una zona destinada a la producción agropecuaria y a la provisión de bienes y servicios ecosistémicos que necesitan tanto los habitantes locales como la ciudad en general; pero además se pierde la oportunidad de mantener espacios para el desarrollo de la vida silvestre, así como para mantener el equilibrio 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." (SMA, 2012)

6. Como medida complementaria al mejoramiento de la calidad ambiental del agua y al aumento de la oferta del bien, es necesario implementar estímulos e incentivos económicos como el PSA para la conservación de los bosques asociados con los ecosistemas proveedores de BSA, además de otras estrategias que estimulen la conservación como la exención total o parcial del pago de impuesto predial y la inclusión prioritaria de estos predios en los programas de PML y negocios de Carbono.

7. Se enfatiza, haciendo eco de una conclusión presentada en el informe de 2012 que: "Aún persisten algunas cuencas que son claves para la sostenibilidad territorial y para la oferta del agua, que no están siendo visualizadas por el municipio para adquisición de sus partes altas a pesar de cumplir una función muy importante a nivel local, tanto para acueductos veredales como para el acueducto corregimental que maneja EPM y que surte la centralidad con más de 90.000 personas. Cuencas como 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 parcialmente el de EPM), La Sorbetana (que surte el acueducto del mismo nombre), La Candela y La Larga de Yarumalito (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..."



8. si bien existen fuertes lazos entre la cultura ambiental, el sentido de pertenencia territorial y los fenómenos de contaminación y degradación ambiental, no siempre son reconocidos y por lo tanto los proyectos socioambientales no trabajan sobre ello, y por lo tanto no inciden en la disminución del bajo compromiso con el uso y manejo sustentable del territorio y manteniendo así los fenómenos de degradación ambiental y en particular del agua. Estos fenómenos de degradación la comunidad no los siente como parte de su responsabilidad individual o ciudadana, si no como una competencia exclusivamente estatal, por lo que la problemática de destrucción de este bien y el de degradación de los retiros de quebradas es vista como un asunto de *origen ajeno*, cuya solución debe estar en manos del estado exclusivamente, dado que los retiros y las quebradas les “pertenecen al estado”.

9. Nuevamente se hace notar la urgencia de implementar los programas de saneamiento básico necesarios especialmente en focos barriales como los resaltados a lo largo de este estudio, para lo cual se requiere comprometer a EPM, máxime cuando es el encargado del programa de descontaminación del río Aburrá, para lo cual dispone de abundantes recursos provenientes de las tasas de saneamiento básico.

10. Siguiendo la línea del estudio anterior, se recomienda profundizar la implementación del PAAL SADEP 2007-2019 en su integralidad, y apoyar los esfuerzos iniciados por la comunidad al constituir un observatorio ambiental local ligado al OAM de Medellín. Es indispensable respetar su visión sistémica y sinérgica con respecto a la implementación de los proyectos planteados en el PAAL e igualmente se insiste en que no es posible técnica, logística y económicamente, que el PAAL SADEP sea implementado enteramente con recursos de PP y el apoyo privado comunitario (principalmente ONG locales), por lo cual se requiere el aporte proveniente de recursos ordinarios de todos los entes estatales implicados.

11. Finalmente se recomienda mantener y fortalecer el programa de monitoreo ambiental del agua, en el marco del observatorio ambiental local, ligado al OAM de Medellín y además es conveniente incluir quebradas adicionales como El Hato o Cabaña, La Astillera, La Guapante, La Honda (en El Salado), Cajones, La Grande y la parte alta de la Doña María, dado que son las oferentes del agua en el territorio en pocos años. Es necesario también fortalecer económicamente este programa de manera que pueda incluirse un profesional adicional: un biólogo, ecólogo acuático o profesional afín, que realice las actividades de identificación de especímenes acuáticos y bioindicación y poder cruzar con la información fisicoquímica y biológica levantada, y a la vez ajustar mejor las curvas y ecuaciones resultantes.

12. INFORMACIÓN SIG

Esta información puede consultarse en la carpeta correspondiente a SIG

13. INDICADORES Y FUENTES DE VERIFICACIÓN

Indicadores de Control y Seguimiento

- Número de sitios muestreados y georreferenciados en el componente aguas: 64
- Número de barrios y veredas incluidas en el estudio: 7 veredas y la zona central
- Número de microcuencas incluidas: 19

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 y final: si

Indicadores de productos

- Documentos escritos que servirán como material de consulta: si, incluye informe final y 50 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 los sitios nuevos

ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS

No fue necesario implementar actividades correctivas.

14. ANEXOS

ANEXO 1. RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO 2. INTERPOLACIONES DE PARÁMETROS DE AGUA

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

ANEXO 3. COORDENADAS (MagnaSargas) DE LOS SITIOS DE MONITOREO

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

ANEXO 4. TABLA MORFOMETRÍA DE ALGUNAS CUENCAS

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

ANEXO 5. TABLA DE CALIDAD DE RETIROS

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

ANEXO 6. CURVAS Qi

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

ANEXO 7. GRÁFICOS CALIDAD AGUA 2013

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

ANEXO 8. DATOS INSTRUMENTO PROCESADOS

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



ÍNDICES TEMÁTICOS

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página	
ANEXO 1	RESULTADOS DE LABORATORIO	225
ANEXO 2	INTERPOLACIONES DE PARÁMETROS DE AGUA (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 3	COORDENADAS (MagnaSargas) DE LOS SITIOS DE MONITOREO (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 4	TABLA MORFOMETRÍA DE ALGUNAS CUENCAS (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 5	TABLA DE CALIDAD DE RETIROS (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 6	CURVAS Qi Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 7	GRÁFICOS CALIDAD AGUA 2013 (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	
ANEXO 8	DATOS INSTRUMENTO PROCESADOS (Este anexo puede observarse digitalmente en la carpeta Anexos del DVD)	



ÍNDICE DE FOTOS

		Página
Fotos 1 a 3	Vista panorámica de la parte alta, media y baja de la cuenca Doña María	30
Foto 4	Vista panorámica de la cuenca Doña María en San Antonio de Prado y su ubicación en centro del Área Metropolitana del Valle de Aburrá	32
Fotos 5 a y b	Vista panorámica de los sitios de monitoreo en las subcuencas de la Doña María en SAP 2013	33
Fotos 6 a 47	Algunas especies Polisaprobias, Mesosaprobias y Oligosaprobias, reportadas en los monitoreos anteriores y encontradas en 2013	124
Fotos 48 a 68	Algunas afectaciones en retiros de quebradas 2013	194



ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Página
Gráfico 1	Líneas Estratégicas y programas del PAAL SADEP	21
Gráfico 2	Proceso metodológico para el monitoreo del recurso agua en SADEP, determinado en 2013	22
Gráfico 3	Principales causas de afectación de retiros en las quebradas evaluadas, 2013	46
Gráfico 4	Importancia relativa de afectaciones específicas con relación al total de afectaciones en los trayectos de retiros en SAP en 2013	47
Gráfico 5	Porcentaje de trayectos de retiros de quebrada que sufren afectaciones ambientales específicas en SAP, 2013	48
Gráfico 6	DBO ₅ Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013	73
Gráfico 7	DQO Por sitio y quebradas en San Antonio de Prado, 2013	75
Gráfico 8	Relación DBO ₅ /DQO por sitio y quebradas en SAP, 2013	78
Gráfico 9	Coliformes Fecales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2013	84
Gráfico 10	Coliformes Totales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado en 2013	85
Gráfico 11	Correlación Coliformes Totales - Fecales en los 55 sitios muestreados en San Antonio de Prado, 2013	86
Gráfico 12	Comparativo de Coliformes Totales en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013	94
Gráfico 13	Comparativo de Coliformes Fecales en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013	95
Gráfico 14	Comparativo de Coliformes Totales y la DBO ₅ en 17 microcuencas de SAP, 2013	97
Gráfico 15	Comparativo de Coliformes Fecales y la DBO ₅ en 17 microcuencas de SAP, 2013	98
Gráfico 16	Comparativo de % SAT OD y DBO ₅ en 17 microcuencas de SAP, 2013	100



Gráfico 17	Comparativo DBO5 y OD en 17 microcuencas de SADEP, 2013	101
Gráfico 18	Comportamiento histórico de la DBO ₅ en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013	109
Gráfico 19	Comportamiento histórico de la DQO en 17 microcuencas de SAP, entre 2008 y 2013	110
Gráfico 20	Oxígeno Disuelto 19 microcuencas y 64 sitios de SAP, 2013	115
Gráfico 21	Saturación de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas y 64 sitios de SAP, 2013	116
Gráfico 22	Comparativo de Oxígeno Disuelto en 19 microcuencas de SAP, 2008, 2009, 2012 y 2013	130
Gráfico 23	Sólidos Disueltos en 19 microcuencas de SAP, 2013	133
Gráfico 24	Sólidos Suspendidos Totales (SST) en 17 cuencas en SAP, 2013	136
Gráfico 25	Comparativo de Sólidos Suspendidos Totales en 17 microcuencas de SAP, 2008 -2013	137
Gráfico 26	Conductividad Eléctrica en 19 microcuencas de SAP, 2013	140
Gráfico 27	Turbiedad presente (NTU) en 17 microcuencas en San Antonio de Prado, 2013	143
Gráfico 28	Comportamiento histórico de la Turbiedad en 17 microcuencas de SAP, 2008-2013	146
Gráfico 29	pH en los 55 sitios muestreados en 17 microcuencas de San Antonio de Prado, 2012 - 2013	150
Gráfico 30	Valores de Dureza en los 55 sitios muestreados en SAP, 2013	153
Gráfico 31	Valores históricos comparativos de Dureza en los 55 sitios muestreados en SAP, 2008 - 2013	154
Gráficos 32 a 39	Curvas Qi, para los parámetros considerados en la ecuación ICASAP 2013	166
Gráfico 40	Calidad del agua en 19 quebradas en San Antonio de Prado, 2013	174
Gráfico 41	Número y porcentaje de sitios por calidad de agua en 19 microcuencas de SAP, 2013	175
Gráfico 42	Algunos sitios muestreados en quebradas de San Antonio de Prado durante 2013	180



Gráfico 43	Algunos trayectos de retiros de quebradas evaluados en SAP durante 2013	188
Gráfico 44	Calidad de los trayectos de retiros de quebradas en 19 microcuencas de SAP, 2013 (método IIRSAP)	216
Gráfico 45	Número y porcentaje de trayectos de retiro, según la calidad (Método IIRSAP)	217



ÍNDICE DE MAPAS

		Página
Mapa 1	Área de estudio de monitoreo de aguas en SAP-2013	18
Mapa 2	Red hídrica de San Antonio de Prado y Cuencas en estudio 2013	31
Mapa 3	Quebradas monitoreadas y sitios de monitoreo de aguas en SAP, 2013	54
Mapa 4	Quebradas y trayectos de retiros monitoreados en SAP, 2013	55
Mapa 5	Índice de Calidad de Agua (ICA SADEP) 2009	177
Mapa 6	Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2012	178
Mapa 7	Índice de Calidad de Agua (ICASAP) en 2013.	179
Mapa 8	Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2012, metodología IIRSAP 2012	186
Mapa 9	Calidad de Retiros de quebradas en SAP 2013, metodología IIRSAP 2013	187



ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Ubicación de los sitios de muestreo de aguas en SAP, 2012	14
Tabla 2	Sitios adicionales de muestreo de aguas en algunos parámetros en San Antonio de Prado, 2013	24
Tabla 3	Características morfométricas de algunos afluentes de la Doña María en San Antonio de Prado	34
Tabla 4	Sitios totales de muestreo en 19 quebradas en SAP, 2013	50
Tabla 5	Métodos analíticos empleados en el monitoreo de calidad de agua	57
Tabla 6	Resultados de laboratorio y campo en varios parámetros en 64 sitios en 19 microcuencas en SAP – 2013	62
Tabla 7	Niveles de calidad de algunos parámetros según el D. 1594/84 y otras fuentes	66
Tabla 8	Límites para los Coliformes totales y fecales (Decreto 1594 de 1984)	81
Tabla 9	Variación histórica del contenido de materia orgánica y patógenos en 17 quebradas de SAP 2013	103
Tabla 10	Tramos de quebradas en SAP con presencia de peces vs. % sat.OD	114
Tabla 11	Variación histórica del contenido de O.D. y temperatura en 19 microcuencas en SAP 2008-2013	126
Tabla 12	Turbiedad, pH y Dureza en 55 sitios de 17 quebradas SAP 2013	144
Tabla 13	Comparativo de presencia de olores en los 55 sitios muestreados en SAP, 2009, 2012 y 2013	156
Tabla 14	Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP, 2012	159
Tabla 15	Límites establecidos para la valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua (ICA) en SAP	159
Tabla 16	Valoración del Índice de Calidad Ambiental del agua ICASAP, 2013	160
Tabla 17	Calidad del agua en 17 quebradas y 55 sitios en San Antonio de Prado 2008 a 2013	171
Tabla 18	Valores de calificación para los niveles de calidad IIRSAP	184



Tabla 19	Valores de calidad para los diferentes tipos de afectaciones de retiros según IIRSAP	185
Tabla 20	Afectaciones en tramos de retiros en 19 microcuencas de SAP, 2013	195
Tabla 21	Calidad del agua y trayectos en 17 quebradas de San Antonio de Prado 2008, 2009, 2012 y 2013	213