

**RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO
ABURRÁ EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA**

FASE V

CONVENIO 368 DE 2014 - ADICIÓN I Y ADICIÓN II



**FASE DE PROSPECTIVA PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO
DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN**



MEDELLÍN, SEPTIEMBRE DE 2016

**RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO
ABURRÁ EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA**

FASE V

CONVENIO 368 DE 2014 ADICIÓN I Y ADICIÓN II

**FASE DE PROSPECTIVA PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO
DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN**



EJECUTA:



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**
1803

<http://www.udea.edu.co/>

UN PROYECTO DE:



MEDELLÍN, SEPTIEMBRE DE 2016



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá en Jurisdicción del Área Metropolitana - Fase V

Un proyecto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Eugenio Prieto Soto, Director

María del Pilar Restrepo Mesa, Subdirectora Ambiental

Ejecutan

Universidad de Antioquia
Mauricio Alviar Ramírez
Rector

Universidad Nacional de Colombia
Ignacio Mantilla Prada
Rector

Universidad Pontificia Bolivariana
Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda
Rector

Universidad de Medellín
Néstor Hincapié Vargas
Rector

Equipo de Trabajo:

Lina Claudia Giraldo Buitrago y Rubén Alberto Agudelo García, Coordinación General; John Fredy Carmona Castaño, Ingeniero Sanitario Coordinador Operativo de la Red; Carolina Zapata Vanegas, Asistente Logístico; Alex Ricardo Estupiñan Castellanos, Ingeniero Hidrología; Aarón Arias Araya, Ingeniero Hidráulica; Ernesto Andrés González Aguirre, Alejandra Cifuentes Zapata, Karla Cristina Restrepo Jiménez Ingenieros Sanitarios de Apoyo; Andrés Felipe López Gómez, Ingeniero de Sistemas para Bases de Datos; Andrés Camilo Zapata Moreno, Ingeniero Analista de Datos; Nixon Arley Aristizábal Niño, Profesional en SIG; Mauricio Toro Botero, Asesor Hidráulica; Luis Fernando Carvajal Serna, Asesor en Hidrología; Camilo César Castro Jiménez, Especialista Calidad de Aguas; Néstor Jaime Aguirre Ramírez, Asesor Biológico; John Fernando Gómez Restrepo; Andrea Hernández Giraldo, Federico Zapata Tordecilla, Carlos Andrés Ardila Duque, Álvaro Ramírez Cardona, Mario Andrés Cano Echavarría, Juan Fernando Urrea López, Auxiliares de Ingeniería Componente Calidad; Teresita Betancur Vargas, Coordinadora Hidrogeóloga; Paola Andrea Palacio Buitrago, Profesional para



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Modelación Aguas Subterráneas; Paola Andrea Palacio Buitrago, Profesional en interpretación química del agua subterránea; Edwin Andrés Mora Aristizábal, Auxiliar de Ingeniería Estaciones Automáticas; Paola Andrea Palacio Buitrago, Experto en Hidrogeología; Juliana Ossa Valencia, Experto en Hidrogeoquímica, calidad agua subterránea e isotopía; Cristina Martínez Uribe, Experto en Bases de Datos Evaluación Técnica Pozos; Deisy Yurany Rivera Arias, Profesional Área Social Evaluación Técnica Pozos; María Cecilia Chaverra, Auxiliar de Ingeniería Evaluación Técnica Pozos; Nora Elena Villegas Jiménez, Coordinadora General del PORH; Pamela Isabel Múnera López Antropóloga PORH; Yamile Castaño Cuervo, Profesional Área Social; Pilar Verónica Pérez Ospina, Clara Zuluaga Marín, Profesionales para Campaña de Sensibilización; Yanneth Bibiana Daza Vargas, Ingeniera PORH; Elizabeth Flórez Córdoba, Carolina María Valencia Tobón, ingenieras Objetivos de Calidad PORH. Elkin Hernán Cataño Rueda, Ingeniero de Modelación PORH. Dani Yilban Cano Torres, Guillermo León Moreno Soto, Profesional con experiencia en prospectiva; Yenni Mariana Ramírez Mazo, Alexander Castro Herrera, Luis Gerardo Arcila Sáenz, Estudiantes Auxiliares PORH, Ingrid Natalia Gómez Miranda; Sandra E. Flórez Hoyos, Asistente Administrativa.

Supervisión y/o Interventoría:

María Alejandra Echeverri Arango, Ingeniera Civil, Ms Gestión Ambiental (Coordinadora); Norberth Ayala Ocampo, ingeniero ambiental (Apoyo Administrativo); Nubia L. Valverde, ingeniera Sanitaria (Apoyo Técnico); Luis Guillermo Angulo, Ingeniero Administrativo (Interventor Componente Financiero); José Javier Jaramillo, Ingeniero Civil (Interventor Componente Hidráulico); Luis Fernando Quintero, Ingeniero Geólogo (Interventor Componente Aguas Subterráneas); Leonardo García, ingeniero sanitario (Interventor Componente Calidad y Modelación), Diana Álvarez, Comunicadora, (Interventora Componente Sensibilización y Comunicación); José Alejandro Sepúlveda, Ingeniero Sanitario (Interventor Obras Estaciones Automáticas); Jorge Ceballos, Tecnólogo en Recursos Naturales (Auxiliar de Campo y de Apoyo). Margarita María Cardona Gallo; Profesional Universitario, Olga Amparo Velázquez Lozano; Profesional Universitario, Catalina Castaño Castrillón, Ángela María Soto Isaza, Raúl Alexander Cardona Pareja; Profesional Contratista (Supervisión y Apoyo Programa de Gestión Ambiental).

Septiembre 02 de 2016, Medellín



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	16
2	ANTECEDENTES DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO -PORH- DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN	17
2.1	MARCO NORMATIVO PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN	17
2.2	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO “RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN”	20
2.3	HISTORIA DE LA RED DE MONITOREO DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN –REDRÍO	22
2.3.1	Componentes que conforman el proyecto RedRío	24
2.4	SÍNTESIS DE LA FASE DIAGNÓSTICA	27
2.4.1	Identificación de tramos en el río Aburrá-Medellín.....	28
2.4.2	Usuarios con concesiones de agua en el eje longitudinal del río Aburrá-Medellín.....	29
2.4.3	Usos actuales del agua del río Aburrá-Medellín	31
2.4.4	Oferta del recurso agua.....	32
2.4.5	Demanda del recurso agua actual	39
2.4.6	Calidad de agua del río Aburrá-Medellín.....	42
3	PROYECCIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	46
3.1	PROYECCIÓN DE LA OFERTA	46
3.2	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA	50
3.3	INDICADORES DE ESTADO DEL RECURSO HÍDRICO Y SUS PROYECCIONES	52
4	SIMULACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE LA PROSPECTIVA DEL PORH DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN.....	53
4.1	ESCENARIOS DE SIMULACIÓN.....	54
4.2	RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS DE LA PROSPECTIVA DEL PORH	57
5	ANÁLISIS PROSPECTIVO	61
5.1	ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN.....	63
5.1.1	Objetivo General de la Estrategia	64
5.1.2	Objetivos específicos de la Estrategia	64



5.1.3	Lineamientos básicos para el desarrollo de la estrategia	64
5.2	METODOLOGÍA	68
5.2.1	Técnicas Grupales.....	69
5.2.2	Instrumentos y Herramientas generados	86
5.3	DESARROLLO METODOLÓGICO	91
5.3.1	Desarrollo del taller de contextualización para nuevos actores - Taller N° 1.....	93
5.3.2	Desarrollo del taller de contextualización población Afrodescendiente vereda San Andrés (municipio de Girardota) Taller N° 2	96
5.3.3	Desarrollo de talleres Ciclo 1 – Conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín.....	98
5.3.4	Desarrollo de talleres Ciclo 2 – Priorización de factores de cambio	100
5.3.5	Actividades realizadas con actores expertos	102
5.3.6	Taller interno con el equipo de profesionales del proyecto	103
5.3.7	Socialización de resultados	105
5.4	RESULTADOS TALLERES ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN.....	106
5.4.1	Talleres de Contextualización	106
5.4.2	Talleres Ciclo 1 Conflictos asociados al uso del agua del río Aburrá-Medellín	107
5.4.3	Talleres Ciclo 2 Priorización de factores de cambio	108
5.4.4	Mapeo de actores	116
5.4.5	Análisis estructural	123
5.4.6	Interpretación y análisis de los resultados para el diseño del escenario apuesta	129
6	IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL AGUA PARA EL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN.....	134
6.1	REVISIÓN DE LOS RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO	137
6.2	REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN POR TRAMOS	139
6.2.1	Revisión de los usos potenciales del suelo definidos en los planes de ordenamiento a lo largo del río Aburrá-Medellín	140
6.2.2	Perspectivas de usos potenciales del agua por parte de los actores representativos del recurso hídrico del río Aburrá – Medellín	141
6.2.3	Los usos potenciales del agua según la Resolución Metropolitana N° 002016 de 2012	143
6.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	145
6.4	USOS POTENCIALES DEL AGUA IDENTIFICADOS PARA EL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN... ..	155



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



7	CONCLUSIONES	159
8	RECOMENDACIONES	165
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168



TABLAS

Tabla 1. Estaciones de monitoreo sobre el río Aburrá-Medellín	24
Tabla 2. Registro de concesiones de agua otorgadas por el Área metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare y Corantioquia para aprovechamiento de agua del río Aburrá-Medellín.....	30
Tabla 3. Puntos de interés a lo largo del río Aburrá – Medellín	34
Tabla 4. Demandas de agua multisectorial por municipio	40
Tabla 5. Demanda por concesiones en la cuenca.....	41
Tabla 6. Demanda hídrica total actual en cada punto de interés.....	41
Tabla 7. Estaciones de monitoreo.....	42
Tabla 8. Rango de validez de caudales para la estimación de la oferta total futura	47
Tabla 9. Oferta total futura período medio.....	48
Tabla 10. Cantidad de habitantes proyectada en cada municipio dentro de la cuenca de estudio.....	50
Tabla 11. Dotación bruta actual por municipio y estrato socioeconómico.....	51
Tabla 12. Caudales de aguas residuales a recolectar por EPM.....	54
Tabla 13. Grupos de usuarios para la estrategia de participación (2015).....	66
Tabla 14. Actores estratégicos para la estrategia de participación fase prospectiva	67
Tabla 15. Temáticas presentadas en los talleres participativos.....	71
Tabla 16. Asistentes vs convocados	92
Tabla 17. Programación de talleres	93
Tabla 18. Agenda Taller N° 1 Contextualización.....	94
Tabla 19. Agenda Taller N° 2 Contextualización Comunidad Afrodescendiente de la vereda San Andrés.....	96
Tabla 20. Agenda Taller Ciclo 1	99



Tabla 21. Agenda Taller Ciclo 2 actores locales	101
Tabla 22. Agenda Taller de Expertos.....	103
Tabla 23. Agenda taller equipo técnico	104
Tabla 24. Agenda Encuentro de Socialización	105
Tabla 25 Usos del Agua Río Aburrá-Medellín identificados por la Comunidad(*)	107
Tabla 26 Conflictos Recurrentes	108
Tabla 27. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Sur	109
Tabla 28. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Centro	110
Tabla 29. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Norte	111
Tabla 30. Consolidado de los factores de cambio priorizados para el río Aburrá-Medellín....	112
Tabla 31. Pautas para la definición de los roles de los factores de cambio.....	113
Tabla 32. Zonas de análisis de roles de los factores de cambio	113
Tabla 33. Listado de actores mapeo.....	117
Tabla 34. Matriz de calificación actor por actor	118
Tabla 35. Matriz de influencias y dependencias.....	124
Tabla 36. Usos del agua de acuerdo al marco normativo vigente	135
Tabla 37. Tramos propuestos en la fase prospectiva río Aburrá-Medellín.....	137
Tabla 38. Usos potenciales de suelo a lo largo del rio Aburrá-Medellín	140
Tabla 39. Resultados de percepciones de usos potenciales del agua para el río Aburrá – Medellín por parte de los actores representativos del recurso hídrico.....	142
Tabla 40. Usos potenciales del agua según Resolución Metropolitana 002016 de 2012	143
Tabla 41. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el corto plazo (2017 -2019).....	146
Tabla 42. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el mediano plazo (2019 - 2022).....	149



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 43. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el largo plazo (2022 - 2029)..... 152

Tabla 44. Usos potenciales del agua propuestos para el río Aburrá-Medellín 156



FIGURAS

Figura 1. Fases a considerar en un Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH.....	18
Figura 2. Ubicación de la cuenca del río Aburrá-Medellín	21
Figura 3. Resumen Fases del proyecto RedRío.....	23
Figura 4. Tramos actuales del río Aburrá – Medellín (Diagnóstico PORH, 2015).....	29
Figura 5. Usos Actuales del agua del río Aburrá – Medellín (RedRío Fase V PORH, 2015) ...	32
Figura 6. Puntos de interés para la estimación de la oferta y la demanda.....	35
Figura 7. Oferta neta para el año hidrológico seco.....	37
Figura 8. Oferta neta para el año hidrológico medio	38
Figura 9. Oferta neta para el año hidrológico húmedo	38
Figura 10. Perfil variables relevantes río Aburrá – Medellín RedRío Fase V	43
Figura 11. Variación del ICA Global en el perfil del río para el segundo semestre de 2015	45
Figura 12. Proyección de la precipitación para cada modelo y escenario de cambio climático propuestos por el grupo Intergubernamental sobre Expertos en Cambio Climático IPCC.....	46
Figura 13. Envolvente superior, promedio y envolvente inferior de las proyecciones de precipitación	47
Figura 14. Proyección de la demanda por subcuenca.....	52
Figura 15. Perfil de DBO ₅ – Escenarios del PORH	58
Figura 16. Perfil de SST – Escenarios del PORH	59
Figura 17. Perfil de conductividad eléctrica – Escenarios del PORH.....	60
Figura 18. Perfil de DBO para la simulación de los escenarios	61
Figura 19. Agrupación por tramos para descentralización de talleres.	65
Figura 20. Grupos de actores participantes del proceso hacia la formulación del PORH	66
Figura 21. Proceso desarrollado en la estrategia de participación	69



Figura 22. Escala cromática para calificación en los talleres.....	74
Figura 23. Ejemplo de matriz de calificación individual sobre el tema de conflictos	75
Figura 24. Matriz diseñada para el taller de expertos.....	83
Figura 25. Matrices diseñadas para el taller de mapeo y análisis de actores	84
Figura 26. Escala de calificación para el cruce de actores x objetivos	85
Figura 27. Matriz de calificación actor x objetivo para el taller interno.....	85
Figura 28. Ejemplo de las fichas de trabajo diseñadas para los talleres participativos	88
Figura 29. Formatos de evaluación diseñados para prospectiva. Izquierda para la vereda San Andrés y derecha para el resto de talleres.....	91
Figura 30. Asistencia a talleres	92
Figura 31. Análisis estratégico resultante para la totalidad del río Aburrá-Medellín (7 tramos)	114
Figura 32. Sistema de relacionamiento de factores de cambio para los actores locales	116
Figura 33. Histograma de relaciones de fuerza entre actores	119
Figura 34. Plano de influencias y dependencias entre actores.....	120
Figura 35. Plano de convergencia entre actores	121
Figura 36. Histograma de la implicación de los actores sobre los objetivos	122
Figura 37. Plano de influencias / dependencias - presente	125
Figura 38. Plano de desplazamiento presente - futuro	126
Figura 39. Plano de influencias / dependencias - potencial.....	127
Figura 40. Sistema de relaciones a partir de resultados obtenidos por la técnica análisis estructural.....	129
Figura 41. Esquema estratégico para la construcción del escenario apuesta	130
Figura 42. Esquema metodológico para identificación de los usos potenciales para el río Aburrá – Medellín	136



Figura 43. Tramos propuestos en la revisión de objetivos de calidad del río Aburrá-Medellín (2016)	139
Figura 44. Usos potenciales de suelo a lo largo del río Aburrá-Medellín	141
Figura 45. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de corto plazo (2017 – 2019).....	157
Figura 46. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de mediano plazo (2019 – 2022).....	158
Figura 47. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de largo plazo (2022 - 2029).....	159



FOTOS

Foto 1. Jornada de monitoreo del río, febrero 2016. Estación San Miguel, Vereda La Clara, municipio de Caldas	25
Foto 2. Jornada de monitoreo de aguas subterráneas, 2013	25
Foto 3. Campaña de sensibilización, abril de 2016. Centro Comercial Los Molinos, municipio de Medellín	26
Foto 4. Talleres participativos – Fase prospectiva PORH	62
Foto 5. Talleres AMVA y municipio de Caldas	70
Foto 6. Exposición sobre conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín.....	71
Foto 7. Matriz diseñada y matriz desarrollada en el taller con la comunidad de San Andrés...	72
Foto 8. Cartografía social realizada en los talleres del ciclo 1 sobre conflictos	73
Foto 9. Matriz a gran formato para resultados de las mesas de trabajo.	73
Foto 10. Discusión grupal en torno a conflictos – Taller ciclo 1 AMVA.....	86
Foto 11 - Material de apoyo con mapas para el desarrollo del ejercicio práctico de los talleres	87
Foto 12. Actores calificando por colores los factores de cambio en Girardota.....	87
Foto 13. Actores realizando la lectura de los documentos base para los talleres.....	89
Foto 14. Matrices de trabajo talleres con expertos y actores locales.....	90
Foto 15. Registro de asistencia taller N° 1 Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Girardota	94
Foto 16. Taller N° 1 Área Metropolitana del Valle de Aburrá.....	95
Foto 17. Taller Comunidad Afrodescendiente de San Andrés.....	97
Foto 18. Taller Comunidad Afrodescendiente de San Andrés.....	97
Foto 19. Talleres Ciclo 1 municipios de Medellín y Caldas	98
Foto 20. Talleres Ciclo 2. Izquierda Taller tramo 3, derecha taller tramos 4 y 5.	100



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Foto 21. Taller Sede de Investigación Universitaria de la U de A (SIU) Jornada de la mañana 102

Foto 22. Taller Sede de Investigación Universitaria de la U de A (SIU). Jornada de la Tarde 102

Foto 23. Taller Equipo Técnico – Mapeo y análisis de actores..... 104

Foto 24. Taller de socialización de resultados con expertos – 25 de agosto de 2016 SIU 105



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



FASE DE PROSPECTIVA PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN

1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Aburrá-Medellín es un mecanismo de planificación que permite administrar de manera eficiente el recurso hídrico y hacer un control de su calidad y cantidad. Su desarrollo comprende cuatro (4) fases: Declaratoria en ordenamiento del río Aburrá-Medellín, elaboración de un diagnóstico de las condiciones actuales del río, la prospectiva para la identificación de los usos potenciales del agua a partir de la proyección de la demanda y el planteamiento de escenarios de simulación futuros, encaminados al mejoramiento del mismo, por medio de la formulación de diferentes proyectos asociados a diversas líneas estratégicas.

En desarrollo de sus competencias y funciones, las autoridades ambientales con jurisdicción sobre el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, CORANTIOQUIA y CORNARE), quienes conforman la Comisión Conjunta para la Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá-Medellín, tomaron la decisión de emprender el proceso para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH del río, esta decisión se concretó en la Resolución N° 1509-21328-001739 de septiembre de 2015, que declara dicho recurso en ordenamiento.

Desde la Universidad de Antioquia y las autoridades ambientales competentes, se ha trabajado en la consolidación de un documento de diagnóstico para la cuenca del río Aburrá-Medellín, a partir de la revisión de información disponible, bases de datos de usuarios del recurso hídrico, resultados de monitoreo de la calidad y cantidad del agua del río y sus quebradas afluentes, la definición de tramos, los resultados de indicadores fisicoquímicos y biológicos de calidad de agua, entre ellos el ICACOSU, ICA Global y el BMWP/Col. Esta información, aunada a aquella referente al reconocimiento de las problemáticas ambientales del río y a la identificación de usos actuales del agua, constituyen la línea base para la fase de Prospectiva, a partir de la cual se busca realizar la proyección del río Aburrá-Medellín en el corto, mediano y largo plazo, a través del establecimiento de los usos potenciales del agua.

En este contexto, y a través de convenio interadministrativo entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Antioquia (Entidad que a su vez suscribió convenio con la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Medellín), desde el año 2003 se viene operando una red de monitoreo del río, la cual aporta datos de calidad y cantidad del agua de esta corriente que han sido de gran utilidad para las modelaciones de calidad del agua y las proyecciones de oferta y demanda, como insumos básicos para las fases de diagnóstico y de prospectiva del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico-PORH del río Aburrá-Medellín.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



En este documento se presentan los resultados de la fase de prospectiva del PORH del río Aburrá-Medellín, que tiene como objetivo identificar los usos potenciales del agua para la planificación y uso sostenible del río, buscando un equilibrio entre la oferta y demanda presente y futura del recurso, con la aplicación de criterios de sostenibilidad ambiental. Todo lo anterior, como resultado de la puesta en común de los resultados de la proyección de la demanda de agua y de los escenarios posibles de la calidad de agua, con actores claves asociados al recurso, a través del desarrollo de una estrategia de participación.

La fase de prospectiva proporciona así información relevante para aportar en el establecimiento de estrategias de intervención, en el momento que se emprenda la fase de formulación del PORH para el río Aburrá-Medellín.

2 ANTECEDENTES DEL PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO -PORH- DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN

2.1 MARCO NORMATIVO PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN

La ordenación y el manejo de las microcuencas es uno de los primeros lineamientos sobre los cuales la legislación colombiana hace hincapié, mediante la reglamentación del Código Nacional de los Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974), específicamente en la Parte III, Título II, Capítulo III, que establece que los recursos naturales pueden ser declarados bajo protección o en ordenación.

La Constitución Política de 1991 institucionaliza la descentralización de las entidades territoriales (artículo 1) y con ello otorga a estas algunas atribuciones respecto al manejo de los recursos naturales. A su vez, en el artículo 80 se establece como obligación estatal la planificación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, en aras de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución; además de instaurar la forzosa prevención y control de los factores de deterioro ambiental.

Por su parte, la Ley 99 de 1993 asigna a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y Áreas Metropolitanas (Artículo 31 numeral 18) las competencias y funciones para ordenar las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción y para establecer las normas y directrices requeridas para su manejo, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales que se expidan a tal fin. Además, en el artículo 33 parágrafo 3, se establece la creación de comisiones conjuntas encargadas de concertar, armonizar y definir políticas para el manejo ambiental de cuencas hidrográficas comunes a dos o más CAR que tengan jurisdicción sobre éstas.

En marzo de 2010, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial promulga la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, la cual establece los objetivos, estrategias, metas indicadores y líneas de acción para el manejo del recurso hídrico en el país, todo ello encaminado a resolver la actual problemática del recurso hídrico, con miras al

uso eficiente y a la preservación del recurso (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Mediante el Decreto 3930 de 2010 (retomado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible-Decreto 1076 de 2015), se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 y se establecen las disposiciones relacionadas con los usos del agua (artículo 9), con la formulación de los planes de ordenamiento del recurso hídrico, así como con las normas de vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. De acuerdo con el artículo 4º del Decreto 3930 de 2010, el ordenamiento del recurso hídrico para las aguas superficiales se realiza con el fin de establecer la clasificación de las aguas, fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos del agua y posibilidades de aprovechamiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2014, p.18).

De manera coherente con lo consagrado en el Decreto 3930 de 2010, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publica en diciembre de 2014, la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH-. En la misma se establecen los pasos y alcances mínimos a seguir en cada una de las fases definidas para el ordenamiento (Figura 1): Declaratoria, Diagnóstico, Prospectiva (Identificación de usos potenciales del recurso hídrico) y la Elaboración del Plan de Ordenamiento.

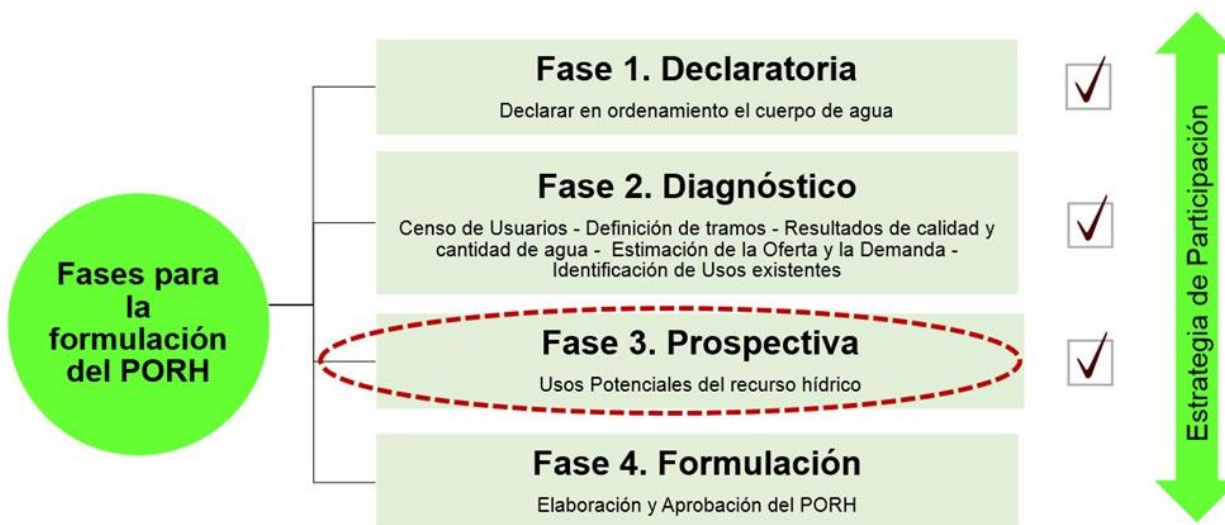


Figura 1. Fases a considerar en un Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH

Con relación al tema de vertimientos, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expide la Resolución 631 de 2015, que establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



De otra parte, el Decreto 1640 de 2012 (retomado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible-Decreto 1076 de 2015), “Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”, en su artículo 18, define el “Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica – POMCA como un instrumento a través del cual se realiza la planeación del uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna y el manejo de la cuenca entendido como la ejecución de obras y tratamientos, en la perspectiva de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2014, p.18).

En razón de lo aquí expuesto y de lo expresado en la guía metodológica para la formulación de los planes de ordenamiento del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2014), el POMCA y el PORH son instrumentos de planificación con ámbitos de aplicación y fines distintos pero complementarios. En correspondencia, el Decreto 1640 de 2012 establece “que en la fase de formulación del POMCA, se deberán definir e identificar los recursos naturales renovables que deben ser objeto de implementación de instrumentos de planificación y/o administración por parte de las Autoridades Ambientales competentes en el escenario temporal para el cual se realice el POMCA, dentro de los cuales se encuentran los planes de ordenamiento del recurso hídrico – PORH” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2014,p.18).

Mediante el Decreto 1076 de 2015 reglamentario único del sector ambiente, se recogen todos los decretos reglamentarios vigentes expedidos hasta la fecha, que desarrollan las leyes en materia ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016), en este sentido se retoman en este decreto, los Decretos 3930 de 2010 y el Decreto 1640 de 2012.

En este contexto normativo, en septiembre de 2015, se declara en ordenamiento el recurso hídrico del río Aburrá-Medellín perteneciente a la cuenca hidrográfica del nivel subsiguiente río Aburrá - NSS (2701-01), por parte de las autoridades ambientales competentes, bajo la Resolución N° 1509 – 21328-001739 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA y la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE.

A partir de dicha declaratoria, se inicia el proceso hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Aburrá-Medellín, el cual se soporta en del conocimiento que se ha generado a partir del diseño y puesta en marcha de la “Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá – Medellín” y se enmarca en los referentes normativos que versan sobre los instrumentos de planificación en clave de sostenibilidad. De ahí la apuesta por fortalecer la administración y gestión efectiva de la oferta y demanda del recurso hídrico, con base en la armonización y articulación entre planes ambientales de diferentes órdenes (POMCA, Planes de Gestión Ambiental Regional -PGAR-, Plan de Ordenamiento Territorial - POT - y Plan de Desarrollo Metropolitano – PDM --), que



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



orientados a la conservación, protección y recuperación del recurso agua, se inscriben dentro de los propósitos del desarrollo sostenible.

2.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO “RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN”

La subregión del Valle de Aburrá está localizada en el centro del departamento de Antioquia y limita con las subregiones Norte, Nordeste, Oriente, Suroeste y Occidente. Geopolíticamente, está conformada por los municipios de: Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Girardota, Itagüí, La Estrella, Medellín, Sabaneta y Envigado (Figura 2).

La dinámica del valle se estructura por el curso del río Aburrá-Medellín, que nace en el alto de San Miguel, en el municipio de Caldas, atraviesa diez (10) municipios y finalmente se une al río Grande en Puente Gabino, cambiando de nombre a río Porce (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2007).

El río Aburrá-Medellín es eje articulador de todos los municipios que conforman el Valle de Aburrá y entre su nacimiento y su confluencia con el río Grande, tiene una longitud de 105 kilómetros, aproximadamente. A él tributan más de 200 quebradas de diferente magnitud y con algunas características similares.

En la parte central, más urbanizada, existen alrededor de 60 quebradas, cada una de las cuales interactúa con la comunidad localizada en su área de influencia.

La cuenca aparece hoy como un ecosistema altamente intervenido, cuya recuperación y protección, además de estrategias de tipo ecosistémico, demanda intervenciones en lo económico, social y cultural, entre otras. No obstante su carácter de elemento estructurante del territorio, el río adolece de graves problemas ambientales, como la contaminación resultante de la disposición de residuos líquidos, con y sin tratamiento previo, del vertido de residuos sólidos ordinarios y especiales, además de la extracción de materiales para la construcción, que se realizan tanto en las riberas del río, como en las quebradas afluentes, por parte de algunas empresas y de mineros informales.

En el ámbito urbano, las quebradas presentan significativos niveles de degradación y son valoradas más como obstáculos para la urbanización que como recurso: se perciben como inútiles para algún propósito diferente al de conductos excretorios urbanos.

Este imaginario ha sido una constante a lo largo del desarrollo urbano del valle de Aburrá y por ende, se identifica como la causa raíz de la relación inadecuada de la población con las corrientes de agua, inductora del deterioro actual que presentan las quebradas tributarias del río Aburrá-Medellín.

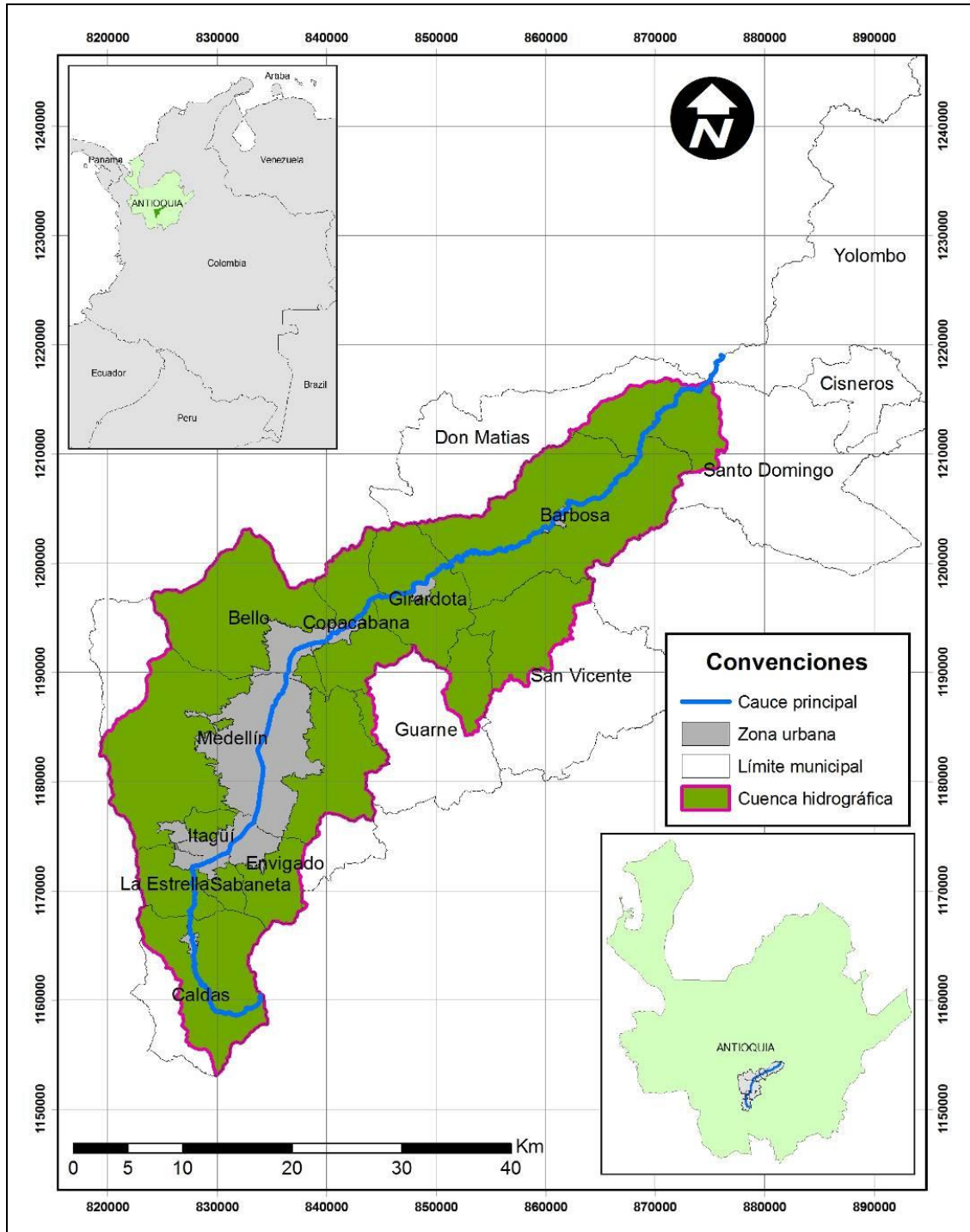


Figura 2. Ubicación de la cuenca del río Aburrá-Medellín



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



2.3 HISTORIA DE LA RED DE MONITOREO DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN –REDRÍO

Desde el año 2003, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, a través de la Red de Monitoreo Ambiental del Recurso Hídrico - RedRío, inició un seguimiento sistemático a la calidad y cantidad del agua del río Aburrá-Medellín y sus quebradas afluentes, en diferentes estaciones de medición ubicadas desde el tramo sur del valle del Aburrá, en San Miguel (Municipio de Caldas) hasta el norte en la estación Puente Gabino (Municipio de Santo Domingo).

En el año 2010, se reanudó el monitoreo de las aguas subterráneas, acción que se había ejecutado en el año 2000 por parte de la autoridad ambiental urbana, con el propósito de ampliar el conocimiento acerca de la dinámica, origen y evolución del sistema de reserva del acuífero.

El proyecto RedRío se ha desarrollado a lo largo de cinco fases y bajo la figura de convenio interadministrativo entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad de Antioquia, la cual a su vez, tiene un convenio con la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Medellín. Un resumen de lo que han sido las fases desarrolladas en RedRío puede apreciarse en la Figura 3.

La información obtenida a partir de los monitoreos de calidad y cantidad de agua realizados a lo largo del proyecto RedRío, ha sido de gran utilidad para los diferentes estudios en los que se ha requerido de un diagnóstico de la calidad de agua del recurso hídrico de la cuenca del río Aburrá-Medellín, como es el caso del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de Cuenca Hidrográfica (POMCA) y demás instrumentos de planificación como el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) y el Plan de Manejo Ambiental del Acuífero del Valle de Aburrá (PMAA), con miras a tomar decisiones que permitan mejorar las condiciones del recurso hídrico. Así mismo, la información consolidada se convierte en línea base ha sido para el establecimiento de los criterios y objetivos de calidad para el río Aburrá-Medellín en los años 2006 y 2012; de igual manera, para su revisión en el año 2016.

Paralelamente a los logros alcanzados durante las cinco fases ejecutadas por RedRío en materia de conocimiento y seguimiento del recurso, determinación de indicadores de calidad del agua, estimación de la oferta y demanda hídrica y definición de los objetivos de calidad a corto, mediano y largo plazo, se han implementado, de manera transversal, estrategias de divulgación que buscan propiciar que los habitantes, empresas, organizaciones y medios de comunicación reciban información sobre el estado ambiental del río, para que además sean actores activos y partícipes de las campañas relacionadas con el cuidado y la protección del recurso hídrico.

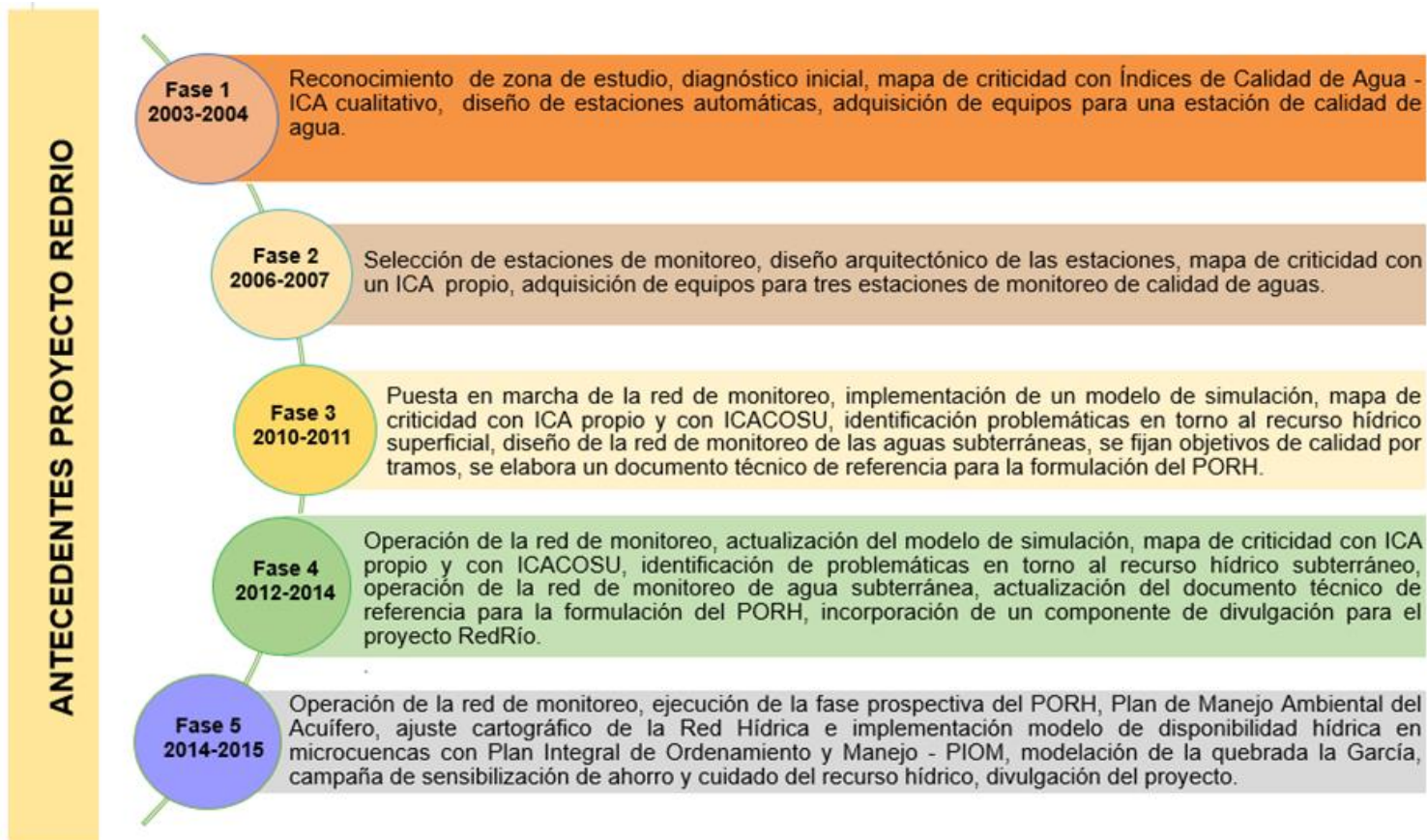


Figura 3. Resumen Fases del proyecto RedRío



2.3.1 Componentes que conforman el proyecto RedRío

El proyecto RedRío está conformado por varios componentes de estudio, los cuales se presentan a continuación:

2.3.1.1 Agua superficial

En la actualidad se realiza el monitoreo de 12 estaciones sobre el río Aburrá-Medellín (Tabla 1), desde su nacimiento en el municipio de Caldas hasta que desemboca en el río Porce en el norte de la región metropolitana y se genera información de 35 afluentes principales.

Tabla 1. Estaciones de monitoreo sobre el río Aburrá-Medellín

ESTACIÓN	COORDENADAS		DISTANCIA NACIMIENTO	MUNICIPIO
	LATITUD	LONGITUD	KM	
San Miguel (E1)	6° 02' 50.4''	75° 37' 09.9''	5.8	Caldas
Primavera (E2)	6° 4' 4.72''	75° 37' 54.28''	10.6	Caldas
Ancón Sur (E3)	6° 09' 07.8''	75° 37' 54.9''	21.0	La Estrella
Antes de San Fernando (E5)	6° 11' 12.4''	75° 35' 07.9''	27.9	Medellín
Después de San Fernando (E6)	6° 11' 43.5''	75° 34' 53.3''	29.0	Medellín
Aula Ambiental (E8)	6° 15' 51.8''	75° 34' 20.4''	37.1	Medellín
Puente Acevedo (E9)	6° 18' 25.0''	75° 33' 24.7''	42.4	Medellín
Puente Machado (E11)	6° 20' 09.6''	75° 32' 15.8''	46.7	Bello
Niquía (E21)	6°20'17.73"	75°31'32.57"	48.1	Bello
Ancón Norte (E12)	6° 22' 16.21''	75° 29' 21.29''	54.4	Copacabana
Papelsa (E16)	6° 26' 46.14''	75° 19' 53.26''	80.9	Barbosa
Puente Gabino (E20)	6° 33' 33.9''	75° 12' 20.3''	105.0	Santo Domingo

En las estaciones que constituyen la red de monitoreo del río Aburrá - Medellín se toman muestras sobre la calidad del agua de esta corriente in situ o se remiten a los laboratorios acreditados de diferentes Universidades, que hacen parte de RedRío, con el fin de determinar diferentes parámetros fisicoquímicos y biológicos y establecer así los niveles de calidad de la misma.

El seguimiento a la cantidad de agua se hace por medio de aforos simultáneos a los muestreos de calidad de agua, siguiendo los procedimientos estandarizados por el mismo IDEAM. Adicionalmente, existen tres estaciones automáticas de monitoreo que operan en las estaciones San Miguel (Caldas), Ancón Sur (La Estrella) y Aula Ambiental (Medellín), que proporcionan información en tiempo real de las condiciones de calidad del agua del río. Ver Foto 1.



Foto 1. Jornada de monitoreo del río, febrero 2016. Estación San Miguel, Vereda La Clara, municipio de Caldas

2.3.1.2 Agua subterránea

La red de monitoreo, para el componente subterráneo está conformada por 95 puntos de monitoreo, en los cuales se hace seguimiento al acuífero del valle de Aburrá para ampliar el conocimiento acerca de la dinámica, origen y evolución del agua del sistema hídrico subterráneo. Esta red se subdivide, a su vez, en tres categorías: el monitoreo piezométrico, para medir la variación de los niveles de agua almacenada que circula en el subsuelo; la red de monitoreo de calidad, mediante la cual se identifica el estado de calidad de este recurso y las afectaciones generadas por el uso del suelo y el desarrollo de diferentes actividades económicas que inciden sobre el agua subterránea; y por último, la red de monitoreo hidrogeoquímico, que permite validar las zonas de recarga, tránsito y descarga del agua subterránea. Ver Foto 2.



Foto 2. Jornada de monitoreo de aguas subterráneas, 2013

2.3.1.3 Proceso hacia la Formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Aburrá-Medellín

Como ya se había mencionado, en el año 2015, la Comisión Conjunta de la Cuenca del río Aburrá – Medellín (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA y Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -CORNARE), por medio de la Resolución N° 1509 – 21328-001739, declaran en ordenamiento el recurso hídrico del Río Aburrá – Medellín, con un peso muy importante para la condición de deterioro en su calidad de agua. Con el proceso de planificación se busca la gestión efectiva de la oferta y la demanda del recurso hídrico del río Aburrá – Medellín, apoyada en el conocimiento del recurso generado a partir de la red de monitoreo y con estudios complementarios que han permitido la elaboración de unos elementos de diagnóstico y avanzar hacia la fase de prospectiva del PORH.

2.3.1.4 Campaña de sensibilización

Desde el año 2015, RedRío realiza la campaña de sensibilización sobre el uso eficiente del recurso hídrico “Yo me tomo el agua en serio”, actualmente unificada con la campaña institucional “Si quieres agua toma conciencia”, cuyo objetivo es promover la cultura del agua, mediante el fomento de comportamientos adecuados en relación con el uso eficiente, racional y cuidados del agua, brindando a la ciudadanía la información necesaria para mejorar sus hábitos de consumo y su relación con el recurso hídrico. La campaña se despliega mediante el desarrollo de una obra de teatro en la cual los actores interactúan con el público, en diferentes lugares de la región metropolitana, invitándolos a actuar en tópicos referentes a las formas en que pueden aprovechar, racionalmente, el agua desde su vida cotidiana. Ver Foto 3.



Foto 3. Campaña de sensibilización, abril de 2016. Centro Comercial Los Molinos, municipio de Medellín



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



2.3.1.5 Divulgación del proyecto

Las estrategias de divulgación han sido transversales en todos los componentes del proyecto y a través de ellas se han visibilizado las acciones misionales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en medios digitales, escritos, radiales, presenciales y multimediales. Simultáneamente, se ha establecido un flujo de información constante, clara y oportuna con los públicos de interés y se han generado espacios de interacción con los usuarios mediante plataformas digitales y redes sociales, tales como el micrositio del recurso hídrico (<http://www.metropol.gov.co/recursohidrico>) y la cuenta en Twitter @RedRío_.

El trabajo presencial que realiza RedRío con las comunidades y grupos de interés consiste en informar de una manera simple, clara y cercana cómo se determina la calidad de agua de una fuente en un punto específico.

Para tal fin, se utilizó un *stand* modular donde los asistentes pueden ver fotografías de los puntos monitoreados, métodos y herramientas utilizadas y comunidades de organismos que se encuentran en los cuerpos de agua.

En el *stand*, permanente para la divulgación de RedRío se presentan muestras de agua de diferentes puntos del río y/o quebradas afluentes y se realizan mediciones con equipos manuales que evidencian, a través de parámetros como el oxígeno y la conductividad eléctrica, los niveles de contaminación que tiene la muestra.

Adicionalmente, se exhiben muestras de macroinvertebrados acuáticos que son organismos vivos que permiten determinar la calidad ambiental del agua.

Este es uno de los puntos de mayor interés para destacar en el evento porque estas comunidades acuáticas son un elemento fundamental para mantener el equilibrio del ecosistema.

2.4 SÍNTESIS DE LA FASE DIAGNÓSTICA

Las autoridades ambientales competentes, con el acompañamiento de la Universidad de Antioquia, consolidó en 2015 un documento de diagnóstico para la cuenca del río Aburrá-Medellín.

El conocimiento actualizado del recurso hídrico se ha construido con base en información secundaria y primaria.

A partir de la revisión de información disponible, bases de datos de usuarios del recurso hídrico, resultados de monitoreo de la calidad y cantidad del agua del río y sus quebradas afluentes, la definición de tramos, los resultados de índices fisicoquímicos y biológicos de calidad de agua, entre ellos el ICACOSU, ICA Global y el BMWP/Col, se tiene una completa lectura del estado del recurso.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Así mismo, el reconocimiento de problemáticas ambientales en el río, la identificación de usos actuales del agua y la ejecución de talleres participativos, han sido de gran utilidad para afinar el diagnóstico.

2.4.1 Identificación de tramos en el río Aburrá-Medellín

El río Aburrá – Medellín actualmente se encuentra segmentado en siete (7) tramos, los cuales fueron establecidos en la fase III del proyecto RedRío, a partir de la formulación del documento referencia PORH para la cuenca del río Aburrá-Medellín; éstos se validaron por medio de la resolución metropolitana 002016 de 2012, sobre objetivos de calidad, expedida por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

La descripción detalla sobre los siete tramos del río puede consultarse en el documento de diagnóstico del PORH, y. en la Figura 4 se visualiza un resumen de los tramos definidos.

Los criterios considerados para la segmentación de la fuente priorizada, en este caso el río Aburrá – Medellín fueron los siguientes:

- Cobertura de los usos del suelo, con el fin de establecer compatibilidad con las determinaciones ambientales y los usos que se establezcan.
- Calidad del agua de acuerdo con los índices de calidad (ICACOSU) e ICA global estadístico, descritos detalladamente en el documento Índice de calidad Ambiental para el Río Aburrá – Medellín. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2010)
- Características físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas (cuenca)
- Impacto de la descarga de la PTAR San Fernando
- Seguimiento y control a las obras del PSMV proyectadas en el río Aburrá – Medellín y principales quebradas afluentes.
- Estaciones de monitoreo definidas en la Red de monitoreo del río Aburrá – Medellín (proyecto RedRío)
- Resultados de la modelación en Qual 2K, para las condiciones actuales y diferentes escenarios de saneamiento.

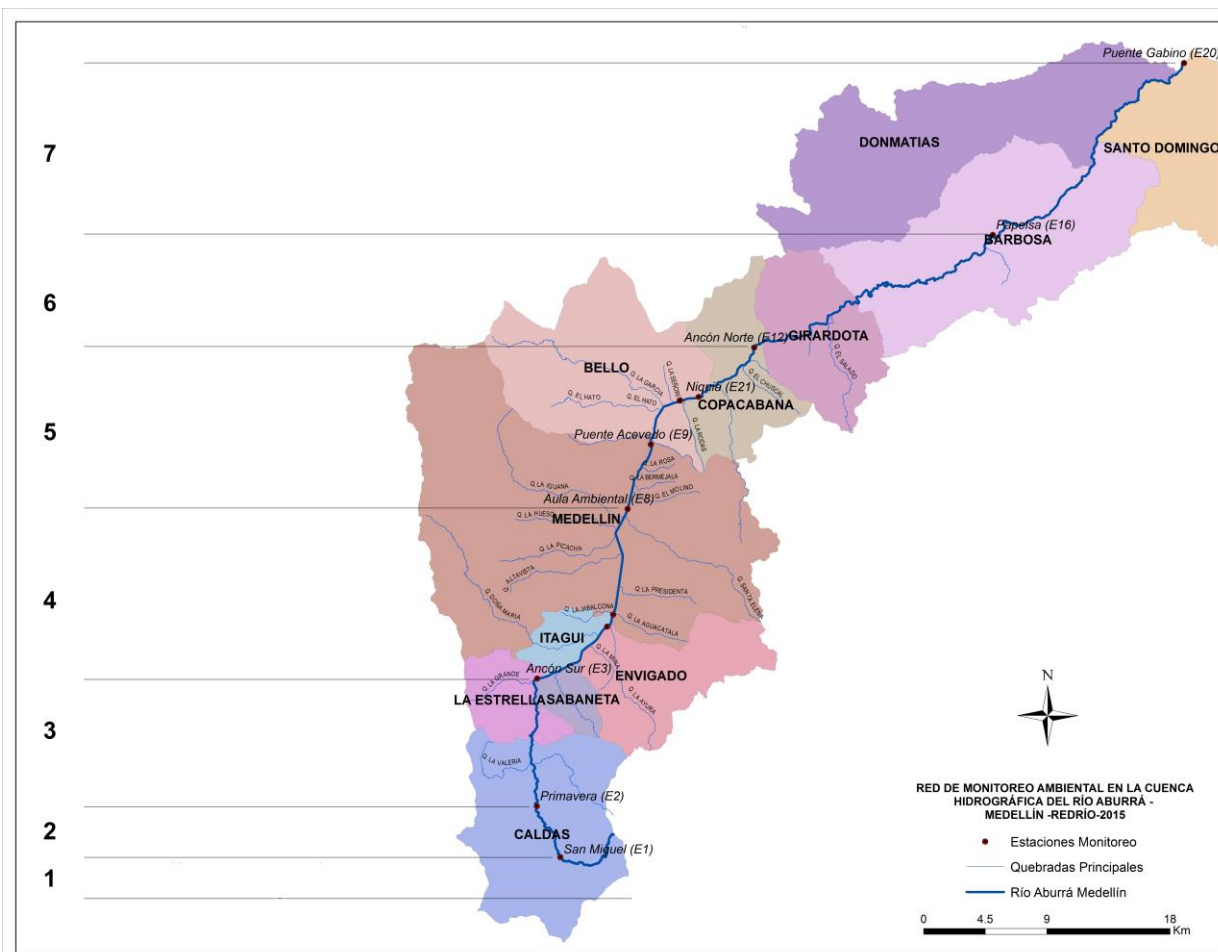


Figura 4. Tramos actuales del río Aburrá – Medellín (Diagnóstico PORH, 2015)

Estos siete (7) tramos definidos a lo largo del eje longitudinal del río Aburrá-Medellín, tienen su punto de inicio en el nacimiento, en el Alto San Miguel (en jurisdicción del municipio de Caldas), y como punto de cierre la estación denominada Puente Gabino en jurisdicción del municipio de Santo Domingo. Todas las estaciones de monitoreo donde se unen cada uno de los tramos han sido objeto de seguimiento durante las diferentes etapas de implementación del proyecto RedRío.

2.4.2 Usuarios con concesiones de agua en el eje longitudinal del río Aburrá-Medellín

Para determinar el uso o usos predominantes para los cuales se han otorgado las concesiones del agua del eje del río Aburrá – Medellín, se partió de la información registrada en las bases de datos suministradas por las autoridades ambientales con jurisdicción en el río: Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia y Cornare. Según dicho reporte, actualmente se tienen 21 concesiones otorgadas a usuarios legalizados, y el uso



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V

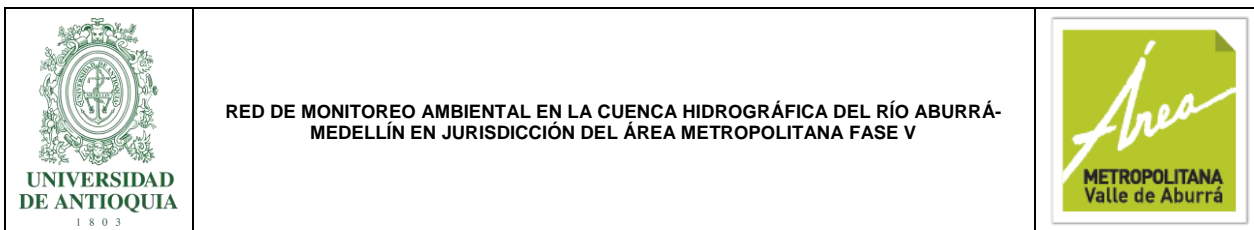


preponderante es el industrial a lo largo de los siete tramos definidos para el río. Sobre sus tramos finales se realizan usos consuntivos pecuario y doméstico, en cuyos transeptos se presenta una carga contaminante considerable. Lo anterior, es coherente con la calidad de agua que presenta el río Aburrá – Medellín, donde a medida que se avanza en su recorrido se va incrementando su deterioro, restringiendo el uso del recurso para otros fines. En la Tabla 2, se presenta el listado de las concesiones de agua sobre el río Aburrá-Medellín que hasta la fecha se encuentran vigentes según la revisión efectuada a 2015.

Tabla 2. Registro de concesiones de agua otorgadas por el Área metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare y Corantioquia para aprovechamiento de agua del río Aburrá-Medellín

Tramo	Razón Social	Municipio	Uso del agua	Caudal L/s
3	Procesos Especiales De Lavado Para La Confección S.A.	La Estrella	Industrial	8,333
4	Fábrica de Calcetines CRYSTAL S.A.	Sabaneta	Industrial	30,000
4	Tintorería y Acabados Coloretto	Sabaneta	Industrial	10,000
4	Telas y Procesos	Itagüí	Industrial	4,000
4	Química Amtex S.A	Itagüí	Industrial - Lavado de equipo	3,000
4	Química Amtex S.A	Itagüí	Industrial	2,000
4	Lavandería Industrial PELCO	Itagüí	Industrial	8,000
4	Teñidos y Acabados Asociado S.A	Itagüí	Industrial	6,000
5	CONASFALTOS S.A.	Bello	Industrial	79,850
6	Metroaridos Ltda.	Girardota	Industrial	10,000
6	Minería Y Construcciones Civiles De Colombia S.A.	Girardota	Industrial	5,780
6	Juan Jairo Ochoa Ortega	Girardota	Pecuario	0,029
6	Juan Jairo Ochoa Ortega	Girardota	Doméstico	0,029
6	Nubiola Colombia Pigmentos S.A	Girardota	Industrial	16,000
7	PCH Carlos Lleras Restrepo	Barbosa	Industrial (Generación de energía eléctrica)	75.000
7	Bedoya German Antonio	Santo Domingo	Otro	0,028
7	Bedoya German Antonio	Santo Domingo	Doméstico	0,008
7	Bedoya German Antonio	Santo Domingo	Pecuario	0,003
7	Cortes Marín Juan Bautista	Santo Domingo	Otro	0,028
7	Cortes Marín Juan Bautista	Santo Domingo	Doméstico	0,008
7	Cortes Marín Juan Bautista	Santo Domingo	Pecuario	0,003

Nota: Las concesiones referidas son las que entregan directamente al río Aburrá – Medellín -



2.4.3 Usos actuales del agua del río Aburrá-Medellín

Para el caso del río Aburrá-Medellín, una fuente altamente intervenida, antropizada y heterogénea, la clasificación de usos actuales del agua se hizo por tramos homogéneos, mediante el contraste y análisis de sus condiciones propias en lo referido a usos del suelo y del agua, actividades socioeconómicas, calidad del agua, y la percepción de los actores representativos respecto al recurso.

Es importante anotar, que en la identificación de los usos actuales del agua para el río Aburrá – Medellín por parte de los actores asociados al recurso, se mencionaron y nombraron usos que ante la norma se encontraban inmersos dentro de otro uso, un ejemplo de dicha situación se presentó cuando se nombraba como uso la extracción de material de playa o la minería, los cuales se encuentran inmersos de acuerdo con la normatividad ambiental en el uso Industrial, siendo necesario en estos casos que el equipo técnico hiciera los ajustes correspondientes.

De otro lado, aparecieron en la identificación de usos actuales del agua, algunos resultados de usos que ante la mirada de algunos actores no debían nombrarse como “usos actuales”, fue el caso por ejemplo con el uso del agua del río por habitantes en situación de calle, considerado dentro del Consumo Humano y Doméstico en el tramo 4, esto llevó a aclarar en la plenaria final que aunque es una realidad actual, desde la calidad del agua y el ordenamiento del recurso en la fase de prospectiva del PORH del río Aburrá – Medellín, será un uso que desde la norma quedará prohibido dadas las características de calidad del agua en ese tramo en el corto y mediano plazo. En resumen de los usos actuales del agua del río Aburrá – Medellín se presenta en la Figura 5.

En contexto con lo anterior, se llama la atención en que los usos actuales del agua presentados en la Figura 5 responden a la realidad de la cuenca y no a un “deber ser” de acuerdo con la disponibilidad y calidad para garantizar la recuperación y protección del recurso, lo que deja claro que algunos usos, a pesar de no ser los indicados, son los que se vienen presentando actualmente, y que por tal razón es fundamental en el proceso hacia la formulación del PORH del río Aburrá – Medellín, tener en cuenta los mencionados usos para establecer usos potenciales del agua que garanticen sostenibilidad del recurso y el cumplimiento de los objetivos de calidad que se establezcan para la conservación, protección y recuperación del río Aburrá – Medellín.

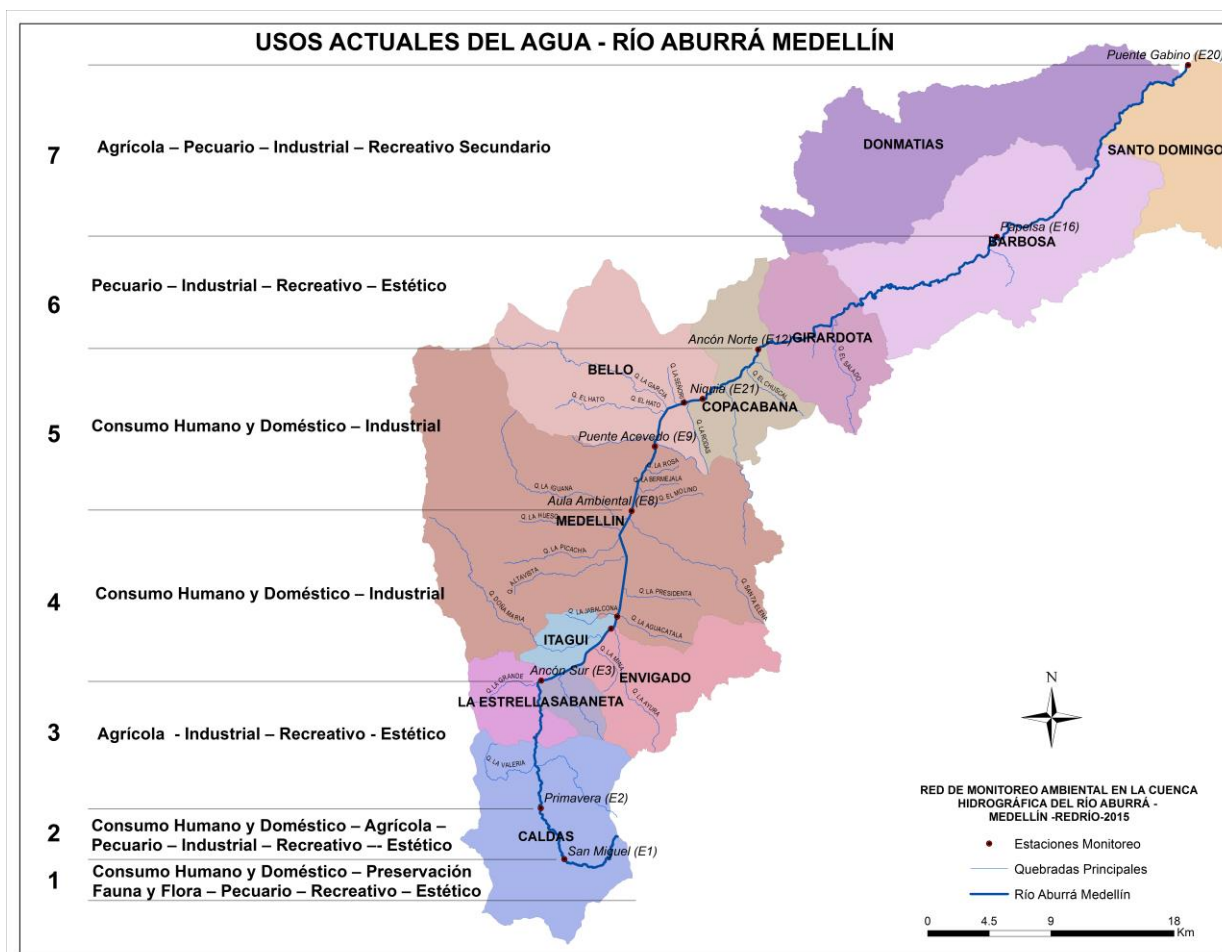


Figura 5. Usos Actuales del agua del río Aburrá – Medellín (RedRío Fase V PORH, 2015)

2.4.4 Oferta del recurso agua

Mediante la utilización de modelos lluvia escurrentía calibrados en las distintas estaciones de medición de caudales que se tiene a lo largo del río Aburrá – Medellín, junto con elementos tales como mapas de precipitación, evapotranspiración, balances a largo plazo y demás necesarios, se presenta la estimación de factores como la oferta, demanda, caudal ambiental, índice de uso e índice de aridez, tanto para para la condición actual de la cuenca como para distintos escenarios y períodos futuros considerando efectos del cambio climático.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Para la estimación de los parámetros mencionados, se toman 13 puntos a lo largo del cauce del río Aburrá – Medellín los cuales coinciden con estaciones de modelación de calidad del agua en el proyecto RedRío y son: San Miguel, Primavera, Ancón Sur, Antes de San Fernando, Después de San Fernando, Aula Ambiental, Puente Acevedo, Niquía, Ancón Norte, Puente Girardota, Hatillo, Papelsa y Puente Gabino.

2.4.4.1 Estimación de la oferta total actual y caudal ambiental

Para la estimación de la oferta total se emplearon los resultados de la calibración del modelo lluvia escorrentía de resolución diaria “GR4J” (Perrin, 2003), aplicado en ocho estaciones con registro de caudal medio diario (propiedad de Empresas Públicas de Medellín-EPM) sobre el río Aburrá – Medellín, y se utilizó la información de 26 estaciones de precipitación sobre la cuenca, de las cuales, 25 cuentan con registros de precipitación diaria y tres con registros de precipitación mensual.

En el Anexo 11: Oferta y Demanda actual y proyectada, 2016 se encuentra la descripción del modelo aplicado y el procedimiento detallado para llegar a la determinación de la oferta actual que se resume en este apartado.

Con el fin de determinar la oferta total en puntos de interés a lo largo del río Aburrá – Medellín, que se presentan en la Tabla 3 y en la Figura 6 se presenta la ubicación espacial de los puntos de interés.

En primera instancia, se seleccionaron los modelos lluvia – escorrentía de mejor ajuste en cada sitio de interés (estaciones de monitoreo de RedRío), para luego, emplear la metodología propuesta en la “Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico”, en la que se definen tres tipos de períodos hidrológicos que se definen a continuación y para los cuales, en cada punto de interés de la corriente se debe de estimar la oferta total.

- Oferta año hidrológico medio: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando no se presenta la existencia de fenómeno de El Niño o La Niña.
- Oferta año hidrológico seco: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando se presenta la existencia del fenómeno de El Niño.
- Oferta año hidrológico húmedo: Definido como el promedio de los caudales medios mensuales en aquellas épocas cuando se presenta la existencia del fenómeno de La Niña.

Tabla 3. Puntos de interés a lo largo del río Aburrá – Medellín

PUNTO DE INTERÉS	ÁREA DE LA CUENCA (KM ²)	PRECIPITACIÓN MEDIA (MM/AÑO)	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (MM/AÑO)
San Miguel	24.411	2128.709	1072.263
Primavera	49.716	2191.593	1094.415
Ancón Sur	132.458	2145.353	1112.603
Antes de San Fernando	234.663	2102.765	1121.998
Después de San Fernando	285.952	2075.111	1123.896
Aula Ambiental	430.661	1994.944	1136.967
Puente Acevedo	512.506	1954.684	1138.619
Niquía	651.845	1902.786	1129.103
Ancón Norte	733.251	1883.954	1128.734
Puente Girardota	777.127	1873.380	1130.954
Hatillo	856.674	1865.736	1135.141
Papelsa	1016.768	1902.565	1133.148
Puente Gabino	1208.449	2015.287	1145.770

Para el presente estudio se cuenta con estaciones de registro de caudal a nivel diario en ocho estaciones y a partir de esta información, se obtienen de los mapas de ambas variables elaborados en el proyecto Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá – Medellín en Jurisdicción del Área Metropolitana – Red Río Fase IV.

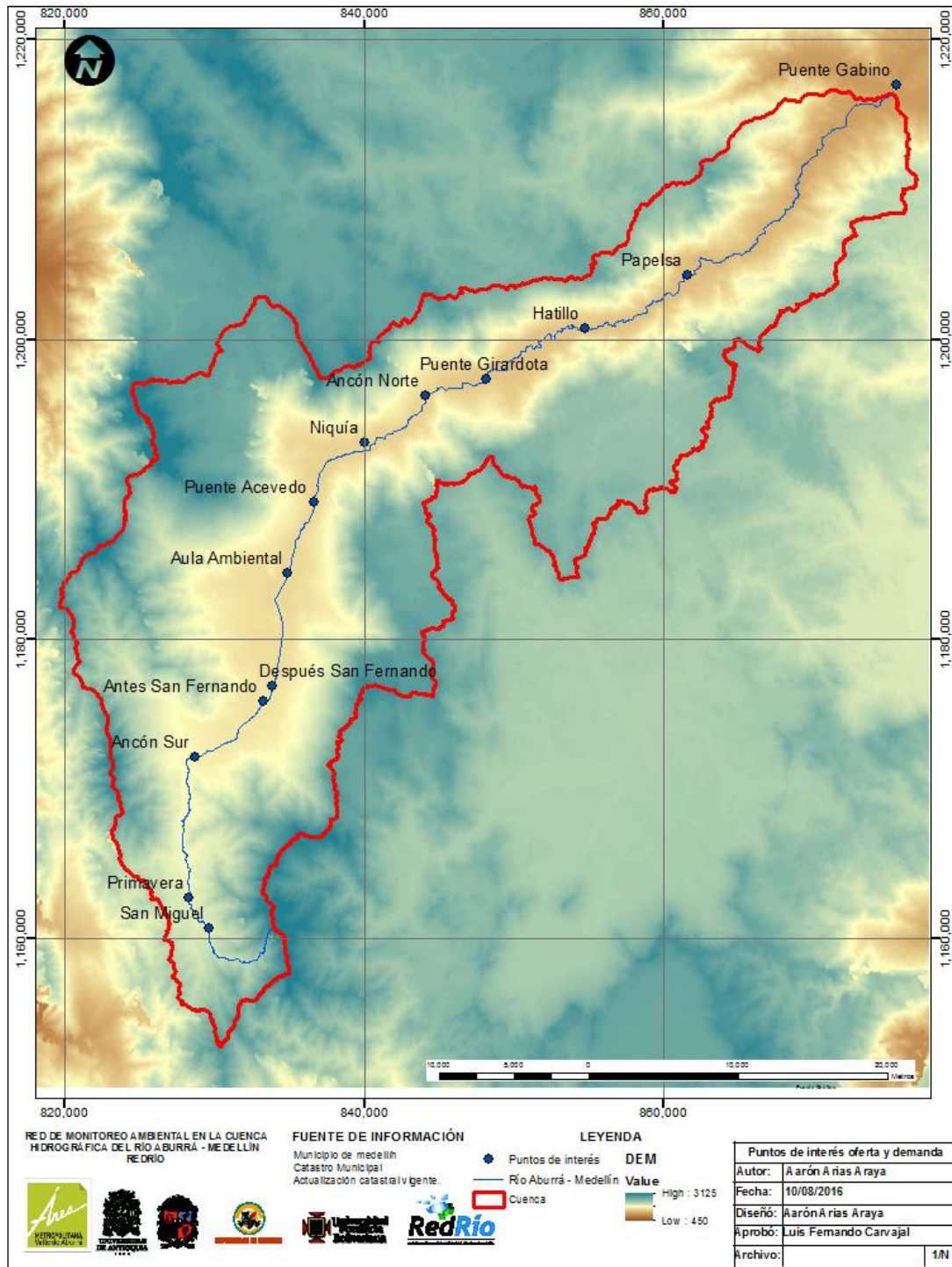


Figura 6. Puntos de interés para la estimación de la oferta y la demanda



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Como se mencionó anteriormente no se tienen estaciones de caudal ubicadas en cada uno de los puntos de interés, por lo tanto se plantea una forma alterna para poder estimar los caudales en éstas de manera indirecta. La utilización de Modelos Lluvia – Escorrentía es una clara opción, pues estos modelos permiten representar de manera simplificada los procesos que ocurren dentro de una cuenca los cuales son determinados por el clima y la geomorfología y partiendo del principio de conservación de masa permiten determinar en el largo plazo el caudal en un punto dado.

Para este estudio se optó por utilizar el modelo GR4J debido a la sencillez en el proceso de calibración de sus principales parámetros. Además ya se tienen trabajos previos de calibración del modelo en la cuenca del vallé de Aburrá, mostrando buenos resultados (Roldán, 2007).

La utilización de este modelo requiere de datos de caudal y precipitación a nivel diario. Por lo tanto, para cada estación de caudal se definen unas estaciones de precipitación, con registro diario en su zona de influencia y tomando los períodos de registro común se realiza la calibración de cada uno de los parámetros del modelo. Una vez se realiza este proceso de calibración, a su vez, el proceso de generación de series sintéticas de caudal se realiza teniendo en cuenta todo el registro de lluvias a nivel diario disponible (Anexo 11: Oferta actual y proyectada PORH, 2016).

Con el fin de verificar que las estaciones de caudal correspondientes a los modelos lluvia escorrentía a emplear presenten datos de caudal coherentes, se compara el caudal medio anual mediante la metodología de balance a largo plazo y de los registros. Los caudales mediante el método del balance a largo plazo se obtienen mediante los mapas de precipitación media anual y ETR (evapotranspiración real) obtenidos en desarrollo de la Fase IV del convenio RedRío.

Una vez se tiene definido el Modelo Lluvia – Escorrentía a utilizar en cada uno de los puntos de interés, se emplea la metodología propuesta en la “Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico”, en la que se definen tres tipos de períodos hidrológicos, como ya se indicó.

• **Estimación del caudal ambiental actual**

Para la estimación del caudal ambiental se emplearon las tres metodologías presentadas en el documento “Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso Hídrico”. Estas metodologías corresponden a:

- Metodología 1 que sigue la Resolución 865 de 2004.
- Metodología 2 basada en el ENA 2010 (Estudio nacional del agua) el criterio de estimación del caudal ambiental es hidrológico, y tiene en cuenta la capacidad de la cuenca de retener y regular el agua existente en ella, para lo cual se define un factor conocido como el índice de regulación hídrico (IRH).

- Metodología 3 en la que se deben estimar los índices 7Q10 (caudal promedio mínimo semanal con período de retorno 10 años) y Q_{95} discriminados por mes y para cada una de las tres condiciones hidrológicas (húmeda, promedio y seca).

El caudal ambiental resultaría para cada uno de los 36 casos (3 condiciones hidrológicas x 12 meses) como el valor máximo entre el 7Q10 y el Q_{95} (máx. (7Q10, Q_{95})), para el correspondiente mes y condición hidrológico (Anexo 11: Oferta y Demanda actual y proyectada PORH, 2016).

2.4.4.2 Estimación de la oferta neta actual

La oferta total es una medida de la cantidad de agua disponible en una cuenca, sin embargo esta cantidad de agua no es la misma que la cantidad de agua utilizable, y por ello aparece el término oferta disponible u oferta neta. La oferta neta o cantidad de agua disponible para los diferentes usos se obtiene de restar el caudal ambiental a la oferta total.

De manera gráfica (Figura 7 a Figura 9), se presentan los resultados de la oferta neta en unidades de metros cúbicos por segundo (m^3/s), para punto de interés y condición hidrológica.

En general se observa que la metodología M3 de estimación del caudal ambiental, es aquella que genera los mayores caudales para las condiciones de año hidrológico medio y húmedo, y por lo tanto la menor oferta neta. Para el caso del año hidrológico seco, las metodologías M1 y M2 generan el mayor caudal ambiental, lo cual se ve reflejado en una menor oferta neta.

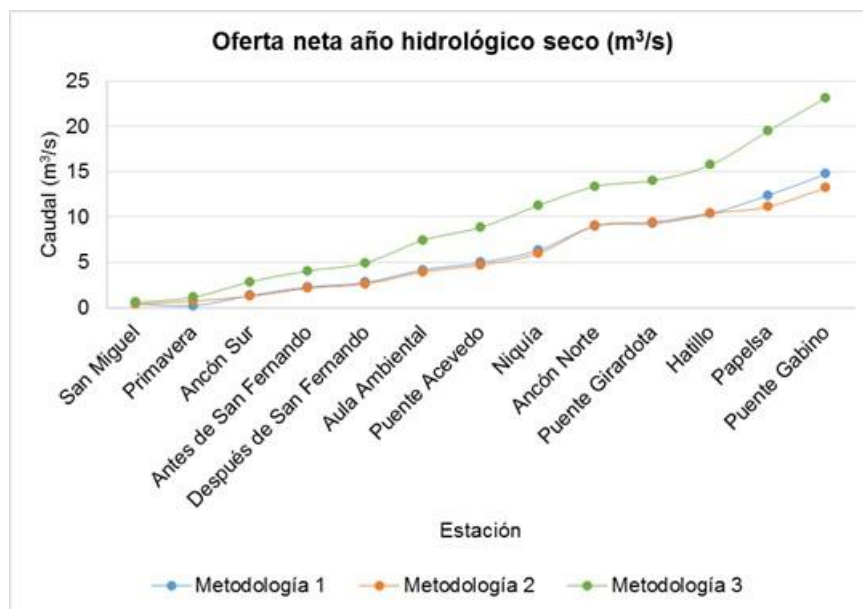


Figura 7. Oferta neta para el año hidrológico seco

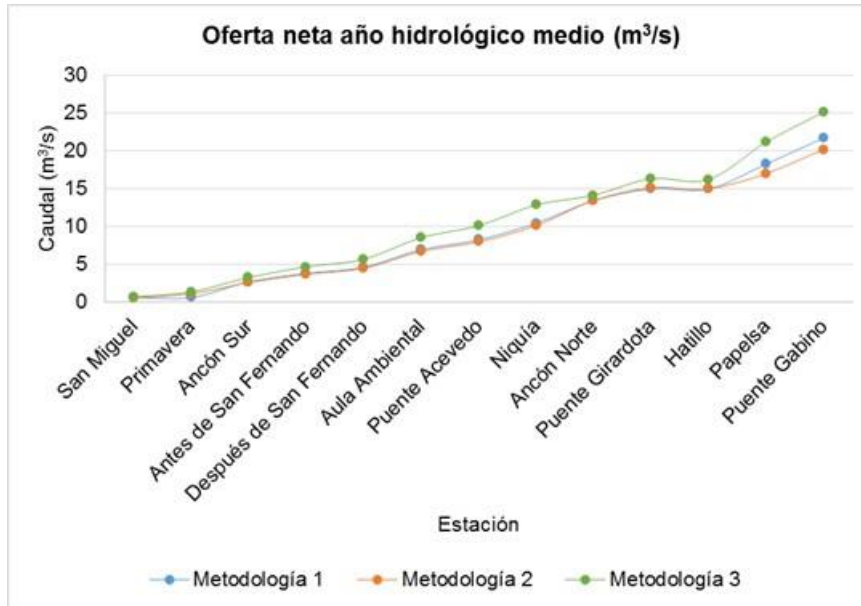


Figura 8. Oferta neta para el año hidrológico medio

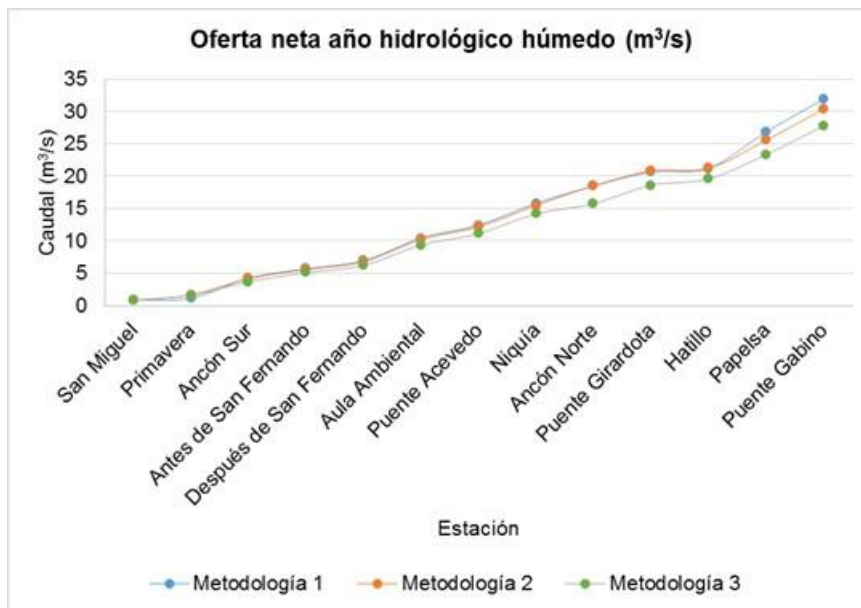


Figura 9. Oferta neta para el año hidrológico húmedo



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



En general, de los resultados obtenidos se observa que la metodología 3 de estimación del caudal ambiental, es aquella que genera los mayores caudales para las condiciones de año hidrológico medio y húmedo, y por lo tanto la menor oferta neta.

Para el caso del año hidrológico seco, las metodologías 1 y 2 son aquellas que generan el mayor caudal ambiental, lo cual se ve reflejado en una menor oferta neta.

2.4.5 Demanda del recurso agua actual

A partir de las bases de datos proporcionadas por las autoridades ambientales (AMVA, CORNARE y CORANTIOQUIA) en sus registros de usuarios se calculó la demanda hídrica directa del río Aburrá – Medellín. Esta demanda la ejercen 21 usuarios con concesión de agua en mayor proporción para uso industrial.

Es importante aclarar, que la demanda de agua restante del Valle de Aburrá es provista por EPM, la cual es importada desde cuencas vecinas (Río Grande y Río Negro), principalmente. En el Valle de Aburrá existen acueductos que suministran agua en zonas rurales y en algunos municipios que integran el área metropolitana.

A continuación se presenta la demanda calculada para el uso doméstico, totalizada por sectores demarcados con límite de área de drenaje en los puntos de monitoreo del río Aburrá – Medellín. El detalle de las metodologías de cálculo para cada una de las demandas que a continuación se presentan, pueden consultarse en el Anexo 11: Oferta y Demanda actual y proyectada PORH, 2016.

2.4.5.1 Demanda hídrica doméstica y otros sectores

- **Población actual y proyectada**

Se utiliza la información de población generadas en la actualización del POMCA (2016) del río Aburra – Medellín, por directrices del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). El consumo doméstico actual fue estimado a partir de los consumos promedio de los años 2012, 2013 y 2014 discriminados por municipio y por estrato socioeconómico, estimación basada en información proporcionada por EPM para todos los municipios del valle de Aburrá y se establece, a partir de los consumos promedio por estrato facturados por EPM las dotaciones en l/hab*día.

Teniendo en cuenta los datos de dotación bruta y población, se estima la demanda doméstica actual. En la Tabla 4 se presentan los resultados de esta estimación.

En la misma Tabla se presentan los resultados obtenidos para las otras demandas, cuyo detalle de cálculo puede consultarse en el Anexo 11: Oferta y Demanda actual y proyectada para el PORH, 2016.

Tabla 4. Demandas de agua multisectorial por municipio

MUNICIPIO	DOMESTICA (M ³ /AÑO)	AGRÍCOLA (M ³ /AÑO)	PECUARIO (M ³ /AÑO)	INDUSTRIAL (M ³ /AÑO)	SERVICIOS (M ³ /AÑO)	MINERIA ORO (M ³ /AÑO)
Medellín	100387430	210127	3454821	841735	18527675	
Barbosa	2506927	270677	1312620	2600292	256889	9203
Bello	21330208	20344	229413	34267986	2368477	0
Caldas	2846697	128620	783305	2660	267119	297
Copacabana	3823605	75034	3006063	21599	264986	892
Envigado	7876227	173327	160433		1189680	0
Girardota	2785085	0	324520	1037327	899742	6104
Itagüí	13353018	10644	-	16278704	1919838	0
La Estrella	3146253	3979501	66010	110773	274963	0
Sabaneta	3045702	0	87879	203318	490807	
Don Matías	578525	229416	1507369			
Guarne	2295546	183457	70263			
San Vicente	686571	1004090	200843			
Santo Domingo	461652	0	530958			

- **Demanda hídrica por concesiones**

La demanda hídrica por concesiones considerada es aquella que se presenta en el informe “Hidrología e Hidráulica – Red Río Fase IV”, sin embargo se realiza una actualización de los usuarios existentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA y el municipio de ENVIGADO. De la actualización de usuarios realizada se cuenta con un total de 24602 registros, de los cuales 17917 cuentan con datos de caudal concesionado y de los 6685 restantes no es posible obtener este dato. De aquellos registros que presentan dato de caudal concesionado, 17693 cuentan con un valor distinto a cero, por lo tanto son aquellos que se consideran para la estimación de la demanda sin importar si se encuentran activos o archivados.

Esta decisión se toma considerando que aunque un registro de concesión se archive, no implica que el usuario no esté haciendo uso del mismo. Teniendo en cuenta el ejercicio de actualización de concesiones realizado, y las concesiones extraídas del informe “Hidrología e Hidráulica – Red Río Fase IV” en jurisdicción del AMVA y CORNARE, se estima la demanda

por concesiones en la cuenca de estudio, obteniéndose un valor de 12.77 m³/s, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Demanda por concesiones en la cuenca

MUNICIPIO	DEMANDA (M ³ /S)
Medellín	5.04
Barbosa	0.89
Bello	0.52
Caldas	0.78
Copacabana	2.98
Envigado	1.15
Girardota	0.40
Itagüí	0.03
La Estrella	0.20
Sabaneta	0.11
Don Matías	0.00
Guarne	0.51
San Vicente	0.04
Antio Domingo	0.13

2.4.5.2 Demanda hídrica total

La demanda hídrica total se estima como la suma de las demandas de todos los sectores estimados y las concesiones existentes. Para el caso analizado en el presente documento, se considera que EPM no suministra agua en ninguna parte de la cuenca y que las concesiones se mantendrán en el tiempo, de esta manera se considerará toda el agua demandada al interior de la zona de estudio. Los resultados de demanda hídrica total se presentan en los 13 puntos de interés detallados en la Tabla 3.

- **Demanda hídrica total actual**

La demanda hídrica total actual se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Demanda hídrica total actual en cada punto de interés

PUNTO DE INTERÉS	DEMANDA (M ³ /S)
San Miguel	0.024
Primavera	0.524
Ancón sur	1.159
Antes de San Fernando	2.934
Después de San Fernando	4.573
Aula Ambiental	8.710
Puente Acevedo	12.035
Niquía	14.610
Ancón Norte	17.926
Puente Girardota	18.185
Hatillo	18.702
Papelsa	19.460
Gabino	20.571

2.4.6 Calidad de agua del río Aburrá-Medellín

2.4.6.1 Resumen perfil de calidad del río Aburrá – Medellín RedRío fase V

Este resumen de calidad muestra el comportamiento obtenido para algunas variables consideradas como relevantes en el río Aburrá – Medellín durante la Fase V del proyecto RedRío, el perfil de cada una se puede observar en la Figura 10. El nombre de las estaciones que se utilizaron para graficar el perfil del río se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Estaciones de monitoreo

Estación	Nombre Estación
E1	San Miguel
E2	Primavera
E3	Ancón sur
E5	Antes de San Fernando
E8	Aula Ambiental
E9	Puente Acevedo
E11	Puente Machado
E21	Niquía
E12	Ancón Norte
E16	Papelsa
E20	Puente Gabino

Las variables DBO₅, DQO describieron una tendencia creciente entre las estaciones San Miguel y Puente Acevedo mientras que en los puntos de monitoreo restantes, los valores registrados para estas variables presentaron una disminución representativa respecto a E9. Por otro lado, el oxígeno disuelto presentó un comportamiento inverso al descrito por la DQO y la DBO₅ en el río. Lo anterior, evidencia el deterioro que presenta la corriente de agua a medida que recibe los vertimientos de aguas residuales de los municipios ubicados en la cuenca hidrográfica, no obstante, en el norte de la misma hay afluentes que presentan una mejor calidad del agua y contribuyen a generar procesos de dilución de la materia orgánica e inorgánica transportada por el mismo.

Para los sólidos suspendidos totales se presentó un comportamiento variable de acuerdo a los registros de la Fase V, el cual puede obedecer a cambios en la carga contaminante aportada por la industria minera ubicada en diferentes subcuencas de quebradas afluentes al río como Altavista, La Hueso, El Hato y La García.

En cuanto a los nutrientes (NTK y P total), se observa que las concentraciones superiores para éstos se reportaron en el tramo Aula Ambiental a Ancón Norte, resultado de los aportes de aguas residuales, lo cual coincide con los resultados presentados anteriormente. En cuanto a los compuestos de fósforo, los datos presentaron una baja variabilidad en San Miguel, mientras que en los compuestos de nitrógeno se presentó en Primavera.

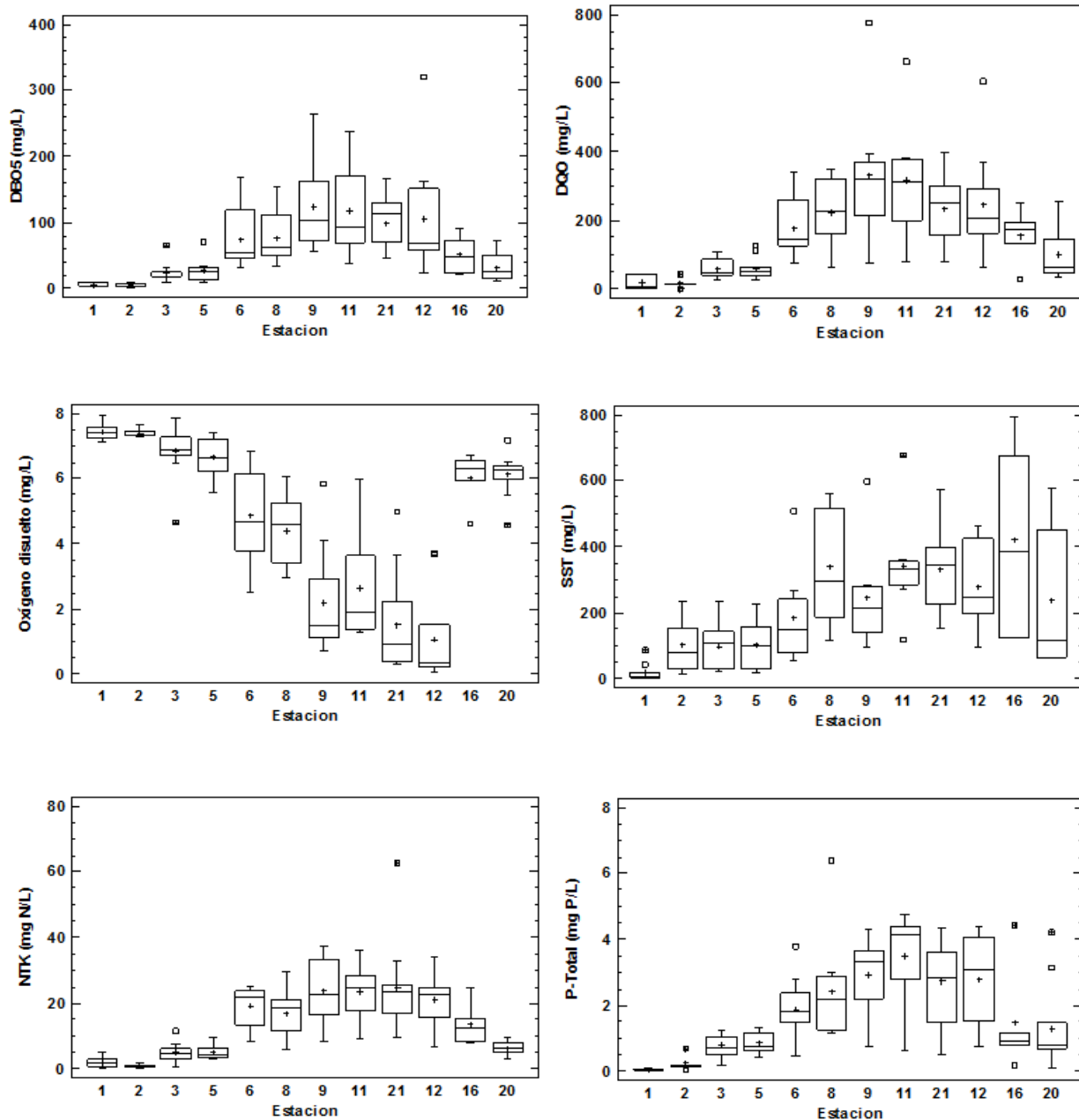


Figura 10. Perfil variables relevantes río Aburrá – Medellín RedRío Fase V



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



2.4.6.2 Resultados de calidad de agua según índices de calidad ICA Global

Para la valoración del estado de la calidad del agua en la cuenca del río Aburrá – Medellín se han aplicado diferentes índices de calidad de agua: el ICACOSU y el ICA Global. El primero corresponde a un ICA formulado por el IDEAM, y se utiliza como herramienta de seguimiento al recurso hídrico en consonancia con la Política Nacional del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El ICA Global es un índice propio o ecuación única que representa las condiciones globales más ajustadas para el río, el cual considera el efecto del caudal (alto, medio y bajo) e índices biológicos, y define el peso o importancia de cada variable que interviene en el cálculo o construcción del índice (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Medellín, 2014).

El ICA/Global específico establecido para determinar el estado de calidad de las corrientes de agua en la cuenca del el río Aburrá – Medellín presenta cinco rangos de clasificación de la calidad del recurso hídrico que oscilan entre calidades buenas a muy malas.

En la Figura 11 se muestra la variación del índice ICA global que representa las condiciones de calidad del río durante el segundo semestre de 2015; evidenciando el progresivo deterioro del agua a medida que desciende desde el Alto de San Miguel hasta la estación Ancón Norte, asociado a los vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas realizadas sobre la corriente.

Entre los aportes que se destacan en el tramo mencionado, se encuentran el efluente de la PTAR San Fernando, los interceptores oriental y occidental y las quebradas afluentes, como factores que influyen de manera representativa sobre la calidad del río.

El río exhibe una aparente recuperación, a medida que se aleja de las fuentes más significativas de contaminación, de tal forma que a la altura de la estación Puente Gabino, el ICA alcanza una calificación de regular. Esta recuperación, se atribuye a procesos de dilución generados por el ingreso del efluente proveniente de la central hidroeléctrica La Tasajera y del río Grande.

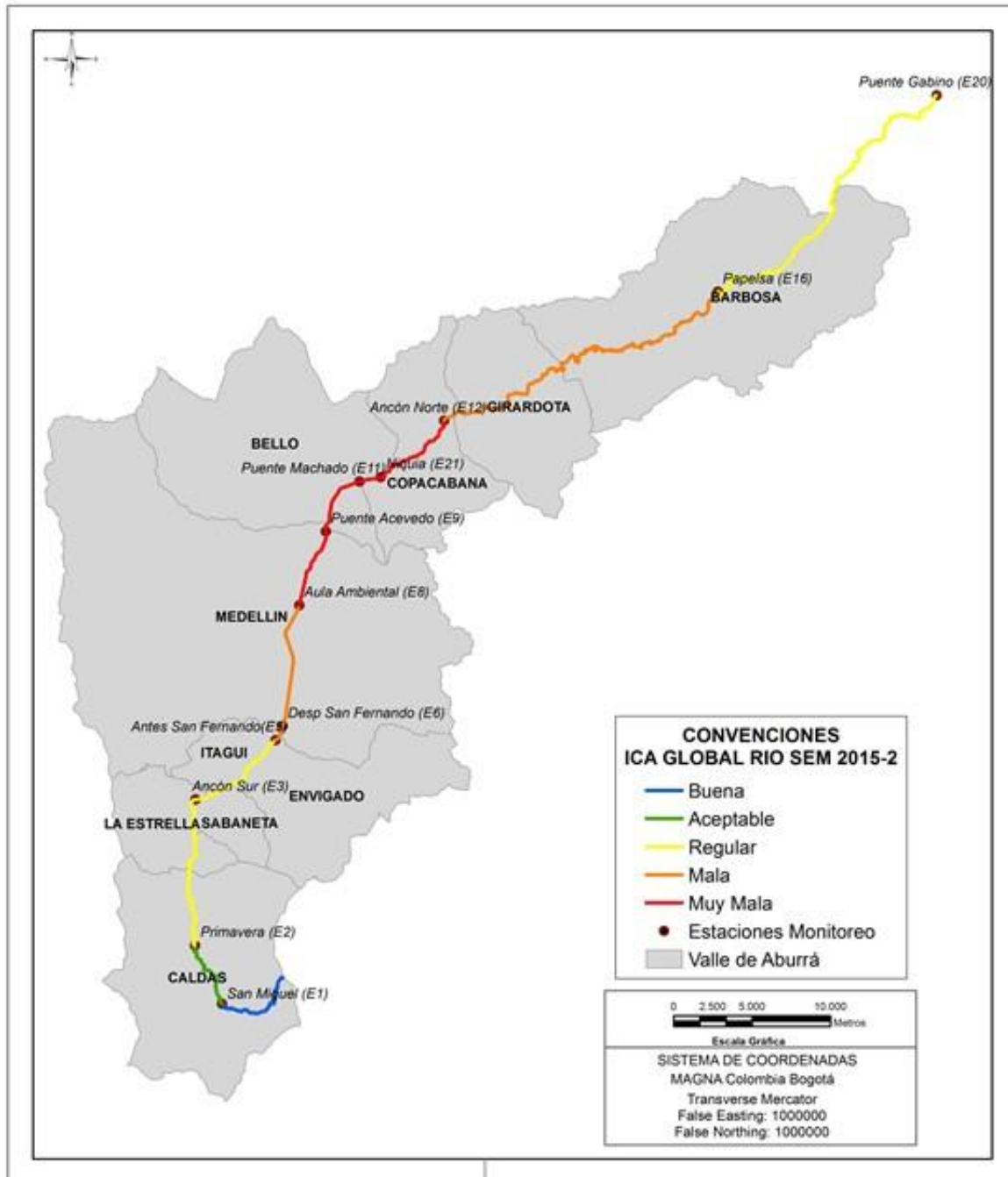


Figura 11. Variación del ICA Global en el perfil del río para el segundo semestre de 2015

3 PROYECCIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

3.1 PROYECCIÓN DE LA OFERTA

Con el fin de estimar la proyección de la oferta en cada una de los puntos de interés ubicados en el río Aburrá – Medellín, se calibraron los Modelos Lluvia-Escorrentía GR4J y GR2M los cuales tienen resolución temporal diaria y mensual respectivamente. Los modelos lluvia escorrentía considerados permiten simular la respuesta hidrológica de la cuenca frente a los eventos de precipitación que se presenten, es decir, a partir de series de precipitación en la cuenca es posible determinar los caudales diarios o mensuales según el modelo utilizado.

Para efecto de proyectar los caudales de la cuenca del río Aburra – Medellín se debe proyectar la precipitación en la misma, para cumplir con este objetivo se emplearon tres modelos climáticos globales del Coupled Model Intercomparison Project fase cinco (CMIP5). Para cada modelo seleccionado (MIROC5, NOR ESM1 - M y NOR ESM1 - ME) se consideraron cuatro escenarios de emisiones presentados por el IPCC en 2014: Un escenario de mitigación estricto RCP 26, dos escenarios intermedios RCP 45 y RCP60, y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero RCP 85.

Una vez seleccionados los modelos y escenarios de proyección se realizó un proceso de corrección del sesgo medio relativo de las proyecciones y un proceso de desagregación espacial. En la Figura 12 y la Figura 13 se presentan los resultados de la proyección de la precipitación para la cuenca del río Aburra - Medellín.

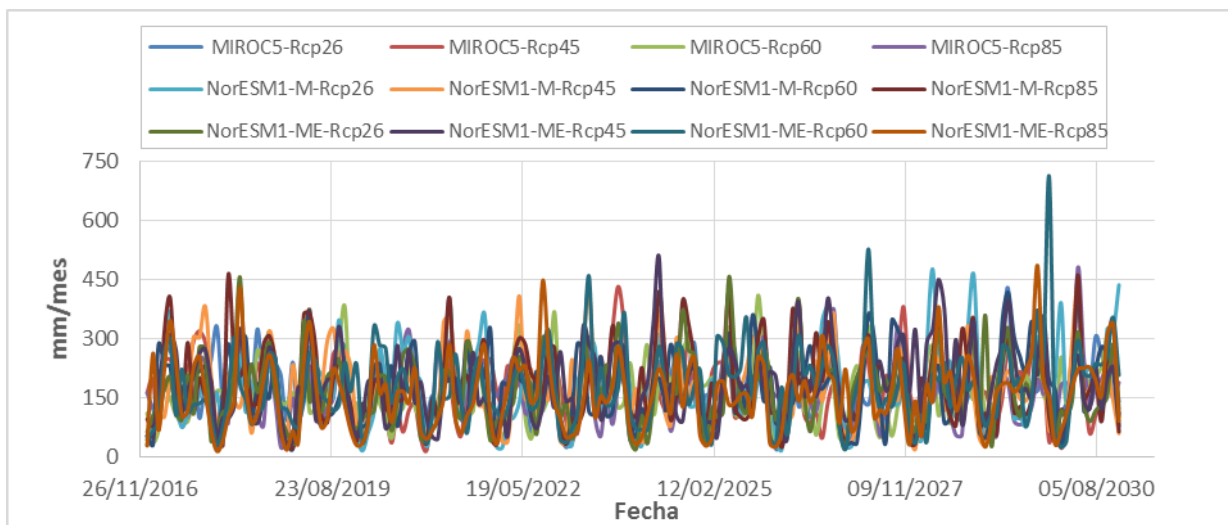


Figura 12. Proyección de la precipitación para cada modelo y escenario de cambio climático propuestos por el grupo Intergubernamental sobre Expertos en Cambio Climático IPCC

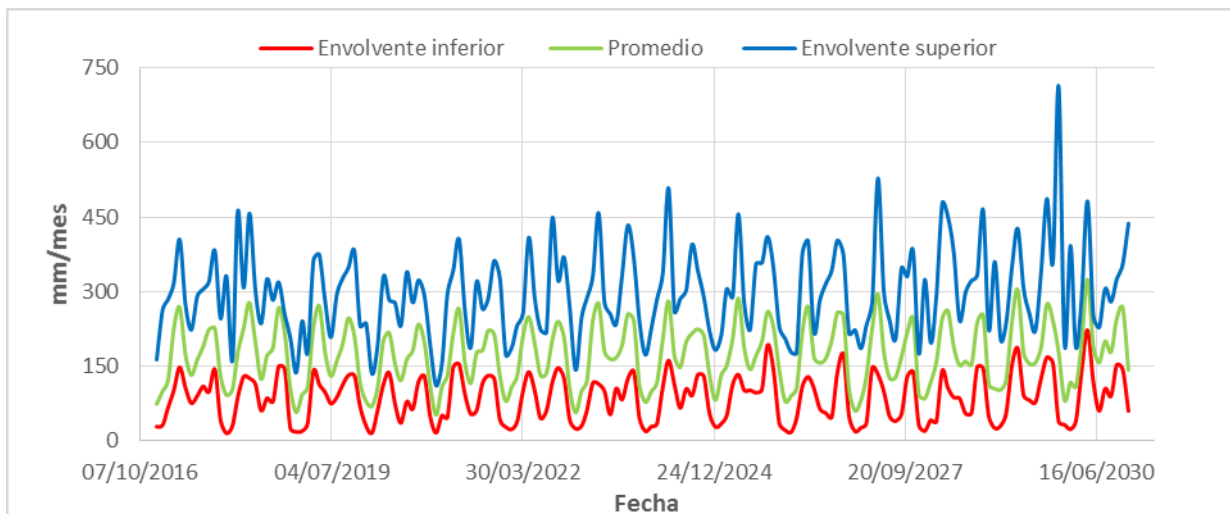


Figura 13. Envolverte superior, promedio y envolverte inferior de las proyecciones de precipitación

Considerando las series de precipitación proyectadas hasta el año 2030 se estima la oferta futura en distintos períodos de tiempo, los cuales son los años 2019, 2024 y 2030.

Con el fin de poder realizar la comparación de caudales actuales y futuros, se emplea una clasificación de año hidrológico teniendo en cuenta los caudales actuales y un error estándar para cada una de estas condiciones hidrológicas. De esta manera para cada año hidrológico húmedo se determina un límite inferior y para el año hidrológico seco un límite superior de la siguiente manera.

$$Q_{\text{inferior}}^{\text{húmedo}} = Q_{\text{medio}}^{\text{húmedo}} - \frac{\text{Desviación estándar}}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{superior}}^{\text{seco}} = Q_{\text{medio}}^{\text{seco}} + \frac{\text{Desviación estándar}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Donde Q_{medio} corresponde al caudal medio actual de los años hidrológicos húmedo y seco, y n corresponde a la cantidad de caudales mensuales considerados en la estimación de este caudal medio.

Teniendo en cuenta esto, se obtienen rangos de caudal mediante los cuales se estima la oferta futura para cada año hidrológico como el promedio de los caudales mensuales que se encuentran dentro de cada rango de validez. En la Tabla 8 se presentan los rangos de validez para cada punto de interés y año hidrológico.

Tabla 8. Rango de validez de caudales para la estimación de la oferta total futura

PUNTO DE INTERÉS	RANGO DE CAUDALES AÑO HIDROLÓGICO SECO (M ³ /S)	RANGO DE CAUDALES AÑO HIDROLÓGICO MEDIO (M ³ /S)	RANGO DE CAUDALES AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO (M ³ /S)
San Miguel	Q < 0.821	0.821 ≤ Q ≤ 1.197	Q > 1.197
Primavera	Q < 1.672	1.672 ≤ Q ≤ 2.437	Q > 2.437
Ancón Sur	Q < 4.922	4.922 ≤ Q ≤ 7.324	Q > 7.324
Antes de San Fernando	Q < 7.410	7.410 ≤ Q ≤ 10.232	Q > 10.232
Después de San Fernando	Q < 9.030	9.030 ≤ Q ≤ 12.468	Q > 12.468
Aula Ambiental	Q < 13.599	13.599 ≤ Q ≤ 18.778	Q > 18.778
Puente Acevedo	Q < 16.184	16.184 ≤ Q ≤ 22.347	Q > 22.347
Niquía	Q < 20.584	20.584 ≤ Q ≤ 28.422	Q > 28.422
Ancón Norte	Q < 24.683	24.683 ≤ Q ≤ 32.529	Q > 32.529
Puente Girardota	Q < 26.355	26.355 ≤ Q ≤ 35.211	Q > 35.211
Hatillo	Q < 27.954	27.954 ≤ Q ≤ 36.606	Q > 36.606
Papelsa	Q < 32.866	32.866 ≤ Q ≤ 44.535	Q > 44.535
Puente Gabino	Q < 39.062	39.062 ≤ Q ≤ 52.931	Q > 52.931

Teniendo en cuenta la Tabla 8 y los resultados de la simulación de caudales medios hasta el año 2030 para cada escenario de proyección se estiman las ofertas totales futuras. En la Tabla 9 se presentan los resultados de la oferta futura total para la condición hidrológica media.

Tabla 9. Oferta total futura período medio

AÑO	PUNTO INTERÉS DE	OFERTA TOTAL (M ³ /S)											
		MIRO C5				NORESM1 - M				NORESM1 - ME			
		RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80
2019	San Miguel	1.00	1.01	1.02	1.01	1.02	1.03	1.03	1.06	1.00	0.99	1.01	0.99
	Primavera	2.02	2.08	2.09	2.05	2.05	2.11	2.06	2.12	2.04	2.01	2.11	2.03
	Ancón Sur	6.12	6.48	6.32	5.88	6.34	6.27	6.11	6.26	6.08	6.04	6.17	6.22
	Antes de San Fernando	8.46	8.89	8.91	8.87	8.81	8.83	8.91	8.91	9.19	8.87	8.88	9.10
	Después de San Fernando	10.31	10.63	11.08	10.84	11.03	10.55	10.90	10.68	11.14	11.01	10.78	11.28
	Aula Ambiental	15.56	15.67	16.59	16.38	16.92	16.83	16.02	16.45	16.70	16.93	16.29	16.25
	Puente Acevedo	18.78	19.22	20.22	19.21	20.72	19.54	18.43	19.65	19.73	19.95	20.01	19.04
	Niquía	23.85	24.91	25.51	24.03	25.79	24.58	23.17	24.86	24.96	24.75	25.33	24.00
	Ancón Norte	28.55	28.96	29.09	27.69	29.80	28.17	28.99	28.41	28.71	28.03	28.66	28.84
	Puente Girardota	29.17	30.19	31.60	30.63	31.93	31.14	29.46	32.16	30.71	31.54	31.20	30.32
	Hatillo	32.23	32.99	32.63	30.89	32.70	31.82	33.36	32.31	32.01	31.28	32.61	32.90
	Papelsa	39.61	37.54	37.44	38.40	37.85	37.83	38.49	38.09	38.22	38.46	39.51	38.07
Puente Gabino	46.01	45.08	44.31	45.69	45.17	45.08	46.14	45.21	45.06	45.86	47.58	45.16	
2024	San Miguel	0.98	1.00	1.02	0.99	1.04	1.04	1.03	1.04	1.00	1.00	1.01	0.98
	Primavera	2.00	2.04	2.07	2.02	2.10	2.11	2.09	2.09	2.03	2.04	2.09	2.00

AÑO	PUNTO INTERÉS	DE	OFERTA TOTAL (M ³ /S)											
			MIRO C5				NORESM1 - M				NORESM1 - ME			
			RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80	RCP 26	RCP 45	RCP 60	RCP 80
	Ancón Sur		6.08	6.36	6.19	6.02	6.31	6.18	6.26	6.13	5.99	6.13	6.15	6.08
	Antes de San Fernando	San	8.77	8.91	8.79	8.80	8.75	9.11	8.85	8.76	9.10	8.93	8.81	9.04
	Después de San Fernando	San	10.70	10.76	10.78	10.70	10.71	11.03	10.81	10.69	11.05	11.12	10.80	11.31
	Aula Ambiental		16.17	16.10	16.02	16.52	16.45	16.72	16.43	16.48	16.11	16.97	16.53	16.33
	Puente Acevedo		19.02	19.33	19.35	19.35	20.03	19.33	19.33	19.82	18.87	20.04	19.66	19.07
	Niquía		24.14	24.64	24.48	24.45	25.06	24.35	24.43	24.96	23.50	24.88	25.09	23.71
	Ancón Norte		28.55	28.53	28.86	28.18	29.47	28.14	29.06	28.72	28.69	28.18	28.35	28.44
	Puente Girardota		30.44	30.35	30.73	30.84	31.06	30.87	30.75	32.19	29.50	31.43	31.56	30.36
	Hatillo		31.95	32.38	32.67	31.71	33.12	32.03	32.96	32.07	32.56	31.32	32.11	33.08
	Papelsa		39.27	37.86	37.48	38.20	37.65	38.32	38.30	38.48	38.38	38.31	39.35	37.75
	Puente Gabino		46.23	45.50	44.35	45.47	44.57	45.75	45.77	45.50	45.61	45.49	47.32	44.86
2030	San Miguel		0.99	1.00	1.02	1.00	1.02	1.03	1.04	1.02	0.98	1.00	1.01	1.00
	Primavera		2.01	2.04	2.07	2.05	2.08	2.12	2.11	2.07	1.99	2.04	2.09	2.04
	Ancón Sur		6.05	6.32	6.12	6.10	6.27	6.16	6.25	6.15	6.05	6.16	6.16	6.10
	Antes de San Fernando	San	8.71	8.70	8.90	8.93	8.90	9.12	8.90	8.87	9.26	9.00	8.76	9.05
	Después de San Fernando	San	10.72	10.56	10.81	10.79	10.86	11.03	10.84	10.81	11.20	11.15	10.84	11.31
	Aula Ambiental		16.22	16.19	16.04	16.41	16.24	16.60	16.34	16.47	16.36	17.02	16.56	16.52
	Puente Acevedo		19.18	19.61	19.35	19.40	19.73	19.43	19.50	19.81	19.11	20.06	19.59	19.58
	Niquía		24.36	24.81	24.36	24.52	24.65	24.39	24.41	25.03	24.01	25.15	24.76	24.21
	Ancón Norte		28.06	28.42	28.96	28.45	29.40	27.97	28.90	28.85	28.77	28.38	28.44	28.39
	Puente Girardota		30.79	30.82	30.65	30.99	30.80	31.02	30.85	31.76	29.83	31.61	31.27	30.97
	Hatillo		31.48	32.29	32.66	32.08	33.27	32.05	32.81	32.26	32.67	31.30	32.11	32.71
Papelsa		39.25	38.14	37.95	37.96	37.85	38.61	38.17	38.43	38.23	38.67	39.02	37.67	
Puente Gabino		46.41	45.37	45.14	45.22	44.90	45.85	45.42	45.61	45.40	46.06	46.97	44.74	

La oferta total es una medida de la cantidad de agua disponible en una cuenca, sin embargo esta cantidad de agua no es la misma que la cantidad de agua utilizable. La cantidad de agua disponible en una cuenca debe de ser restringida por algún factor, con el fin de no secar la corriente de agua y permitir siempre la existencia de posibles ecosistemas. Este factor restrictivo es el caudal ambiental, por lo tanto, la oferta neta que sería la cantidad de agua disponible para uso se obtiene como la resta entre la oferta total y el caudal ambiental. Para la estimación de los caudales ambientales se utilizó la metodología de la resolución 0865 de 2004, la del ENA 2010 y la del ANLA. Con el fin de estimar la oferta neta futura se considerarán que los caudales ambientales actuales son los mismos que los futuros. Esto se

asume ya que para las metodologías de estimación se debe de contar con caudales medios diarios, lo cual no es posible obtener para los escenarios futuros. De los resultados de la oferta neta futura se pudo determinar que para la metodología de caudal ambiental de la resolución 0865 de 2004 se tiene que en la estación Primavera para la condición hidrológica seca no se cuenta con caudal disponible para concesionar. Este hecho se da ya que el caudal ambiental de esta estimación, es mayor a la oferta total en esta condición hidrológica. Los caudales en todos los puntos de interés en el período seco en las proyecciones futuras se ven muy reducidos, siendo muy poca el agua disponible para uso en esta época, una razón de este comportamiento es que la mayoría de las coberturas de la cuenca no favorece la regulación de los caudales.

3.2 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA

El conocimiento de la cantidad de agua disponible para el desarrollo de actividades humanas e industriales y la que se requiere para que sean sostenibles en el tiempo es una herramienta de planeación. Para la estimación del consumo de agua en la región es indispensable conocer la población asentada en la cuenca y la cantidad de agua que ésta requiere para el desarrollo de sus actividades económicas y humanas. Para cada municipio con participación en la cuenca se evaluaron las condiciones actuales de población y la proyección de la misma para el año 2030. Para guardar coherencia los resultados de la actualización del POMCA (2016) del río Aburra – Medellín se utilizaron las proyecciones de población generadas en ese estudio, las cuales se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Cantidad de habitantes proyectada en cada municipio dentro de la cuenca de estudio

MUNICIPIO	ZONA URBANA			ZONA RURAL		
	2019	2024	2030	2019	2024	2030
Medellín	2554466	2724320	2943119	27994	26330	24464
Barbosa	24780	27207	30436	27406	27411	27417
Bello	484630	532162	595395	6390	6395	6401
Caldas	64155	67551	71863	14760	14765	14771
Copacabana	66125	73441	83295	8946	8951	8957
Don Matías	0	0	0	1433	1438	1444
Guarne	0	0	0	4047	4052	4058
Envigado	235655	264360	303458	2714	2719	2725
Girardota	35305	39017	43990	22234	22239	22245
Itagüí	257806	274981	297108	22886	22891	22897
La Estrella	37910	41280	45722	27313	27318	27324
Sabaneta	45097	50884	58816	10608	10613	10619
Santo Domingo	0	0	0	3021	3026	3032
San Vicente	0	0	0	3896	3901	3907

Para el cálculo de la demanda doméstica, es necesario establecer un valor de consumo por persona, de manera tal que cubra todas las necesidades básicas de la misma, como lo son



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



aseo, cocina, entre otras. A partir de los consumos promedio por estrato facturados por EPM se calcularon las dotaciones en l/hab*día, los resultados se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Dotación bruta actual por municipio y estrato socioeconómico

MUNICIPIO	DOTACIÓN BURTA (L/HAB*DÍA)					
	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
Medellín	126	132	134	137	147	188
Barbosa	141	135	145	145	145	145
Bello	128	133	122	130	472	0
Caldas	155	134	136	307	307	307
Copacabana	142	145	143	264	330	338
Envigado	142	145	142	150	162	238
Girardota	122	134	141	237	403	400
Itagüí	131	136	137	140	599	599
La Estrella	130	137	131	184	227	299
Sabaneta	246	164	152	180	247	247

Para realizar la proyección de la demanda doméstica se considera la dotación neta actual y se proyecta una disminución lineal en las pérdidas del sistema de acueducto, pasando de un 40% hoy en día a un 25% para el año 2030. Este escenario se plantea teniendo en cuenta que en la resolución 2320 de 2009 se estipula que “El porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles no deberá superar el 25%”. Para proyectar la demanda de los sectores agrícola, pecuario, industrial, servicios y minería de oro, se utilizó la demanda actual de cada sector y se utilizaron las tasas de crecimiento del ENA 2014. A partir de la proyección de la

demanda para cada sector y municipio, se estimó el valor de la demanda hídrica en cada subcuenca, definida por cada uno de los puntos de interés del PORH del río Aburrá – Medellín (ver Figura 14)

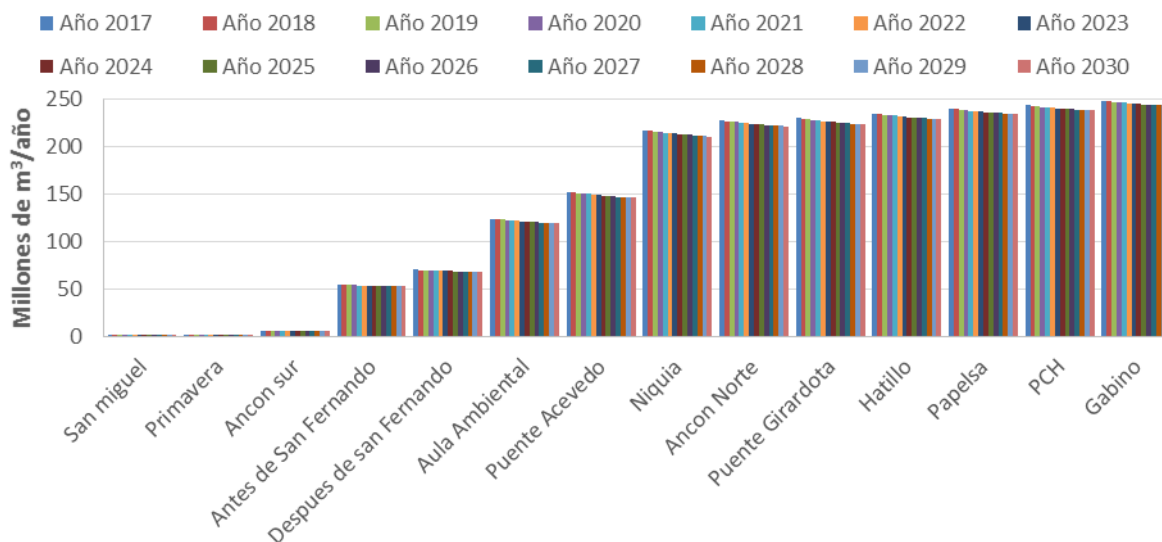


Figura 14. Proyección de la demanda por subcuenca

Se puede observar que la demanda en cada subcuenca tiene un comportamiento decreciente según avanza el tiempo, este comportamiento evidencia la importancia de los consumos domésticos en la cuenca de estudio.

3.3 INDICADORES DE ESTADO DEL RECURSO HÍDRICO Y SUS PROYECCIONES

El índice de uso del agua se define como la relación entre la demanda total y oferta neta. Los resultados obtenidos para el índice de uso proyectado exhiben en general la misma tendencia actual. Para los períodos secos y medios, se tiene índices de uso superiores al 100% en la zona aguas abajo del punto Antes de San Fernando, lo cual indicaría que se requeriría más agua que aquella que puede ofrecer la corriente. Para el período húmedo con las metodologías de caudal ambiental de la resolución 0865 de 2004 y la del ENA 2010, se cuenta con agua suficiente para suplir la demanda de la cuenca, sin embargo, lo haría bajo un estado de presión hídrica sobre la corriente.

Cuando se aplica la metodología del ANLA para la estimación del caudal ambiental, se observa que es la metodología que da mayores resultados del índice de uso en general, por lo tanto, es aquella que es más restrictiva al momento de la estimación de cantidad de agua disponible en la cuenca. Se concluye de la condición futura que en general los índices de uso disminuyen asociados a la disminución en la demanda hídrica de la cuenca para el período seco y medio, y para el período húmedo estos cambios se asocian con el incremento significativo de los caudales correspondientes. Por otra parte, para proyectar el índice de



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



aridez, se utilizaron los mapas de precipitación correspondientes a los modelos de circulación empleados anteriormente en la estimación de la oferta (MIRO C5, NorESM1 – M, NorESM1 – ME) junto con sus correspondientes escenarios de emisión de gases efecto invernadero (rcp 26, rcp 45, rcp 60 y rcp 80). De acuerdo con IDEAM (2010), el índice de aridez es una característica cualitativa del clima que muestra en mayor o menor grado la insuficiencia de los volúmenes precipitados capaces de mantener la vegetación. El índice de aridez (IQ) depende únicamente de la evapotranspiración real (ETR) y potencial (ETP) de una cuenca hidrográfica. Al ser derivado de variables climáticas el índice de aridez tiene un significado importante para la oferta hídrica ya que la energía disponible (expresada en términos de evaporación potencial) y la precipitación influyen significativamente en la evapotranspiración real y en la escorrentía superficial de las cuencas (IDEAM, 2010).

Las proyecciones del índice de aridez realizadas indican que en las cuencas definidas por los puntos de interés entre San Miguel y Ancón Norte siempre se obtienen índices de aridez en la categoría de altos excedentes de agua. Para las cuencas definidas por los puntos de interés entre Puente Girardota y Gabino se observa que para algunos modelos de circulación global se obtienen resultados en la categoría de excedentes de aguas. En general teniendo en cuenta la definición del índice de aridez se puede concluir que la cuenca hidrográfica del río Aburrá – Medellín cuenta con agua suficiente para sustentar la vegetación existente en el largo plazo.

4 SIMULACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE LA PROSPECTIVA DEL PORH DEL RÍO ABURRÁ – MEDELLÍN

A partir del modelo de simulación actualizado en la presente fase del proyecto, se ejecutaron las simulaciones de los diferentes escenarios planteados de las prospectivas del PORH, de acuerdo con los avances del Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos – PSMV (Resolución Metropolitana 1628 de 2015) y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: Se tuvo como documento rector la guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento el recurso hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, publicada a finales del año 2014. El Plan de Ordenamiento entrará en vigencia en el año 2017, por lo que los periodos de planificación son: corto plazo (2017 - 2019), mediano plazo (2019 - 2022) y largo plazo (2022 – 2029). Los escenarios se concibieron bajo la entrada en vigor de la Resolución 631 de 2015. La PTAR San Fernando, operará desde el corto y mediano plazo con el promedio de caudales mensuales medios reportados en la Resolución Metropolitana 1628 de 2015, y para el largo plazo se tomó como caudal de operación el promedio de caudales mensuales medios y máximos reportados en dicha Resolución.

Para el corto plazo, la PTAR San Fernando se trabajó asumiendo un 60% de remoción conforme con la Resolución 1628 de 2015, mientras que para el mediano y largo plazo, se tuvo en cuenta la requerida en la Resolución 631 de 2015. Se asumió que los caudales de diseño de obras de Empresas Públicas de Medellín (EPM), han sido concebidos con parámetros técnicos relacionados con el crecimiento de la población durante cada periodo, los usos del agua, los estratos socioeconómicos, caudal de producción y retorno de las aguas

residuales, por lo que no se contemplaron otros aportes al modelo. Se tuvo en cuenta la información de caudales proyectados a recoger de aguas residuales a la fecha de entrada en operación de los proyectos de EPM que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Caudales de aguas residuales a recolectar por EPM

PAQUETE	PROYECTO	Construcción de obras	Recolección de descargas	Caudal Proyectado a recoger de aguas residuales a la fecha de entrada en operación de cada proyecto (Litros/Segundo)	
INTERCEPTOR MORAVIA - PLANTA BELLO Y PLANTA BELLO	Interceptor	2015/12		Occidental: 1168,56 L/s	
				Oriental: 981,3 L/s	
	Cruces y Ramales	2016/10			Según informe Avance PSMV S2 de 2014 a diciembre de 31.
					Occidental: 1422,1 L/s
					Oriental: 371,6 L/s
					Se deben restar los caudales de Otras Cuencas que están ya incluidos en estos. Según informe Avance PSMV S2 de 2014 a diciembre de 31
PTAR Bello	2016/06 Entrada en Operación y 2016/12 Estabilización			Entrada en Operación sin ramales colectores: 2150 L/s.	
				Con ramales colectores: 1793,7 L/s.	
				Según informe Avance PSMV S2 de 2014 a diciembre de 31.	
CENTRO PARRILLA	Centro Parrilla	2017/09	2017/04	309 L/s, Se considera que todo el caudal se recoge sobre la cuenca de la quebrada Santa Elena.	
OTRAS CUENCAS	Tinajas, 12 de Octubre, El Hato, Santa Ana	2017/03	2017/04	El Hato: 30 L/s	
				La Señorita: 1,0 L/s	
				La Seca: 23 L/s	
				La Manguala y Cabuyala: 7 L/s (Sin tener en cuenta Planes Parciales del POT)	
PAQUETE COLECTORES CUENCAS	3 Y La García y La Iguaná	2017/09	2017/04	La García: 197 L/s	
				La Iguaná: 133 L/s	
				EPM se compromete con la mitad al año 2017 y el resto para el año 2018.	
PAQUETE COLECTORES CUENCAS	4 Y Rodas y caño Rodadero, La Trinidad, Piedras Blancas	2018/03	2018/03	Rodas Bello: 49 L/s	
				Piedras Blancas: 49 L/s	
				El Salado: 28 L/s	
				(Estos caudales no van a la PTAR Bello)	
INTERCEPTOR SUR	Interceptor sur	2019/06		Municipio de Caldas: 57 L/s	
				(Falta los sectores de la Tablaza y el corredor de la Autopista sur en zona urbana y rural para desarrollarse)	
PTAR FERNANDO	SAN Ampliación Primera Fase	2018/06		Promedio mensual: 1350 L/s al año 2014.	
		2018/02			

4.1 ESCENARIOS DE SIMULACIÓN

Como ya se expresó, a partir del modelo de simulación que fue construido con base en la campaña de monitoreo adelantada en julio de 2015, y de acuerdo con su actualización más reciente, se plantearon y simularon los diferentes escenarios que se describen a continuación:

- **Escenario base (2016)**



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



En este escenario de simulación se tuvo en cuenta:

- La entrada en operación de la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) Carlos Lleras Restrepo, cuya captación se localiza en jurisdicción del municipio de Barbosa y su vertimiento se encuentra en el municipio de Santo Domingo. El caudal a captar se estimó teniendo en cuenta que la PCH debe mantener el caudal ambiental en el río, mientras que la información de la calidad del vertimiento se supuso igual a la calidad del agua captada.
- Se actualizó la información relacionada con los vertimientos de los diferentes usuarios, de acuerdo con los datos más recientes que fueron obtenidos. En este sentido, se incluyeron las descargas de los municipios de Copacabana, Girardota y Barbosa.

- **Corto Plazo (2017-2019)**

Este escenario contempla específicamente lo propuesto en el Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos – PSMV (Resolución Metropolitana 1628 de 2015) y la entrada en vigencia de la Resolución 631 de 2015, así:

- Conexión del interceptor oriental e interceptor occidental a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Aguas Claras, ubicada en el municipio de Bello.
- Con el proyecto “Cruces y Ramales” se conectan colectores de aguas residuales a los interceptores que van a la PTAR Aguas Claras. Se restan los caudales del proyecto “Otras Cuencas”, puesto que serán considerados en el mediano plazo.
- Recolección del 5% de aguas residuales en las siguientes quebradas: 197 L/s en la quebrada La García y 133 L/s en la quebrada La Iguaná. Estas aguas residuales serán transportadas a la PTAR Aguas Claras.
- Entra en operación la PTAR Aguas Claras. El caudal se calculó como la suma de: Caudal interceptores oriental y occidental, caudal “Cruces y ramales”, caudal recolectado quebrada La García y quebrada La Iguaná. A dicha suma se le restó el caudal de “Otras cuencas”.
- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando opera con un 60% de remoción.
- Los vertimientos de las industrias contempladas en el modelo de calidad de agua cumplen con la Resolución 631 de 2015. Los valores que se encontraban por debajo de los límites establecidos en dicha resolución no presentaron cambios.

- **Corto plazo (2017-2019) sin entrar en operación la PTAR Aguas Claras.**

Este escenario plantea la posibilidad de que la PTAR Aguas Claras no entre en operación en el corto plazo, por lo que se tan solo se contempla lo siguiente:



- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando opera con un 60% de remoción.
- Los vertimientos de las industrias contempladas en el modelo de calidad de agua cumplen con la Resolución 631 de 2015. Los valores que se encontraban por debajo de los límites establecidos en dicha resolución no presentaron cambios.

- **Mediano Plazo (2019-2022)**

Para este escenario se tuvieron en cuenta las consideraciones contempladas en el escenario denominado “Corto Plazo (2017-2019)” y además se consideraron las siguientes acciones propuestas en el Plan de Saneamiento y Manejo de vertimientos – PSMV (Resolución Metropolitana 1628 de 2015):

- Recolección de 309 L/s de aguas residuales en la quebrada Santa Elena, proyecto denominado “Centro Parrilla”, caudal que será transportado a la PTAR Aguas Claras.
- Recolección de aguas residuales proyecto “Otras Cuencas”: 30 L/s Q. El Hato, 1 L/s Q. La Señorita, 23 L/s Q. La Seca; estas aguas se transportan a PTAR Aguas Claras. 7 L/s Q. La Manguala y Cabuyala afluentes de Q. Doña María van a PTAR San Fernando.
- PTAR San Fernando en operación con modernización, ampliación y cumplimiento de la Resolución 631 de 2015.
- Conexión de interceptor sur a PTAR San Fernando.

- **Largo Plazo (2022-2029)**

Este escenario contempla todas las consideraciones expuestas en el mediano plazo, además de lo siguiente:

- Saneamiento de quebradas donde se han identificado aportes de vertimientos domésticos directos, a partir de la recolección del 3% de dichos aportes. Este saneamiento se propuso para las quebradas: La Valeria, La Ayurá, La Presidenta, La Zúñiga, Altavista, El Molino y La Bermejala.

- **Reducción de sólidos en quebradas afluentes**

Este escenario contempla todos los aspectos considerados en el largo plazo, y además se propone lo siguiente:

- Remoción del 40% de sólidos suspendidos totales en algunas de las quebradas que presentan mayor impacto por esta variable: La García, La Hueso, La Picacha, Altavista y El Hato. Lo anterior a pesar de que a la fecha no se tiene información dentro de los respectivos PSMV con respecto a esta propuesta.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



- **Caudal de descarga de la central hidroeléctrica La Tasajera igual a cero**

Partiendo del escenario establecido para el largo plazo, se consideró la condición del río Aburrá-Medellín en la cual la central hidroeléctrica la Tasajera no realiza descarga de agua.

Este hecho a su vez se traduce en una menor captación de agua por parte de la Pequeña Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

- **Caudal alto central hidroeléctrica La Tasajera**

En contraste con el escenario anterior, en este caso se consideró un caudal de descarga de la central hidroeléctrica La Tasajera igual a 45,49 m³/s.

Este valor fue obtenido a partir de la medición realizada el 19 de julio de 2016 en la campaña de tiempos de viaje que se describe en el Capítulo 6 del presente informe.

Debido a que esta condición aumenta considerablemente el caudal del río, se posibilita una mayor captación de agua por parte de la Pequeña Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo.

- **Saneamiento general de quebradas afluentes al río Aburrá-Medellín**

Partiendo de las consideraciones establecidas para el escenario a largo plazo, se contempló el saneamiento de aquellas quebradas que presentan una calidad mala de acuerdo con el índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICACOSU), a fin de obtener una calidad regular de las mismas.

- **Saneamiento de quebradas priorizadas**

Similar al escenario anterior, se consideró el saneamiento de quebradas que presentan una calidad mala de acuerdo con el índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICACOSU), sin embargo, para este caso solo se contemplaron las quebradas que se encuentran priorizadas a partir de la Resolución Metropolitana 001739 del 21 de septiembre de 2015: Doña María, La Picacha, Altavista, La Hueso, Santa Elena, La Iguañá, La García y El Hato.

4.2 RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS DE LA PROSPECTIVA DEL PORH

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones de los escenarios de la prospectiva del PORH, teniendo en cuenta los tramos contemplados en la Resolución 002016 del 26 de octubre de 2012 expedida por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). En la Figura 15 se presentan los diferentes perfiles obtenidos para la variable Demanda Biológica de Oxígeno.

En primer lugar se observa como el escenario base (2016) se encuentra mimetizado por el escenario a corto plazo sin la PTAR Aguas Claras (línea azul oscura), lo que pone en

manifiesto que la entrada en operación de dicha planta constituye la acción al corto plazo que tendría un mayor impacto sobre la DBO₅, lográndose una disminución del valor de dicha variable desde el kilómetro 32,741 (ver línea verde oscura) gracias a que los interceptores oriental y occidental ubicados en dicha longitud se conectarían a la PTAR Aguas Claras.

Por su parte, para el mediano y largo plazo la obra de mayor significancia de acuerdo con el PSMV correspondería a la conexión del interceptor sur a la PTAR San Fernando, con lo que se lograría una disminución de la DBO₅ en el Tramo 3 (Primavera-Ancón Sur). Así mismo, si además de realizar las acciones propuestas hasta el largo plazo, se llevara a cabo el saneamiento de las quebradas afluentes al río que presentan una mala calidad (línea café), se obtendría la mayor disminución de la DBO₅ a lo largo del eje principal.

Vale la pena destacar que se logra un similar si sólo se realiza el saneamiento de las quebradas que se encuentran priorizadas a partir de la Resolución Metropolitana 001739 del 21 de septiembre de 2015: Doña María, La Picacha, Altavista, La Hueso, Santa Elena, La Iguaná, La García y El Hato.

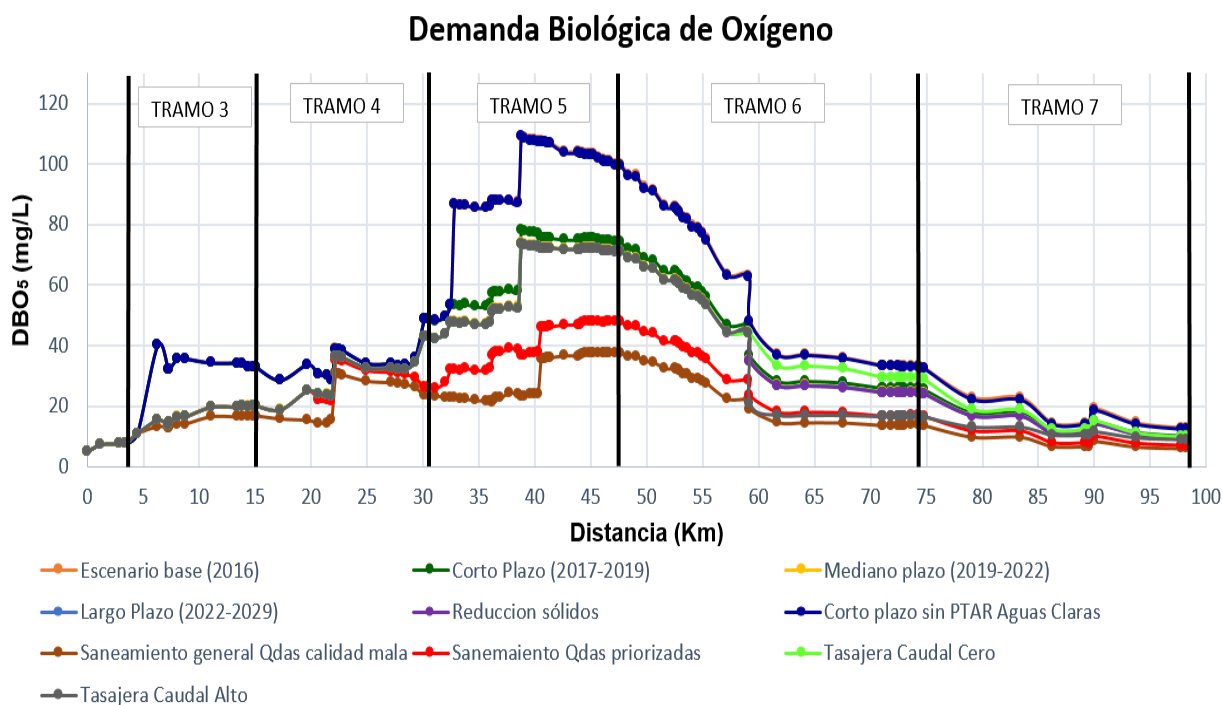


Figura 15. Perfil de DBO₅ – Escenarios del PORH

Al analizar los perfiles obtenidos para los sólidos suspendidos totales (ver Figura 16), se observa que la conexión de los interceptores oriental y occidental a la PTAR Aguas Claras, supondría una disminución de los SST en el Tramo 5, el cual se encuentra bastante

impactado por dicha variable, sin embargo, resulta importante el saneamiento de quebradas como el Hato y la García a fin de lograr una mayor disminución de los sólidos en dicho segmento, tal y como puede evidenciarse para el escenario de reducción de sólidos, pero principalmente para los correspondientes al saneamiento de quebradas, en donde se destaca que efectivamente se deben priorizar las quebradas contempladas en la Resolución Metropolitana 001739 del 21 de septiembre de 2015.

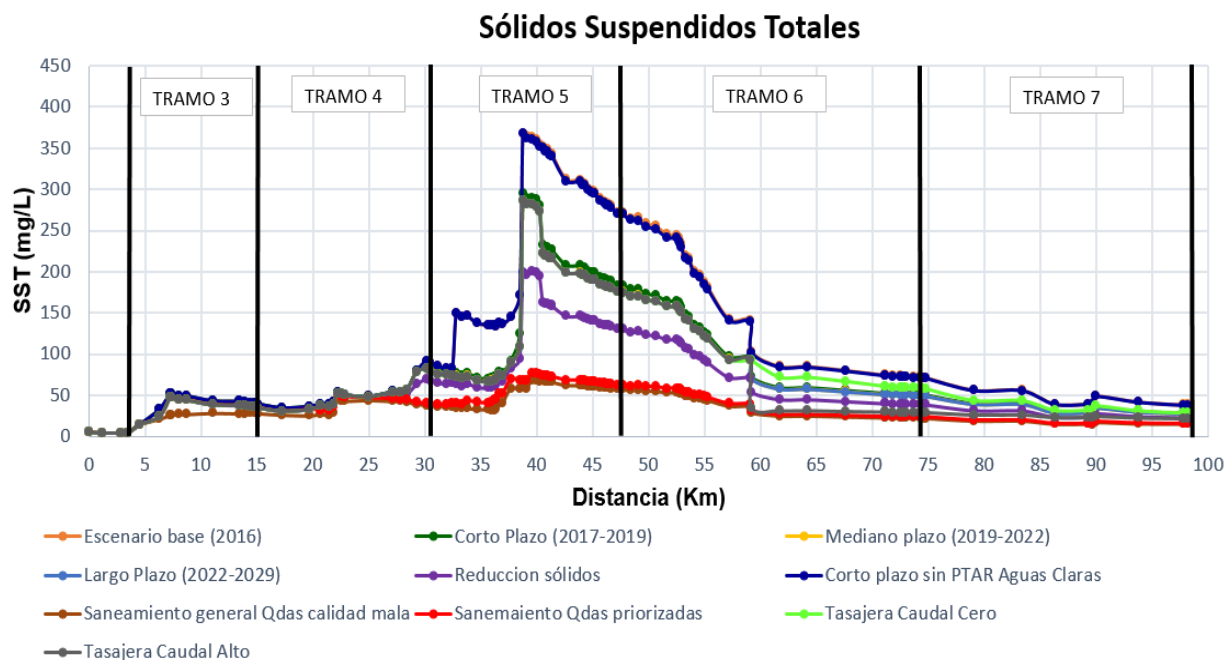


Figura 16. Perfil de SST – Escenarios del PORH

Con respecto a la conductividad eléctrica (ver Figura 17), se observa un pico de esta variable para todos los escenarios en el kilómetro 22, debido a la descarga de la PTAR San Fernando que seguiría recibiendo mayor cantidad de agua a tratar, sin la capacidad de remoción de sólidos disueltos.

Por su parte, la entrada en operación de la PTAR Aguas Claras propiciaría principalmente los siguientes dos efectos: en primer lugar, se daría una disminución de la conductividad eléctrica luego del kilómetro 32,741, debido a la conexión de los interceptores oriental y occidental a la PTAR Aguas Claras; y en segundo lugar, se presentaría un incremento de la variable en mención luego de la descarga de dicha planta de tratamiento en el kilómetro 40,505.

Por otro lado, en la Figura 17 se observa claramente el efecto de la descarga de la central hidroeléctrica La Tasajera sobre la conductividad eléctrica del río Aburrá-Medellín, presentándose una disminución significativa en el valor de dicha variable cuando se tienen descargas con un caudal alto, como puede verificarse al comparar la línea verde claro

correspondiente a un caudal de vertimiento de La tasajera igual a cero, con respecto a la línea gris que considera un caudal de descarga de dicha central igual a 45,49 m³/s.

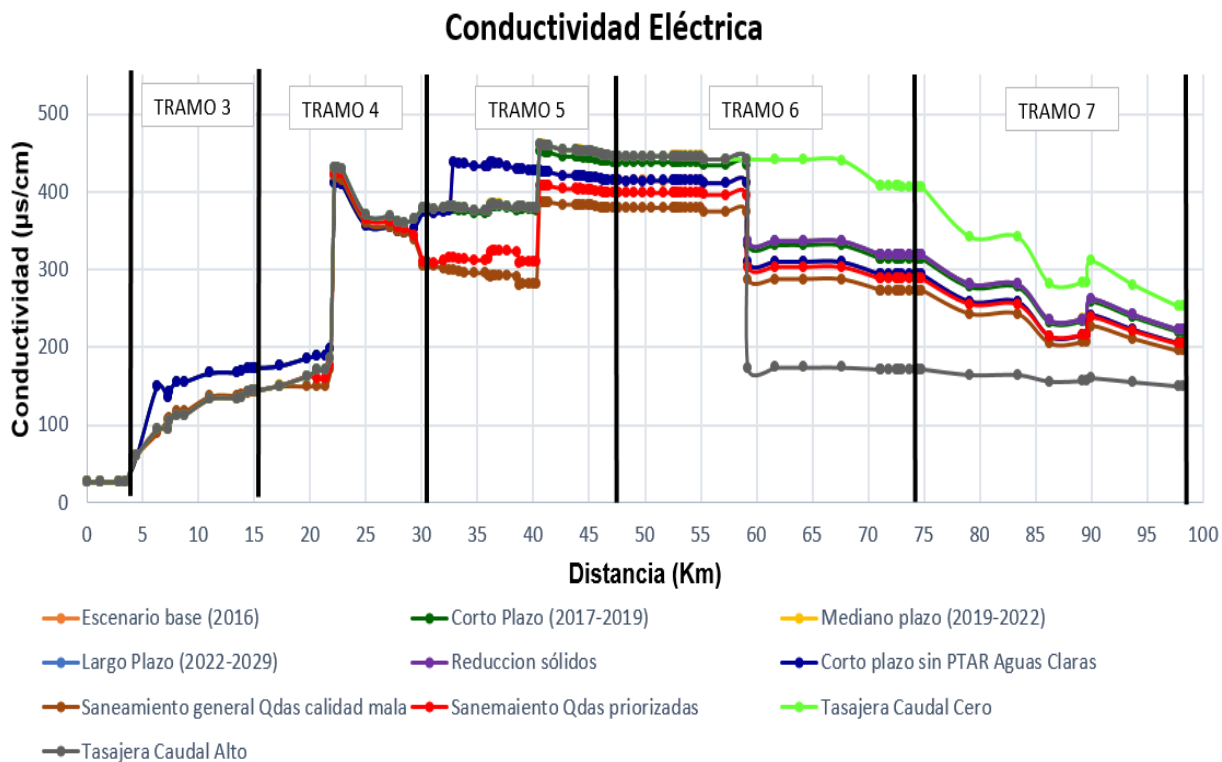


Figura 17. Perfil de conductividad eléctrica – Escenarios del PORH

De otro lado, en vista de los análisis de crecimiento de la población y por ende la generación de aguas residuales, se configuró, entre otros, un escenario mediante la concepción de una “Batería de Plantas”, las cuales aún no se precisan en el PSMV; en este sentido se consideran dos plantas una en Girardota que recoge aguas servidas del sector de Bello fuera de área de influencia de la Planta Aguas Claras, Copacabana y Girardota; la otra planta de futuro, recogerá las aguas residuales generadas en el municipio de Barbosa.

Nótese un escenario deseable (Figura 18), en el que se manifiesta el efecto de depuración que ejercen dichas plantas y una cobertura en la perspectiva de un nivel cercano también a lo que se considera a “lo deseable”, en materia de recolección, transporte, tratamiento y descarga de aguas servidas y tratadas a lo largo y ancho de la cuenca, y por supuesto en remoción de DBO₅. Por lo tanto es evidenciable, el efecto indicado por las trayectorias de las curvas con las Plantas del Norte en operación (esto es Aguas Claras, Girardota y Barbosa).

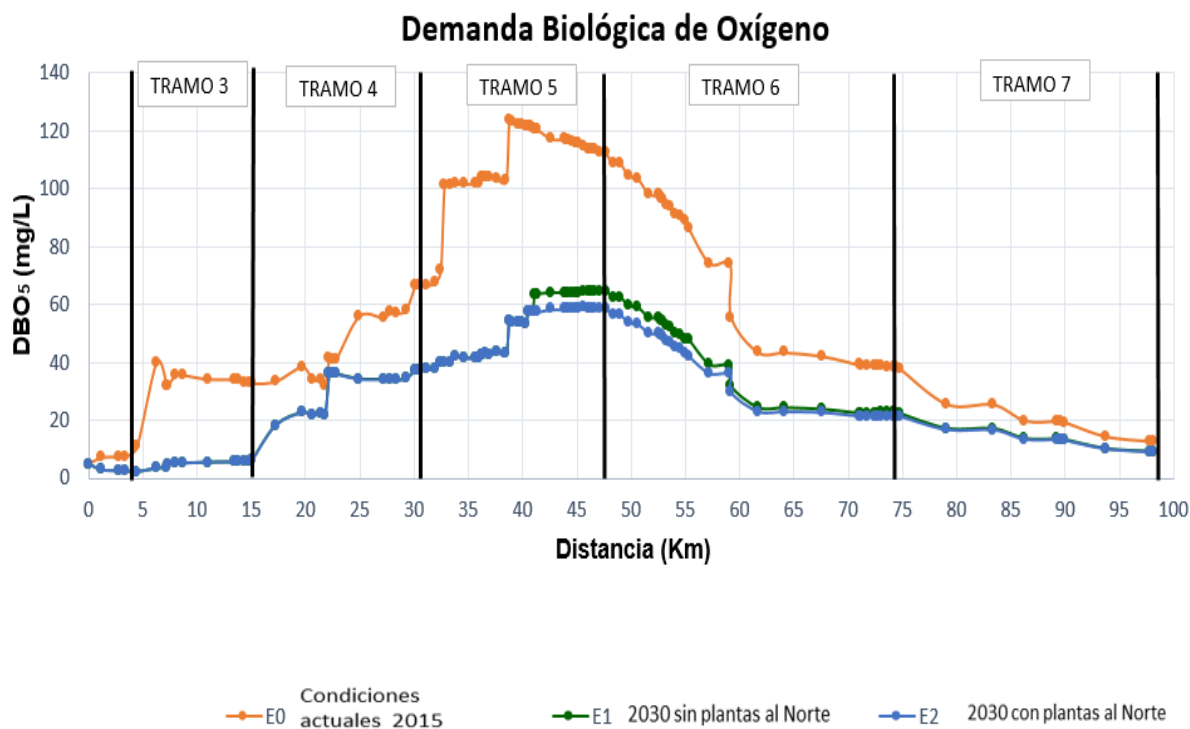


Figura 18. Perfil de DBO para la simulación de los escenarios

5 ANÁLISIS PROSPECTIVO

La prospectiva es una disciplina intelectual que se caracteriza por los enfoques sistémicos y de largo plazo y con esta se realizan procesos de intervención que, en este caso, buscan articular el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín con otras dinámicas locales, regionales, nacionales y globales.

En tal sentido, la prospectiva propone la implementación de diferentes técnicas que se caracterizan por ser de carácter participativo, donde actores involucrados en la gestión del agua y los expertos aportan a la construcción de escenarios futuros.

Desde este enfoque, el objeto de estudio de la prospectiva es el futuro, el cual se determina por la incertidumbre, el papel fundamental de los actores, su condición de construcción social y su distinción esencial respecto al presente, además de ser múltiple y de la implicación de lo sistémico en su construcción.

El análisis prospectivo en el marco del proceso hacia el PORH tiene como objetivo identificar escenarios de futuro para el río Aburrá-Medellín, mediante un análisis relacional prospectivo de los factores de cambio seleccionados a partir de los objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, desarrollado mediante una metodología participativa con los actores involucrados en el objeto de estudio. Este acápite da cuenta de los aspectos metodológicos y de los resultados del trabajo prospectivo.

Cuando se habla de prospectiva, se hace alusión al conjunto de análisis y diversos estudios que se realizan con el fin de explorar o predecir el futuro de alguna situación, observándolo a largo plazo; por lo tanto, es un elemento de apoyo a la toma de decisiones en la planificación estratégica territorial.

Es además una estrategia metodológica que facilita y permite sistematizar la reflexión colectiva de un grupo de actores sobre un sistema, en este caso el río Aburrá-Medellín y en la aplicación de sus técnicas permite la construcción de imágenes o escenario de futuro, que para la presente fase vincula aspectos técnicos y aspectos sociales fruto de las reflexiones y apreciaciones derivadas del desarrollo de la estrategia participativa (Foto 4); es decir, talleres con encuentros de reflexión y trabajo colectivo para pensar en la realidad actual y futura del río Aburrá-Medellín.



Foto 4. Talleres participativos – Fase prospectiva PORH

El desarrollo del presente capítulo se soporta en cinco ítems:

Estrategia de participación: se realizaron talleres descentralizados con actores locales para identificar prioridades por tramos definidos previamente en el río Aburrá-Medellín y un taller con expertos para construir visiones de futuro para el río Aburrá-Medellín con visión de región. También se desplegó un taller con el grupo técnico de profesionales del convenio para elaborar el mapeo y análisis de actores.

En la implementación de la estrategia, tal y como lo dice Michel Godet en su obra “De la anticipación a la acción”, la filosofía que marcó la ruta metodológica y los propósitos partió del



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



postulado según el cual, la anticipación, la acción y la voluntad de los actores son esenciales a la hora de construir escenarios de futuro. (1993, p 4.)

Metodología: se utilizaron tres técnicas para el diseño de escenarios, dos de ellas para priorizar factores de cambio, que fueron ábaco de Regnier y análisis estructural; la tercera fue el MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), para realizar el mapeo y análisis de actores.

Desarrollo metodológico: se basó en una serie de talleres descentralizados con participación de actores locales (públicos, sociales y privados), que contaron con guías metodológicas que facilitaron el desarrollo de cada taller de una manera ágil y expedita y en la perspectiva de sus objetivos. En los resultados y lecturas críticas de cada taller se recabaron las voces, intereses, convergencias y divergencias entre los actores.

Resultados: descripción de los productos obtenidos a partir de las reflexiones colectivas realizadas por los actores locales, expertos y grupo técnico de profesionales del convenio que posibilitaron la puesta en escena de las metodologías ya mencionadas.

Interpretación y análisis para el diseño del escenario apuesta: de acuerdo con los derroteros trazados por el análisis estructural y con base en la herramienta didáctica de la acrópolis, se interpretaron los resultados arrojados por el procesamiento de las matrices construidas en los talleres citados en la metodología. La interpretación, análisis y discusión de la acrópolis resultante fue el insumo fundamental para construir una narrativa del escenario apuesta, al año 2030, acerca del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

5.1 ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

Las actividades desarrolladas en la estrategia participativa que hace parte del componente de Prospectiva en el proceso hacia la formulación del PORH, relacionadas con el diseño, ejecución y sistematización de talleres con actores locales y actores expertos sobre el territorio, permitieron recoger una serie de información que aportaron al diseño de un escenario deseable a largo plazo para el recurso agua río Aburrá-Medellín y que se describen a continuación.

Para el caso de la fase Prospectiva del proceso hacia la formulación del PORH, se incorporaron métodos de trabajo participativos a través de técnicas cualitativas y cuantitativas propias de la prospectiva como el ábaco de Regnier, el análisis estructural y el mapeo de actores, así como el diseño de instrumentos que comprenden las instrucciones que permiten la interacción con los actores en un lenguaje comprensible que facilita el diálogo, la reflexión y la puesta en común. En suma, ejercicios participativos en los cuales cada actor convocado se siente incluido y valorado desde su saber y sus percepciones sobre el objeto de estudio: el río Aburrá-Medellín.

La estrategia de participación, propone “encontrar soluciones vinculantes en forma compartida”, partiendo del supuesto de que no se puede obviar el punto de vista desde el cual



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



cada quien observa y vive una realidad y sus intereses particulares de vida”, es decir, el de los actores involucrados.

Para lograr lo anterior se tuvieron en cuenta los objetivos trazados para el desarrollo de la estrategia, así como la aplicación de metodologías de carácter participativo, diseñando instrumentos que permitieron la interacción con los actores y sus diferentes puntos de vista.

5.1.1 Objetivo General de la Estrategia

Diseñar e implementar la estrategia de participación para la fase de Prospectiva hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Aburrá – Medellín, con los actores asociados al cuerpo de agua.

5.1.2 Objetivos específicos de la Estrategia

- Propiciar procesos de participación para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Aburrá – Medellín, con los actores asociados al cuerpo de agua.
- Identificar la incidencia de los factores de cambio que incurren en el río Aburrá-Medellín a partir de técnicas prospectivas de participación social con actores.
- Analizar las relaciones entre actores que inciden en el sistema del río Aburrá-Medellín a través de la técnica de análisis y mapeo de actores.

5.1.3 Lineamientos básicos para el desarrollo de la estrategia

La estrategia de participación se orienta a comunicar adecuadamente con herramientas y medios comprensibles a la totalidad de actores, los procesos de análisis prospectivos en función de la demanda y la calidad del agua, para que con ellos puedan contribuir a la configuración de escenarios de usos sostenibles del recurso; se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos para su desarrollo:

5.1.3.1 Descentralización de talleres

Teniendo en cuenta el grupo de actores identificados en la fase diagnóstica: usuarios y estratégicos, se trabaja para la fase actual los talleres de manera descentralizada, con el fin de llegar a más actores y considerando la importancia de la participación desde los habitantes conocedores de su territorio.

Se desarrollaron los talleres participativos incluyendo actores de los 10 municipios que conforman el valle de Aburrá, convocándolos acorde a los tramos que indica la Figura 19 y además realizando un taller con enfoque diferencial en la vereda San Andrés dirigido a los integrantes del Consejo Afrodescendiente.

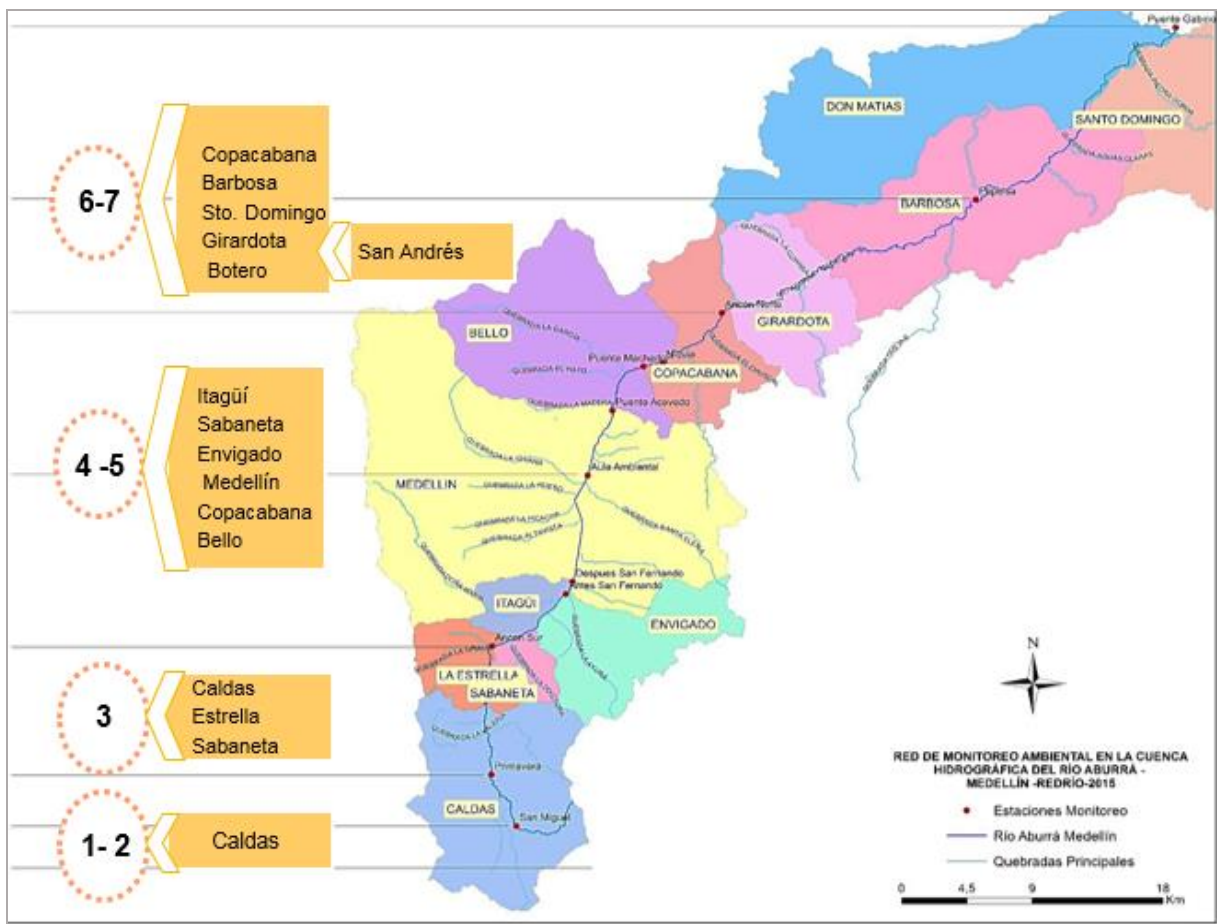


Figura 19. Agrupación por tramos para descentralización de talleres.

5.1.3.2 Reconocimiento y caracterización de actores

En los procesos participativos, se reconoce el actor como un grupo, colectivo o “una entidad que interviene en un proceso, que representa unos intereses, tiene capacidad de decisión, de influencia, comunicación, entre otros, en el desarrollo del mismo. Así mismo se considera como una persona, organización, grupo o personaje con capacidad de acumular fuerza, desarrollar intereses y necesidades, producir acontecimientos o influir en una situación. En esta identificación se tienen en cuenta las organizaciones, tanto de hecho como de derecho, e instancias donde éstas participan o se hacen representar, fundamentales no solamente para legitimar el proceso, sino que permite evidenciar que la planificación se hace teniendo en cuenta la caracterización de los actores esenciales para complementar la información que se requiere en el proceso. Teniendo en cuenta los lineamientos de la Política Nacional del Recurso Hídrico en cuanto a la definición de la estrategia de participación en el proceso de formulación e implementación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH, y específicamente, en coherencia con el objetivo del instrumento de planificación y los tiempos

para su formulación, para el año 2015 en la fase diagnóstica, se definieron quiénes podrían ser los actores representativos, teniendo en cuenta que pudieran aportar en la construcción, además, de ser afectados por las decisiones que durante el proceso fueran tomadas, y en función de procesos específicos que llevarán a generar discusiones con y entre los actores participantes, como se aprecia en la Figura 20.

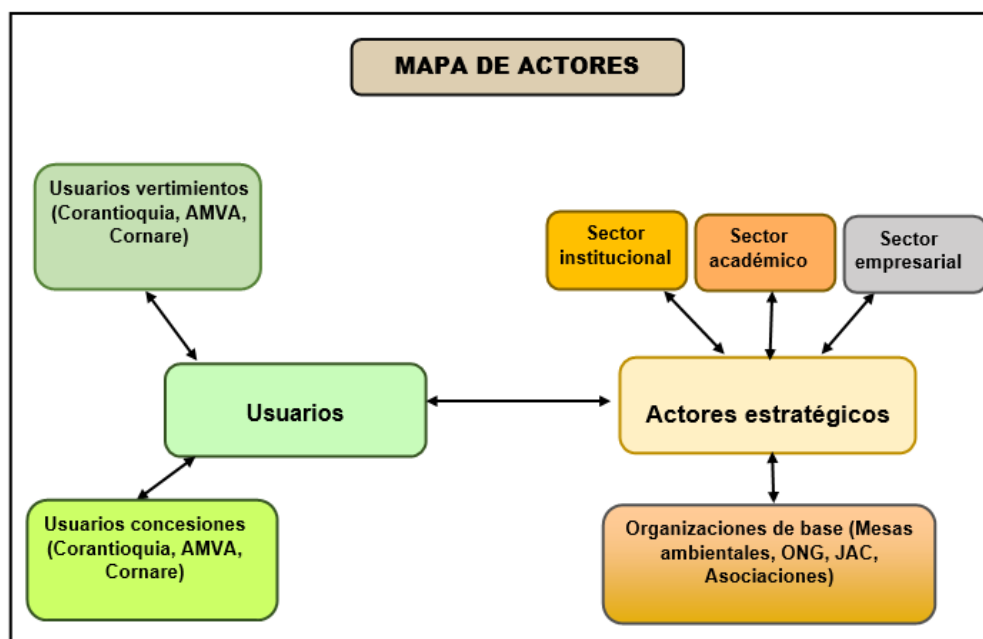


Figura 20. Grupos de actores participantes del proceso hacia la formulación del PORH

- **Usuarios: Actores primarios con permisos de vertimiento y captación.**

Se consideraron como actores primarios los usuarios del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín (usuarios que cuentan con una concesión de agua y/o permiso de vertimientos) identificados a partir de la consolidación de las bases de datos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia y Cornare. (Tabla 13)

Tabla 13. Grupos de usuarios para la estrategia de participación (2015)

USUARIOS	CANTIDAD
Concesiones Corantioquia	3
Concesiones Cornare	6
Concesiones AMVA	10
Vertimientos Corantioquia	13
Vertimientos Cornare	4
Vertimientos AMVA	69
Total	105



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



- **Actores Estratégicos**

La Tabla 14 permite desglosar a los actores Estratégicos en el sector Institucional, Académico, Empresarial y las Organizaciones de base, quienes se consideraron relevantes para el proceso por incidir en las dinámicas del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

Tabla 14. Actores estratégicos para la estrategia de participación fase prospectiva

ACTORES (ESTRATÉGICOS)	CANTIDAD
Alcaldías	9
Gobernación	1
Autoridades Ambientales	3
Cátedra del Agua	1
SIATA	1
Proyecto Parques del Río	1
ONG	3
Mesas Ambientales	3
Comunidades étnicas	3
JAC La Clara	1
Paleros La Clara	1
Mineros (oro)	1
Hidroeléctrica Norte	1
Centro Nacional de Producción Más Limpia	1
EDU	1
EPM	2
Empresas de aseo	2
ANDI	1
ACOPI	1
Asociación industrial	1
Universidad de Medellín	1
Universidad Nacional	1
Universidad de Antioquia	1
Universidad Pontificia Bolivariana	1
Escuela de Ingeniería de Antioquia	1
Total	42

Tomando en cuenta la clasificación de actores resultante de la fase diagnóstica, para la prospectiva tanto usuarios como actores estratégicos fueron reagrupados en actores locales y actores expertos, que en adelante haremos referencia a los talleres con esta reagrupación: talleres con actores locales y talleres con expertos sobre el territorio.



5.2 METODOLOGÍA

Para implementar un proceso de participación y orientar el análisis sobre los futuros escenarios de la fase prospectiva, se trabajó a partir de metodologías participativas con métodos cualitativos y cuantitativos que permitieron recoger los análisis y propuestas de los diferentes actores, señalada en Figura 1. Los métodos utilizados para realizar trabajos de prospectiva son variados, pero todos tienen la finalidad de sistematizar la reflexión colectiva, que es la base del proceso, y facilitar la consecución de consensos. Se debe tener en cuenta que la prospectiva es un elemento de apoyo a la decisión en la planificación territorial y como herramienta metodológica que permite la reflexión colectiva en la construcción de imágenes o escenarios de futuro y que contribuye además a una anticipación para afrontar los cambios del entorno y su seguimiento.

La metodología empleada para el desarrollo de la fase prospectiva, por haber sido de carácter participativa, reconoce en el proceso de trabajo, el grupo de actores como agentes activos en la construcción del conocimiento. Utilizar la metodología participativa dentro de la fase de prospectiva del PORH río Aburrá-Medellín, tuvo en cuenta no solo la visión de los expertos o técnicos conocedores calificados del tema hídrico, sino además permitió vincular a los actores sociales identificados en la fase diagnóstica, teniendo en cuenta sus perspectivas, percepciones sobre los temas trabajados y su punto de vista frente al sistema objeto de análisis: el río Aburrá-Medellín.

Para alcanzar los resultados trazados en la estrategia, se eligieron y desarrollaron a partir de la metodología participativa técnicas propias de los métodos cualitativos y cuantitativos, que permitieron comprender e interpretar la realidad social desde los actores que se relacionan con el recurso hídrico del principal afluente metropolitano. Los talleres se trabajaron en dos grandes grupos, denominados talleres ciclo 1 y talleres ciclo 2, adicional a estos dos ciclos se realizaron dos talleres complementarios, el primero dirigido a expertos enmarcado en la visión de ciudad-región y el segundo un taller con el equipo técnico del proyecto consistente en el análisis de relaciones de los actores con el sistema, para un total de 14 talleres en la fase prospectiva, incluyendo dos jornadas finales de socializaciones de resultados.

En los 14 talleres participativos se desarrollaron técnicas cuali-cuantitativas, propias de las ciencias sociales y de la prospectiva, para lograr vincular los actores en sus territorios y dimensionar análisis pertinentes para el futuro a largo plazo del río. Línea de tiempo para identificar usos históricos, actuales y potenciales en los imaginarios de las comunidades con las que se trabajó, pequeños ejercicios de cartografía social para espacializar usos, conflictos, y mundo de significados de los actores, matrices para calificación por colores sobre la importancia de los conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín así como la calificación de actores locales de los 24 factores de cambio trabajados en el ciclo 2, el análisis estructural para cuantificar y cualificar la información de los expertos, y el Mactor (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones) para realizar análisis de actores sobre el sistema. La Figura 21 permite visualizar el proceso participativo los principales temas trabajados y las técnicas implementadas para el desarrollo de los talleres.

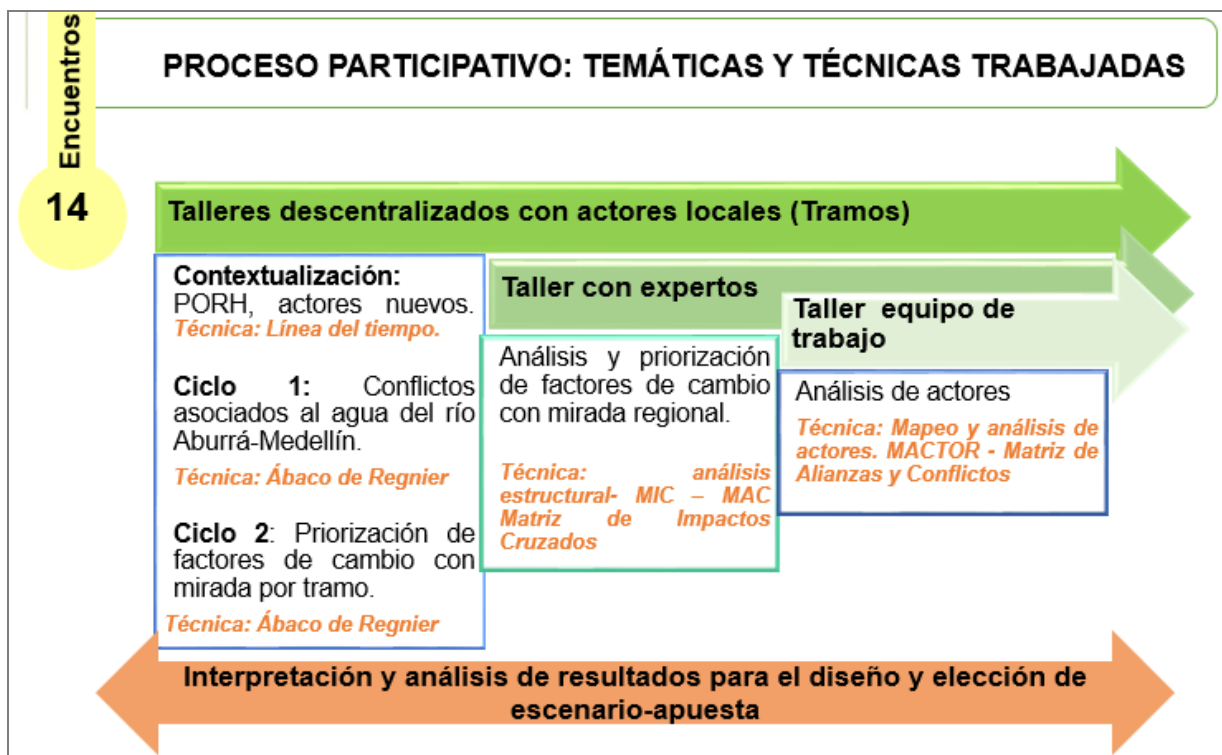


Figura 21. Proceso desarrollado en la estrategia de participación

5.2.1 Técnicas Grupales

La aplicación de éstas técnicas partió de dividir el grupo total de actores participantes, en subgrupos ubicados en cada una de las mesas de trabajo establecidas en el diseño metodológico de cada taller. Así para el ciclo 1 de talleres, en los cuales la temática trabajada consistió en los *conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín*, se trabajó por subgrupos con los participantes con una adaptación de la técnica prospectiva conocida como semáforo o ábaco de Regnier, con el fin de que los actores a través de la ubicación de tres colores le dieran la importancia a los conflictos identificados en la fase diagnóstica, los validaran, e identificaran nuevos conflictos desde sus vivencias y conocimientos del tramo del río que cotidianamente vive, como se describe en detalle en el numeral 5.2.1.5.

Para el ciclo 2 de talleres descentralizados se trabajó el tema de los *factores de cambio que inciden en el agua del río Aburrá-Medellín*, implementando nuevamente la técnica del ábaco de Regnier, calificando la incidencia de 24 factores de cambio en una matriz a gran formato para cada una de las mesas conformadas, la descripción de éstos factores se aprecia en el numeral 5.2.1.6

El taller interno sobre *Mapeo y Análisis de actores*, se desarrolló a partir del método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones) que consiste en una matriz de alianzas y conflictos, que se explicará en detalle en el numeral 5.2.1.7

Finalmente, el taller con expertos, se implementó el trabajo con la técnica prospectiva del análisis estructural con el propósito de priorizar los 24 factores de cambio que inciden en el recurso agua río Aburrá-Medellín. (Foto 5)



Foto 5. Talleres AMVA y municipio de Caldas

Para el desarrollo de los talleres de contextualización, ciclo 1, ciclo 2, mapeo de actores y expertos, cada subgrupo contó con la presencia de dos profesionales del equipo técnico del proyecto, uno de ellos con el rol de facilitador, quien hizo las veces de coordinador y orientador de la temática de cada mesa, y un relator, encargado de consignar en la ficha guía de trabajo todos los aportes hechos por los actores, desde las preguntas que guiaron el trabajo grupal. Para la fase de Prospectiva, las técnicas y herramientas implementadas consideradas para la ejecución de la estrategia participativa, incluyeron exposiciones temáticas y sesiones prácticas desde técnicas grupales o mesas de trabajo, soportadas en el diseño de instrumentos de trabajo para lograr los objetivos propuestos de la estrategia así:

5.2.1.1 Taller Participativo

Los talleres participativos son métodos de trabajo activo que incentivan que las personas se apropien del tema y contribuyan con sus experiencias. En éstos, los participantes aportan de forma movilizadora al proceso de identificación y caracterización de los temas locales, de su interés o conocimiento. A través de los talleres se logra que los asistentes compartan la información, aprendan unos de los otros y trabajen juntos para resolver problemas comunes. Por otro lado, los talleres participativos propician un acercamiento de contrastación, validación y cooperación entre el saber técnico y el saber local sobre el recurso hídrico, sus usos y condiciones actuales y potenciales. El taller como mecanismo de intervención, se caracteriza por las discusiones intensivas que permiten encausar variados puntos de vista sobre un tema central. En este mecanismo los aspectos metodológicos e instrumentales cumplen un papel fundamental, encaminados al logro del objetivo de cada jornada de trabajo.

5.2.1.2 Exposiciones



Foto 6. Exposición sobre conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín

Como se muestra en la Tabla 15, las presentaciones diseñadas por los profesionales del proyecto para los talleres participativos, abordaron los temas centrales de cada jornada, brindando una información técnica a los actores, a través de diapositivas, como guía para el desarrollo de cada encuentro de trabajo (Foto 6).

Tabla 15. Temáticas presentadas en los talleres participativos

Talleres participativos	Exposiciones de apoyo
Taller N°1	Presentación Proceso hacia la Formulación del PORH – Contextualización Actores Nuevos
Taller N°2	Taller Usos históricos, actuales y futuros del agua del río Aburrá-Medellín – Contextualización comunidad San Andrés (Girardota)
Taller N°3	Ciclo 1: Conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín
Taller N°4	
Taller N°5	
Taller N°6	
Taller N°7	Ciclo 2: Factores de Cambio que inciden en el recurso agua del río Aburrá-Medellín
Taller N°8	
Taller N°9	
Taller N°10	
Taller N°11	Taller Expertos: Factores de Cambio que inciden en el recurso agua del río Aburrá-Medellín
Taller N°12	Taller Interno: Mapeo y análisis de actores
Taller N°13	Talleres de socialización de resultados
Taller N° 14	

5.2.1.3 Línea del tiempo

Con esta técnica se pretende interactuar con la comunidad para reconocer la relación histórica que se ha establecido con el río Aburrá-Medellín, e identificar los cambios significativos que han ocurrido a través del tiempo.

La línea del tiempo (Foto 7) se debe llevar lo más lejos posible en el pasado, hasta los eventos más antiguos que los participantes puedan recordar, para reconocer la realidad histórica con el río y también debe indagar por la realidad actual que se establece con relación a los usos del río, en contraste con los usos permitidos desde la norma (Decretos 3930 de 2010 y 1076 de 2015) y finalmente develar las percepciones futuras en cuanto a los usos potenciales.



Foto 7. Matriz diseñada y matriz desarrollada en el taller con la comunidad de San Andrés

5.2.1.4 Cartografía Social

Esta técnica de participación facilita un diálogo fluido entre los diferentes actores, debido a que permite un reconocimiento del espacio geográfico concebido desde una visión holística y construido de manera participativa, donde se incluyen aspectos no solamente técnicos sino además los aspectos simbólicos, sociales, culturales, políticos, económicos, entre otros que hacen parte de la construcción de territorialidad. (Ver Foto 8).



Foto 8. Cartografía social realizada en los talleres del ciclo 1 sobre conflictos

La mirada, descripción y análisis del territorio a partir de este instrumento, deben su fortaleza, a que en ella están en juego diversos elementos de la cultura, de la economía, de las relaciones políticas, de lo ambiental, de las relaciones sociales y de los conflictos, que en él se generan. Pero esta mirada diversa, está basada en todo el potencial simbólico, en los sentidos y significados que los actores sociales le asignan a su espacio de vida, a los valores y a la cosmovisión desde la que se construye su entorno, los resultados de la cartografía social son únicos e irrepetibles, ya que obedecen a las expresiones y sentimientos que plasman los participantes en ese momento.

5.2.1.5 Ábaco de Regnier

Es una técnica de consulta a actores, que a través de tres colores (rojo, amarillo y verde) busca identificar apuestas para el desarrollo futuro del objeto de estudio (el recurso hídrico del río Aburrá – Medellín).

FACTORES DE CAMBIO	ACTORES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Estructura ecológica principal	2	1	3	4	3	3	2	1	2	1
2. Servicios ecosistémicos	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1
3. Usos del suelo	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1
4. Expansión urbana	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1
5. Caudal ambiental	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1
6. Relación entre agua subterránea y aguas superficiales	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
7. Usuarios que vierten agua	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1
8. Usuarios que captan agua	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
9. Población	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1
10. Usos del agua	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
11. Consumo	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
12. Saneamiento hídrico	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1
13. Calidad del agua	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1
14. Variabilidad climática e hidrológica	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1
15. Adaptación al cambio climático	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1
16. Remoción en masa y avenida torrencial	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1
17. Desastres	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1
18. Participación (investigación ciudadana, investigación acción o la información y producción de conocimiento)	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
19. Educación Ambiental	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
20. Cultura del agua	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
21. Capacidad de gestión pública	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
22. Articulación intra o interinstitucional	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
23. Armonización entre instrumentos normativos y de planificación (procc, ppa, ppa, ppa, ppa)	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
24. Contaminación Antrópica	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1



Foto 9. Matriz a gran formato para resultados de las mesas de trabajo.

También es conocida como la técnica del semáforo para la planificación por escenarios. Su objetivo es proponer orientaciones estratégicas y acciones basadas en las competencias de las personas convocadas.

La priorización de los factores a analizar se realiza primero con el grupo de actores sociales, en los talleres dirigidos a usuarios del recurso hídrico y a actores estratégicos (Foto 9).

Éste es un método de consulta a actores cuyas respuestas y percepciones del grupo se trabajan a partir de una escala de colores, contribuyendo a generar un espacio de opinión que permite medir las opiniones de un grupo en relación a un tema o acontecimiento. El procedimiento llevado a cabo fue:

- Fase 1. Recopilación de la opinión de expertos: se descompone en elementos la temática a analizar, en forma de afirmaciones. Cada experto participa en cada afirmación usando la escala de colores indicada previa al inicio de la actividad.
- Fase 2. Tratamiento de los datos: las respuestas coloreadas se disponen en forma de matriz, donde se disponen en filas los ítems que definen el problema y en columnas los expertos que participan en el estudio. Esta información se organiza simultáneamente para hacer visible la opinión de cada uno de los actores sobre el aspecto consultado.
- Fase 3. Discusión de los resultados: Es el momento donde se da inicio al debate y/o explicación del voto hecho por cada actor, el procedimiento es abierto y cada uno puede, en todo momento cambiar el color y justificar su cambio de opinión.

La priorización de los factores a analizar con los expertos se realizó primero con el grupo de actores sociales, en los talleres dirigidos a usuarios del recurso hídrico y a actores estratégicos. Y a cada color se le da una valoración numérica que permite establecer cuantitativamente los resultados relevantes en la aplicación de la técnica mediante la escala cromática de la Figura 22.

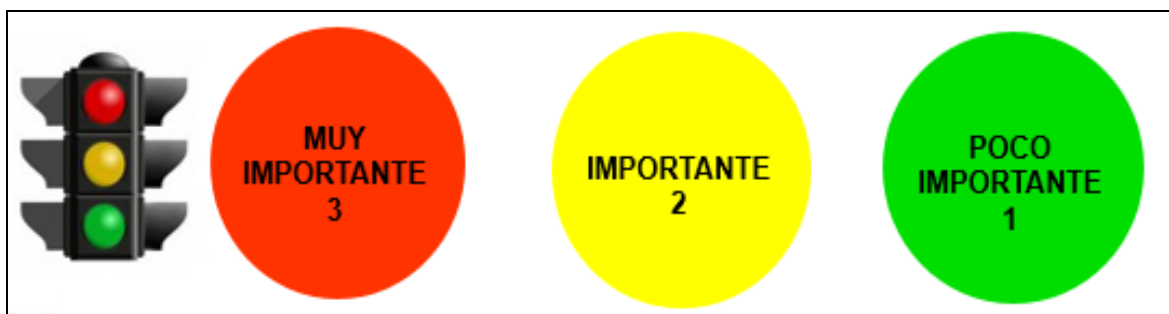


Figura 22. Escala cromática para calificación en los talleres

El ábaco de Regnier se aplicó al ciclo 1 de talleres adaptando la técnica de calificación para la valoración de los conflictos asociados al agua del río en cada uno de los tramos trabajados, entregando a cada actor una matriz individual de calificación (ver Figura 23) cada una de sus respuestas.

A continuación se presenta un cuadro con los conflictos validados por los actores y los nuevos conflictos resultantes de la interacción en el taller. Se pide calificar los conflictos acordes a los siguientes colores y su correspondiente valoración, como se explica en el siguiente cuadro

COLOR	VALORACION CUALITATIVA (respuestas)
Rojo	Más importante
Amarillo	Importante
Verde	Poco importante

Se pide diligenciar todas las casillas, y evitar dejar alguna sin la calificación.

Tema: Conflictos asociados al uso del agua del río Aburrá-Medellín			
Sector al que representa: (industrial, académico, <u>ong</u> , ambiental, social, empresarial, alcaldías, institucional, etc.) _____			
CONFLICTOS TRAMO 4	R Más importante	A Importante	V Poco importante
1. Incumplimiento de la normatividad ambiental vigente, que ocasiona un deterioro del cauce.	X		
2. Falta de control de la autoridad ambiental que genera sobreexplotación del recurso.			X
3. Usuarios que captan mayor caudal del otorgado.	X		
4. Vertimientos industriales que contaminan el cauce		X	
5. Vertimientos domésticos que contaminan el cauce (Planta de San Fernando)		X	
6. Usos no planificados sobre el río.			X
NUEVOS CONFLICTOS IDENTIFICADOS EN LAS MESA POR LOS ACTORES TRAMO N° 4			

Figura 23. Ejemplo de matriz de calificación individual sobre el tema de conflictos

En el ciclo 2 de talleres para el trabajo sobre calificación y priorización de factores de cambio con los actores locales, se aplicó la misma técnica, pero a partir de una matriz sobre los factores de cambio que inciden en el futuro del agua del río Aburrá-Medellín.

5.2.1.6 Análisis estructural

El análisis estructural es una herramienta que le da orden a la reflexión colectiva realizada por los actores participantes en el proceso y ofrece la posibilidad de describir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos.

Partiendo de esta descripción, esta técnica tiene por objetivo, hacer aparecer las principales variables influyente y dependientes y por ello las variables esenciales a la evolución del sistema.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



El método de análisis estructural es, fundamentalmente, una herramienta para la organización de ideas. Este método puede ser utilizado para ayudar en la reflexión y en la toma de decisiones, para montar un proyecto de planificación prospectiva. Es un método que pueden usar los integrantes de una institución a nivel interno, lo que no excluye la apertura a la participación de actores externos. La aplicación de ésta técnica para la fase de prospectiva consideró la identificación y selección de factores de cambio que inciden sobre el río Aburrá-Medellín.

- **Identificación y selección de los factores de cambio**

A tono con las directrices de la técnica prospectiva del “Análisis estructural”, el grupo de trabajo se dio a la tarea de explorar un conjunto preliminar de variables o características de la realidad de la gestión del agua, que pudiesen hacer las veces de factores de cambio en la construcción del escenario deseado y viable para el ordenamiento del recurso hídrico en la región metropolitana. En el ejercicio de identificación y selección de los factores de cambio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Objetivos específicos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH- (oferta, demanda, calidad, riesgo, gobernabilidad, gobernanza y fortalecimiento institucional).
- Estrategias asociadas a cada uno de los objetivos específicos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH-.
- Estructura del Plan Hídrico Nacional - fase II (2015-2018).
- Resultados de los talleres participativos de la fase diagnóstica (2015).
- Resultados de los talleres participativos de la fase de prospectiva (2016): conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín.
- Resultados de análisis técnicos realizados por el equipo de profesionales del proyecto en: calidad, cantidad, modelación, gestión, entre otros.

Cabe resaltar que por recomendación de los asesores en prospectiva se tomó la decisión de acotar el universo de factores de cambio, de tal manera que su número estuviera en el rango de 20-30 factores, en aras de agilizar los análisis de influencia-dependencia entre los mismos.

En esta óptica y teniendo claro que en el universo de factores de cambio debía tener cabida la totalidad de objetivos específicos de la PNGIRH, la discusión del grupo técnico se centró en la elección de aquellas estrategias más representativas de cada objetivo específico y de otros aspectos importantes asociados a cada uno de estos. Finalmente, se seleccionó un total de 24 factores de cambio asociados al río Aburrá-Medellín y a su gestión integral, considerados como suficientes para dar cuenta del escenario apuesta desde el cual acometer la formulación del PORH.

A continuación se relacionan los 24 factores de cambio seleccionados, discriminados según su afinidad con los objetivos específicos de la PNGIRH.



- Oferta: Usos del suelo, expansión urbana, estructura ecológica principal, servicios ecosistémicos, caudal ambiental, relación agua subterránea-agua superficial, usos del agua.
- Demanda: Población, usuario por vertimiento, usuario por captación, consumo.
- Calidad: Calidad del agua, saneamiento básico.
- Riesgo: Remoción en masa y avenida torrencial, variabilidad climática e hidrológica, adaptación al cambio climático para el manejo del recurso hídrico, contaminación antrópica e antropogénica, desabastecimiento.
- Gobernanza: Participación y comunicación, educación ambiental, cultura del agua.
- Gobernabilidad: Articulación intra e interinstitucional, armonización entre instrumentos normativos y de planificación, capacidad de gestión pública.

- **Conceptualización de los factores de cambio**

Una vez identificados y seleccionados los factores de cambio, se procedió a su conceptualización, con el ánimo de construir un lenguaje común que permitiera las comprensiones requeridas para la priorización y la calificación de las influencias entre dichos factores de cambio, en los talleres participativos. Dicha conceptualización hace parte del mismo taller, en su constitución y planteamiento de un lenguaje común

El ejercicio de conceptualización llevó a la necesidad de definir cada uno de los factores de cambio, lo cual remitió a la normatividad, de la cual se retomaron la mayoría de los textos de las definiciones que integran el glosario destinado al trabajo con actores locales y con expertos. Aquellos factores de cambio cuya definición no se encontró en la normatividad, fueron definidos por el equipo técnico.

En el despliegue de este componente de la estrategia participativa se procedió, en primera instancia, a la socialización del glosario con los actores locales y con los expertos, de tal manera que tuvieran claro qué se entiende por cada uno de los factores de cambio en el marco del ejercicio y así poder ponderar su valor, alcance y variables subyacentes. La premisa básica para la conceptualización y definición de los factores de cambio radicó en que dicha información debe ser conocida por cada actor, de manera previa al ejercicio de calificación. El glosario de factores de cambio quedó así:

Estructura ecológica principal. “Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

Servicios ecosistémicos. “Son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Sostenible, 2012). Han sido reconocidos como el eslabón que articula la biodiversidad y el ser humano.

Usos del suelo. El uso del suelo se entiende como “la actividad que se desarrolla en cualquier área del suelo rural, urbano, suburbano o de expansión urbana. Se clasifica de manera general para la zona urbana o de expansión urbana como Residencial, Institucional, Industrial, Recreativo y Comercial y de Servicios”.

En el suelo rural se permite el desarrollo de actividades forestales, agrícolas, ganaderas o mineras, según su grado de compatibilidad con el suelo y demás condiciones ambientales. Igualmente en esta clase de suelo se puede establecer bajo condiciones muy particulares (restrictivas) los usos residencial, industrial, institucional y recreativo” (DANE e Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Subdirección de Geografía, 2003).

Expansión urbana. “La expansión urbana es tanto un producto como un proceso que expresa el crecimiento urbano por extensión con modalidades específicas históricamente determinadas por el contexto social, económico y político en que se materializa. Dichas modalidades se expresan territorialmente en la estructura de la ciudad, así como en las nuevas relaciones entre la ciudad y su entorno, entre distintas ciudades, y el territorio en sus diferentes escalas” (Rodríguez Daneri, 2016).

Caudal ambiental. Volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios aguas abajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

Relación agua subterránea - agua superficial. Las aguas subterráneas hacen parte del ciclo hidrológico y son el resultado de la infiltración profunda (a través de las grietas o poros de las rocas o sedimentos) del agua proveniente de la lluvia, de los ríos o de lagos y lagunas y algunas veces de las fugas de acueductos y alcantarillados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Las aguas subterráneas representan un recurso natural estratégico en el contexto ambiental, por estar relacionadas directamente con las corrientes superficiales manteniendo su caudal base. Esto contribuye a la preservación del equilibrio ecológico de zonas como humedales, ciénagas, ríos y quebradas, que son sistemas hidrográficos que han sufrido un deterioro progresivo por actividades antrópicas como la ganadería, procesos de urbanización, minería aluvial y agricultura, entre otras. (CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia, 2011).

Usuario por vertimiento. Es aquel usuario que cuenta con permiso de vertimientos, plan de cumplimiento o plan de saneamiento y manejo de vertimientos para realizar las descargas de aguas residuales generadas de sus actividades domésticas y/o productivas, a un cuerpo de agua, al suelo u otro medio, previo tratamiento de las mismas (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2016).



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Usuario por captación. Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado que cuenta con autorización de la Autoridad Ambiental competente, para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, ya sea que se capte de fuentes superficiales como ríos y quebradas, o subterráneas como pozos profundos y aljibes; para uso doméstico, agrícola, pecuario, recreativo, entre otros, tal como lo dispone el artículo 36 del Decreto 1541 de 1978 y el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Población. “Las poblaciones humanas se definen como el conjunto orgánico de sujetos que interactúan entre sí y con el ambiente para lograr su producción y reproducción biológica y social. Esta interacción entre la población y su entorno es intencionada y crea y recrea permanentemente el territorio sobre el que se asienta. Pero, al mismo tiempo, la población es transformada por las condiciones que le impone esta base ambiental territorial” (Universidad Externado de Colombia, 2009).

Las variaciones en el tamaño de la población a través de un período de tiempo indican el ritmo de crecimiento, el cual puede comportarse de las siguientes formas: aumento constante, decrecimiento o estancamiento de la población. El crecimiento poblacional depende del crecimiento natural o vegetativo (resultante de la relación entre tendencias de natalidad y mortalidad) y de las dinámicas de migración poblacional.

Uso del agua. Se refiere a la utilización del agua para el desarrollo de diferentes actividades socioeconómicas (consumo doméstico, industriales, agropecuarias, recreativas, entre otras). Estos usos pueden ser consuntivos o no consuntivos. Los usos consuntivos se asocian con la extracción o consumo de agua desde su fuente de origen (ríos, lagos y aguas subterráneas), mientras que los no consuntivos o no extractivos son los usos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua, sin extracción o consumo del recurso.

Consumo. Corresponde a la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un usuario para el desarrollo de diversas actividades como: obtención de agua apta para consumo humano, procesos industriales, así como en usos asociados a la agricultura y la ganadería, expresado en unidades de volumen (metros cúbicos, litros o dimensiones equivalentes).

Saneariamiento hídrico. Se refiere al diseño, la ejecución, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillados, tratamiento de aguas, manejo y disposición de desechos líquidos en zonas urbanas y rurales (Adaptado RAS, 2000). En otras palabras, corresponde a la ejecución de obras para la recolección, transporte y tratamiento de los residuos líquidos con miras al mejoramiento de la calidad del agua de ríos y quebradas.

Calidad del agua. Es el resultado de comparar las características físicas (color, olor, sabor, turbiedad), químicas (por ejemplo la acidez, el nitrógeno, el hierro, entre otras sustancias) y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan el recurso hídrico (Ministerio de la Protección Social, 2007).



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Variabilidad climática e hidrológica. Variabilidad del clima denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa).

La variabilidad y los extremos del clima ocasionan efectos sobre el recurso hídrico que alteran su capacidad para conservar y mantener la capacidad hidrológica actual y hacen que los sistemas de abastecimiento y distribución presenten cierto grado de vulnerabilidad frente a la reducción de la oferta y disponibilidad del agua.

Adaptación al cambio climático para el manejo del recurso hídrico. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Naciones Unidas, 1992), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Se entiende la adaptación como el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, ante posibles daños, esto implica la definición de escenarios de intervención, que describan la respuesta al futuro del sistema a la ejecución de políticas y medidas de mitigación (IPCC, 2014).

Remoción en masa y avenida torrencial. La remoción en masa corresponde al movimiento de una masa de roca, detritos y/o suelo pendiente abajo, a lo largo de una ladera. Los términos remoción en masa y movimientos en masa suelen utilizarse como sinónimos e “incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras como: caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos, propagaciones laterales y reptaciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Por su parte, “Las avenidas torrenciales son crecientes súbitas que por las condiciones geomorfológicas de la cuenca están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Desabastecimiento. El desabastecimiento se refiere al déficit de agua, el cual genera problemas de disponibilidad de este recurso con sus consecuentes efectos nocivos sobre la calidad de vida de la población y sus actividades económicas, así como su efecto de disminución sobre los ecosistemas acuáticos y los servicios ambientales que ellos ofrecen (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

El desabastecimiento afecta los diferentes usos del recurso hídrico, a saber: consumo humano, ganadería, agropecuario, industrial (generación energética, minería, extracción material playa), recreativo y estético, entre otros.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Participación y comunicación. Es el proceso social resultante de la acción intencionada de individuos y grupos en busca de metas específicas, en función de intereses diversos y en el contexto de tramas concretas de relaciones sociales y relaciones de poder. En dicho proceso “las distintas fuerzas sociales, en función de sus respectivos intereses, intervienen directamente o por medio de sus representantes en la marcha de la vida colectiva con el fin de mantener, reformar o transformar los sistemas vigentes de la organización social y política”. (MINEDUCACIÓN, 2007).

De acuerdo con los analistas, existe una escalera de la participación, cuyos escalones definen la mayor o menor incidencia de los actores participantes en los asuntos de interés. De abajo hacia arriba, tales escalones son: información, consulta, concertación, codecisión y cogestión, lo cual evidencia que sin construcción de conocimiento (investigación), divulgación y acceso a la información, no hay participación. De ahí la importancia de los sistemas de información, como estrategia para que el ciudadano acceda a información actualizada, clara, veraz y oportuna. El despliegue de estrategias comunicativas que den lugar a la interacción entre la institucionalidad ambiental y/o territorial y los actores sociales se considera como consustancial a la participación.

Educación ambiental. “Atendiendo al carácter sistémico del ambiente, la Educación Ambiental debe ser considerada como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente. Estas actitudes, por supuesto, deben estar enmarcadas en criterios para el mejoramiento de la calidad de la vida y en una concepción de desarrollo sostenible, entendido éste como la relación adecuada entre medio ambiente y desarrollo, que satisfaga las necesidades de las generaciones presentes, asegurando el bienestar de las generaciones futuras” (Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional, 2002).

Cultura del agua. “Según la Unesco (2005), la cultura de agua es definida como el conjunto de modos, estrategias y medios utilizados para la satisfacción de necesidades fundamentales relacionadas con el agua y con todo lo que depende de ella, incluyendo lo que se hace con el agua, en el agua y por el agua. Se manifiesta en la lengua, en las creencias (cosmovisión, conocimientos), en los valores; en las normas y formas organizativas; en las prácticas tecnológicas y en la elaboración de objetos materiales; en las creaciones simbólicas (artísticas y no artísticas); en las relaciones de los hombres entre sí y de éstos con la naturaleza y en la forma de resolver los conflictos generados por el agua.

La cultura del agua es por lo tanto, un aspecto específico de la cultura de un colectivo que comparte, entre otras cosas, una serie de creencias, de valores y de prácticas relacionadas con el agua” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Capacidad de gestión pública. En el marco de la gestión pública, entendida como el “proceso dinámico, integral, sistemático y participativo, que articula la planificación, ejecución, seguimiento, evaluación, control y rendición de cuentas de las estrategias de desarrollo



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



económico, social, cultural, tecnológico, ambiental, político e institucional de una Administración, sobre la base de las metas acordadas de manera democrática” (Departamento Administrativo de Planeación DNP y Escuela Superior de Administración Pública ESAP, 2007), la capacidad de gestión se concibe como un factor que se refiere “a un potencial de cumplir, a los elementos previos que se deben tener en una organización de cualquier tipo para que, después de seguir ciertos procesos y actividades, se llegue a los resultados” (Isaza E., 2015).

Articulación intra e interinstitucional. La articulación hace referencia a una “forma de acción conjunta, cooperativa, complementaria y solidaria” (Duque Daza, 2011) entre varias dependencias de una entidad pública (articulación intrainstitucional) o entre distintas instituciones públicas y/o privadas (interinstitucionalidad), de tal manera que, en ejercicio de sus competencias y de conformidad con sus funciones¹, en el marco definido por los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad, puedan contribuir eficiente y eficazmente al cumplimiento de los fines del Estado.

En el escenario del Sistema Nacional Ambiental -SINA-, es imprescindible el trabajo concertado y colaborativo entre los actores que conforman la institucionalidad ambiental y territorial para lograr el cumplimiento de los objetivos, propósitos y metas de la gestión ambiental, en general, y de la gestión integral del recurso hídrico, en particular.

Armonización entre instrumentos normativos y de planificación. Atañe a la compatibilidad entre las normas ambientales expedidas por las autoridades ambientales y territoriales de los distintos niveles jerárquicos (con criterios de armonía regional, gradación normativa y rigor subsidiario) en aras de la protección, conservación y/o restauración del medio ambiente en un horizonte de sostenibilidad ecosistémica. Así mismo, al respeto obligado en los POT/PBOT, en los planes de desarrollo municipal y en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV-, entre otros, de los determinantes ambientales de ordenamiento territorial establecidos por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SINAP-, por los Planes de Gestión Ambiental Regional -PGAR- de las autoridades ambientales con jurisdicción ambiental en las zonas rurales del valle de Aburrá y en el Plan Metrópoli 2008-2020 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en los POMCA (en este caso de la cuenca del río Aburrá-Medellín), en los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH- y en los planes de gestión integral del riesgo de desastres (en lo referente a zonas de amenaza y riesgo).

¹ “Una competencia es una facultad para poder hacer algo, y que es asignada a una entidad u organismo por la Constitución o por la ley. Una función es una tarea que le corresponde realizar a un organismo, entidad o persona, la cual se desprende de las competencias atribuidas a los mismos” (Departamento Administrativo de Planeación DNP, Escuela Superior de Administración Pública y USAID, 2010).

Contaminación antrópica o antropogénica. Hace referencia a la modificación de las condiciones de calidad del agua, inducida por actividades humanas como el uso de plaguicidas en la agricultura, el vertido de efluentes y el transporte de hidrocarburos, sustancias tóxicas y residuos peligrosos, entre otros, que son susceptibles de manejos inadecuados y/o accidentes inductores de derrames, que afectan adversamente la disponibilidad del recurso hídrico.

Para el taller con expertos se aplicó software conocido como MIC-MAC que realiza y califica las matrices mapificando planos con información valiosa para la construcción del escenario apuesta.

Una vez aplicada la técnica se obtuvieron como resultados más importantes:

- Factores de cambio con influencias y dependencias más altas
- Plano de influencias y dependencias
- Clasificación de los factores de cambio según su posición de influencia o dependencia.
- Análisis de relaciones sistémicas entre factores.
- Insumos para el diseño del escenario futuro para el ordenamiento del recurso hídrico del Río Aburrá-Medellín

La valoración entre los 24 factores de cambio se realiza con la siguiente escala:

F – Fuerte, D – Débil, M – Moderado, N - Nula

Estos valores se calificaron después de una discusión entre los expertos y el consenso al cruzar los 24 factores de cambio entre sí, como lo ejemplifica la Figura 24.

#	Factor de cambio	1 Estructura ecológica principal	2 Usos del suelo	3 Expansión urbana	4 Caudal ambiental	5 Relación entre agua subterránea y aguas superficiales	24	TOTAL
1	Estructura ecológica principal	X	F	M	D	D	P	Σ I n f l u e n c i a
2	Usos del suelo	P	X	P	P	N	D	
3	Expansión urbana	F	N	X	F	P	P	
4	Caudal ambiental	M	D	M	X	F	F	
5	Relación entre agua subterránea y aguas superficiales	D	M	D	N	X	N	
Σ Dependencia								X

Figura 24. Matriz diseñada para el taller de expertos

El ejercicio del análisis estructural, luego de culminado el taller, fue llevado al software por los prospectólogos del proyecto quienes presentaron los resultados y análisis finales en los talleres de socialización realizados el 24 y 25 de agosto.

5.2.1.7 Mapeo y análisis de actores

El MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones) propone un método de análisis del juego de los actores y algunas herramientas sencillas, que permiten tener en cuenta la riqueza y la complejidad de la información que se debe tratar, facilitando al analista resultados intermedios que orientan sobre algunas vertientes del problema estudiado. Tras la realización del análisis estructural que permite conocer las variables claves que condicionan el futuro de un sistema determinado, se tratará de identificar aquellos actores que ejercen una influencia y controlan de una u otra manera las citadas variables. Uno de los talleres realizados al finalizar el ciclo 1 y 2 de talleres fue el de Mapeo y análisis de actores, como complemento al trabajo y análisis prospectivo de la fase, y dirigido al equipo técnico del proyecto para analizar la influencia y dependencia entre los actores, convergencia entre actores, actores claves, actores de poder, actores determinantes en el sistema, entre otros.

En esta primera actividad la escala de valoración fue:

F – Fuerte, D – Débil, M – Moderado, N - Nula

Un ejemplo de las matrices obtenidas por los 4 grupos o mesas de trabajo es el que muestra la Figura 25, donde se cruzan actores x actores.

MATRIZ SUBMESA 3												
1 Actores X Actores		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	... 24
		Alcaldías	Gobernación	Autoridades Ambientales	Centros de investigación, educación y asesoría ambiental.	ONG'S temáticas ambientales	Mesas Ambientales	Comunidades étnicas	JAC	Mineros	Veedurías ciudadanas	
3	Autoridades Ambientales	F	M	X		F	M	D	N	F		
18	Universidades públicas	F	N	D	M	N	N	N	D	D	F	
21	Grupos armados ilegales	D	D	F	M	D	N	F	M	F	N	
14	Empresas de aseo	M	D	M	D	F	D	N	N	F	M	

Figura 25. Matrices diseñadas para el taller de mapeo y análisis de actores

La segunda actividad del taller en la que se aplicó esta técnica fue realizando un cruce entre actores y los objetivos trazados desde la Política Nacional de Gestión del Recurso Hídrico, como se ejemplifica en el numeral 5.4 y en la cual se tuvo la escala de valores que se muestra en la Figura 26.

Calificación	Significado
-4	Oposición muy fuerte
-3	Oposición fuerte
-2	Oposición mediana
-1	Oposición débil
0	Indiferencia
1	Favorabilidad débil
2	Favorabilidad mediana
3	Favorabilidad fuerte
4	Favorabilidad muy fuerte

Figura 26. Escala de calificación para el cruce de actores x objetivos

Luego de la calificación de actor x actor, los participantes del equipo técnico calificaron el cruce de actores x objetivos como se visualiza a modo de ejemplo en la Figura 27.

MATRIZ SUBMESA 4							
2 Actores x Objetivos		1. Oferta	2. Demanda	3. Calidad	4. Riesgos	5. Gobernanza	6. Gobernabilidad y Fortalecimiento
		(Conservar los ecosistemas y procesos de los que depende la oferta de agua)	(Caracterizar, cuantificar y optimizar demanda de agua)	(Mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico)	(Desarrollar gestión integral de riesgos asociada a eventos de precipitación)	(Promover la participación de los actores involucrados en la gestión del agua en el ámbito institucional de la educación ambiental y la construcción de la cultura del agua)	(Consolidar fortalecer y legitimar las instituciones involucradas en la gestión del recurso hídrico mediante el fortalecimiento de la institucionalidad involucrada en la gestión)
1	Alcaldías	0	4	4	-3	-2	1
6	Mesas Ambientales	-3	4	3	0	2	-3
7	Comunidades étnicas	-2	1	4	0	1	-3
9	Mineros	0	1	-1	-2		-3
12	EDU	4	4	-3	-2	1	4
23	Organismos de Control: Personería, Contraloría, Procuraduría.	1	2	3	0	-2	4

Figura 27. Matriz de calificación actor x objetivo para el taller interno

5.2.1.8 Discusiones grupales

Las técnicas de discusión grupal se definen como una serie de actividades en las que en un grupo de trabajo se exponen sus puntos de vista o razones que las personas quieren compartir según el tema que se está tratando. Cada uno de los talleres contó con un espacio para a modo de plenaria donde los actores participantes pudieran expresar sus preguntas, observaciones, apreciaciones y puesta en común de los resultados generados en cada una de las mesas, como se evidencia en la Foto 10.



Foto 10. Discusión grupal en torno a conflictos – Taller ciclo 1 AMVA

5.2.2 Instrumentos y Herramientas generados

Para lograr la recopilación y generación de información para dar cumplimiento al objetivo de cada taller se diseñaron diversos instrumentos:

5.2.2.1 Mapas impresos

Utilizados en los talleres de contextualización y de ciclo 1, en el inicio de cada jornada para que cada actor eligiera la mesa de trabajo en la que se ubicaría durante la actividad práctica. Así mismo para el taller N°1 se ubicaron mapas en cada mesa de trabajo, como se aprecia en la Foto 11, para apoyar la discusión y sobre éstos se escribieron los resultados derivados de las preguntas contenidas en las fichas guías del taller.

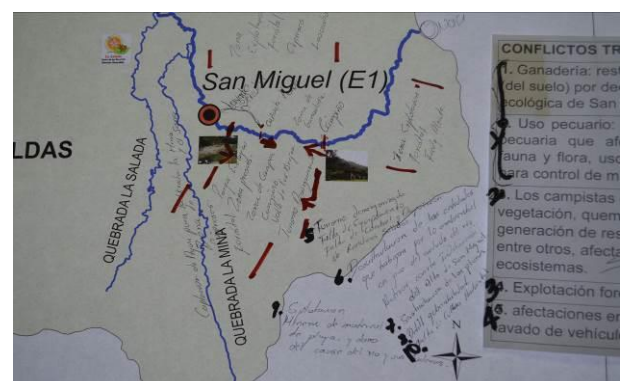
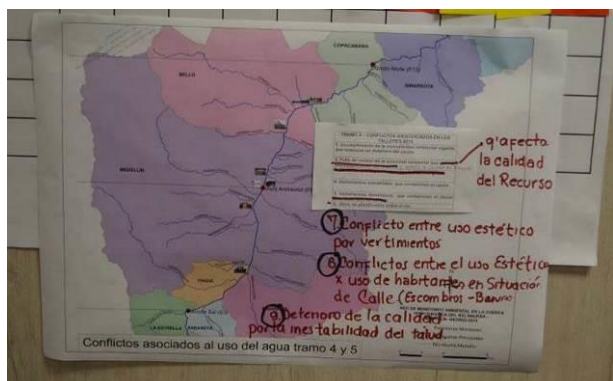


Foto 11 - Material de apoyo con mapas para el desarrollo del ejercicio práctico de los talleres

5.2.2.2 Rectángulos de colores

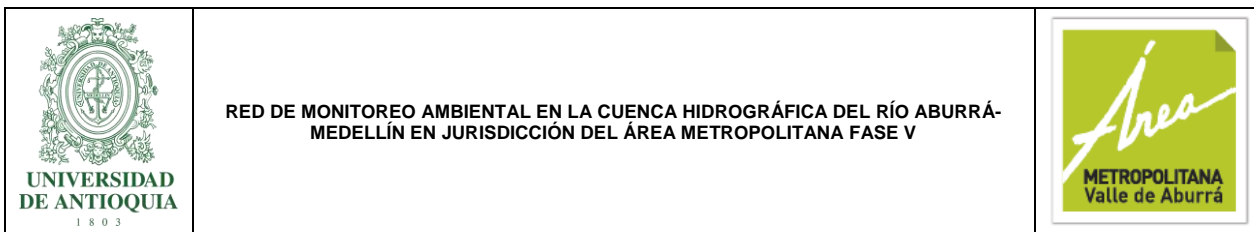
Entregados a los participantes para la calificación con la técnica del ábaco de Regnier (Foto 12) para el ciclo 1 de talleres y para el ciclo 2 antes del ingreso al auditorio y correspondiente al color que identificaba la mesa de trabajo, de acuerdo al tramo los participantes estaban relacionados con el tramo de su área de influencia por cada persona.



Foto 12. Actores calificando por colores los factores de cambio en Girardota

5.2.2.3 Ficha Guías para mesas de trabajo:

La Figura 28, muestra a modo de ejemplo este instrumento que incluyó un instructivo, con el paso a paso del ejercicio práctico realizado en cada subgrupo o mesa de trabajo de los talleres, y además planteó una actividad y una pregunta a desarrollar para ser socializada, en los resultados del taller, o como insumo para los talleres siguientes.



ACTIVIDAD 1: Los participantes deben leer atentamente la definición de los factores de cambio y expresar las dudas que tengan al respecto de éstas. Para esta actividad se estima un tiempo de 30 minutos.

ACTIVIDAD 2: Valoración de factores de cambio.

A cada participante se le entrega de manera gradual tarjetas de colores rojo, amarillo y verde, con el fin de que realice una valoración de éstos en términos de importancia para el sistema. En cada mesa los actores encontrarán una matriz o semáforo para calificar de manera individual, por colores los factores de cambio.

En el siguiente orden:

- **Paso 1:** Identificación de factores de cambio muy importantes. Cada participante colocará tarjetas rojas en los factores de cambio que considere muy estratégicos para el sostenimiento y desarrollo futuro del recurso hídrico del Río Aburrá Medellín. (30% del número de factores de Cambio – color rojo).
- **Paso 2:** Identificación de factores de cambio medianamente importantes. Cada participante colocará tarjetas amarillas en los factores de cambio que considere medianamente estratégicos para el sostenimiento y desarrollo futuro del recurso hídrico del Río Aburrá Medellín. (40% del número de variables - color amarillo)
- **Paso 3:** Identificación de factores de cambio menos importantes. Cada participante colocará tarjetas verdes en los factores de cambio que considere poco estratégicos para el sostenimiento y desarrollo futuro del recurso hídrico del Río Aburrá Medellín. (30% del número de variables)

Figura 28. Ejemplo de las fichas de trabajo diseñadas para los talleres participativos

5.2.2.4 Textos impresos

Metodológicamente se incluyeron en los talleres del ciclo 1 documentos impresos en cada mesa de trabajo, para que los actores pudieran consultar conceptos claves y normativos vigentes en torno a los usos del agua, y los conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín en cada tramo, así como la descripción y zonificación de cada uno de los siete tramos establecidos para el río Aburrá-Medellín (Foto 13).



Foto 13. Actores realizando la lectura de los documentos base para los talleres

Así mismo, para el ciclo 2 de talleres se construyó un documento con 24 definiciones de los factores de cambio que inciden en el recurso agua del río Aburrá-Medellín, documento que se entregó impreso a cada actor para su lectura, comprensión y posterior desarrollo de la técnica de calificación elegida: el ábaco de Regnier.

5.2.2.5 Textos digitales

A los expertos que confirmaron su participación en el taller, se envió de forma electrónica varios archivos consistentes en una contextualización sobre el proceso hacia la formulación del PORH río Aburrá-Medellín, así como las definiciones de los 24 factores de cambio que tienen incidencia en el sistema de análisis, factores estipulados por el equipo de profesionales del proyecto, construcción que tuvo como referente la Política para la Gestión del Recurso Hídrico. (Anexo 1).

5.2.2.6 Matrices síntesis

Se diseñaron e imprimieron a gran formato estos instrumentos que permitieron a los actores calificar tanto los conflictos (ciclo 1), los factores de cambio (ciclo2), y los factores de cambio para taller de expertos.

De igual manera pero en tamaño carta se imprimieron matrices de calificación individual para que cada actor (ciclo 1 y taller interno de mapeo de actores) pudiera plasmar su opinión libre, antes de ser puesta en común y en consideración ante cada mesa de trabajo, para llegar a consensos grupales.



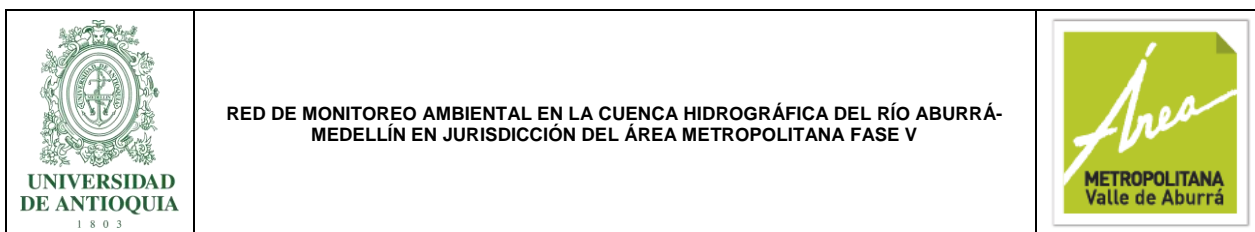
Foto 14. Matrices de trabajo talleres con expertos y actores locales

5.2.2.7 Formato de asistencia con enfoque diferencial

Se diseñó un formato diferente al aplicado en los demás talleres, para el trabajo con la vereda San Andrés de Girardota, por sus características étnicas que los diferencian de otras poblaciones, al estar constituidos y reconocidos legalmente bajo la figura de Consejo Comunitario Afrodescendiente. En el formato se pudieron destacar aspectos relacionados con la cultura de este grupo poblacional, rangos de edades, toponimia, entre otros (Anexo 1).

5.2.2.8 Formato de evaluación y observaciones

Para los 14 talleres participativos de la fase Prospectiva, se diseñó un formato de evaluación (Anexo 1) sobre la jornada de trabajo, que incluyó un espacio final para las observaciones que cada actor quisiera compartir, como se observa en la Figura 29.



EVALUACIÓN TALLER COMUNIDAD DE SAN ANDRÉS - GIRARDOTA

Taller No.:	Fecha:	Hora:	Lugar:
-------------	--------	-------	--------

Le invitamos a evaluar el encuentro

Sus aportes son muy importantes para cualificar este ejercicio y avanzar en el proceso hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

A continuación señale con una (X) su nivel de satisfacción, respecto a las expectativas y logros generados en la realización del encuentro:

a. Satisfecho/a b. Medianamente satisfecho/a c. No satisfecho/a

- Calidad en los contenidos expuestos

a.	b.	c.
----	----	----
- Metodología implementada en el taller:

a.	b.	c.
----	----	----
- Claridad en la comunicación de las ideas:

a.	b.	c.
----	----	----
- Materiales y herramientas físicas y audiovisuales usadas:

a.	b.	c.
----	----	----

5. Aportes y recomendaciones que usted desee compartirnos:

TALLER DE EXPERTOS

"DIFERENTES SABERES PARA PLANIFICAR EL FUTURO DEL RIO ABURRÁ - MEDELLÍN".

Fecha:	AGOSTO 10 DE 2016
Lugar:	Sede de Investigación de la Universidad de Antioquia - SIU

Le invitamos a evaluar el encuentro

Sus aportes son muy importantes para cualificar este ejercicio

A continuación señale con una (X) su nivel de satisfacción, respecto a las expectativas y logros generados en la realización del taller:

a. Satisfecho/a b. Medianamente satisfecho/a c. No satisfecho/a

- Calidad en los contenidos expuestos

a. Satisfecho	b. Medianamente satisfecho	c. No satisfecho
---------------	----------------------------	------------------
- Metodología implementada en el taller:

a. Satisfecho	b. Medianamente satisfecho	c. No satisfecho
---------------	----------------------------	------------------
- Claridad en la comunicación de las ideas:

a. Satisfecho	b. Medianamente satisfecho	c. No satisfecho
---------------	----------------------------	------------------
- Materiales, herramientas físicas y audiovisuales usadas:

a. Satisfecho	b. Medianamente satisfecho	c. No satisfecho
---------------	----------------------------	------------------
- Convocatoria telefónica, invitación digital, suvenires entregados:

a. Satisfecho	b. Medianamente satisfecho	c. No satisfecho
---------------	----------------------------	------------------

6. Aportes y recomendaciones que usted desee compartirnos:

Figura 29. Formatos de evaluación diseñados para prospectiva. Izquierda para la vereda San Andrés y derecha para el resto de talleres.

5.3 DESARROLLO METODOLÓGICO

En este apartado se presenta el desarrollo metodológico de los encuentros participativos realizados durante el proyecto, dando cuenta de los procedimientos técnicos e instrumentales empleados para su ejecución y un balance general en los niveles de asistencia.

En total se realizaron 14 talleres en la fase de prospectiva, que contaron con una participación de 333 actores, como se observa en la Figura 30.

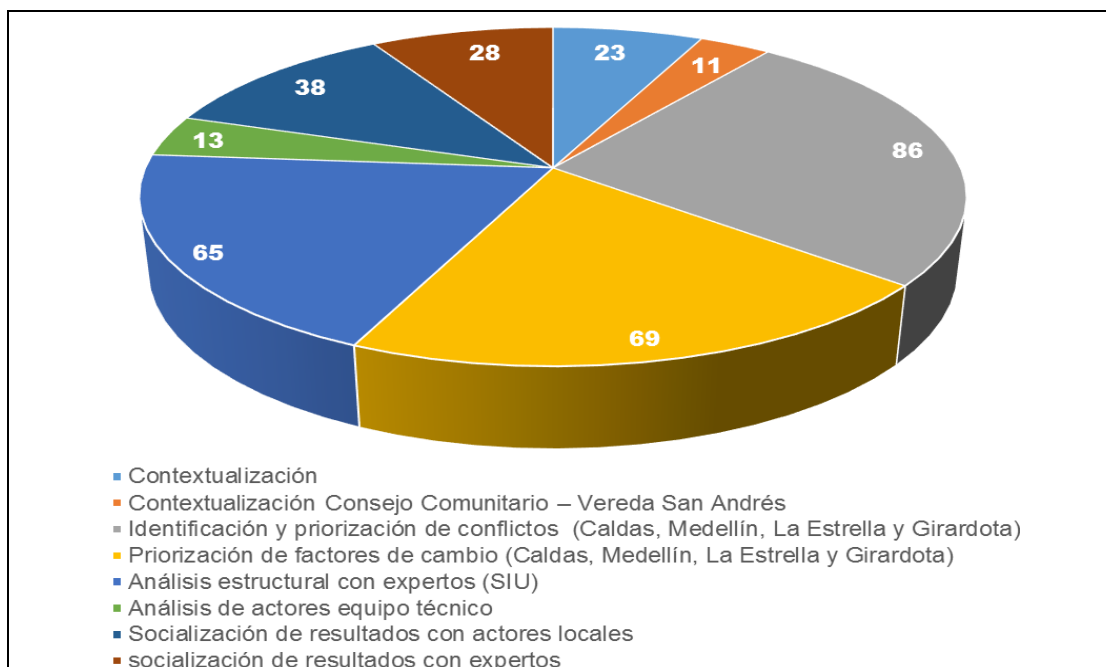


Figura 30. Asistencia a talleres

Si bien la participación fue amplia, teniendo en cuenta los actores que continuaron en el proceso y los nuevos actores que llegaron a fortalecer la base de datos, se debe hacer una revisión sobre las razones para que la participación no aumentara significativamente, máxime cuando la convocatoria fue amplia y se implementaron diferentes estrategias comunicativas, como llamadas telefónicas, envío de correos electrónicos, invitaciones físicas y tarjetas electrónicas, sumado al seguimiento permanente por parte del personal del proyecto. La Tabla 16 muestra las cifras que permitirán realizar los análisis respectivos, para el desarrollo de próximas fases.

Tabla 16. Asistentes vs convocados

Temáticas	Número de talleres	Actores convocados	Actores que asistieron
Contextualización nuevos actores	1	144	23
Contextualización comunidad Afrodescendiente vereda San Andrés –Girardota	1	118	11
Talleres Ciclo 1	4	381	86
Talleres Ciclo 2	4	395	69
Talleres con Expertos	1	99	65
Taller equipo de trabajo	1	13	13
Socialización de resultados a actores locales	1	106	38
Socialización de resultados a expertos	1	46	28
Total	14	1302	333

Cada uno de los 14 talleres realizados en la fase prospectiva, según sus características, tipos de actores y objetivos contó con un diseño metodológico y diferentes técnicas, instrumentos y herramientas que permitieron lograr los resultados propuestos para la estrategia participativa, y reunir información relevante para el proceso. A continuación se realiza una descripción general del desarrollo metodológico para cada uno de los ciclos de talleres, en el anexo 1 se puede apreciar en detalle los aspectos metodológicos implementados en cada uno de los encuentros participativos. La Tabla 17 indica la programación general de los talleres realizados.

Tabla 17. Programación de talleres

PROGRAMACIÓN PARA TALLERES FASE PROSPECTIVA					
Nº	TEMA	FECHAS/HORAS	ACTORES/ TRAMO	LUGAR DEL TALLER	MUNICIPIOS INVITADOS
TALLERES DE CONTEXTUALIZACIÓN					
1	Contextualización actores nuevos o que no asistieron	Julio 7 - Jueves	1-7	AMVA Guayacanes izquierdo	Todos
2	Contextualización -Usos históricos, actuales y potenciales	Julio 9 - Sábado:	6 San Andrés Girardota	Vereda San Andrés I.E. SAN ANDRES	Girardota Vereda San Andrés
PRIMER CICLO DE TALLERES					
3	Conflictos asociados al uso del agua del río Aburrá-Medellín	Julio 12 - Martes	1 y 2	Parque hábitat del Sur – Municipio de Caldas	Caldas
4		Julio 22 - viernes	3	Aula Ambiental Municipio de la Estrella	Caldas - La Estrella - Sabaneta
5		Julio 14 - Jueves	4 y 5	Auditorio AMVA Guayacanes izquierdo	Itagüí – Sabaneta - Envigado Medellín - Copacabana - Bello
6		Julio 15 - Viernes	6 y 7	Parque Educativo Municipio de Girardota	Girardota - Copacabana Barbosa ,Santo Domingo (Botero)
SEGUNDO CICLO TALLERES					
7	Factores de Cambio de inciden en el río Aburrá-Medellín	Julio 26 -Martes	1 y 2	Parque hábitat del Sur – Municipio de Caldas	Caldas
8		Agosto 2 – Martes	3	Aula Ambiental Municipio de la Estrella	Caldas - La Estrella - Sabaneta
9		Julio 28 - Jueves	4 y 5	Auditorio AMVA Guayacanes izquierdo	Itagüí – Sabaneta - Envigado Medellín - Copacabana - Bello
10		Julio 29 - Viernes	6 y 7	Parque Educativo Municipio de Girardota	Girardota - Copacabana Barbosa ,Santo Domingo (Botero)
TALLER DE EXPERTOS					
11	Panel de Expertos	Agosto 10	Todos	SIU	Todos
TALLER MAPEO Y ANÁLISIS DE ACTORES					
12	Taller con el equipo del proyecto	Agosto 16	Equipo	FAC.ING	
SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS					
11	Resultados talleres actores locales	Agosto 17 - miércoles	1,2,3,4	AMVA	Todos
12	Resultados taller Expertos	Agosto 18 - jueves	5,6,7	SIU	Todos

5.3.1 Desarrollo del taller de contextualización para nuevos actores - Taller N° 1

Todos los talleres tuvieron un espacio para el registro de asistencia y entrega de suvenires, donde se verificaron los datos de los actores y se actualizaron las bases de datos de los asistentes (Foto 15).

Actores Asistentes: 23

- **Objetivo del Taller**

Propiciar procesos de participación para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- PORH del Río Aburrá-Medellín, con los actores asociados al cuerpo de agua.



Foto 15. Registro de asistencia taller N° 1 Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Girardota

Actividades realizadas

La metodología implementada en el taller N°1 consistió en un ejercicio participativo desarrollado según la agenda de trabajo visualizada en la Tabla 18.

Tabla 18. Agenda Taller N° 1 Contextualización

	HORA	TIEMPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
1	2:00 - 2:15 p.m.	15 minutos	Apertura del evento	Bienvenida y registro de asistencia
2	2:15 - 2:55 pm	40 minutos	Presentación Proyecto REDRÍO y usos del agua Preguntas de los asistentes	Exposición con diapositivas para dar a conocer el proyecto Una vez finalizada la presentación, se dispone de un espacio para que los asistentes presenten verbalmente sus inquietudes sobre el proyecto.
3	2:55 - 3:05 pm	10 minutos	Metodología y dinámica del taller	Breve explicación de las actividades a desarrollar durante la sesión y distribución por mesas de trabajo
4	3:05 – 4:05 pm	60 minutos	Actividad grupal: Trabajo imaginarios sobre la relación establecida con el río: usos (actuales y análisis de los usos permitidos por la norma)	Técnica: Cartografía Social y conversatorio grupal. Entrega de Ficha guía para trabajo grupal: Se forman tres grupos de participantes y se les entregan varios elementos para desarrollar la técnica propuesta. Los participantes de cada mesa encontrarán un paquete de materiales textuales (conceptos clave, guía de trabajo y formato de evaluación) gráficos (mapa) y didácticos (marcadores, cinta y lapiceros) para desarrollar este momento del taller.
5	Refrigerio			
6	4:25 – 5:00 pm	25 minutos	Plenaria, matriz de resultados sobre los usos actuales del río Aburrá-Medellín, conclusiones y cierre del taller	Plenaria: Cada subgrupo debe exponer los resultados obtenidos, fijándolos en la matriz síntesis a gran formato. Diligenciamiento del formato de evaluación del encuentro Conclusiones de la jornada de trabajo

Después de la apertura del evento, el desarrollo del taller comprendió las actividades que a continuación se describen.

- **Actividad 1**

Exposición central sobre el Proyecto RedRío y generalidades del PORH del Río Aburrá-Medellín, su finalidad fue la de presentar ante los asistentes los objetivos del proyecto, sus antecedentes, alcances y contenidos metodológicos en la fase de prospectiva, con el fin de contextualizar a los nuevos actores que fueron invitados a vincularse en el proceso hacia la formulación del PORH.

- **Actividad 2:**

Metodología y desarrollo del taller, los participantes reunidos en cada una de las mesas o tramos donde eligieron trabajar, leyeron atentamente la ficha guía del taller, apoyados en textos impresos sobre la descripción de los tramos establecidos para el río, usos permitidos según la norma y en cartografía impresa donde indican algunos puntos de referencia sobre el territorio analizado (Foto 16).



Foto 16. Taller N° 1 Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Posterior a la identificación en el mapa sobre los usos actuales conocidos por los actores, se inicia un análisis comparativo de dichos usos, con los usos permitidos desde la norma, realizando una discusión sobre los usos actuales que identifican en el río, concluyendo la presencia de conflictos por uso y la existencia de usos actuales en su mayoría no permitidos, sobre el Río. Estos hallazgos son plasmados en tarjetas de colores y dispuestos para la socialización en una matriz a gran formato.



- **Actividad 3**

Finalmente en plenaria se visualizan los resultados totales realizados por los participantes, se consignan en las relatorías y las guías de trabajo y para concluir los se diligencia el formato de evaluación.

5.3.2 Desarrollo del taller de contextualización población Afrodescendiente vereda San Andrés (municipio de Girardota) Taller N° 2

Actores Asistentes: 11

- **Objetivo del taller**

Propiciar procesos de participación para el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico- PORH del Río Aburrá-Medellín, con los actores de la vereda San Andrés de Girardota.

- **Actividades realizadas**

La metodología implementada en el taller con los habitantes de San Andrés, consistió en un ejercicio participativo acorde a la agenda previamente diseñada, visualizada en la Tabla 19 y en el cual se trabajó a partir de cartografía social y matrices de construcción colectiva.

Tabla 19. Agenda Taller N° 2 Contextualización Comunidad Afrodescendiente de la vereda San Andrés

	HORA	TIEMPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
1	2:00 - 2:15 p.m.	15 minutos	Apertura del evento	Bienvenida y registro de asistencia
2	2:15 - 2:55 pm	40 minutos	Presentación Proyecto REDRIO y usos del agua Preguntas de los asistentes	Exposición con diapositivas para dar a conocer el proyecto Una vez finalizada la presentación, se dispone de un espacio para que los asistentes presenten verbalmente sus inquietudes sobre el proyecto.
3	2:55 - 3:05 pm	10 minutos	Metodología y dinámica del taller	Breve explicación de las actividades a desarrollar durante la sesión y distribución por mesas de trabajo
4	3:05 – 4:05 pm	60 minutos	Actividad grupal: Trabajo imaginarios sobre la relación establecida con el río: usos históricos, actuales y potenciales. Y análisis de los usos permitidos por la norma). Técnica: Línea del tiempo, cartografía social y plenaria	Técnica: Cartografía Social y conversatorio grupal. Entrega de Ficha guía para trabajo grupal: Se forman tres grupos de participantes y se les entregan varios elementos para desarrollar la técnica propuesta. Los participantes de cada mesa encontrarán un paquete de materiales textuales (conceptos clave, guía de trabajo y formato de evaluación) gráficos (mapa) y didácticos (marcadores, cinta y lapiceros) para desarrollar este momento del taller.
5	Refrigerio			
6	4:25 – 5:00 pm	25 minutos	Plenaria, matriz de resultados sobre los usos actuales del río Aburrá-Medellín, conclusiones y cierre del taller	Plenaria: Cada subgrupo debe exponer los resultados obtenidos, fijándolos en la matriz síntesis a gran formato. Diligenciamiento del formato de evaluación del encuentro Conclusiones de la jornada de trabajo

- **Actividad 1**

Exposición central sobre el Proyecto RedRío y generalidades del PORH del Río Aburrá-Medellín, su finalidad era presentar ante los asistentes los objetivos del proyecto, sus antecedentes, alcances y contenidos metodológicos en la fase de prospectiva, con el fin de contextualizar a la comunidad afrodescendiente de San Andrés (Foto 17).



Foto 17. Taller Comunidad Afrodescendiente de San Andrés

- **Actividad 2**

Metodología y desarrollo del taller, los participantes realizaron una reflexión colectiva en torno a los usos del agua del río Aburrá-Medellín, basados en una línea de tiempo que marcó la relación de los habitantes de la vereda con el río, en el pasado, el presente y el futuro, así mismo realizaron un análisis comparativo sobre los usos actuales y los usos permitidos por la norma (Foto 18).



Foto 18. Taller Comunidad Afrodescendiente de San Andrés

- **Actividad 3**

Finalmente en plenaria se visualizan los resultados totales realizados por los participantes, y estos se consignan en las relatorías y las guías de trabajo. Para concluir los participantes realizan la evaluación.

5.3.3 Desarrollo de talleres Ciclo 1 – Conflictos asociados al agua del río Aburrá-Medellín

Actores Asistentes: 86

- **Objetivo del Taller**

Identificar con los actores participantes del proceso hacia la formulación del PORH del río Aburrá-Medellín, los conflictos asociados al uso del agua.

Este ciclo de talleres incorporó en su ejecución la estrategia de descentralización anteriormente descrita, por tanto se realizan 4 talleres en los municipios de Caldas, La Estrella, Medellín y Girardota. En el anexo 6 se identifica de manera detallada la ejecución de cada uno de los talleres.

Los talleres del ciclo 1 se direccionaron hacia los actores locales, teniendo en cuenta el alcance y el nivel de especificidad con el que fueron diseñados, ya que pretendían identificar dinámicas locales y regionales, asociadas a los usos del agua y a las prácticas antrópicas que ejercían influencia sobre el río (Foto 19).



Foto 19. Talleres Ciclo 1 municipios de Medellín y Caldas

- **Actividades realizadas**

La metodología implementada para este ciclo de talleres consistió en un ejercicio participativo acorde a la agenda previamente diseñada, visualizada en la Tabla 20.

Tabla 20. Agenda Taller Ciclo 1

n°	HORA	TIEMPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
1	2:00 -2:30 p.m.	30 min	Apertura del evento	Bienvenida y registro de asistencia
2	2:30 - 2:55 pm	25 min	Presentación conflictos asociados al uso del agua: conceptos, y hallazgos de la fase diagnóstica.	Exposición con diapositivas Una vez finalizada la presentación, se dispone de un espacio para que los asistentes presenten verbalmente sus inquietudes.
3	2:55 - 3:05 pm	10 min	Metodología y dinámica del taller	Breve explicación de las actividades a desarrollar durante la sesión y distribución por mesas de trabajo
4	3:05 – 4:05 pm	60 min	Actividad grupal: Lectura y validación del listado de conflictos identificados en la fase anterior. Identificación de nuevos conflictos por tramos asignados. Espacialización de los nuevos conflictos identificados por los actores en la cartografía base entregada. Calificación y priorización de los conflictos resultantes del ejercicio.	Técnica: Cartografía Social y Abaco de Regnier. Entrega de Ficha guía para trabajo grupal: Se forman grupos de participantes y se les entregan varios elementos para desarrollar la técnica propuesta. Los participantes de cada mesa encontrarán un paquete de materiales textuales (conceptos clave, guía de trabajo y formato de evaluación) gráficos (mapa) y didácticos (marcadores, cinta y lapiceros) para desarrollar este momento del taller.
5	4:05 – 4:25	20 min	REFRIGERIO	
6	4:25 – 5:00 pm	25 min	Plenaria, matriz de resultados sobre los conflictos y priorización.	Plenaria: Cada subgrupo debe exponer los resultados obtenidos, fijándolos en la matriz síntesis a gran formato. Diligenciamiento del formato de evaluación del encuentro Conclusiones de la jornada de trabajo

- **Actividad 1**

La exposición central realizada para este ciclo de talleres, tuvo como objetivo presentar las generalidades del PORH del Río Aburrá-Medellín, recordar la fase en la cual se encontraba el proceso y desarrollar el concepto de conflictos asociados al uso del agua, con el fin de que los participantes comprendieran con claridad el ejercicio del taller.

- **Actividad 2**

Metodología y desarrollo del taller, en este momento los participantes por subgrupos debían validar los conflictos detectados en la fase anterior, identificar nuevos conflictos, localizarlos en el mapa del territorio del río Aburrá-Medellín y priorizarlos a través de una matriz de calificación individual, basada en la técnica del Abaco de Regnier, que contiene una valoración a través de una gama de colores.

- **Actividad 3**

Finalmente en plenaria se visualizan los resultados totales realizados por los participantes, que se consignan en matrices síntesis de resultados por mesas y por tramos. A demás los aportes de los participantes son consignados en las relatorías y guías de trabajo, para concluir el taller los participantes realizan la evaluación.

5.3.4 Desarrollo de talleres Ciclo 2 – Priorización de factores de cambio

Actores Asistentes: 69

- **Objetivo del Taller**

Realizar un análisis del sistema de relaciones del Río Aburrá-Medellín, con los actores participes del proceso hacia la formulación del PORH, a través de la calificación de los factores de cambio que inciden en el río.

Este ciclo de talleres también se desarrolla basado en la estrategia de descentralización, por tanto se realizan 4 talleres en los municipios de: Caldas, Medellín, Girardota y La Estrella (Foto 20).

Los talleres del ciclo 2, vincularon actores locales y expertos regionales, dada la necesidad de interpretación del territorio y del río como un sistema de relaciones complejas de orden local, metropolitano y regional. De esta manera, también se consideró la realización de un taller con expertos y con el equipo de profesionales del proyecto.



Foto 20. Talleres Ciclo 2. Izquierda Taller tramo 3, derecha taller tramos 4 y 5.

- **Actividades realizadas con actores locales**

En la Tabla 21 se enuncian las actividades y el cronograma implementado para este ciclo de talleres.

Tabla 21. Agenda Taller Ciclo 2 actores locales

Nº	hora	TIEMPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
1	2:00 -2:30 p.m.	30 min	Apertura del evento	Bienvenida y registro de asistencia
2	2:30 – 3:05 pm	25 min	*Introducción al taller *Conflictos resultantes del taller anterior y relación con factores de cambio *Breve explicación sobre el concepto de factores de cambio. *Factores de cambio que contribuyen a la construcción de usos potenciales. *Metodología y dinámica del taller	Exposición con diapositivas Una vez finalizada la presentación, se dispone de un espacio para que los asistentes presenten verbalmente sus inquietudes. Breve explicación de las actividades a desarrollar durante la sesión y distribución por mesas de trabajo.
3	3:05 – 3:45 pm	40 min	Actividad grupal: Lectura y comprensión grupal de factores de cambio. Discusión colectiva en torno a la importancia de cada una de los factores de cambio y su relación con la identificación de usos potenciales. Calificación y priorización de factores de cambio.	Técnica: del semáforo o Abaco de Regnier. Entrega de ficha guía para trabajo grupal: Se forman dos grupos de participantes y se les entregan los elementos para desarrollar la técnica propuesta. Los participantes de cada mesa encontrarán un paquete de materiales textuales (conceptos clave, guía de trabajo y formato de evaluación) y marcadores, cinta y lapiceros para desarrollar este momento del taller.
4	3:45 – 4:10 pm	25 min	REFRIGERIO	
5	4:10 – 4:30 pm	20 min	Plenaria, matriz síntesis de resultados	Plenaria: Cada subgrupo debe exponer los resultados obtenidos, fijándolos en la matriz síntesis a gran formato. Diligenciamiento del formato de evaluación del encuentro Conclusiones de la jornada de trabajo.

- **Actividad 1**

La exposición central realizada para este ciclo de talleres, presentó los resultados del ciclo número uno (1) de talleres, conflictos asociados al uso del agua y desarrolló el concepto de factores de cambio con el fin de que los participantes comprendieran con claridad el objetivo y el procedimiento del taller.

- **Actividad 2**

Metodología y desarrollo del taller, en este momento los participantes organizados en subgrupos debían leer atentamente la definición de los factores de cambio con el fin de lograr su comprensión y la homogenización de conceptos. Una vez comprendidos los factores de

cambio, los integrantes de las mesas procedieron a realizar la calificación individual de éstos, a través de la técnica del Abaco de Regnier. Esta calificación individual se realizó sobre una matriz síntesis, lo que permitió visualizar los resultados completos por subgrupos y dar un valor numérico a cada color, de esta manera definir una tendencia en la valoración.

- **Actividad 3**

Finalmente en plenaria se visualizan los resultados totales realizados por los participantes y plasmados en las matrices síntesis de resultados por subgrupos, de cada una de las mesas se nombra un relator que expone la calificación general y da cuenta de las discusiones grupales dadas a partir del ejercicio a modo de conclusión. Los aportes de los participantes son consignados en las relatorías y guías de trabajo. Para concluir el taller los participantes realizan la evaluación.

5.3.5 Actividades realizadas con actores expertos

Actores Asistentes: 65

Con el grupo actores de expertos se realizó un encuentro participativo, con el fin de realizar el análisis del sistema de relaciones del río Aburrá-Medellín, a través de la calificación de los factores de cambio que inciden en el río, este grupo estuvo integrado por académicos, autoridades ambientales, autoridades de orden territorial local y representantes del sector empresarial.



Foto 21. Taller Sede de Investigación Universitaria de la U de A (SIU) Jornada de la mañana



Foto 22. Taller Sede de Investigación Universitaria de la U de A (SIU). Jornada de la Tarde

En la Tabla 22, se indican las actividades implementadas en el encuentro.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 22. Agenda Taller de Expertos

Nº	HORA	TIEMPO	ACTIVIDAD
1	7:30 – 8:00 a.m.	30 min	Inscripción
2	8:00 -8:15 a.m.	15 min	Instalación del evento: Palabras de bienvenida a cargo del AMVA
3	8:15 – 8:45 pm	30 min	Presentación y contextualización del proyecto: Proceso hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Aburrá-Medellín.
4	8:45 – 9:00 a.m.	15 min	Refrigerio
5	9:00 – 9:15 a.m.	15 min	Breve explicación sobre el concepto de factores de cambio. Factores de cambio que contribuyen a la construcción de usos potenciales del agua Metodología y dinámica del taller
6	9:15 – 11:40 a.m.	160 min	Actividad grupal: Lectura y discusión por mesas de trabajo sobre los factores de cambio y su nivel de incidencia en la construcción de un escenario de futuro deseable para el ordenamiento del recurso agua del río Aburrá-Medellín.
7	11:40 – 12:00 m.	20 min	Síntesis de resultados en cada mesa y evaluación individual de la actividad

- **Actividad 1**

La exposición central realizada para este taller, tuvo como objetivo presentar los aspectos generales del proyecto hacia el proceso de formulación del PORH del río Aburrá-Medellín, sus alcances y avances significativos en la fase de prospectiva e indicar los aspectos metodológicos del taller referido al análisis y a la calificación de los factores de cambio. La técnica utilizada por este grupo de actores fue el análisis estructural, a través de una matriz de impactos cruzados y multiplicación aplicada a una calificación.

- **Actividad 2**

Previo a la realización de este encuentro, a los actores se les envió vía correo electrónico, la ficha guía del taller y los documentos de apoyo, que contenían el resumen ejecutivo del proyecto y la definición de los factores de cambio, así lograr una contextualización de los asistentes y una homogenización en el dominio de los términos.

Una vez claros los conceptos, los integrantes de las mesas procedieron a realizar una discusión colectiva en torno a la calificación de factores de cambio, dado que esta debía ser producto de un consenso. Los aportes de los participantes son consignados en las relatorías y guías de trabajo, en cada una de las mesas conformadas.

5.3.6 Taller interno con el equipo de profesionales del proyecto

Asistentes: 13

Este encuentro se llevó a cabo con los profesionales del proyecto, la interventoría técnica y representantes de la autoridad ambiental. Su objetivo fue realizar un análisis de los actores

implicados en el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín, con base en la calificación de las relaciones de dependencia e influencia que se dan entre dichos actores, como también su posición frente a los objetivos trazados para la definición de escenarios futuros en el proceso hacia la formulación del PORH (Foto 23).



Foto 23. Taller Equipo Técnico – Mapeo y análisis de actores

La metodología implementada para este taller consistió en un ejercicio participativo acorde a la agenda previamente diseñada, y que se puede visualizar en la Tabla 23.

Tabla 23. Agenda taller equipo técnico

n	hora	tiempo	ACTIVIDAD
1	2:00 – 2:15 p.m.	15 min	Instalación del taller a cargo de la U de A y registro de asistencia
2	2:15 -2:45 p.m.	30 min	Metodología y dinámica del taller
3	2:45 – 3:15 pm	30 min	Calificación individual de actores x actores
4	3:15 – 3:45 pm	40 min	Calificación subgrupal de actores x actores
5	3:45 – 4:00 p.m.	15 min	Refrigerio
6	4:00 – 4:30 pm	30 min	Calificación individual de actores x objetivos
7	4:30 – 5:10 pm	40 min	Calificación subgrupal de actores x objetivos
8	5:10 – 5:25 pm	15 min	Balance y resultados preliminares del taller.

- **Actividad 1**

La exposición inicial para este encuentro buscaba indicar los aspectos metodológicos del taller referido al análisis y a la calificación de actores. La técnica utilizada en este taller fue el MACTOR - matriz de alianzas y conflictos: tácticas, objetivos y recomendaciones, una técnica propia de la prospectiva.

- **Actividad 2**

Después de realizar la presentación inicial de la metodología, se conformaron los subgrupos de profesionales y se pasó a calificar el listado de actores asignados, que incluyó una discusión grupal, basada en el análisis de las relaciones entre actores y el río Aburrá-Medellín.

- **Actividad 3**

Una vez cada subgrupo reportaba la calificación a los talleristas, se realizó la sistematización de la información y en plenaria se presentaron de manera preliminar los resultados de la técnica el MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), generando una reflexión por parte de todos los asistentes.

5.3.7 Socialización de resultados

Actores Locales Asistentes: 38

Expertos Asistentes: 28

- **Objetivo General**

Presentar los resultados obtenidos del proceso participativo hacia la formulación del PORH, del río Aburrá-Medellín, ante los actores participantes.



Foto 24. Taller de socialización de resultados con expertos – 25 de agosto de 2016 SIU

- **Actividades realizadas**

Este encuentro se desarrolló según la agenda planeada, que se evidencia en la Tabla 24.

Tabla 24. Agenda Encuentro de Socialización

Nº	hora	DURACIÓN	ACTIVIDAD
1	2:00 – 2:15 pm.	15 min	Instalación del evento a cargo de la U de A / AMVA y registro de asistencia
2	2:15 – 3:00 pm	45 min	Presentación de resultados talleres de participación - Ciclos 1 y 2
3	3:00 – 3:15 pm	15 min	Receso – Refrigerio
4	3:15 – 4:00 pm	45 min	Apreciaciones de los asistentes
5	4:00 – 4:15 pm	15 min	Clausura socialización de resultados de la estrategia de participación



- **Actividad 1**

La exposición central realizada para este taller, presentó los resultados del proceso de participación ante los actores locales y expertos, con el fin de obtener sus apreciaciones y de esta manera fortalecer la consolidación de los resultados de la fase prospectiva y del escenario futuro resultante.

- **Actividad 2**

Apreciaciones, después de que los profesionales del equipo realizaran la exposición de los resultados, los asistentes manifestaron sus inquietudes y apreciaciones al respecto, éstas fueron consignadas de modo riguroso en las actas y relatorías del encuentro, tal como se reporta en el anexo 3.

5.4 RESULTADOS TALLERES ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN

La implementación de cada ciclo de talleres generó información fundamental para la construcción del escenario apuesta, resultado de la fase de prospectiva del proceso de formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico PORH. De esta manera, se evidencia que el escenario futuro propuesto para el río Aburrá-Medellín es producto de una construcción colectiva, donde los diferentes actores participes aportaron desde sus saberes a consolidar una imagen ideal y posible del río.

5.4.1 Talleres de Contextualización

Tal como se evidenció en la descripción metodológica de la estrategia de participación, los dos talleres realizados de contextualización, para nuevos actores y para la comunidad Afrodescendiente de San Andrés, además de contextualizar a los asistentes en los aspectos generales del proyecto y el propósito de la fase prospectiva, aportaron datos y elementos claves para analizar, basados en los usos del agua del río Aburrá – Medellín.

El enfoque diferencial empleado para la comunidad de San Andrés, evidenció que históricamente la relación con el río se ha transformado debido a los nuevos usos que desde su nacimiento y trayectoria tiene, que además han afectado las condiciones organolépticas del río. En el pasado el río era un referente para el encuentro comunitario, también se utilizaba como fuente importante para el consumo humano, porque de él derivaban algunos productos alimentarios y el sustento económico basado en actividades como la pesca. Los imaginarios identificados develan en la comunidad de San Andrés un anhelo por la recuperación del río y lo asocian como colectivo a la posibilidad de elevar su calidad de vida.

Con respecto a los usos actuales, los asistentes de ambos talleres reconocen la variedad de usos que actualmente se presentan en el río, desde su nacimiento hasta su desembocadura, y resaltan que en su mayoría son usos contaminantes, en general plantean un debilitamiento de las condiciones ambientales del río, exceptuando la zona de reserva que está protegida desde el ordenamiento territorial y jurídico. En la Tabla 25 se evidencia una síntesis de los aportes realizados.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 25 Usos del Agua Río Aburrá-Medellín identificados por la Comunidad(*)

TRAMOS	USOS ACTUALES DEL AGUA
1	-Estético -Recreativo (primario) -Preservación de fauna y flora
2	-Industrial (Extracción de material de playa) -Preservación de fauna y flora -Lavado de vehículos -Uso recreativo (primario y secundario) -Pecuario -Estético
3	-Extracción material de playa -Vertimientos de aguas residuales (Sector Primavera - Ancón Sur)
4	-Uso de paisajismo -Uso industrial
5	-Vertimientos de aguas residuales -Extracción de material de arrastre -Captaciones industriales -Disposición de residuos sólidos -Uso humano (baño) -Reciclaje de residuos sólidos -Ocupación de cauce con obras de infraestructura
6	-Uso pecuario (Sector Hatillo) -Uso industrial (Extracción de material de playa - Procopal, Minería) -Uso de navegación y transporte acuático (Cerca de Titán y sector El Totumo) -Presencia de fauna (Aves migratorias, iguanas, serpientes) -Presencia de flora (Guadua para proteger riberas) -Vertimientos de aguas residuales provenientes de asentamientos humanos -Vertimientos industriales -Reciclaje informal de material transportado por el río -Minería (extracción de material para la construcción gran escala) -Minería (extracción de oro artesanal - barequeo) -Titulación minera para extracción de material de construcción (Copacabana - Girardota - Barbosa) -Actividad delictiva -El ganado bebe agua directa del río contaminado.
7	-Generación de energía eléctrica (Microcentral Carlos Lleras Restrepo) -Presencia de fauna (Aves migratorias, iguanas, serpientes) -Presencia de flora (Guadua para proteger riberas) -Vertimientos de aguas residuales provenientes de asentamientos humanos -Vertimientos industriales

(*): Nota: Estos usos se reportan con fidelidad a lo expresado por la comunidad, pero se aclara en talleres posteriores los usos oficialmente estipulados en la norma

5.4.2 Talleres Ciclo 1 Conflictos asociados al uso del agua del río Aburrá-Medellín

En correspondencia con la ruta analítica marcada por los actores en los talleres anteriores, los conflictos asociados al uso del agua que fueron identificados se relacionan con la diversidad de usos que el río presenta. Los conflictos con más alta puntuación y más recurrentes son: contaminación del agua por vertimientos directos, débil articulación institucional y gobernabilidad, ocupación formal e informal de los retiros del río. Estos conflictos se ubican en los componentes de calidad y de gobernabilidad y fortalecimiento institucional, marcándolos

como dos ejes centrales en los ejercicios de planificación e intervención del río Aburrá-Medellín. En la Tabla 26 se presenta una relación de los conflictos identificados y priorizados por tramos.

Tabla 26 Conflictos Recurrentes

CONFLICTOS MAS RECURRENTES	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS
Contaminación del agua por vertimientos directos	Tramos 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Turismo desordenado que contamina el cauce del río	Tramo 2 y 6
Disposición de escombros sobre el río	Tramo 2 y 5
Afectaciones de la calidad del agua por lavado de vehículos	Tramo 2
Débil articulación institucional y gobernabilidad	Tramo 1,2,3 y 5
Contaminación del cauce por residuos sólidos peligrosos y no peligrosos	Tramo 3
Red de colectores de las aguas residuales incompleta en los municipios de Caldas y parte de la Estrella	Tramo 3
Ocupación formal e informal de los retiros del río	Tramo 1,2,3 y 5
Aportes de cargas contaminantes por parte de las quebradas afluentes al río	Tramo 4
Disposición inadecuada de residuos sólidos sobre el lecho del río	Tramo 5
Presencia de habitantes en situación de calle en las zonas de retiro del río	Tramo 4 y 5
Inundaciones	Tramo 6
Agua no apta para consumo humano (ni usos agropecuarios, ni industriales)	Tramo 6
Conflicto de usos y entre usuarios por otorgamiento de licencias	Tramo 7
Tensiones asociadas al funcionamiento de la hidroeléctrica	Tramo 7
Vertimientos de lixiviados de la planta de tratamiento	Tramo 7

Es importante resaltar que si bien en los análisis de la realidad que se presenta por tramos existen algunas coincidencias en la existencia de conflictos asociados a uso del agua, cada uno de los tramos presenta particularidades de acuerdo a las condiciones ambientales, territoriales y socioculturales de las áreas determinadas, lo que permite la caracterización y localización específica de acciones a favor del mejoramiento de la condiciones actuales del río Aburrá-Medellín.

5.4.3 Talleres Ciclo 2 Priorización de factores de cambio

En los encuentros descentralizados realizados con los actores locales agrupados por tramos del río, de acuerdo a su ubicación geográfica, se aplicó la técnica del ábaco de Regnier, con la cual se priorizaron los factores de cambio que los participantes calificaron como importantes para el ordenamiento del río Aburrá-Medellín para su respectivo tramo. Los resultados se muestran en la Tabla 27.

- **Encuentros descentralizados en el sector Aburrá Sur (tramos 1, 2 y 3)**
- Tramo 1. Desde el nacimiento hasta San Miguel
- Tramo 2. Desde la estación San Miguel hasta la estación Primavera

- Tramo 3. Desde la estación Primavera hasta Ancón Sur

Tabla 27. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Sur

Oferta	Usos del suelo		Expansión urbana	Estructura ecológica principal
Calidad	Saneamiento hídrico		Calidad del agua	
Gobernanza	Educación Ambiental		Cultura del agua	
Demanda	Usos del agua	Población	Usuarios que vierten agua	Consumos
Gobernabilidad y Fortalecimiento Institucional	Articulación intra e interinstitucional		Armonización entre instrumentos normativos y de planificación	
Riesgo				

Rojo: Muy recurrente y prioritario en los diferentes tramos

Amarillo: Medianamente recurrente y prioritario en los tramos

Verde: Específico en algunos tramos

En el Aburrá sur, los actores locales priorizaron tres temas: usos del suelo, saneamiento hídrico y educación ambiental; estos factores emergieron como los muy importantes de mayor recurrencia en los tres tramos; como temas medianamente prioritarios aparecen los factores de cambio expansión urbana, usos del agua, población y usuarios que vierten agua. En el tercer orden de prioridad aparecen estructura ecológica principal, calidad del agua, cultura del agua, consumos, articulación intra e interinstitucional y armonización entre instrumentos normativos y de planificación.

Los actores locales en el Aburrá Sur expresaron una especial prioridad en la intervención de temas relacionados con la oferta y la demanda del recurso hídrico, sin descartar temas de calidad y gobernanza. Estos resultados guardan un buen nivel de afinidad con las características propias del río en este territorio y se relacionan con el nacimiento y los usos del agua que se presentan en estos tramos (especialmente en el tramo 1).

La percepción colectiva de los usos del suelo como el factor de cambio más ponderado por los actores locales, devela la necesidad de proteger y asegurar un modelo de ocupación del suelo que sea amigable y armónico con la conservación y/o protección del río Aburrá-Medellín.

- **Encuentros descentralizados en el sector Aburrá Centro (tramos 4 y 5)**
- Tramo 4. Desde Ancón Sur hasta Aula Ambiental
- Tramo 5. Desde Aula ambiental hasta Ancón Norte

Los resultados del procesamiento del ejercicio de priorización de los factores de cambio llevado a cabo por los actores locales, se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Centro

Calidad	Saneamiento hídrico	Calidad del agua	Contaminación antrópica
Oferta	Estructura ecológica principal	Usos del suelo	Caudal ambiental
Gobernanza	Educación Ambiental	Participación	Cultura del agua
Gobernabilidad y Fortalecimiento Institucional	Articulación intra e interinstitucional	Capacidad de la gestión pública	Armonización entre instrumentos normativos y de planificación
Demanda	Usuarios que vierten agua		Población
Riesgo	Adaptación al cambio climático.		
Rojo: Muy recurrente y prioritario en los diferentes tramos		Amarillo: Medianamente recurrente y prioritario en los tramos	Verde: Específico en algunos tramos

En el sector Aburrá Centro, los actores locales concurren en la priorización de cinco factores de cambio: saneamiento hídrico, calidad del agua, estructura ecológica principal, educación ambiental y usos del suelo, con este último como el factor más valorado por los actores; como factores de cambio medianamente recurrentes emergieron la articulación intra e interinstitucional, la participación y la capacidad de gestión pública, acompañados de temas como cultura del agua y contaminación antrópica. En tercer orden de prioridad aparecieron: caudal ambiental, armonización entre instrumentos normativos y de planificación, usuarios que vierten agua, crecimiento poblacional y adaptación al cambio climático.

Es de anotar que los actores locales de este sector del territorio dieron especial importancia a los factores de cambio del ámbito de la calidad del agua y la oferta; no obstante, aparecieron con fuerza factores de cambio asociados a la gobernanza y al fortalecimiento institucional. Los factores de cambio que dan cuenta de la demanda y del riesgo obtuvieron un menor peso desde la óptica de los participantes.

- **Encuentros descentralizados en el sector Aburrá Norte (tramos 6 y 7)**
- Tramo 6. Desde Ancón Norte hasta Papelsa
- Tramo 7. Desde Papelsa hasta Puente Gabino



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



En la Tabla 29 se consignan los resultados de la priorización de los factores de cambio en este sector del río Aburrá-Medellín.

Tabla 29. Factores de cambio priorizados en el sector Aburrá Norte

Calidad	Saneamiento hídrico	Contaminación antrópica	Calidad de agua
Demanda	Usos del agua	Usuarios que vierten agua	Usuarios que captan agua
Gobernanza	Educación ambiental	Cultura del agua	Participación
Gobernabilidad y Fortalecimiento Institucional	Armonización entre instrumentos normativos y de planificación		
Riesgo	Desabastecimiento		Variabilidad climática e hidrológica
Oferta	Usos del suelo	Estructura ecológica principal	Caudal ambiental
Rojo: Muy recurrente y prioritario en los diferentes tramos		Amarillo: Medianamente recurrente y prioritario en los tramos	Verde: Específico en algunos tramos

En el sector Aburrá norte, los actores locales concurren en cuatro factores de cambio priorizados para el ordenamiento del recurso hídrico: saneamiento hídrico, contaminación antrópica, usos del agua y educación ambiental; como factores en los que se dio una mediana frecuencia estuvieron calidad del agua, usuarios que vierten agua, armonización entre instrumentos normativos y de planificación, lo mismo que el desabastecimiento. En tercer orden de prioridad resultaron: usuarios que captan agua, cultura del agua, participación, variabilidad climática e hidrológica, usos del suelo, estructura ecológica principal y caudal ambiental.

Los actores locales priorizaron asuntos relacionados con la calidad del agua (el saneamiento hídrico fue el factor más valorado), la demanda y la gobernanza. Estos hallazgos dan cuenta de una visión del río en consonancia con la posibilidad de diversificar los usos del agua en función del saneamiento hídrico. Por otro lado, asuntos como usos del suelo, que fueron priorizados por los actores locales de los sectores Aburrá Sur y Centro, aparecen en un tercer orden de prioridad, lo cual se debe, probablemente, a las características de un territorio que aún no sufre las consecuencias de modelos de ocupación por expansión urbana y densificación de la construcción (incluidos los usos industriales y residenciales) que aparentemente pongan en peligro la conservación de caudales racionales en el río, no obstante, se presiente la presión por el recursos con la dinámica que se deja entrever.

- **Factores de cambio priorizados para los siete tramos del río Aburrá-Medellín**

En el consolidado de los siete (7) tramos en que se segmentó el río Aburrá-Medellín, consignado en la Tabla 30, la herramienta del semáforo permite visualizar los niveles de recurrencia de cada uno de los factores de cambio priorizados y, entre paréntesis, se da cuenta del número de tramos que priorizaron cada factor de cambio.

Tabla 30. Consolidado de los factores de cambio priorizados para el río Aburrá-Medellín

Calidad	Saneamiento hídrico (7)		Calidad de agua (4)	Contaminación antrópica (2)
Gobernanza	Educación Ambiental (6)		Cultura del agua (2)	Participación (1)
Demanda	Usos del agua (4)	Usuarios que vierten agua (4)	Población (3)	Consumos (1)
Oferta	Usos del suelo (5)		Expansión urbana (3)	Estructura ecológica principal (3)
Gobernabilidad y Fortalecimiento Institucional	Armonización entre instrumentos normativos y de planificación (3)		Articulación intra e interinstitucional (2)	
Riesgo	Adaptación al cambio climático. (1)		Desabastecimiento (1)	

A partir de esta tabla resumen, se puede observar que los factores de cambio priorizados de manera más recurrentes fueron, en su orden: saneamiento hídrico, educación ambiental y usos del suelo; con recurrencia en cuatro de los siete tramos resultaron usos del agua, usuarios que vierten y calidad del agua.

La interpretación de estos resultados, con base en una agrupación de los factores de cambio por componentes, se puede inferir que hubo un interés prioritario por temas relacionados con la calidad, la gobernanza, la demanda y la oferta. Los factores de cambio relacionados con la gobernabilidad y fortalecimiento institucional emergieron como moderadamente importantes, mientras que los temas relacionados con el riesgo aparecieron en un tercer orden.

A tono con lo establecido en la técnica del ábaco de Regnier para el procesamiento de los resultados, una segunda clasificación de los factores de cambio, ya no solo por su recurrencia, sino por su valoración cuantitativa y representación en un plano de puntos (plano paretiano), permitió la definición de los roles que juega cada uno de los factores de cambio en el sistema estratégico. La definición de roles se realiza de acuerdo a las zonas de concentración de puntos en el citado plano y conforme a la pauta que se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Pautas para la definición de los roles de los factores de cambio

Factores con ponderación > 70-100%	Factores con una ponderación > 30% y <= 70%		Factores con una ponderación > 0 y <= 30%
Factores movilizadores	Factores estratégicos	Factores de soporte	Factores de resultado

Una vez ubicados los puntos en el plano, se trazan las líneas que determinan franjas o zonas para determinar el rol de los factores de cambio, como aparece en la Tabla 32.

Tabla 32. Zonas de análisis de roles de los factores de cambio

<p>Zona movilizadora</p>	<p>Es la franja con mayor preponderancia para los actores participantes, es considerado como determinante y con capacidad de influir en otros factores para el logro del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.</p>
<p>Zona estratégica</p>	<p>Es la franja donde se ubican los factores considerados por los actores como claves para del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín y que pueden evolucionar a estrategias o lineamientos orientadores del plan.</p>
<p>Zona de soporte</p>	<p>Es la franja donde se ubican los factores considerados por los actores como apoyo para el logro del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá Medellín, si bien no son estratégicos dan cuenta de posibles programas, proyectos o regulaciones que se deben establecer en el corto y mediano plazo.</p>
<p>Zona de resultados</p>	<p>Es la franja donde se ubican los factores descartados por los actores, lo que significa que tienen una alta dependencia de los demás, por lo tanto tienen una condición mas de consecuencia o efecto del actuar de los demás.</p>

El plano paretiano resultante para los siete tramos, a partir del cual se realizó en análisis estratégico para la totalidad del río Aburrá-Medellín, se presenta en la Figura 31

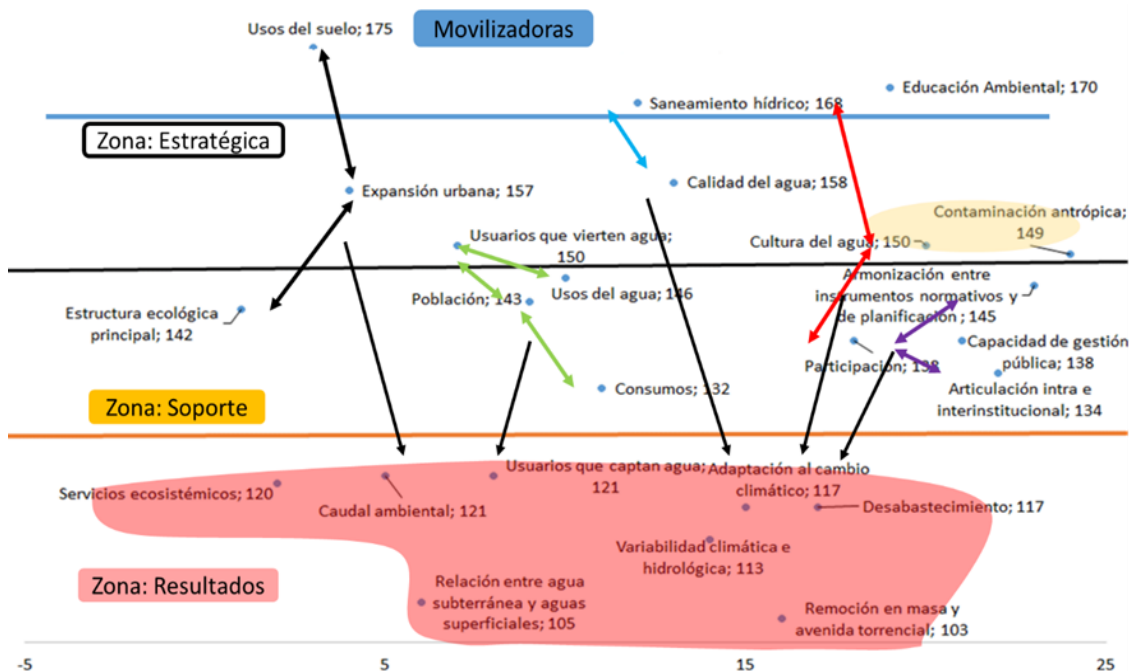


Figura 31. Análisis estratégico resultante para la totalidad del río Aburrá-Medellín (7 tramos)

Al integrar los siete tramos y luego de realizar el análisis del plano paretiano por zonas, se encontró que los actores locales definieron que hay tres factores de cambio altamente movilizadores:

- Usos del suelo
- Educación ambiental
- Saneamiento hídrico

Los usos del suelo, en articulación con factores como expansión urbana, estructura ecológica principal y caudal ambiental, empezaron a marcar una línea de trabajo de la oferta y determinan también la gestión del territorio y su modelo de ocupación como asuntos claves para lograr los objetivos de calidad y cantidad de agua del río.

A su vez, el saneamiento hídrico, asociado a toda la intervención física para lograr mejorar la calidad del río, denotó una bandera clara que es reiterativa en todos los sectores, lo cual se percibió como la capacidad humana y tecnológica del territorio puesta al servicio de la rehabilitación de un río altamente contaminado por el accionar humano.

La educación ambiental emergió como otra de las variables o factor de cambio con capacidad de movilizar el sistema de factores de cambio, desde la perspectiva de la gobernanza para el manejo adecuado de los ecosistemas asociados al río. El análisis e interpretación de los resultados visibilizó una conciencia de los actores locales sobre el alto poder transformador de



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



los procesos formativos educativo-ambientales y como variable fundamental en el ejercicio de planificación y ordenación del río.

De igual manera, se encontró que en la zona estratégica aparecen factores como:

- Expansión urbana
- Usuarios que vierten agua
- Cultura del agua
- Calidad del agua
- Contaminación antrópica

Sobre estos factores de cambio, integrados a los movilizadores, recae todo el peso de la estrategia de ordenamiento del río Aburrá-Medellín, según las percepciones de los actores locales.

A su vez, se pudo establecer que en la zona de soporte aparecen factores como:

- Estructura ecológica principal
- Población
- Consumos
- Usos del agua
- Armonización entre instrumentos normativos y de planificación
- Participación y comunicación
- Capacidad de gestión pública
- Articulación intra e interinstitucional

Estos factores, conectados con los factores estratégicos, permiten visualizar las políticas a definir. Se encontró que los factores de cambio clasificados como de soporte, básicamente, están muy orientados a la gestión ambiental y a las regulaciones para mejorar el entorno del río.

Con base en lo anterior, se elaboró un esquema ilustrativo del sistema de relacionamiento entre factores, que resume el enfoque de los actores locales, el cual se muestra en la Figura 32

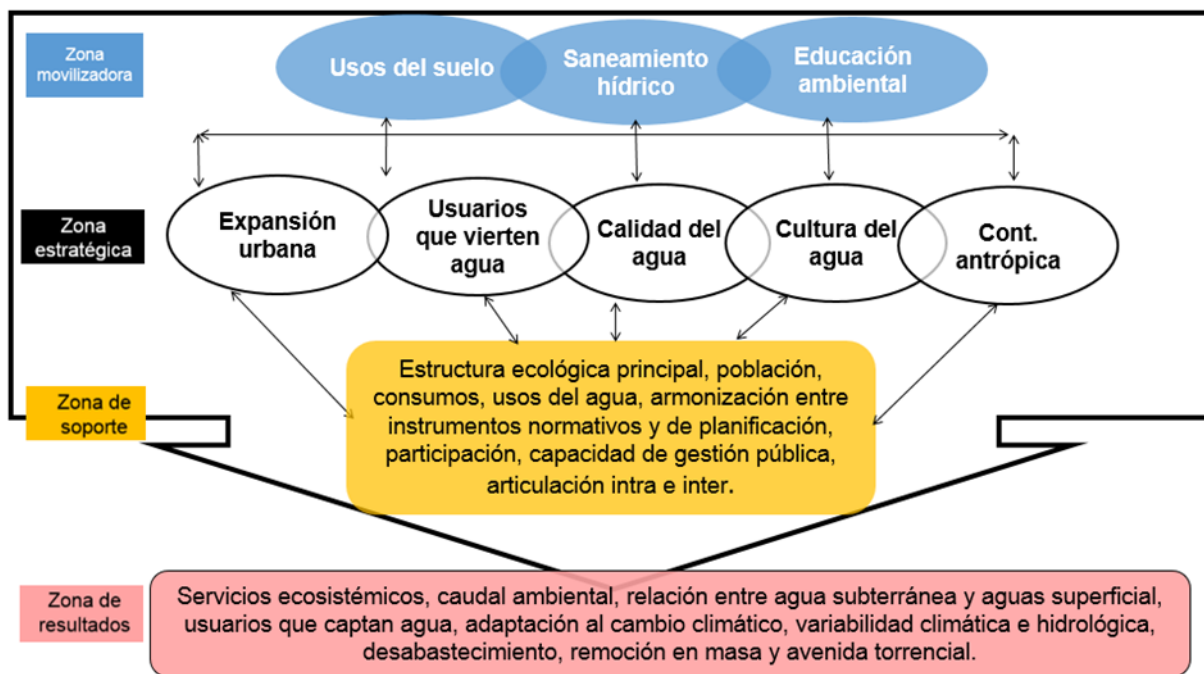


Figura 32. Sistema de relacionamiento de factores de cambio para los actores locales

En síntesis, los actores locales centraron sus prioridades de movilización estratégica para el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín sobre los pilares de la ocupación del suelo, el saneamiento del agua y la educación ambiental.

Plantearon que son asuntos estratégicos para el río, sobre los que se debe actuar, factores de cambio relacionados con los modelos de apropiación urbana del territorio, los vertimientos, la calidad del agua, la cultural del agua y la mitigación de la contaminación antropogénica. Para ello proponen un apalancamiento en procesos de gobernanza con las comunidades locales, el fortalecimiento de los instrumentos desde su armonización y complementariedad, lo mismo que la articulación de actuaciones sobre el río y su ecosistema vital.

Finalmente, el ejercicio mostró que las comunidades esperan, como resultados de esa intervención, un mejoramiento de la oferta del recurso hídrico en términos de unos usos más diversos del agua, el restablecimiento de los servicios ecosistémicos y la mitigación de los factores asociados a los riesgos ecosistémicos derivados de accidentes tecnológicos y del cambio climático.

5.4.4 Mapeo de actores

La identificación de los actores se hizo a partir de una lectura de los contextos territoriales y sus dinámicas socio-políticas y ambientales, así como del marco normativo y de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. En esta óptica, se definieron cuáles son



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



las instituciones, organismos o grupos de personas que pueden determinar la gobernabilidad y la gobernanza sobre las decisiones tomadas en cuanto a la planificación del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

En este mapa de actores, confluyen entes de carácter público con funciones y recursos para formular y ejecutar planes y proyectos para la gestión del río; también aquellos que tienen funciones de vigilancia y control sobre los vertimientos que se hacen a la corriente de agua y en lo relacionado con la protección de zonas de retiro. De igual manera, es preciso tener en cuenta actores de los sectores académico, empresarial y social, con especial énfasis en los asuntos ambientales. En la Tabla 33 se consigna información acerca de los actores identificados.

Tabla 33. Listado de actores mapeo

N°	ACTOR IDENTIFICADO
1	Alcaldías
2	Gobernación
3	Autoridades Ambientales
4	Academia
5	ONG'S Ambientales o ecológicas
6	Mesas Ambientales
7	Comunidades étnicas
8	JAC
9	Mineros
10	Veedurías ciudadanas
11	Hidroeléctrica Norte
12	EPM
13	Empresas de aseo
14	Gremios empresariales
15	Constructores
16	Asentamientos humanos informales
17	Grupos armados ilegales
18	Concejos Municipales
19	Asamblea Departamental
20	Organismos de Control: Personería, Contraloría, Procuraduría.
21	Policía
22	Presidencia de la Republica
23	Congreso de la Republica

En el primer análisis realizado, elaborado con base en la matriz MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), se estimaron las correlaciones de fuerza medidas en influencias y dependencias entre cada uno de los actores con respecto a los demás, como se aprecia en la Tabla 34.

Tabla 34. Matriz de calificación actor por actor

Actores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total Influencia	
1 Alcaldías		0	3	2	1	1	1	3	0	1	1	2	3	1	3	2	0	3	0	2	2	2	2	1	34
2 Gobernación	3		2	2	1	2	2	2	1	1	0	1	2	2	2	1	1	3	2	2	2	1	2	2	37
3 Autoridades Ambientales	2	2		1	2	3	1	1	3	1	2	1	2	2	2	1	0	2	2	1	1	1	1	1	34
4 Academia	1	1	2		2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	30
5 ONGambEco	1	1	1	0		2	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	12
6 MesasAmbien	1	1	3	1	3		1	1	1	2	1	0	1	0	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	24
7 ComuÉtnic	1	1	2	0	1	1		1	1	1	0	0	1	0	0	0	2	2	1	1	1	0	0	0	17
8 JAC	2	1	1	0	2	2	3		1	2	0	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	27
9 Mineros	0	0	1	0	1	1	0	1		1	1	0	0	1	2	2	3	1	0	1	0	0	0	0	16
10 Veeduciudadan	1	1	1	1	1	2	1	2	1		0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	19
11 CentralHidroeléctrica	1	0	2	0	1	1	0	1	2	0		1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	15
12 EPM	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1		3	3	3	2	1	2	2	2	2	1	2	2	40
13 Empresasdeaseo	3	2	2	0	1	1	1	1	0	1	2	1		2	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	25
14 GremiEmpresa	2	2	2	2	1	2	1	1	3	1	2	2	1		3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	39
15 Constructores	3	1	2	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	3		1	1	2	1	1	1	1	1	1	24
16 AsentamHumalinform	2	2	2	0	1	0	0	1	1	1	0	2	2	1	2		1	1	1	0	2	1	0	0	23
17 GrupoArmadollegal	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	1	1	2	1	2	2		1	1	2	3	1	1	1	41
18 ConcejosMunicipales	2	1	1	0	0	1	1	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0		1	2	1	0	0	0	19
19 AsamDtal	2	3	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	2		2	1	0	0	0	17
20 OrganiControl	3	3	2	1	0	1	1	2	1	2	1	1	1	0	0	1	1	2	2		1	2	2	2	30
21 Policía	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		1	1	1	18
22 PresideRepublic	3	3	3	2	2	2	3	2	2	1	3	1	1	1	2	2	3	1	1	2	3		3	3	46
23 CongreRepública	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3	3	3	3		3	42
Total Dependencia	44	35	42	17	25	29	24	31	27	25	20	19	27	26	31	24	17	37	27	31	31	21	19		

En la matriz de doble entrada anterior, se muestran las relaciones de calificación entre los actores, donde las alcaldías municipales se presentan como el actor más dependiente y la presidencia de la república emerge como el actor más influyente.

En el histograma de relaciones de fuerza entre actores, correspondiente a la Figura 33, se muestran, de mayor a menor, los coeficientes de fuerza que representan a cada uno de los actores en relación con los demás. Esta técnica permitió identificar, en el sistema de actores, aquellos actores sobre los que recae el poder de influir a los otros para que realicen acciones conducentes al planteamiento de una estrategia, que para el caso de análisis, es el ordenamiento del río Aburrá-Medellín.

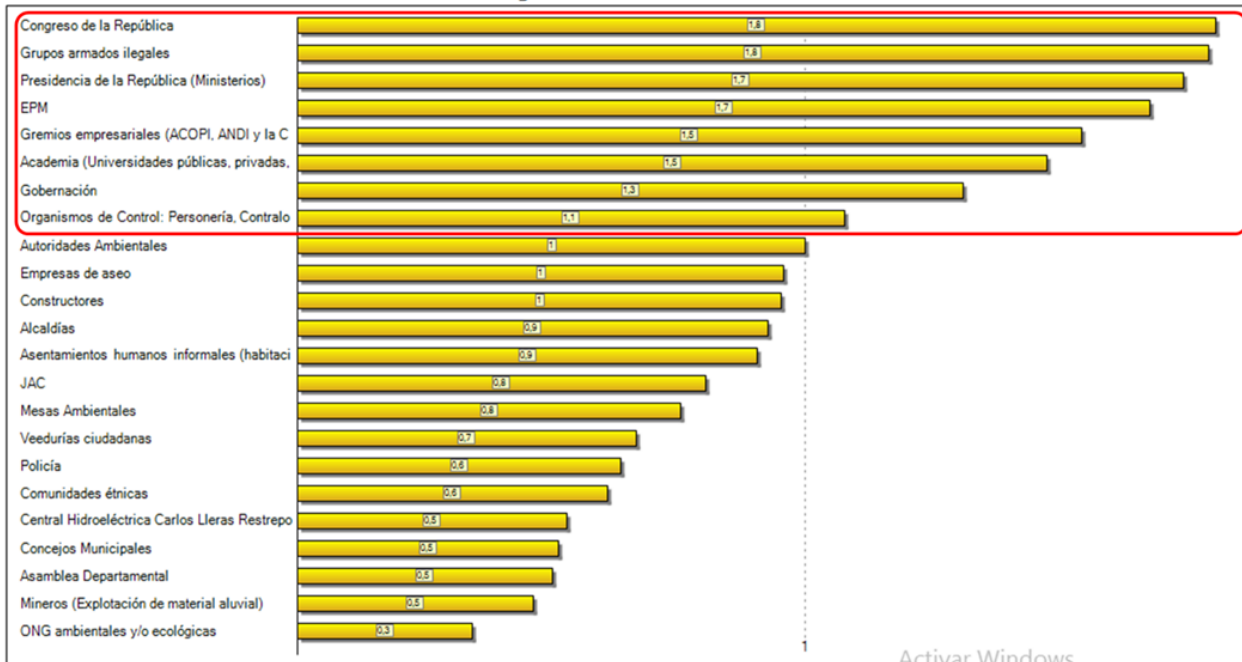


Figura 33. Histograma de relaciones de fuerza entre actores

En el recuadro de la figura anterior se pueden observar los actores con mayor capacidad de influencia sobre los demás: aparecen actores del orden nacional como el congreso y la presidencia de la república, se infiere que aunque son actores lejanos al objeto de intervención, una disposición suya sobre cualquiera de los demás actores lo afectaría significativamente; los grupos armados ilegales también son considerados como un actor con alta capacidad de incidir en los demás actores y por lo tanto, permitir u obstaculizar de manera importante en la implementación de las acciones que los demás actores puedan desplegar en el empeño de alcanzar los objetivos de ordenamiento del río.

Dentro de los actores del orden local, los resultados mostraron que se resalta la principal empresa prestadora de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de la región, como un actor que en la correlación de fuerzas con los demás actores representa una influencia preponderante para el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín. Los sectores empresariales y académicos también son considerados como altamente influyentes sobre el resto de actores que integran el sistema de actores del presente análisis, al igual que la gobernación departamental y los organismos de control.

La técnica del mapeo de actores, en lo que respecta a la clasificación de los actores, en términos de relaciones de influencia-dependencia, arrojó los resultados que se presentan en la Figura 34.

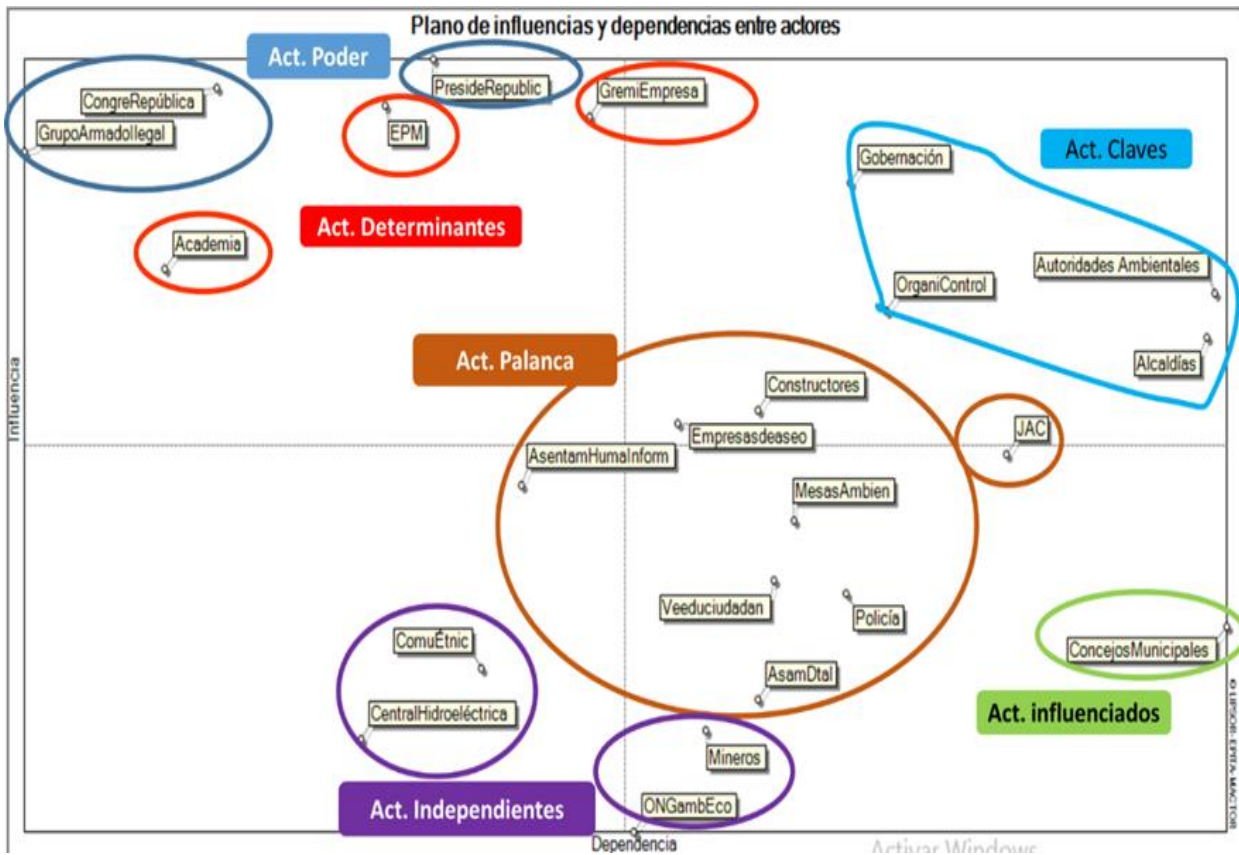


Figura 34. Plano de influencias y dependencias entre actores

A partir del plano de influencias y dependencias se determinaron como actores clave: gobernación, organismos de control, autoridades ambientales y alcaldías; estos resultados implican que el gran peso de las estrategias planteadas para el ordenamiento del río Aburrá-Medellín recaerá sobre estas instituciones.

De igual manera, se encontró que los actores palanca son: mesas ambientales, asentamientos humanos informales, veedurías ciudadanas, policía, asamblea departamental y Juntas de Acción Comunal -JAC-. Esto quiere decir que dichos actores son puntos de apoyo para que los actores clave puedan desarrollar la estrategia, programas y proyectos con eficiencia y eficacia. Así mismo, los resultados mostraron que constructores, empresas de aseo y asentamientos humanos informales, también fungen como agentes objeto de regulación.

En la parte superior del plano aparecen dos tipos de actores: de poder y determinantes. Los actores de poder ya han sido mencionados como aquellos de alta influencia y baja dependencia, sentido en el cual se comportan como actores sobre los que el PORH tiene poca capacidad de gobernabilidad. Los actores determinantes como EPM, gremios y academia presentan un comportamiento de alta influencia y mediana dependencia, lo cual

significa que son actores fundamentales para las decisiones que los actores clave del ordenamiento del recurso hídrico deben tomar y con los cuales es necesario establecer alianzas y estrategias de monitoreo.

Finalmente, los actores independientes, caracterizados por una baja-media dependencia y una baja influencia, funcionan dentro del sistema de ordenamiento del recurso hídrico como proveedores y captadores de información, pero con muy poca capacidad de carácter vinculante hacia los demás actores. Este rol lo asumen la Central Hidroeléctrica Carlos Lleras Restrepo, ONG ambientales, comunidades étnicas y los mineros.

A continuación se presentan los resultados del análisis de convergencia entre actores, el cual se fundamentó en la percepción de la postura de cada uno de los actores respecto al objetivo de ordenamiento del recurso hídrico y a los objetivos específicos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, por parte de los integrantes del equipo técnico del convenio. La Figura 35 resume los resultados respecto a la convergencia en torno al objetivo de ordenamiento del recurso hídrico.

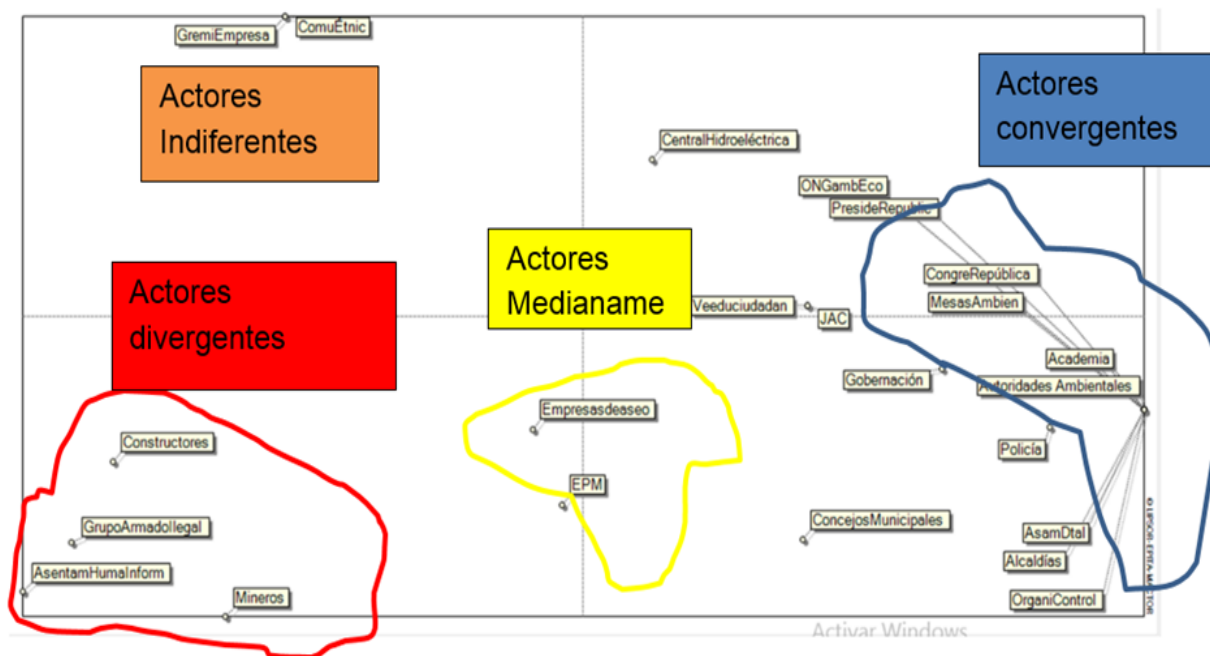


Figura 35. Plano de convergencia entre actores

El plano de convergencias entre actores, permitió analizar los actores que de acuerdo a sus niveles de relacionamiento confluyen en el objetivo; en este sentido, la lejanía del punto de convergencia donde se acercan la mayoría de actores determina su postura de relacionamiento.

Se encontró que las empresas de aseo y EPM presentan una postura intermedia, lo que significa que son actores que tienen un nivel medio de convergencia frente al objetivo del ordenamiento del río, esto es, que no dependen altamente del ordenamiento del río como asunto determinante para el accionar de estos actores y su capacidad de cohesión. El resultado implica que con estos actores se precisa establecer unos esfuerzos adicionales y especiales para garantizar su apoyo a las estrategias planteadas por el PORH, máxime si se tiene en cuenta que la normatividad del nivel nacional, de mayor jerarquía, les asigna responsabilidades específicas en el saneamiento básico y para el caso de EPM, en el saneamiento hídrico desde la formulación y ejecución de un PSMV acorde con los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental para el río Aburrá-Medellín.

Los actores divergentes como constructores, grupos armados ilegales, mineros y asentamientos humanos informales se identificaron como actores que están poco interesados en el objetivo de los actores convergentes para el ordenamiento del recurso hídrico; por lo tanto, si son considerados como relevantes (como es el caso de constructores y asentamientos humanos informales, que son actores palanca) es necesario plantear puntos de acuerdo para ganar su interés en el objetivo perseguido por el PORH.

En lo que respecta a los hallazgos de la percepción de la implicación de los actores en torno a los objetivos específicos de la gestión del recurso hídrico, la Figura 36 muestra los resultados obtenidos.

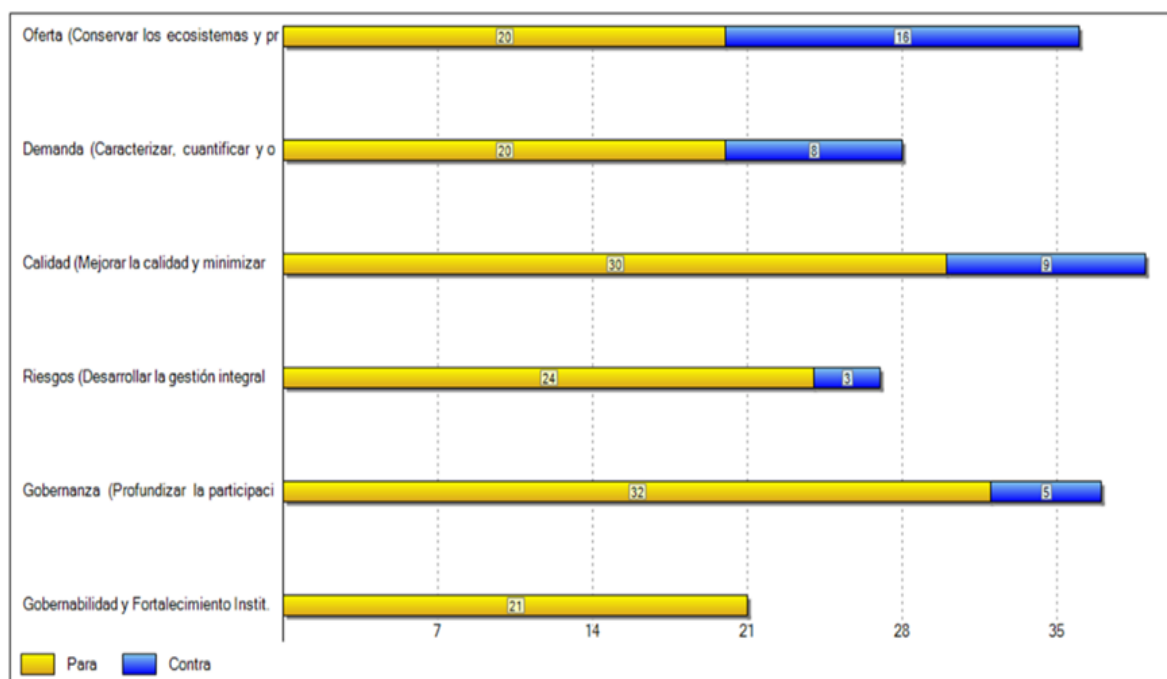
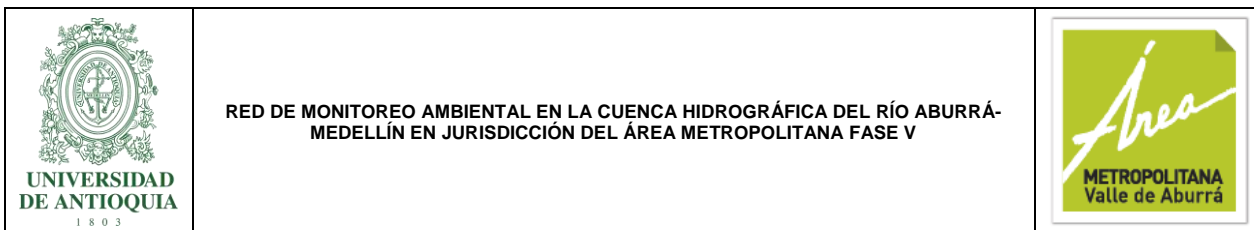


Figura 36. Histograma de la implicación de los actores sobre los objetivos



Cuando se realizó el análisis de los actores sobre cada uno de los seis objetivos que plantea la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico, se detectaron los niveles considerados por el equipo técnico como apoyos y oposiciones.

Es de aclarar que ello no se pretende establecer un juicio de valor sobre los actores, aunque según la filosofía de la técnica, los resultados indican que de acuerdo a sus actuaciones se puede identificar su incidencia positiva o negativa en el logro del objetivo.

Las barras de color amarillo significan los niveles de apoyo al objetivo del respectivo componente de la política nacional y en azul los niveles de oposición al logro del objetivo. Como se puede observar en anterior figura, la mayor cantidad de actores favorecieron los componentes de gobernanza y calidad del agua, mientras que el objetivo que mayor conflicto entre los actores generó es aquel relacionado con la oferta, que tiene que ver con la capacidad de conservación del ecosistema del río; también se puede observar que ningún actor se opuso al fortalecimiento de la institucionalidad para la planificación del recurso hídrico.

5.4.5 Análisis estructural

El análisis estructural permitió una reflexión colectiva acerca del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín, realizada con expertos en temas inherentes a la planificación en la ciudad, a través de la estructuración de un sistema de relaciones directas y exponenciales.

El procedimiento analítico se apoyó en una matriz que relaciona todos los factores de cambio constitutivos del sistema, con el fin de visualizar los principales factores en términos de influencia y dependencia, y que podrán condicionar la evolución futura del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

5.4.5.1 Influencias y dependencias más altas

La descripción de las relaciones entre los fenómenos o situaciones que hacen las veces de factores de cambio se hizo en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas y se realiza bajo parámetros de influencias y dependencias

A continuación, se presenta la Tabla 35, que ilustra la matriz de relaciones directas de los factores de cambio, donde se identificaron las influencias y dependencias más altas para el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

Tabla 35. Matriz de influencias y dependencias

Factores de cambio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Influencias
1: Estructura ecológica principal		3	1	1	1	1	3	3	0	1	1	3	3	1	1	1	1	0	1	1	0	3	3	3	36
2: Servicios ecosistémicos	1		1	1	3	3	1	2	1	2	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	35
3: Usos del suelo	3	3		3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	1	2	3	2	0	1	1	2	2	3	3	53
4: Expansión urbana	3	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	64
5: Caudal ambiental	3	3	0	0		0	3	3	0	3	1	3	3	0	3	0	3	3	3	3	0	0	3	3	43
6: Relación entre agua subte y superf	3	3	2	2	3		2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	41
7: Usuarios que vierten agua	3	2	2	2	3	2		1	2	3	2	3	2	1	1	2	0	0	1	1	0	1	3	2	39
8: Usuarios que captan agua	2	2	2	2	2	2	2		1	2	2	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	3	2	34
9: Población	3	3	3	3	2	3	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	68
10: Usos del agua	0	3	2	0	3	3	2	3	3		3	3	3	0	2	0	3	1	2	2	0	0	0	3	41
11: Consumos	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3		3	3	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	3	58
12: Saneamiento hídrico	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3	1	1	3	3	1	2	2	2	2	3	3	59
13: Calidad del agua	3	3	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3		0	2	0	0	3	3	3	0	2	2	3	49
14: Variabilidad climática e hidrológica	3	3	2	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3	0	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	55
15: Adaptación al cambio climático	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	1	0	3	3	3	3	3	3	3	2	0	60
16: Remo.MasaAvenidaTorrencial	3	3	3	3	2	2	1	1	2	2	2	2	2	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	1	41
17: Desabastecimiento	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	66
18: Participación	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	0	3	3	3	2	2	3	56
19: Educación Ambiental	3	3	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	2	1	2	3	3	3	0	3	3	1	2	3	52
20: Cultura del agua	3	3	2	2	3	2	1	2	2	3	3	3	3	0	2	3	3	2	3	0	2	1	1	3	52
21: Capacidad de gestión pública	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	0	3	1	3	3	3	3	0	3	3	3	61
22: Articulación intra e interinstitucional	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	0	2	2	3	3	3	3	3	0	3	3	62
23: Armonización entre instrumentos norm y de plan.	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	0	3	2	2	3	3	3	2	3	0	3	62
24: Contaminación Antrópica	3	3	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	2	3	3	3	3	3	3	3	0	56
Total dependencias	63	66	49	45	63	53	51	57	50	61	55	62	62	18	47	44	53	43	52	52	41	43	55	58	

En cuanto a las influencias más altas, se identificaron factores de cambio como: la expansión urbana, la población, la adaptación al cambio climático, el desabastecimiento, la capacidad de gestión pública, la articulación intra e interinstitucional y la armonización entre instrumentos normativos y de planificación; predominaron los factores de cambio que tienen que ver con la gobernabilidad y el fortalecimiento institucional.

En lo referente a las dependencias más altas, se identificaron factores de cambio como: estructura ecológica principal, servicios ecosistémicos, caudal ambiental, usos del agua, saneamiento hídrico y calidad de agua. Estos son factores de cambio de carácter netamente ambiental, relacionados con la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico, que dependen de otros factores que constituyen el sistema para evolucionar en el tiempo.

5.4.5.2 Priorización de factores de cambio en términos del presente

La Figura 37 corresponde a un plano que permitió identificar el papel que juegan los factores de cambio en el presente, es decir, las influencias y las dependencias que tienen los factores entre ellos en la actualidad y que determinan el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

En el plano se pudo evidenciar un conglomerado de factores de cambio claves, que se caracterizan por tener capacidad de alterar el funcionamiento normal del río Aburrá-Medellín; por su naturaleza propia, son factores de cambio inestables y esto corresponde a los retos

estratégicos para la formulación del PORH. También se evidenció la obtención de pocos resultados en términos de recuperación para el ordenamiento del recurso hídrico, lo cual permitió especular sobre una desarticulación en la intervención de los diferentes actores que tienen incidencia directa o indirecta en el objeto de estudio mencionado.

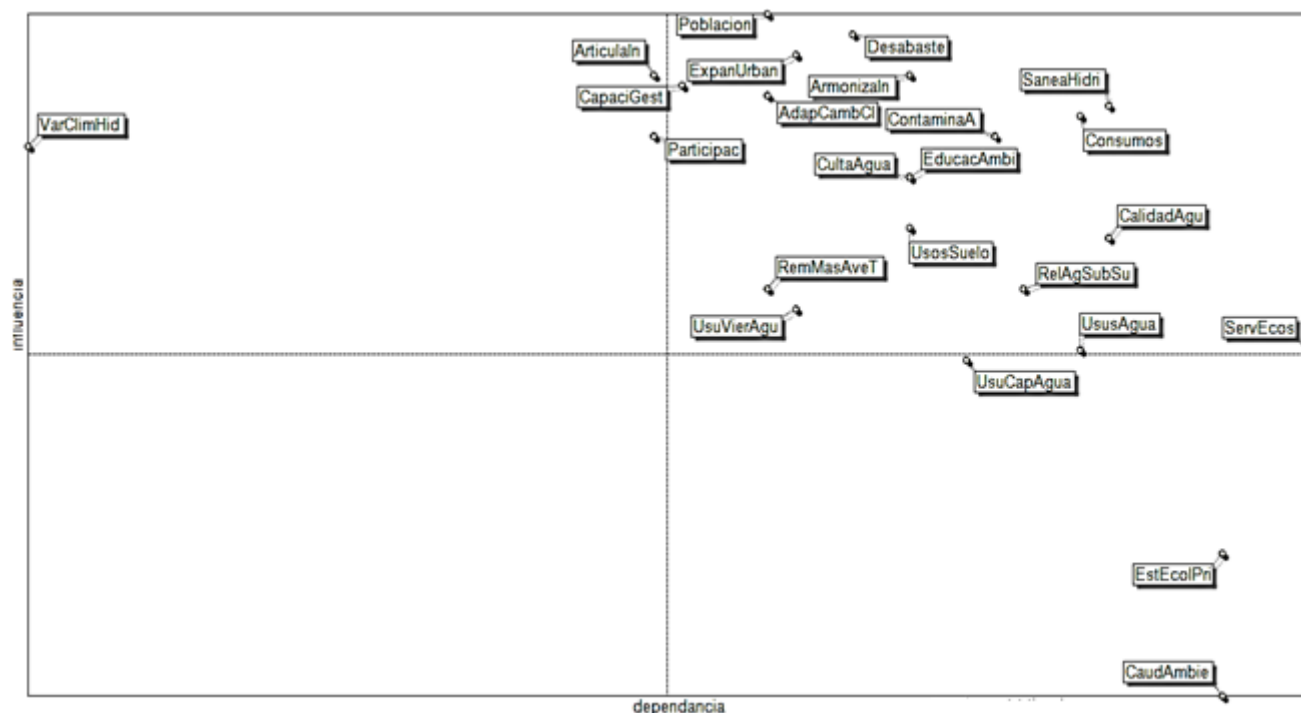


Figura 37. Plano de influencias / dependencias - presente

5.4.5.3 Plano de desplazamiento futuro – presente

De acuerdo con la metodología de análisis estructural descrita atrás, en la situación presente, P tiene un valor de cero (0), mientras que, en la futura P tiene un valor de tres (3), esto ocurre cuando los actores que califican, consideran que la incidencia de un factor de cambio sobre otro, en el presente, es nula (cero), pero a futuro será fuerte (3), denominándose así, como factor de cambio potencial.

Lo anterior implica que hay factores de cambio que experimentan desplazamientos en su ubicación en el plano, lo cual ocurre cuando los actores visualizan que determinados factores de cambio desempeñan otro papel en el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín a futuro. En la Figura 38 se pudo visibilizar el desplazamiento entre cuadrantes de los factores de cambio, teniendo en cuenta que el punto es el presente y donde aparece el nombre del factor de cambio es la situación futura deseada.

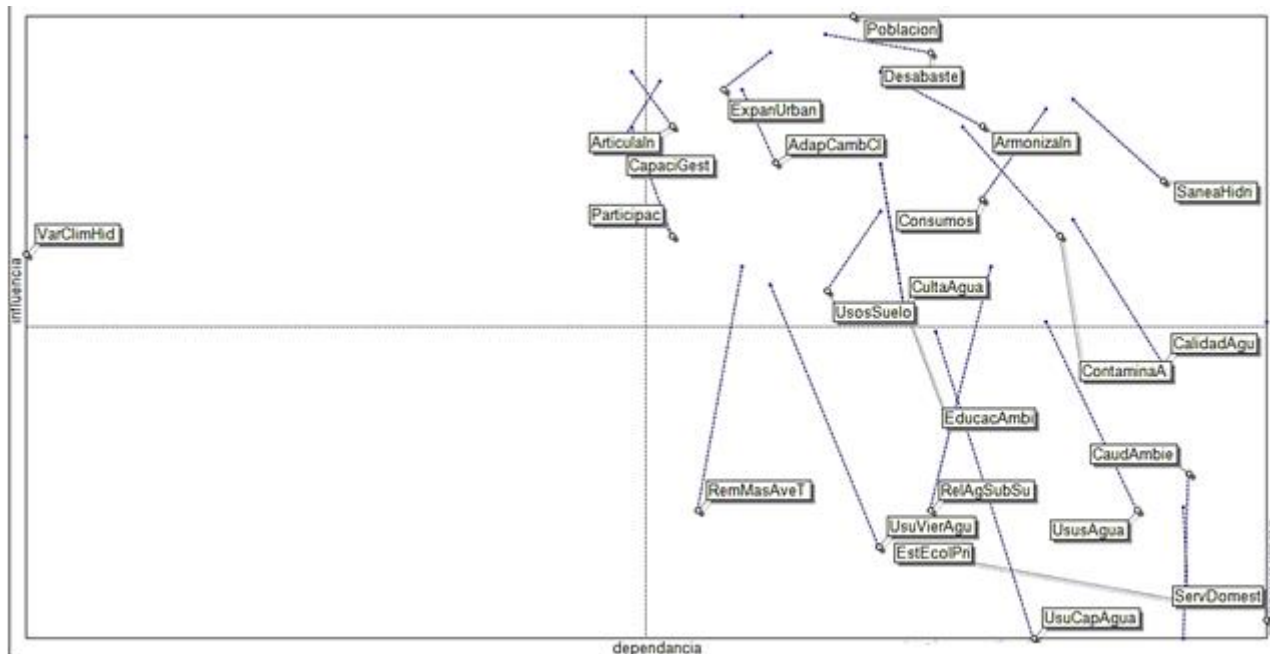


Figura 38. Plano de desplazamiento presente - futuro

En este plano se evidenció un desplazamiento de factores de cambio hacia la zona de resultados, que de acuerdo a la calificación y a lo que se visualiza, se espera que los factores de cambio que en la actualidad son considerados como claves y palancas, en un futuro sean resultados de procesos de intervención que requiere el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

Los factores de cambio que mostraron mayor desplazamiento de la zona clave y palanca, a la zona de resultados fueron: remoción en masa y avenida torrencial, usuarios por vertimiento, usuarios por captación, calidad del agua, servicios ecosistémicos, usos del agua relación entre agua subterránea y aguas superficiales. Al analizar el desplazamiento potencial de los factores de cambio a la zona de resultados, se pudo observar que todos son de carácter ambiental y que tienen que ver con la oferta, la demanda, la calidad y los riesgos que se enmarcan en el recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

Otros desplazamientos importantes que se pusieron de manifiesto, tienen que ver con factores de cambio como: cultura de agua, educación ambiental y usos del suelo. En la actualidad, se ubican como factores claves y se espera que a futuro jueguen un papel de factores objetivo, que ayudarán a la consecución de los factores clave, permitiendo así proponer focos de intervención para el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

5.4.5.4 Priorización de factores de cambio en términos del futuro

El plano representado en la Figura 39 contiene la ubicación de los factores de cambio en términos de influencia y dependencia, donde el eje horizontal corresponde a la dependencia y el eje vertical a la influencia. El propósito buscado con la aplicación de la herramienta es definir si el papel que juegan los factores de cambio en el sistema se manifiesta en términos de poder, determinantes, claves, resultados palancas u objetivos, para así establecer cuáles son esenciales para el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

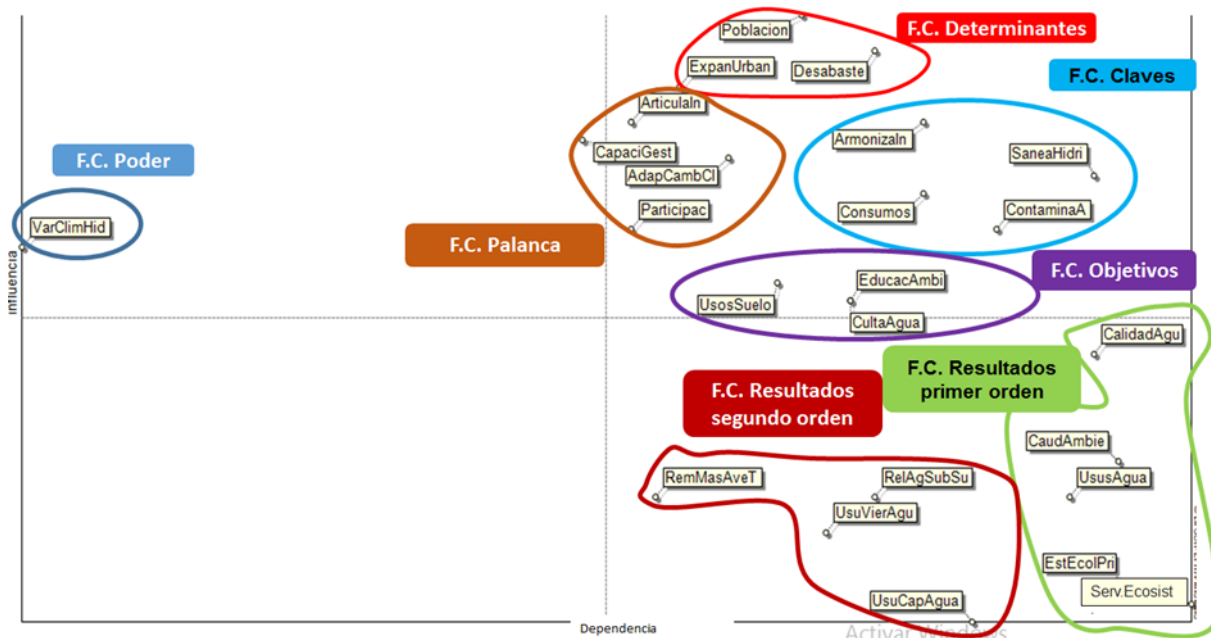


Figura 39. Plano de influencias / dependencias - potencial

Según estos resultados, en el cuadrante superior izquierdo se ubicó el factor de cambio variabilidad climática e hidrológica, que es así considerado como un factor de **poder**, caracterizado por ser fuertemente influyente y poco dependiente, es decir, con fuerte incidencia en el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín y a su vez, es poco gobernable por ser exógeno a la dinámica propia del recurso hídrico en la región metropolitana del valle de Aburrá.

También se encontró que los factores de cambio **determinantes**, caracterizados por ser fuertemente influyentes y medianamente dependientes, fueron población, desabastecimiento y expansión urbana. Así como en la zona de poder, también inciden en el ordenamiento del recurso hídrico y su mediana dependencia permite cierto grado de maniobrabilidad sobre ellos, es decir, son factores medianamente gobernables.

En el cuadrante superior derecho, se situaron los factores de cambio **claves**, caracterizados por ser muy influyentes y muy dependientes. Allí se ubicaron los factores armonización entre



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



instrumentos normativos y de planificación (POMCA, PORH, PSMV, POT), consumo, contaminación antrópica y saneamiento hídrico; en este contexto, cabe señalar que este último factor de cambio emergió, el factor como el de mayor influencia y mayor dependencia, lo cual permitió categorizarlo como el más clave entre los claves. Es preciso resaltar que estos factores tienen la capacidad de alterar el funcionamiento normal del ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín, dado que por su naturaleza propia son inestables, lo cual se traduce en la correspondiente identificación de retos estratégicos, es decir, que allí se deberán concentrar las estrategias del PORH.

En el plano anterior también se pudieron identificar los factores de cambio **objetivo**, que se caracterizan por ser medianamente influyentes y muy dependientes; su denominación viene dada porque su nivel de dependencia permite actuar directamente sobre ellos con un margen de maniobra que puede considerarse elevado, lo cual coadyuva, a su vez, a la consecución de los factores claves. De acuerdo con los resultados, en la zona correspondiente a esos factores se ubicaron la educación ambiental, la cultura del agua y los usos del suelo.

En consecuencia, los factores de cambio objetivo remitieron a intervenciones relacionadas con los componentes de gobernanza y de oferta del recurso hídrico, a través de los cuales se deberá orientar el foco de interés para el desarrollo de las estrategias que se planteen en torno a los factores considerados como claves en el marco del sistema.

En el pelotón del centro se ubican los factores de cambio **palanca**, que se caracterizan por ser medianamente influyentes y medianamente dependientes. De acuerdo con los resultados del ejercicio, allí se ubicaron los factores de cambio articulación intra e interinstitucional, capacidad de gestión pública, adaptación al cambio climático y participación y comunicación, los se inscriben dentro de los procesos de gobernanza, gobernabilidad e institucionalidad para la gestión ambiental del recurso hídrico. Así mismo, es preciso tener en cuenta que estos factores juegan un papel de apoyo estratégico para la evolución de los factores claves, en pro de obtener resultados coherentes con el ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

En el cuadrante inferior derecho, se ubican los fenómenos de cambio de **resultado de primer y segundo orden**; los de primer orden se caracterizan por ser poco influyentes y muy dependientes. De acuerdo con los resultados, allí se ubicaron los factores de cambio calidad del agua, caudal ambiental, usos del agua, estructura ecológica principal y servicios ecosistémicos, los cuales están totalmente alineados con la definición que para los PORH plantea la guía técnica para su formulación, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuando define que “ El Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico - PORH- es el instrumento de planificación que permite en ejercicio de la autoridad ambiental, intervenir de manera sistémica los cuerpos de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos actuales y potenciales de dichos cuerpos de agua” (p. 6). Por tal motivo, estos factores de cambio obedecen esencialmente a los resultados rectores que se espera del proceso de ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín.

Por su parte, los factores de cambio de segundo orden se caracterizan por ser poco influyentes y medianamente dependientes, rango en el cual se ubicaron los factores de cambio usuarios por vertimiento, usuarios por captación, remoción en masa y avenida torrencial y relación entre aguas subterráneas y aguas superficiales. Es preciso resaltar que, como en el caso anterior, estos factores de cambio obedecen a resultados esperados a partir del proceso de ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín

Cabe resaltar que el accionar de todos los factores de cambio, en el marco del sistema, se deberán ver reflejados en los factores de cambio catalogados como resultados, los cuales, para este caso, se caracterizaron por ser de índole ambiental y corresponder a la oferta, la demanda y la calidad del recurso hídrico.

A manera de esquema síntesis, en la Figura 40 se ilustra el sistema de relaciones que se construyó a partir de los resultados obtenidos por la técnica prospectiva del análisis estructural, donde a cada factor de cambio se le asignó un papel para el relacionamiento con los demás.

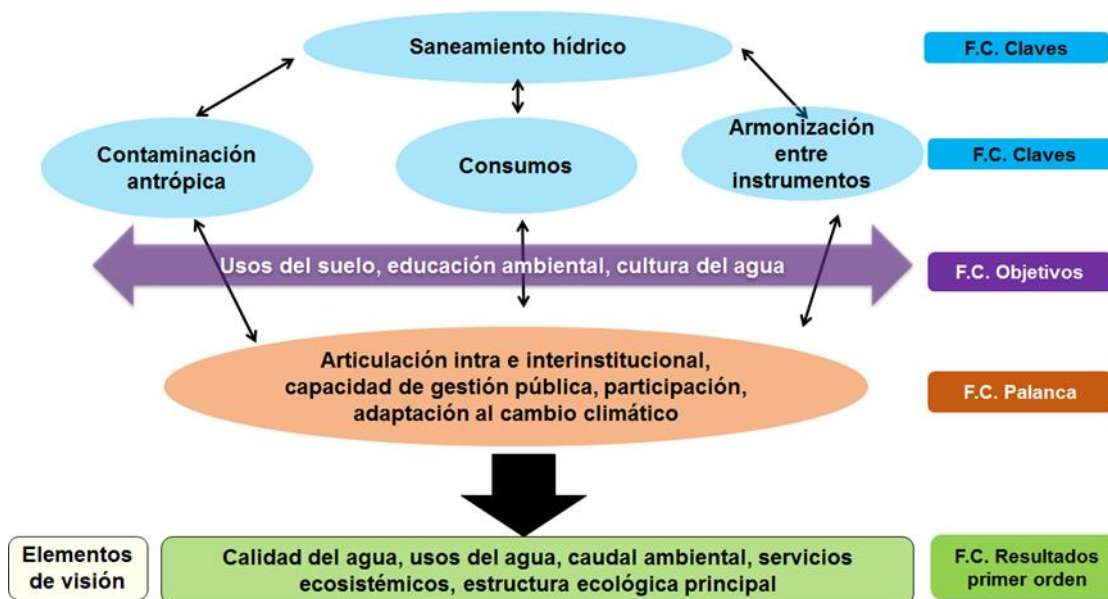


Figura 40. Sistema de relaciones a partir de resultados obtenidos por la técnica análisis estructural

5.4.6 Interpretación y análisis de los resultados para el diseño del escenario apuesta

La planeación por escenarios propone trascender la realidad por medio de actos de innovación, creatividad e imaginación, mediante una reflexión sobre la misma. Es eminentemente participativa y conjuga convergencias de deseos, expectativas e intereses de los actores en función de un futuro deseado, con una temporalidad específica y una trayectoria que permita reflejar la estrategia. En este sentido, es necesario precisar que el

cumplimiento del escenario está sujeto a las condiciones y a las capacidades que tengan las instituciones, en este caso, ambientales y/o territoriales para desarrollarla, desde el enfoque de la gestión pública ambiental.

Este proceso se fundamentó en los resultados obtenidos a partir de los talleres descentralizados que se realizaron con actores locales, del taller con expertos y del taller con el equipo técnico del convenio, a través de las técnicas del ábaco de Regnier, el análisis estructural y el mapeo y análisis de actores, respectivamente. Realizadas estas actividades, se procedió a interpretar los resultados, los cuales se sintetizan en la herramienta conocida como la acrópolis, esquematizada en la Figura 41.

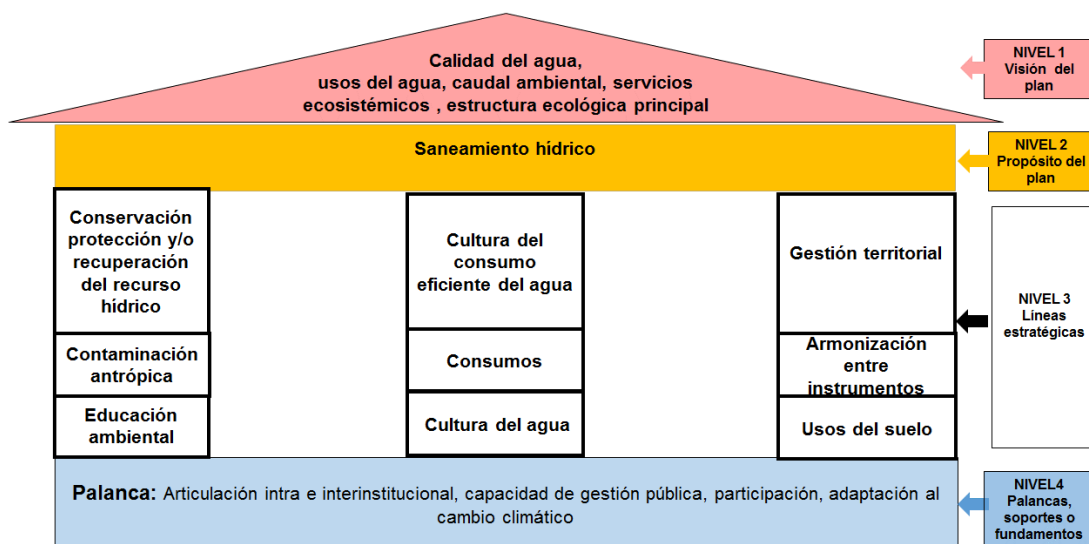


Figura 41. Esquema estratégico para la construcción del escenario apuesta

De abajo hacia arriba, el nivel cuatro (4), llamado palancas, soportes o fundamentos, expresan las bases para construir los demás niveles; allí se ubicaron los factores de cambio articulación intra e interinstitucional, capacidad de gestión pública, adaptación al cambio climático y participación y comunicación.

Es preciso entender que el anterior nivel hace las veces de palancas, soportes o fundamentos para el nivel tres (3), llamado líneas estratégicas, que a su vez, representan los pilares del proceso, que coherentemente, se convierten en criterios de actuación para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH-del río Aburrá-Medellín. Con este enfoque, se construyeron tres líneas que son: 1) conservación, protección y/o recuperación de recurso hídrico, 2) cultura del consumo eficiente del agua y 3) gestión territorial, con base en las cuales se busca garantizar la consecución del resultado del nivel dos (2).

El nivel dos (2), llamado propósito del plan, es la viga sobre la cual se soporta el impacto esperado; de acuerdo con los resultados del ejercicio, allí se ubicó el factor de cambio saneamiento hídrico, que tanto en la técnica de Ábaco de Regnier, como en el análisis



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



estructural, afloró como el factor de cambio más movilizador y que a su vez provoca efecto sobre el nivel uno (1), que es donde se sitúa la visión del PORH del río Aburrá-Medellín. Así, se encontró que en el nivel uno (1) se ubicó los factores de cambio calidad del agua, usos del agua, caudal ambiental, servicios ecosistémicos y estructura ecológica principal. Estos son factores que tienen que ver con la temática ambiental en términos de gestión de la oferta, la demanda y la calidad del recurso hídrico.

El producto culmen del análisis prospectivo es la construcción del escenario deseado y viable o **escenario apuesta**. De conformidad con los resultados anteriores, a continuación se presenta la narrativa que se construyó para dicho escenario apuesta, en el que se circunscribe la construcción de la visión de futuro, en el marco del actual proceso hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH- del río Aburrá-Medellín.

Escenario apuesta: “Todos juntos por el río”

La planeación por escenarios propone trascender la realidad por medio de actos de innovación, creatividad e imaginación, reflexionando sobre la misma. Es eminentemente participativa y conjuga convergencias de deseos, expectativas e intereses de los actores en función de un futuro deseado, con una temporalidad específica y una trayectoria que permita reflejar la estrategia. En este sentido, es necesario precisar que el cumplimiento del escenario está sujeto a las condiciones y a las capacidades que tengan las instituciones, en estos casos ambientales y/o territoriales, para desarrollarla, desde el enfoque de la gestión pública ambiental. A continuación, se presenta la narrativa del escenario apuesta en el que se circunscribe la construcción de la visión de futuro, en el marco del actual proceso hacia la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH- del río Aburrá-Medellín.

ESCENARIO APUESTA: “TODOS JUNTOS POR EL RÍO”

Hoy, en el año 2030, es necesario recordar que el río Aburrá-Medellín ha sido un eje articulador del desarrollo metropolitano, como lugar de acontecimientos urbanos, corredor de movilidad, de servicios vitales para la región metropolitana y núcleo de industrialización. El pasado de este ecosistema acuático estuvo marcado por actividades humanas que lo deterioraron y pusieron en peligro su sostenibilidad.

Ante esta situación, la sociedad metropolitana del valle de Aburrá declaró, mediante acuerdo pactado desde los sectores público, privado y social, el compromiso con el proceso de ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín, con miras a su recuperación y sostenibilidad. Este acuerdo incentivó la intervención integral de la corriente de agua para garantizar las condiciones de calidad, cantidad y regulación favorables al sostenimiento de la estructura ecológica principal y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos necesarios para la conservación de la biodiversidad y la satisfacción de necesidades humanas, en aras de lograr el disfrute de los usos potenciales del agua estimados para las condiciones propias de cada uno de los tramos del río identificados en el territorio.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Un elemento fundamental en el ordenamiento del río Aburrá-Medellín, en términos de calidad, ha sido el desarrollo de una infraestructura de saneamiento hídrico que ha permitido avanzar en la recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales, en especial en el norte del valle de Aburrá. Lo anterior se fundamentó en la intervención y saneamiento realizados a afluentes priorizados en función de indicadores de su estado de contaminación, como las quebradas Doña María, La Picacha, La Altavista, La Hueso, Santa Elena, La Iguaá, La García y El Hato, entre otras, dados sus aportes de aguas de deficiente calidad al río, lo cual generó una ruptura histórica en cuanto al mejoramiento de la calidad y al manejo eficiente y eficaz del recurso hídrico.

En este punto, el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, ajustado a los objetivos de calidad del río, a la fecha, con sus coberturas en áreas donde no llegaba el servicio, ha sido un instrumento que ha contribuido de manera significativa al avance del saneamiento del río, mediante la implementación de programas y proyectos encaminados a la optimización de los niveles de eficiencia de la infraestructura de saneamiento tanto en la zona rural como en las áreas de expansión urbana.

Tres estrategias han permitido la consolidación de este proceso alrededor del río: 1) El avance en la incorporación de la cultura del consumo eficiente y racional del agua en los diversos sectores de la sociedad metropolitana; 2) La decisión de establecer la conservación, protección y/o recuperación del recurso hídrico como prioridad ambiental y 3) Los acuerdos interinstitucionales para la gestión territorial.

En correspondencia, se promovió **una nueva cultura del agua, cuyo énfasis estuvo en el consumo racional, uso eficiente y responsable del agua** y una adecuada gestión de los vertimientos, con el fin de generar conciencia sobre la importancia de conservar, recuperar y hacer uso sostenible del recurso hídrico como un bien natural finito y agotable, a partir del desarrollo de buenas prácticas y hábitos favorables al cuidado del agua; con logros en la disminución del consumo y la contaminación por vertido de residuos líquidos y de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales a las corrientes que integran la red hídrica. Dicha promoción se apuntaló en la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal y no formal, con proyectos educativos institucionales y universitarios ajustados desde una perspectiva de transversalidad y en clave de interdisciplinariedad, al tenor de las pautas requeridas para la construcción de currículos integrados en torno al manejo adecuado del agua y contextualizados a los territorios locales de la región metropolitana del valle de Aburrá, en función de propósitos pedagógicos y con un enfoque de gestión ambiental sistémica y participativa. Esto condujo a la implementación de procesos y tecnologías de ahorro y uso eficiente del recurso, optimización de sistemas de captación, conducción, tratamiento y distribución, minimización de pérdidas, disminución de la ilegalidad de usuarios que captan y vierten agua, cumplimiento de los estándares de calidad de vertimientos en concordancia con los objetivos de calidad definidos para el río, de tal manera que la recuperación de la calidad del agua dio lugar a un espectro más diverso de oferta y por ende de usos más seguros del recurso.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



La conservación, protección y/o recuperación de recurso hídrico también se soportó en la articulación de los escenarios educativos formal, no formal e informal, con acento especial en la los ámbitos comunitarios, institucionales, empresariales y de los medios masivos y alternativos, donde las estrategias de divulgación y comunicación, concebidas desde las intencionalidades formativas de lo educativo ambiental y mediante procesos de sensibilización y concientización, permitieron las movilizaciones de pensamiento necesarias para forjar cosmovisiones, construir imaginarios colectivos, cambiar actitudes, desarrollar aptitudes y transformar comportamientos, al compás de la promoción y fortalecimiento de buenas prácticas ciudadanas orientadas a la sostenibilidad del río.

A partir de estos avances se pudo responder, a través de acciones preventivas y correctivas, a las principales causas de amenaza y riesgo de derrames accidentales, cualificar la planificación y ejecución de planes de contingencia frente algunos eventos peligrosos y se logró disminuir la contaminación por parte de los diferentes sectores que, de manera directa o indirecta, contaminaban el río. Así mismo, permitió un avance en la adaptación de los usuarios del recurso hídrico a las condiciones de un clima cambiante, mediante su compromiso con el logro de mejores condiciones ecosistémicas, a través de acciones para la restauración ecológica, captura de carbono y ahorro del agua, lo cual redundó en mayor resiliencia de cara a la variabilidad climática e hidrológica, reducción de las presiones sobre la demanda de aguas de otras cuencas e incursión en prácticas alternativas de re-uso de aguas servidas.

En cuanto a **la gestión territorial**, se generaron condiciones de articulación y acuerdos entre actores, como entidades territoriales, autoridades ambientales, organismos de control, veedurías ciudadanas, organizaciones sociales, academia, concejos municipales, empresas prestadoras de servicios públicos y ciudadanía en general que, de manera directa o indirecta, promovieron la gestión integral del recurso hídrico desde sus competencias y funciones legalmente establecidas.

En consonancia con la normatividad ambiental, con las zonas de protección establecidas en el POMCA del río Aburrá-Medellín y con la incorporación de determinantes ambientales de ordenamiento territorial a las dinámicas de expansión urbana, en el Aburrá norte la recuperación y saneamiento del río es un acuerdo que motiva la acción pública y social; en el Aburrá sur la protección y conservación de los ecosistemas vitales para la sostenibilidad del río es un imperativo de la gestión del agua; y, en el Aburrá centro, el fortalecimiento de la institucionalidad y el modelo de ocupación del suelo son factores por los que hay un consenso de actuación.

La consolidación de la gobernanza y la gobernabilidad para la gestión del recurso hídrico permitió el incremento de la participación de actores en la planeación, ejecución y control de la gestión integral del agua, la armonización de instrumentos normativos y de planificación (POMCA, PORH, PSMV, POT, entre otros), la coordinación de funciones entre la institucionalidad, la obtención de resultados de manera planificada, la incorporación de instrumentos de largo plazo en la planeación municipal, y de esta manera, dio lugar a las sinergias requeridas para un uso coordinado y adecuado del suelo, a tono con las dinámicas territoriales y el modelo de ocupación que necesita la región para su sostenibilidad en el



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



tiempo, con base en la conservación, protección y/o recuperación de los ecosistemas que integran la estructura ecológica principal y sus servicios ecosistémicos, en tanto apuesta para la construcción de los equilibrios dinámicos inherentes al propósito de diversificación de usos del río Aburrá-Medellín.

Consecuentemente, el río Aburrá-Medellín está en proceso de recuperación y se implementan acciones sistemáticas a través de la gestión integral, uso eficiente, consciente y eficaz del recurso hídrico, armonizado al modelo de desarrollo de un territorio que, a partir de la planificación urbano regional, conserva, protege y/o recupera los ecosistemas que mejoran la oferta hídrica y las condiciones ambientales para las generaciones futuras, gracias a la concepción del agua como factor estratégico para la calidad de vida y el bienestar social, bajo un enfoque participativo, incluyente y equitativo.

La construcción colaborativa de las visiones compartidas de sostenibilidad del río Aburrá-Medellín ha sido el punto de partida para acometer la gestión integral del agua en un horizonte de valoración y apropiación del recurso hídrico, con base en la implementación mancomunada de acciones estructurales y no estructurales cuyo resultado es un río en franca recuperación y reconocido por los habitantes del valle de Aburrá como un bien ambiental, colectivamente reconstruido, al compás de la transformación hacia una nueva cultura del agua y hacia un nuevo ciudadano metropolitano.

6 IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL AGUA PARA EL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN

Un uso del agua se refiere a la utilización del agua para el desarrollo de diferentes actividades socioeconómicas (consumo doméstico, industriales, agropecuarias, recreativas, entre otras). Estos usos pueden ser consuntivos o no consuntivos. Los usos consuntivos se asocian con la extracción o consumo de agua desde su fuente de origen (ríos, lagos y aguas subterráneas), mientras que los no consuntivos o no extractivos son los usos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua, sin extracción o consumo del recurso (Ministry of Supply and Services Canada, 1993; US Government, s/f; Valls, 1980).

Por su parte, un uso potencial del agua se asocia con un uso deseable, ideal o soñado bajo un escenario del “deber ser...” que se espera tenga una corriente o tramo para garantizar las condiciones de calidad, cantidad y regulación favorables para la sostenibilidad ambiental (Betancur, T., Campillo, A., & García, V., 2011).

La identificación de los usos potenciales del agua para el río Aburrá – Medellín se deberá inscribir dentro de los usos del agua establecidos en el Decreto 3930 de 2010 y el Decreto 1076 de 2015 (Tabla 36).



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 36. Usos del agua de acuerdo al marco normativo vigente

Uso	Descripción
Uso para consumo Humano y Doméstico	Se refiere a la utilización del agua en actividades tales como: Bebida directa y preparación de alimentos para consumo inmediato. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales y utensilios. Preparación de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución, que no requieran elaboración.
Preservación de Fauna y Flora	Corresponde a la utilización del agua en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos.
Agrícola	Comprende la utilización del agua para irrigación de todo tipo de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.
Pecuario	Corresponde al agua que se utiliza para el consumo del ganado en sus diferentes especies y demás animales, así como para otras actividades conexas y complementarias.
Recreativo	Primario: Corresponde a la utilización del agua para actividades como: la natación, buceo y baños medicinales. Hay contacto directo con el agua y probabilidad de ingestión.
	Secundario: Corresponde a la utilización del agua para actividades tales como: los deportes náuticos y la pesca. No hay contacto directo con el agua y la ingestión del agua es por accidente.
Industrial	Comprende la utilización del agua en actividades tales como: procesos manufactureros de transformación o explotación, así como aquellos conexas y complementarios, generación de energía, minería, hidrocarburos, fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares, elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución. De acuerdo con el decreto 3930 de 2010, el uso de agua para la minería (incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que involucran el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie (Congreso de Colombia, 2001) se incorpora dentro del uso industrial, por tanto las actividades como la extracción de material de arrastre, extracción de material de playa o de áridos se incorporarán dentro del uso del agua para la minería quedando inmerso dentro del uso industrial.
Estético	Corresponde al uso del agua para la armonización y embellecimiento del paisaje.
Pesca, Maricultura y Acuicultura	Corresponde a la utilización del agua en actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas en los que se desarrollan estas actividades.
Navegación y Transporte Acuático	Se entiende por uso del agua para transporte su utilización para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales por contacto directo.

Como consideración relevante para la identificación de los usos potenciales en el río Aburrá – Medellín en la fase de prospectiva, se requiere tener en cuenta que este ejercicio no parte de cero, es decir, que en el marco del convenio RedRío fase III, se consolidó un documento de referencia para el PORH del río Aburrá-Medellín, donde se identificaron los usos potenciales en los horizontes de corto, mediano y largo plazo, de acuerdo con las condiciones que se tenían en ese momento (2010). Esta información sirvió de soporte técnico para la promulgación, por parte del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, de la Resolución Metropolitana 002016 de 2012, que establece los objetivos de calidad para el río Aburrá-

Medellín a 2022. En este sentido, los usos potenciales para el río Aburrá-Medellín se identificaron atendiendo a lo planteado en la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH- (2014), así como a otras consideraciones importantes de acuerdo con las condiciones propias de un río antropizado que está sujeto a ordenación, en este caso, el “río Aburrá-Medellín”. En la Figura 42 se presentan los aspectos tenidos en cuenta en el ejercicio de identificación de los usos potenciales del agua del río.

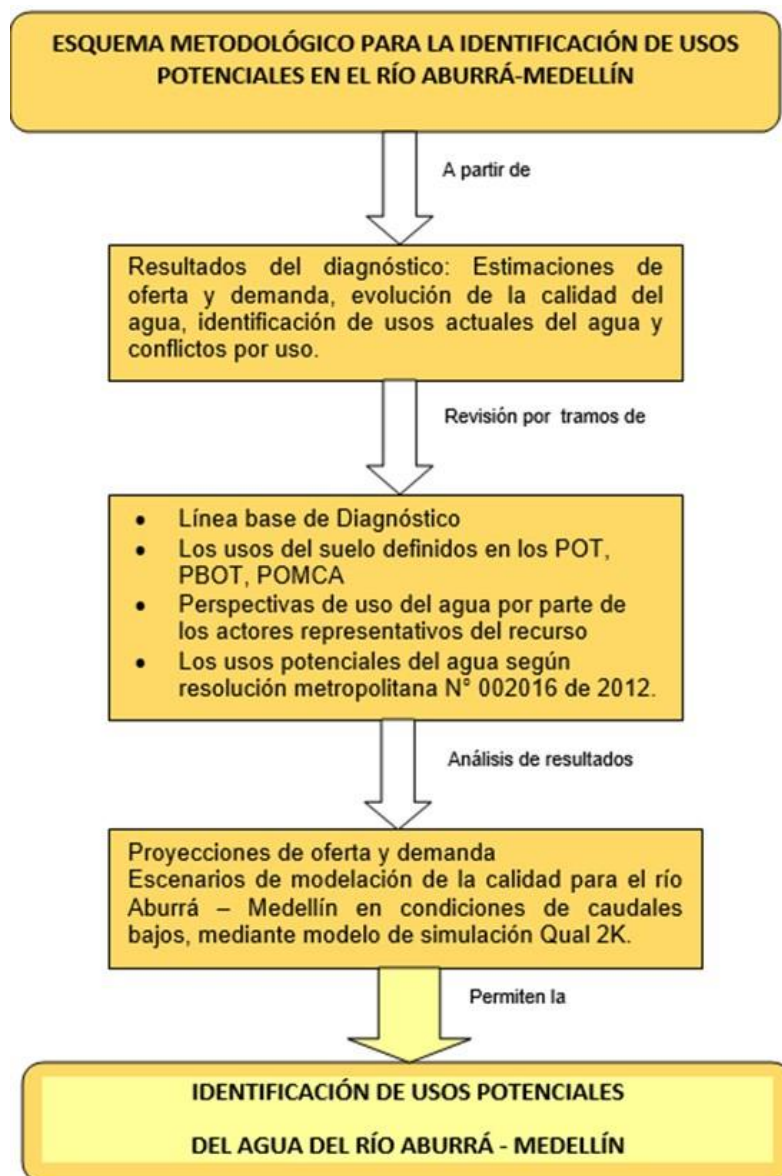


Figura 42. Esquema metodológico para identificación de los usos potenciales para el río Aburrá – Medellín



6.1 REVISIÓN DE LOS RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

En el documento de elementos de diagnóstico del PORH del río Aburrá–Medellín fase V (2015), se presentó el detalle de cada uno de los aspectos de estimaciones de oferta y demanda, evolución de la calidad del agua, identificación de los usos actuales del agua y conflictos por uso; esta información sintetizada se incluye de igual manera en este documento en el numeral 2.4 SÍNTESIS DE LA FASE DIAGNÓSTICA. A partir de ello, se tuvo un insumo clave para establecer los usos actuales del agua, que una vez identificados y sumados al análisis de las características físicas, químicas y bióticas, coberturas de usos del suelo y aspectos socioeconómicas del entorno, permitieron identificar y proponer los usos potenciales del recurso en función de sus condiciones presentes y los conflictos existentes.

El conocimiento de las dinámicas propias del río Aburrá-Medellín, de las condiciones de la oferta y la calidad del recurso y el reconocimiento de los usos actuales son fundamentales para proponer usos potenciales del agua, acordes con las particularidades de la cuenca. En particular, es importante considerar la segmentación del río en siete (7) tramos, en referencia a los criterios descritos en el aparte 2.4.1.

En la fase de prospectiva, se realizó un ajuste a la delimitación de los dos primeros tramos, con relación a los presentados en la fase de diagnóstico y en la Resolución Metropolitana 002016 de 2012, esto con base en dos premisas. La primera, dejar la zona declarada de reserva ecológica bajo Acuerdo Municipal N°05 del 13 de mayo de 2001 del municipio de Caldas como un tramo independiente, donde se prioricen los usos ya establecidos por su condición de reserva: preservación de fauna y flora y uso estético. La segunda consideración es incluir un primer tramo desde el límite de la zona de reserva ecológica hasta la Estación San Miguel. En consecuencia, el tramo dos (2) iría desde la Estación Miguel hasta la Estación Primavera, de tal manera que la estación San Miguel se convierta en estación de inicio y cierre de tramo, dada su importancia en la red de monitoreo RedRío, por presentar las mejores condiciones de calidad de agua, atributo que la convierte en punto de referencia fundamental para la lectura de la evolución de la calidad del agua en el eje longitudinal del río Aburrá – Medellín.

Los tramos ajustados serían los presentados en la Tabla 37 y la Figura 43.

Tabla 37. Tramos propuestos en la fase prospectiva río Aburrá-Medellín.

TRAMO	Descripción
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ALTO DE SAN MIGUEL	Zona declarada de reserva ecológica, mediante Acuerdo Municipal N°05 del 13 de mayo de 2001 en el municipio de Caldas (Mio Río Medellín, 2009). Por tanto, es fundamental garantizar la preservación de la fauna y la flora en este tramo; esto hace necesario que se propenda por mantener buenas condiciones de calidad de agua.
TRAMO 1. LÍMITE ZONA DE RESERVA - SAN MIGUEL	En este tramo se observan cambios con respecto a la zona de reserva ecológica, las condiciones de calidad del agua son buenas, además se presenta uso recreativo primario en el Parque Ecológico Recreativo del Alto de San Miguel.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



TRAMO	Descripción
TRAMO 2. SAN MIGUEL – PRIMAVERA	Se presentan buenas condiciones de calidad, las cuales vienen siendo amenazadas por una tendencia al deterioro progresivo, producto de actividades como la extracción de material de playa, descargas directas de aguas residuales por viviendas construidas en las márgenes del río, lavado de vehículos, turismo y explotación forestal, lo cual se soporta con las mediciones que se han obtenido a lo largo del proyecto RedRío. También se dan aportes de quebradas que presentan afectaciones por aguas residuales como La Mina y La Salada.
TRAMO 3. PRIMAVERA – ANCÓN SUR	Se caracteriza por el crecimiento urbano dado que corresponde a una zona de expansión e intensificación de la densificación poblacional, que lleva aparejado el crecimiento industrial y comercial en esta zona. Adicionalmente, es un punto de referencia para determinar el desempeño de la PTAR San Fernando.
TRAMO 4. ANCÓN SUR – AULA AMBIENTAL	En este tramo inicia la canalización y rectificación del cauce del río, se evidencian usos homogéneos del agua en los que priman la recepción y transporte de aguas residuales y la consolidación de actividades urbanas; es decir, zona altamente urbanizada e industrializada. En el tramo en cuestión, se presenta la descarga de la PTAR San Fernando, como también vertimientos directos sobre la corriente y la confluencia de quebradas con calidad de agua regular-mala (Doña María, La Aguacatala, La Presidenta, La Ayurá, La Altavista, La Hueso y La Iguaná).
TRAMO 5. AULA AMBIENTAL – ANCÓN NORTE	Presenta las condiciones más críticas de calidad del agua, por efecto de la acumulación de carga orgánica, dado que en el sector se asienta alrededor de un 95% de la población que habita la cuenca. Zona altamente urbanizada, descarga de interceptores oriental y occidental de Medellín, se reciben vertimientos directos sobre la corriente y la confluencia de quebradas con calidad del agua regular a mala como: El Molino, La Bermejala, La Rosa, La Seca, La Madera, El Hato, La García, entre otras. Con la definición de este tramo se pretende tener un referente que permita evaluar el impacto que se generará una vez entre en operación la PTAR Aguas Claras y se realicen las obras de saneamiento sobre algunas quebradas ubicadas en dicha zona como lo son: La Rosa, La Herrera, Cañada Negra, La García y La Madera.
TRAMO 6. ANCÓN NORTE – PAPELSA	En este tramo se pretende analizar y evaluar el cambio de las condiciones de calidad del agua una vez el río inicia su paso por zonas menos urbanizadas y se presentan usos diferentes al tramo anterior. Es de especial interés en este trayecto, la evaluación de los efectos que suceden en el río una vez se reciben aguas de los excedentes de La Tasajera y quebradas afluentes de mejor calidad que favorecen la capacidad de dilución. Existen áreas extensas dedicadas a la agricultura y la ganadería, con reservas para el crecimiento metropolitano. Adicionalmente, en los últimos años ha venido en aumento el desarrollo industrial en la zona.
TRAMO 7. PAPELSA – PUENTE GABINO	En este tramo se da un cambio significativo de las actividades socioeconómicas, se dejan las actividades industriales para dar paso al desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, o mineras; en ciertos sectores prima el uso urbano de baja densidad y las actividades rurales: Con respecto al uso del recursos agua, ingresan en este tramo afluentes con condiciones de calidad más favorables que en los tramos centrales. Adicionalmente, las condiciones hidráulicas del río cambian, se favorece la re-aireación y por ende se crean condiciones para degradación (oxidación) de la materia orgánica transportada.

Es importante anotar, que en la fase prospectiva, de acuerdo con los planteado arriba, se seguirá hablando de siete (7) tramos; esto sustentado en que el tramo correspondiente a la zona de reserva es de tratamiento especial y se asumiría como un tramo de referencia o tramo cero (0).

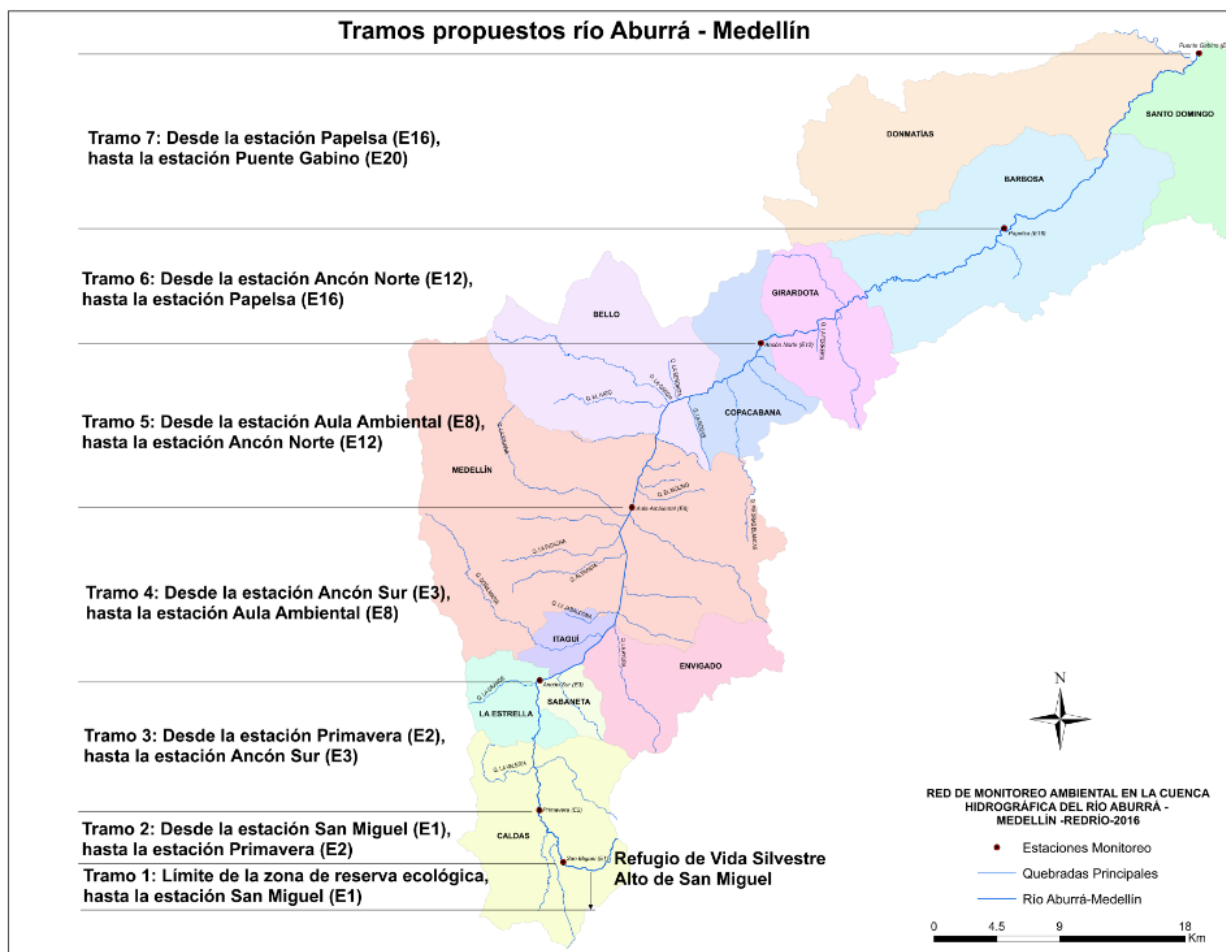


Figura 43. Tramos propuestos en la revisión de objetivos de calidad del río Aburrá-Medellín (2016)

6.2 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN POR TRAMOS

Teniendo en cuenta lo planteado en la guía técnica para la identificación de usos potenciales y que el río Aburrá – Medellín actualmente se encuentra segmentado en siete (7) se realizó la revisión de la siguiente información para cada uno de los tramos:

- Los usos del suelo definidos en los POT, PBOT, POMCA
- Perspectivas de uso del agua por parte de los actores representativos del recurso
- Los usos potenciales del agua según Resolución Metropolitana N° 002016 de 2012

6.2.1 Revisión de los usos potenciales del suelo definidos en los planes de ordenamiento a lo largo del río Aburrá-Medellín

El proceso de revisión de los planes de ordenamiento a lo largo del río Aburrá-Medellín para la identificación de los usos potenciales del suelo, consideró en primera instancia el reconocimiento de las zonas ubicadas a una distancia de 500 metros en ambos márgenes del río Aburrá-Medellín a su paso por los municipios de Caldas, La Estrella, Envigado, Sabaneta, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa y Santo Domingo. La identificación de los usos potenciales del suelo en cada una de las áreas delimitadas, fue el resultado de la revisión documental y cartográfica de las herramientas técnicas para planificación y ordenamiento del territorio como los POT (Plan de Ordenamiento Territorial), PBOT (Plan Básico de Ordenamiento Territorial), el POMCA (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica) del río Aburrá-Medellín, teniendo en cuenta que este último instrumento tiene mayor jerarquía que los demás instrumentos de planificación. La implementación de una u otra herramienta por cada municipio estuvo sustentada fundamentalmente en la vigencia de cada acto administrativo en particular y su proceso de actualización pertinente. La revisión de estas herramientas de planificación permitió identificar los usos potenciales del suelo, cuya síntesis se consigna en la Tabla 38. Al respecto, es del caso precisar que dichos usos fueron identificados a partir de los POT para los municipios de Sabaneta, Itagüí, Bello, Medellín y Envigado. En el mismo sentido, los municipios de La Estrella, Caldas y Barbosa tienen formulados PBOT que fueron utilizados para el proceso de identificación de los usos potenciales. Particularmente los municipios de Girardota, Copacabana, Don Matías y Santo Domingo, a pesar de tener disponibles los planes de ordenamiento, por su antigüedad hacen que la información más actualizada sobre usos potenciales se encuentren en el POMCA vigente (2006).

Tabla 38. Usos potenciales de suelo a lo largo del río Aburrá-Medellín

	Agropecuario	Forestal productor	Forestal protector	Cultivo permanente	Cultivo transitorio	Pecuario	Zona construida
La Estrella	X	x	X	X	X	x	x
Sabaneta	X	x	X	X		x	x
Envigado				X			x
Itagüí							x
Medellín							x
Bello	X	x		X			x
Copacabana	X	x	X	X		X	x
Girardota	X	x	X	X		x	x
Barbosa	X	x		X		x	x
Don Matías	X	x		X		x	x
Santo Domingo		x		X		x	x

Fuente: Elaboración propia con información de diferentes con planes de ordenamiento disponibles para revisión.

Los resultados de la revisión pueden apreciarse gráficamente en la Figura 44.

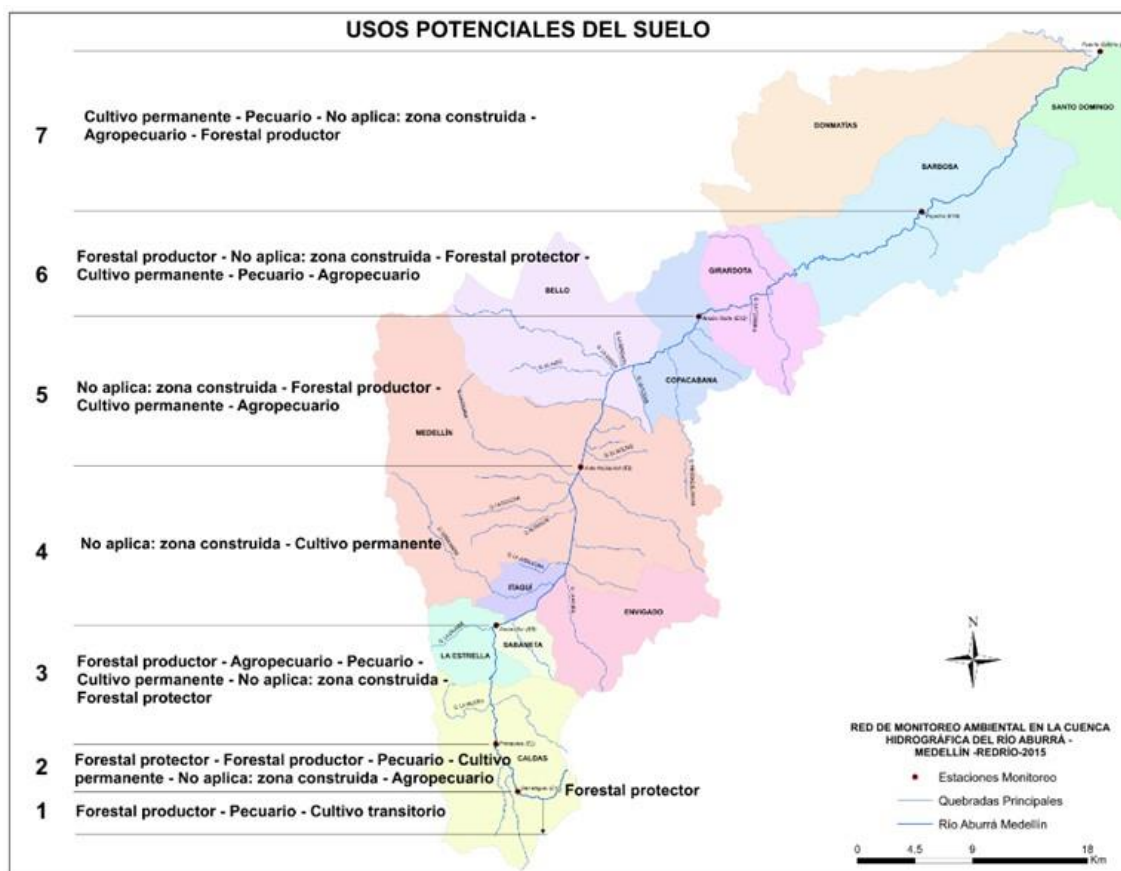


Figura 44. Usos potenciales de suelo a lo largo del río Aburrá-Medellín

Es importante anotar que al presente, el POMCA del río Aburrá-Medellín se encuentra en proceso de actualización. Dado que este instrumento de planificación tiene mayor jerarquía que los POT/PBOT, una vez se tengan las perspectivas del uso del suelo en el POMCA actualizado, los resultados de esta revisión podrían variar, lo cual llevaría a armonizar lo aquí descrito (PORH) con lo planteado en el POMCA.

6.2.2 Perspectivas de usos potenciales del agua por parte de los actores representativos del recurso hídrico del río Aburrá – Medellín

En el marco de la estrategia participativa del PORH se realizaron talleres con los actores clave asociados al recurso hídrico del río Aburrá – Medellín, dónde se les indagó acerca de los usos potenciales del agua, desde sus representaciones e imaginarios, para la planificación y uso sostenible del río Aburrá – Medellín. Los usos potenciales identificados por los actores en los talleres participativos para cada horizonte trazado a corto, mediano y largo plazo se presentan en la Tabla 39.

Tabla 39. Resultados de percepciones de usos potenciales del agua para el río Aburrá – Medellín por parte de los actores representativos del recurso hídrico

Tramos	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
1	- Preservación de fauna y flora - Estético - Consumo humano y doméstico	- Preservación de Fauna y Flora - Estético - Consumo humano y doméstico	- Preservación de fauna y flora - Estético - Consumo humano y doméstico
2	- Preservación de fauna y flora - Pecuario - Estético - Recreativo primario - Recreativo secundario - Industrial - Consumo humano y doméstico	- Preservación de fauna y flora - Estético - Recreativo primario - Agrícola - Pecuario - Industrial - Consumo humano y doméstico	- Recreativo secundario - Estético - Industrial - Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario
3	- Preservación de fauna y flora - Consumo humano y doméstico. - Industrial - Agrícola - Estético - Recreativo secundario	- Agrícola - Recreativo secundario - Estético - Preservación de fauna y flora - Industrial - Consumo humano y doméstico	- Agrícola - Recreativo secundario - Estético - Preservación de fauna y flora - Industrial - Consumo humano y doméstico
4	- Industrial	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético
5	- Preservación de fauna y flora - Industrial	- Preservación de fauna y flora - Industrial	- Agrícola - Recreativo secundario - Navegación y transporte - Industrial - Preservación de fauna y flora - Estético
6	- Industrial - Agrícola - Recreativo secundario - Preservación de fauna y flora - Estético	- Preservación de fauna y flora - Agrícola - Recreativo secundario - Estético - Industrial - Pecuario	- Agrícola - Estético - Recreativo secundario - Preservación de fauna y flora - Industrial - Pecuario
7	- Industrial - Preservación de fauna y flora	- Industrial - Pecuario - Agrícola - Preservación de fauna y flora	- Industrial - Pecuario - Agrícola - Recreativo primario - Estético

A partir de la identificación de los usos potenciales por parte de los actores consultados, se abrió un espacio para que los actores propusieran las acciones de intervención que consideraran necesarias para lograr los usos soñados o visualizados desde sus perspectivas, evidenciándose una coincidencia de visiones, especialmente en temas relacionados con la educación y la sensibilización ambiental; la normatividad en cuanto a su difusión, aplicación y control; y cumplimiento de planes de ordenamiento territorial. Se plantearon acciones muy concretas relacionadas con las zonas de nacimiento, los retiros del río y sus quebradas afluentes hacia la restauración y conservación ecológica, enfocada a programas de

reforestación. Los actores manifestaron especial interés en las acciones que tienen que ver con el saneamiento de los afluentes, control a las cargas contaminantes, construcción de colectores en los puntos más críticos y normatividad que permita mantener las condiciones logradas.

6.2.3 Los usos potenciales del agua según la Resolución Metropolitana N° 002016 de 2012

Con base en la Resolución Metropolitana N° 002016 de 2012, que contempla los usos potenciales del agua vigentes para el corto, mediano y largo plazo en la jurisdicción del Área Metropolitana de Valle de Aburrá, se realizó la revisión de los usos allí consignados, los cuales se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40. Usos potenciales del agua según Resolución Metropolitana 002016 de 2012

Tramos	Usos potenciales del agua según Resolución Metropolitana 002016 de 2012		
	Corto Plazo (0 – 2 años)	Mediano Plazo (2 – 5 años)	Largo Plazo (5 – 10 años)
Tramo 3 Primavera - Ancón Sur (10,6 - 21,0)km	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Agrícola -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Agrícola -Recreativo Secundario -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes.
Tramo 4 Ancón Sur - Aula Ambiental (21,0 - 37,1)km	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes.	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes.	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes.
Tramo 5 Aula Ambiental - Ancón Norte (37,1 - 54,4)km	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
Tramo 6 Ancón Norte - Papelsa (54,4 - 80,9)km	-Industrial -Estético -Receptor de transporte de excedentes aguas de generación eléctrica -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Industrial -Estético -Receptor de transporte de excedentes aguas de generación eléctrica -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes	-Industrial -Estético -Receptor de transporte de excedentes aguas de generación eléctrica -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



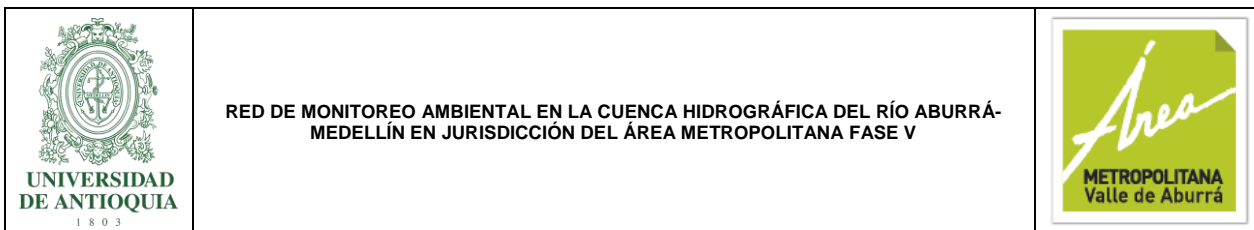
El cotejo entre los usos potenciales del agua expresados en la Tabla 40 y los permitidos en el marco normativo actual (decretos 3930 de 2010 y 1076 de 2015), evidenció que los usos nombrados en la Resolución Metropolitana 002016 de 2012 como “receptor y transporte de vertimientos con el cumplimiento de las normas ambientales vigentes” y como “receptor de excedentes de aguas de procesos de generación de energía eléctrica” para el río Aburrá-Medellín no son compatibles con los establecidos en la normatividad del nivel nacional. Cabe señalar que, según el párrafo único del artículo 9° del Decreto 3930 de 2010, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), dentro de los dieciocho (18) meses, contados a partir de la publicación del este decreto, debió definir nuevos usos, establecer la denominación y definir el contenido y alcance de los mismos, dentro de los cuales podrían incorporarse los usos incompatibles arriba citados.

En este contexto, se realizó la revisión de los objetivos de calidad para el río Aburrá-Medellín, la cual se presenta en detalle en el informe de objetivos de calidad de la fase V del proyecto RedRío. Como hallazgos importantes de la mencionada revisión se tuvieron los siguientes:

- Que no se están cumpliendo los objetivos de calidad establecidos para el río Aburrá-Medellín en los tramos considerados por la Resolución Metropolitana 002016 de 2012 para el mediano plazo (corresponde al período 2014 -2016), lo cual guarda relación con el momento en que se fijaron los objetivos de calidad (2012). En la definición de dichos objetivos, se partió del supuesto que para el mediano plazo estarían construidos los interceptores sur y norte, así como la PTAR Aguas Claras, según información que se proyectaba en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos vigente a esa fecha (PSMV 2005 -2014). Igualmente, el escenario simulado para la calidad de agua en el mediano plazo no contempló la Resolución 631 de 2015 en lo referente a la información de límites máximos de calidad permitidos a los usuarios que vierten agua al río, la cual como es obvio no había sido expedida.
- Los usos potenciales del agua establecidos para el río Aburrá – Medellin no se encuentran armonizados con el marco legal nacional vigente, como consecuencia de la actualización normativa que se ha venido gestando en los últimos seis años en la gestión integral del recurso hídrico en el país.
- Es imperativo proponer nuevos objetivos de calidad para el río Aburrá – Medellin.

Toda la revisión realizada y descrita anteriormente aportó en la identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá-Medellín; no obstante la mirada debe ser integral y coherente con las dinámicas del territorio y con las proyecciones en materia de saneamiento hídrico, así como con las perspectivas de uso sugeridas por los actores, en la medida de lo posible.

Por ello, a partir de la revisión de información por tramos se realizó un cruce y análisis con los resultados de los escenarios de simulación de la calidad del agua en la fase de prospectiva



del PORH, para finalmente identificar los usos potenciales para el río, en coherencia con las condiciones reales de río antropizado y con las proyecciones que se tienen contempladas en los horizontes de planificación: corto plazo (2017 - 2019), mediano plazo (2019 - 2022) y largo plazo (2022 – 2029).

6.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- **Los usos potenciales posibles de acuerdo con los escenarios de simulación de la calidad del agua en la fase de prospectiva del PORH**

A partir de los resultados de los escenarios de simulación de la calidad del agua en la fase de prospectiva del PORH, presentados en el ítem 4.2, puede notarse la evolución de la calidad del agua del río Aburrá – Medellín bajo el planteamiento de diferentes escenarios posibles. Esta fue una herramienta útil en el momento de definir los usos potenciales, dado que el comportamiento de la calidad hídrica presenta estrecha relación con los usos del agua, ya que limita y/o restringe su utilización, lo cual se refleja claramente en el río Aburrá-Medellín.

Este muestra que en la parte alta de la cuenca se presentan mejores condiciones de calidad y los usos del agua son más diversos según la revisión previa realizada, en contraste con los tramos medio y medio bajo con calidades entre regular y muy mala, que presentan usos muy restringidos, para luego seguir a la parte baja de la cuenca que exhibe una leve recuperación de calidad, lo cual permite incluir el uso estético del recurso.

En síntesis, los resultados obtenidos con la modelación de la calidad de agua del río Aburrá – Medellín, están reflejando que a largo plazo (2021- 2029) la posibilidad de mejorar el uso del agua con las obras que se tienen proyectadas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos -PSMV y las reducciones de carga contaminante por parte de las empresas que vierten sobre el río, no es tan visible ni evidente, “lo que nos debe poner a pensar, es decir, durante 13 años que es la duración del PORH, no se va a tener una mejor opción que la que hay hoy. De aquí el llamado a generarse un desarrollo normativo para las corporaciones que están concurriendo en el territorio para poder dar autonomía en la toma de decisiones”.

Los resultados consolidados de la identificación de los usos potenciales del agua de acuerdo con las revisiones realizadas e incorporando los resultados de modelación se presentan en la Tabla 41, Tabla 42 y Tabla 43



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL
ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 41. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el corto plazo (2017 -2019)

CORTO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO ₅ y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ALTO DE SAN MIGUEL	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico 		<ul style="list-style-type: none"> - Forestal protector 	No aplica
TRAMO 1. LÍMITE ZONA DE RESERVA - SAN MIGUEL	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico - Recreativo primario - Recreativo secundario - Pecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Pecuario - Forestal productor - Cultivo transitorio 	No aplica



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



CORTO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO ₅ y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
TRAMO 2. SAN MIGUEL - PRIMAVERA	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Pecuario - Estético - Recreativo primario - Recreativo secundario - Industrial -Consumo humano y doméstico 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal protector - Forestal productor - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Agropecuario 	No aplica
TRAMO 3. PRIMAVERA - ANCÓN SUR	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora -Consumo humano y doméstico. - Industrial - Agrícola - Estético - Recreativo secundario 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal productor - Agropecuario - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Forestal protector 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 4. ANCÓN SUR - AULA AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Cultivo permanente 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



CORTO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO ₅ y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
TRAMO 5. AULA AMBIENTAL - ANCÓN NORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Preservación de fauna y flora 		<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Forestal productor - Cultivo permanente - Agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Estético - Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 6. ANCÓN NORTE - PAPELSA	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Agrícola - Recreativo secundario - Preservación de fauna y flora - Estético - Pecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal productor - No aplica: zona construida - Forestal protector - Cultivo permanente - Pecuario - Agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Estético
TRAMO 7. PAPELSA - PUENTE GABINO	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Preservación de fauna y flora 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivo permanente - Pecuario - No aplica: zona construida - Agropecuario - Forestal productor 	<ul style="list-style-type: none"> - No aplica



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 42. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el mediano plazo (2019 - 2022)

MEDIANO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ALTO DE SAN MIGUEL	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico 		<ul style="list-style-type: none"> - Forestal protector 	No aplica
TRAMO 1. LÍMITE ZONA DE RESERVA - SAN MIGUEL	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico - Recreativo primario - Recreativo secundario - Pecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Pecuario - Forestal productor - Cultivo transitorio 	No aplica



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



MEDIANO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
TRAMO 2. SAN MIGUEL - PRIMAVERA	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Estético - Recreativo primario - Agrícola - Pecuario - Industrial -Consumo humano y doméstico 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal protector - Forestal productor - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Agropecuario 	No aplica
TRAMO 3. PRIMAVERA - ANCÓN SUR	<ul style="list-style-type: none"> - Agrícola - Recreativo secundario - Estético - Preservación de fauna y flora - Industrial -Consumo humano y doméstico 	<ul style="list-style-type: none"> - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal productor - Agropecuario - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Forestal protector 	<ul style="list-style-type: none"> -Agrícola -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales
TRAMO 4. ANCÓN SUR - AULA AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Estético 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Cultivo permanente 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL
ÁREA METROPOLITANA FASE V



MEDIANO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales Resolución Metropolitana 002016 de 2012
TRAMO 5. AULA AMBIENTAL - ANCÓN NORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Industrial 		<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Forestal productor - Cultivo permanente - Agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 6. ANCÓN NORTE - PAPELSA	<ul style="list-style-type: none"> - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Recreativo secundario - Estético - Industrial - Pecuario 	<ul style="list-style-type: none"> - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal productor - No aplica: zona construida - Forestal protector - Cultivo permanente - Pecuario - Agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor de transporte de excedentes aguas de generación eléctrica -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 7. PAPELSA - PUENTE GABINO	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Pecuario - Agrícola - Preservación de fauna y flora 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo humano y doméstico - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivo permanente - Pecuario - No aplica: zona construida - Agropecuario - Forestal productor 	<ul style="list-style-type: none"> No aplica



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Tabla 43. Resumen revisión de información para identificación de los usos potenciales del agua del río Aburrá – Medellín para el largo plazo (2022 - 2029)

LARGO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales del agua
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ALTO DE SAN MIGUEL	- Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico		- Forestal protector	No aplica
TRAMO 1. LÍMITE ZONA DE RESERVA - SAN MIGUEL	- Preservación de fauna y flora - Estético -Consumo humano y doméstico	- Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial	- Pecuario - Forestal productor - Cultivo transitorio	No aplica
TRAMO 2. SAN MIGUEL - PRIMAVERA	- Recreativo secundario - Estético - Industrial -Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario	- Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Agrícola - Pecuario - Recreativo primario - Recreativo secundario - Estético - Industrial	- Forestal protector - Forestal productor - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Agropecuario	No aplica

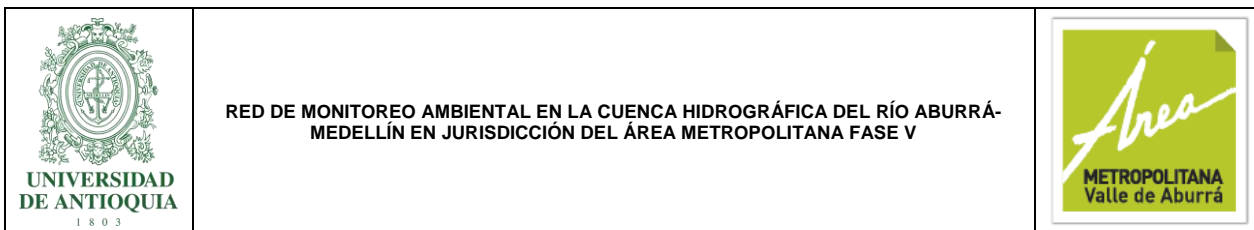
LARGO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales del agua
TRAMO 3. PRIMAVERA - ANCÓN SUR	<ul style="list-style-type: none"> - Agrícola - Recreativo secundario - Estético -Preservación de fauna y flora - Industrial -Consumo humano y doméstico 	<ul style="list-style-type: none"> - Recreativo secundario - Estético - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Forestal productor - Agropecuario - Pecuario - Cultivo permanente - No aplica: zona construida - Forestal protector 	<ul style="list-style-type: none"> -Agrícola -Recreativo Secundario -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 4. ANCÓN SUR - AULA AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial - Estético 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Cultivo permanente 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
TRAMO 5. AULA AMBIENTAL - ANCÓN NORTE	<ul style="list-style-type: none"> - Agrícola - Recreativo secundario - Navegación y Transporte - Industrial -Preservación de fauna y flora - Estético 		<ul style="list-style-type: none"> - No aplica: zona construida - Forestal productor - Cultivo permanente - Agropecuario 	<ul style="list-style-type: none"> -Industrial -Estético -Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



LARGO PLAZO				
Tramos	PERSPECTIVAS ACTORES	Resultados Modelación DBO5 y SST	Usos potenciales del suelo POT/PBOT/POMCA	Usos Potenciales del agua
TRAMO 6. ANCÓN NORTE - PAPELSA	- Agrícola	- Recreativo secundario	- Forestal productor	-Industrial
	- Estético	- Estético	- No aplica: zona construida	-Estético
TRAMO 7. PAPELSA - PUENTE GABINO	- Recreativo secundario	- Industrial	- Forestal protector	-Receptor de transporte de excedentes aguas de generación eléctrica
	-Preservación de fauna y flora		- Cultivo permanente	-Receptor y transporte de vertimientos cumpliendo normas ambientales vigentes
	- Industrial		- Pecuario	
	- Pecuario		- Agropecuario	
TRAMO 7. PAPELSA - PUENTE GABINO	- Industrial	- Consumo humano y doméstico	- Cultivo permanente	No aplica
	- Pecuario	- Recreativo primario	- Pecuario	
	- Agrícola	- Recreativo secundario	- No aplica: zona construida	
	- Recreativo primario	- Estético	- Agropecuario	
	- Estético	- Industrial	- Forestal productor	



Bajo este panorama las tendencias de los resultados obtenidos con la herramienta de modelación de la calidad conducen a concluir:

- Que no se están cumpliendo los usos potenciales vigentes.
- Es necesario destacar, es que para un mismo tramo se establecieron varios usos, sin condiciones de restricción, ello necesariamente refleja un conflicto de usos y de intereses desde el planteamiento mismo.
- Por otro lado los tramos 1,2 y 7 que se encuentran en jurisdicción de Corantioquia y Cornare no cuenta con usos definidos para los transepto de injerencia, salvo los correspondientes en los planes de ordenamiento territorial
- Que se requiere dar énfasis a un proceso de ordenación del recurso desde el componente de calidad de agua, como quiera que se deben desplegar acciones hacia la recuperación del recurso y de su función ambiental.

6.4 USOS POTENCIALES DEL AGUA IDENTIFICADOS PARA EL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN

Una vez identificados los usos actuales del agua, las condiciones de calidad del recurso hídrico, los usos del suelo proyectados en los POT, PBOT y POMCA, las percepciones de usos potenciales del agua por parte de los actores clave del recurso, los usos establecidos en la Resolución 002016 de 2012, los resultados de los escenarios de simulación de la prospectiva obtenidos a partir del modelo Qual 2K, los usos del agua para los cuales se han otorgado las concesiones de agua en el AMVA, los usos estipulados en el Decreto 3930 de 2010 (Artículo 9: Usos del agua), decreto que fue compilado en el Decreto 1076 de 26 de mayo de 2015, (CAPÍTULO 3 ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO Y VERTIMIENTOS SECCIÓN 1 A 8) usos y perspectivas de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas encontradas a partir de las diferentes campañas de monitoreo realizadas en el proyecto RedRío, se tiene que los usos potenciales previstos para el río Aburrá – Medellín, en los diferentes horizontes de planeación, son los presentados en la Tabla 44, Figura 45 y Figura 46.

Tabla 44. Usos potenciales del agua propuestos para el río Aburrá-Medellín

Tramos	Corto Plazo (2017 – 2019)	Mediano Plazo (2019 – 2022)	Largo Plazo (2022 – 2029)
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ALTO DE SAN MIGUEL	- Preservación de fauna y flora - Estético	- Preservación de fauna y flora - Estético	- Preservación de fauna y flora - Estético
TRAMO 1. LÍMITE ZONA DE RESERVA - SAN MIGUEL	- Consumo humano y doméstico - Estético - Pecuario - Agrícola - Recreativo secundario	- Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Estético - Recreativo secundario	- Consumo humano y doméstico - Preservación de fauna y flora - Estético
TRAMO 2. SAN MIGUEL - PRIMAVERA	- Estético - Recreativo secundario - Pecuario	- Estético - Recreativo secundario - Pecuario	- Estético - Recreativo primario** - Recreativo secundario
TRAMO 3. PRIMAVERA - ANCÓN SUR	- Industrial	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético
TRAMO 4. ANCÓN SUR - AULA AMBIENTAL	- Industrial	- Industrial	- Industrial - Estético***
TRAMO 5. AULA AMBIENTAL - ANCÓN NORTE	- Industrial*	- Industrial*	- Industrial* - Estético***
TRAMO 6. ANCÓN NORTE - PAPELSA	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético
TRAMO 7. PAPELSA - PUENTE GABINO	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético	- Industrial - Estético

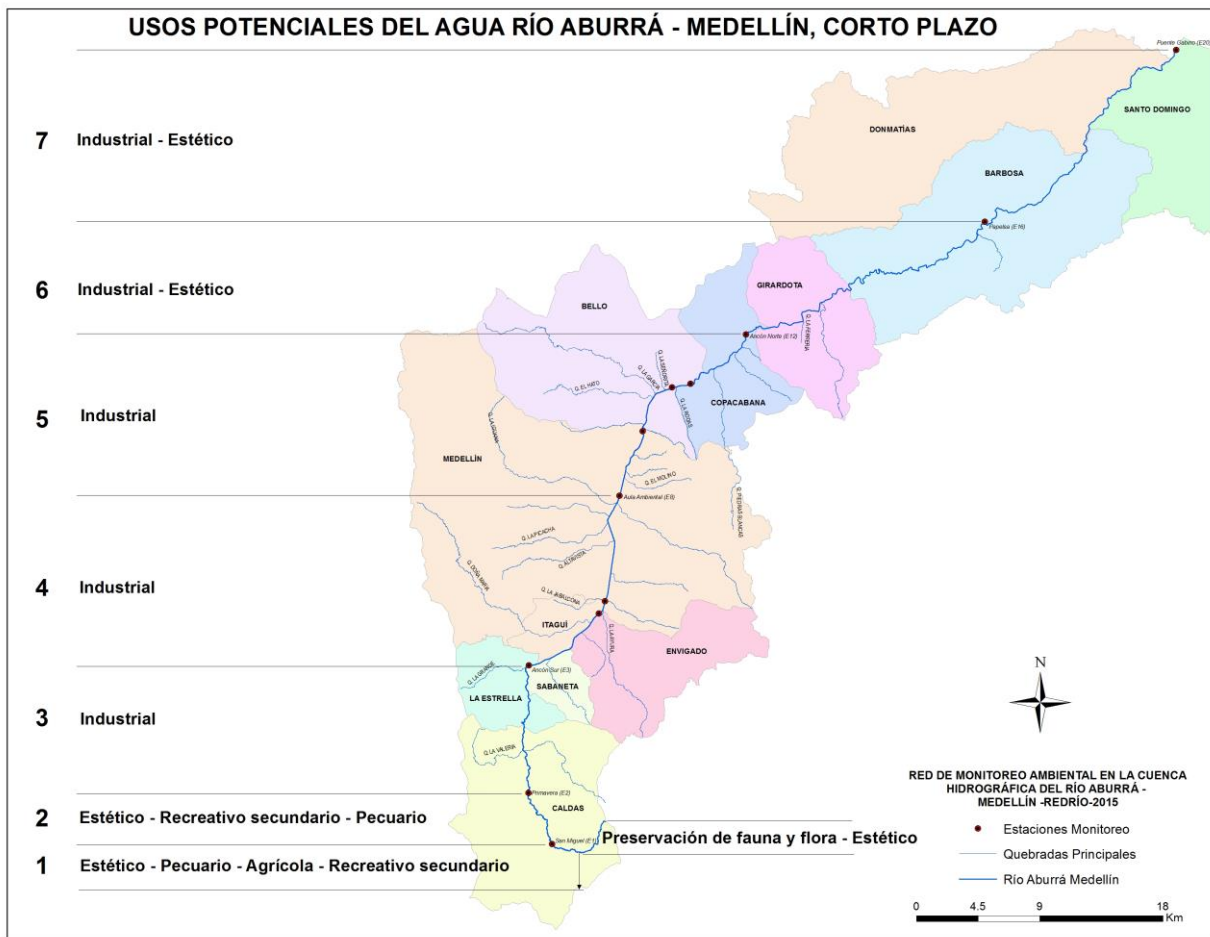


Figura 45. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de corto plazo (2017 – 2019)

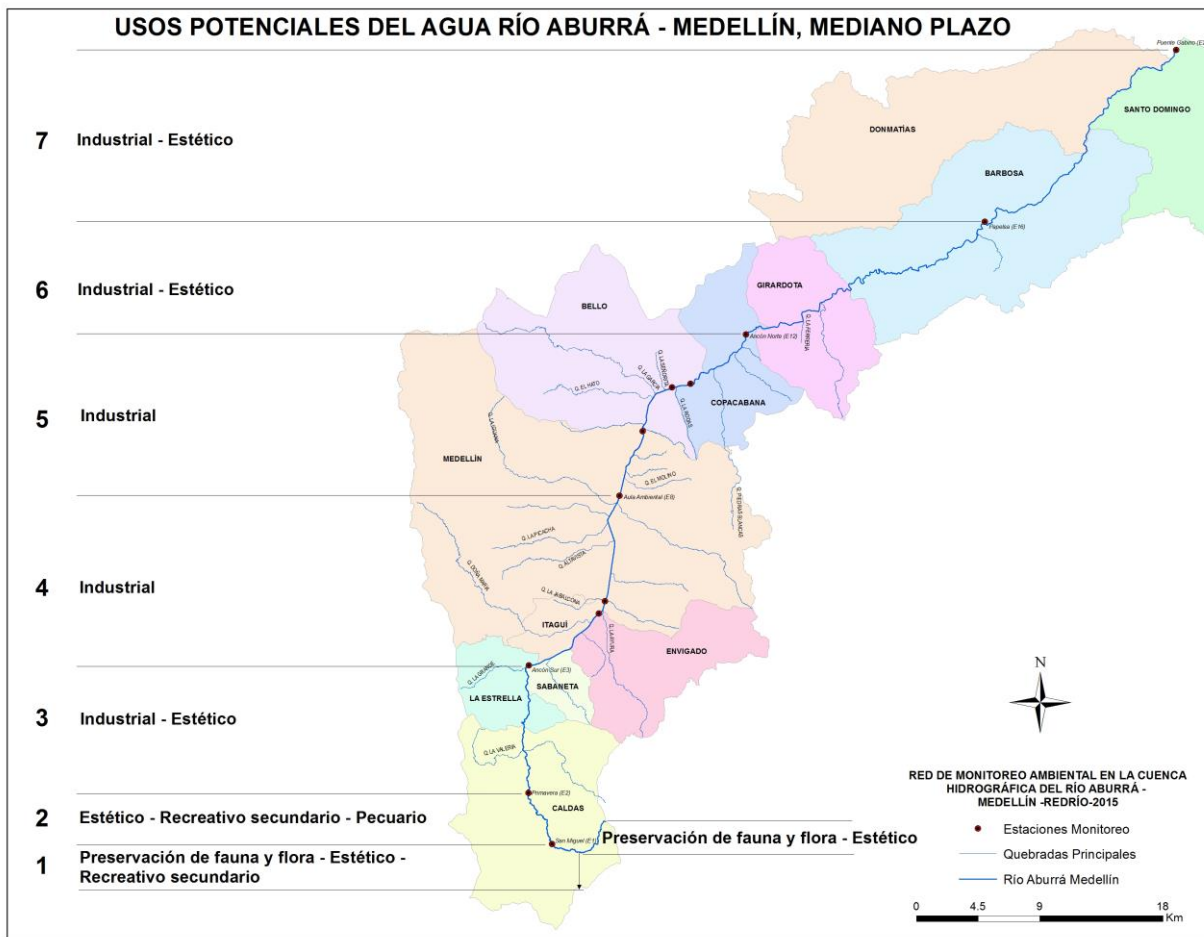


Figura 46. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de mediano plazo (2019 – 2022)

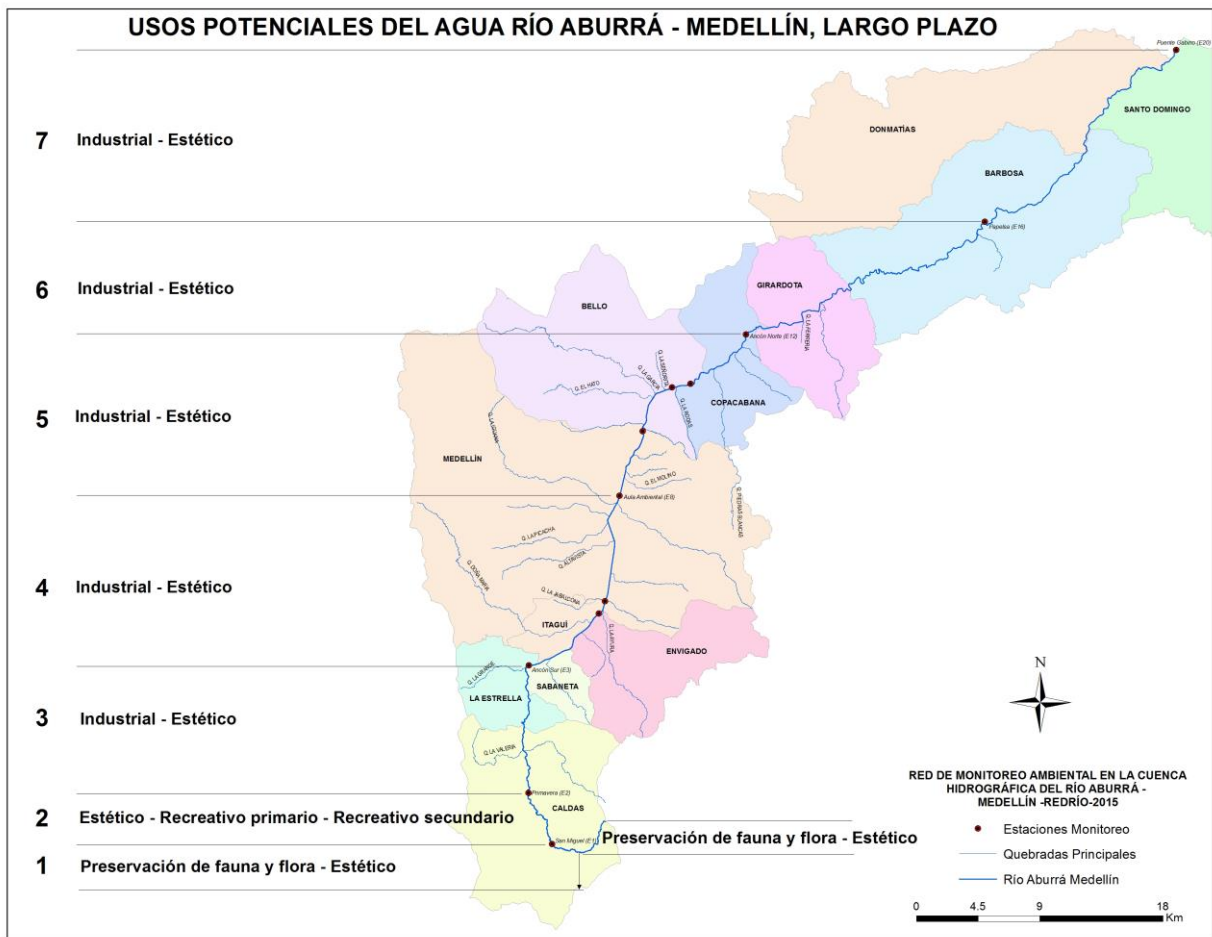


Figura 47. Usos potenciales del agua identificados y propuestos para el río Aburrá – Medellín en el período de largo plazo (2022 - 2029) **CONCLUSIONES**



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



- En la estimación del índice de uso en la cuenca, se observa que a pesar que es capaz de sustentar su demanda en períodos húmedos tanto actualmente como a futuro, lo hace bajo una condición de presión hídrica importante sobre el cauce del río Aburrá – Medellín. Para el período seco y medio, se observa que existen algunos tramos donde la cuenca es capaz de satisfacer su demanda, pero una vez se ingresa en la zona urbana del municipio de Medellín, este comienza a ser insuficiente bajo algunas condiciones de oferta y caudal ambiental consideradas, aquí vale la pena aclarar que se trata de demanda por cantidad y no por calidad, en la que si se avizoran muchas limitaciones por ya descrito, ello significa que para efectos de la población actual y la demanda para otros usos, en pleno y su proyección, la cuenca es insuficiente en cantidad y calidad como para satisfacer su demanda.
- El proceso de planificación participativo, cualificado y satisfactorio, llevado a cabo en esta fase, propone trascender la realidad por medio de actos de innovación, creatividad e imaginación, reflexionando sobre la misma. Sugiere la participación y conjuga convergencias de deseos, expectativas e intereses de los actores en función de un futuro deseado, con una temporalidad específica y una trayectoria que permita reflejar la estrategia. Igualmente, indica que para lograr el escenario sujetarse a las condiciones y capacidades que tengan las instituciones de carácter ambiental y/o territorial, para desarrollarla, desde el enfoque de la gestión pública ambiental.
- Se ratifica el río Aburrá-Medellín como eje articulador del desarrollo metropolitano, como lugar de acontecimientos urbanos, corredor de movilidad, de servicios vitales para la región metropolitana y núcleo de industrialización. El pasado de este ecosistema acuático estuvo marcado por actividades humanas que lo deterioraron y pusieron en peligro su sostenibilidad.
- Ante esta situación, la sociedad metropolitana del valle de Aburrá declaró, mediante acuerdo pactado desde los sectores público, privado y social, el compromiso con el proceso de ordenamiento del recurso hídrico del río Aburrá-Medellín, con miras a su recuperación y sostenibilidad. Por ello para el ordenamiento del recurso, se definen, entre otros, directrices o lineamientos que incorporen:
- La intervención integral de la corriente de agua para garantizar las condiciones de calidad, cantidad y regulación favorables al sostenimiento de la estructura ecológica principal y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos necesarios para la conservación de la biodiversidad y la satisfacción de necesidades humanas, en aras de lograr el disfrute de los usos potenciales del agua estimados para las condiciones propias de cada uno de los tramos del río identificados en el territorio.
- El desarrollo de una infraestructura de saneamiento hídrico que ha permitido avanzar en la recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales, en especial en el norte del valle de Aburrá. Fundamentada en la intervención y saneamiento a afluentes priorizados en función de indicadores de su estado de contaminación, como las quebradas Doña María,



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



La Picacha, La Altavista, La Hueso, Santa Elena, La Iguaná, La García y El Hato, entre otras, dados sus aportes de aguas de deficiente calidad al río, a fin de generar una ruptura histórica en cuanto al mejoramiento de la calidad y al manejo eficiente y eficaz del recurso hídrico.

- El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, ajustado a los objetivos de calidad del río.
- Llevar sus coberturas en áreas donde no llegaba el servicio, como un instrumento que contribuya significativamente al saneamiento del río, mediante la implementación de programas y proyectos encaminados a la optimización de los niveles de eficiencia de la infraestructura de saneamiento tanto en la zona rural como en las áreas de expansión urbana.
- Desarrollo de tres estrategias que consoliden el proceso alrededor del río:
 - 1) El avance en la incorporación de la cultura del consumo eficiente y racional del agua en los diversos sectores de la sociedad metropolitana;
 - 2) La decisión de establecer la conservación, protección y/o recuperación del recurso hídrico como prioridad ambiental y
 - 3) Los acuerdos interinstitucionales para la gestión territorial.
- Promoción de una nueva cultura del agua, con énfasis estuvo en el consumo racional, uso eficiente y responsable del agua y una adecuada gestión de los vertimientos, con el fin de generar conciencia sobre la importancia de conservar, recuperar y hacer uso sostenible del recurso hídrico como un bien natural finito y agotable, a partir del desarrollo de buenas prácticas y hábitos favorables al cuidado del agua; con logros en la disminución del consumo y la contaminación por vertido de residuos líquidos y de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales a las corrientes que integran la red hídrica.
- Inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal y no formal, con proyectos educativos institucionales y universitarios ajustados desde una perspectiva de transversalidad y en clave de interdisciplinariedad, al tenor de las pautas requeridas para la construcción de currículos integrados en torno al manejo adecuado del agua y contextualizados a los territorios locales de la región metropolitana del valle de Aburrá, en función de propósitos pedagógicos y con un enfoque de gestión ambiental sistémica y participativa.
- Implementación de procesos y tecnologías de ahorro y uso eficiente del recurso, optimización de sistemas de captación, conducción, tratamiento y distribución, minimización de pérdidas, disminución de la ilegalidad de usuarios que captan y vierten agua, cumplimiento de los estándares de calidad de vertimientos en concordancia con los objetivos de calidad definidos para el río, la recuperación de la calidad del agua dará lugar un espectro más diverso de oferta y por ende de usos más seguros del recurso.
- La conservación, protección y/o recuperación de recurso hídrico articulada con escenarios educativos formal, no formal e informal, con acento especial en la los ámbitos



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



comunitarios, institucionales, empresariales y de los medios masivos y alternativos, donde las estrategias de divulgación y comunicación, permitan las movilizaciones de pensamiento necesarias para forjar cosmovisiones, construir imaginarios colectivos, cambiar actitudes, desarrollar aptitudes y transformar comportamientos, al compás de la promoción y fortalecimiento de buenas prácticas ciudadanas orientadas a la sostenibilidad del río.

- Responder a través de acciones preventivas y correctivas, a las principales causas de amenaza y riesgo de derrames accidentales, cualificar la planificación y ejecución de planes de contingencia frente algunos eventos peligrosos y se logró disminuir la contaminación por parte de los diferentes sectores que, de manera directa o indirecta, contaminaban el río
- Posibilitar el avance en la adaptación de los usuarios del recurso hídrico a las condiciones de un clima cambiante, mediante su compromiso con el logro de mejores condiciones ecosistémicas, a través de acciones para la restauración ecológica, captura de carbono y ahorro del agua, lo cual redundó en mayor resiliencia de cara a la variabilidad climática e hidrológica, reducción de las presiones sobre la demanda de aguas de otras cuencas e incursión en prácticas alternativas de re-uso de aguas servidas.
- En la gestión territorial, generar condiciones de articulación y acuerdos entre actores, como entidades territoriales, autoridades ambientales, organismos de control, veedurías ciudadanas, organizaciones sociales, academia, concejos municipales, empresas prestadoras de servicios públicos y ciudadanía en general que, de manera directa o indirecta, promovieron la gestión integral del recurso hídrico desde sus competencias y funciones legalmente establecidas.
- En consonancia con la normatividad ambiental, con las zonas de protección establecidas en el POMCA del río Aburrá-Medellín y con la incorporación de determinantes ambientales de ordenamiento territorial a las dinámicas de expansión urbana, en el Aburrá norte la recuperación y saneamiento del río es un acuerdo que motive la acción pública y social; en el Aburrá sur la protección y conservación de los ecosistemas vitales para la sostenibilidad del río es un imperativo de la gestión del agua; y, en el Aburrá centro, el fortalecimiento de la institucionalidad y el modelo de ocupación del suelo son factores por los que hay un consenso de actuación.
- La consolidación de la gobernanza y la gobernabilidad para la gestión del recurso hídrico que permita el incremento de la participación de actores en la planeación, ejecución y control de la gestión integral del agua, la armonización de instrumentos normativos y de planificación (POMCA, PORH, PSMV, POT, entre otros), la coordinación de funciones entre la institucionalidad, la obtención de resultados de manera planificada, la incorporación de instrumentos de largo plazo en la planeación municipal, y de esta manera, dar lugar a las sinergias requeridas para un uso coordinado y adecuado del suelo, a tono con las dinámicas territoriales y el modelo de ocupación que necesita la región para su sostenibilidad en el tiempo, con base en la conservación, protección y/o recuperación de los ecosistemas que integran la estructura ecológica principal y sus servicios



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



ecosistémicos, en tanto apuesta para la construcción de los equilibrios dinámicos inherentes al propósito de diversificación de usos del río Aburrá-Medellín.

- Recuperación del río Aburrá – Medellín – mediante implementan de acciones sistemáticas a través de la gestión integral, uso eficiente, consciente y eficaz, armonizado con el modelo de desarrollo de un territorio que, a partir de la planificación urbano regional, conserva, protege y/o recupera los ecosistemas que mejoran la oferta hídrica y las condiciones ambientales para las generaciones futuras, gracias a la concepción del agua como factor estratégico para la calidad de vida y el bienestar social, bajo un enfoque participativo, incluyente y equitativo.
- Propiciar la construcción colaborativa de las visiones compartidas de sostenibilidad del río Aburrá-Medellín ha sido el punto de partida para acometer la gestión integral del agua en un horizonte de valoración y apropiación del recurso hídrico, con base en la implementación mancomunada de acciones estructurales y no estructurales.
- Los resultados de la simulación ante los escenarios de avances del PSMV, medidas de saneamiento de las quebradas y dinámica demográfica apoyaron la identificación de los usos potenciales a corto, mediano y largo plazo.
- Los resultados de las simulaciones insinúan la preponderancia que tienen las medidas de saneamiento de quebradas y la protección de zonas de retiro frente a obras como conexión de colectores e interceptores a las PTAR, en especial en cuanto a los sólidos suspendidos totales.
- Los usos potenciales del agua para el río Aburrá–Medellín serán posibles en la medida en que se materialicen los planes de saneamiento y manejo de vertimientos por parte de las entidades responsables del saneamiento y exista coherencia entre el desarrollo de la expansión urbana y la cobertura de saneamiento para atender estas nuevas zonas, tanto en el nivel rural, como en zonas informales de expansión.
- El análisis de usos potenciales entraña una gran complejidad, dado que no se trata solamente de analizar de manera separada la normatividad vigente, la modelación de la calidad del agua del río o los usos del suelo, sino que la idea es ampliar el panorama con una visión integral desde la racionalidad ambiental, desde el horizonte de sostenibilidad que implica tener un río que pueda prestar los servicios ambientales sin que se atente contra la vitalidad del ecosistema acuático.
- El eje del río Aburrá-Medellín recorre un territorio totalmente antropizado que recoge todas las alteraciones que sufre la calidad de las aguas de la red de drenaje, como reflejo de cuanto ocurre en el territorio de las microcuencas, sobre todo en partes altas y en las zonas rurales estos es, se deben generar acciones tendientes a la solución de los problemas de saneamiento en zonas que presentan restricciones para la recolección de las aguas residuales y por ende bajas coberturas
- Si bien hay un deseo colectivo de lograr, en el mediano y largo plazo, una corriente de agua susceptible de mejor aprovechamiento y/o disfrute, las limitantes derivadas de la calidad del agua frenan este deseo y remiten a la realidad de plantear unos usos



potenciales del agua, coherentes con la evolución en la calidad del agua en el río. Por lo anterior, se propuso el uso industrial como el único alcanzable desde el tramo 3 (Ancón Sur) hasta el 7 (Puente Gabino), así como también se propone el uso estético como estrategia para motivar esfuerzos conjuntos de la institucionalidad metropolitana y actores involucrados con este recurso, que impliquen al menos una apariencia visualmente aceptable en armonía con el paisaje.

- La estrategia de participación implementada en la fase de prospectiva para la formulación del PORH del río Aburrá-Medellín, se configura en el elemento central para la construcción del imaginario compartido de futuro para el río, posibilitando el abordaje y el establecimiento público de acuerdos entre actores locales y expertos regionales, en torno a la recuperación y el mejoramiento de la calidad del agua, de un recurso que representa el eje articulador de las dinámicas metropolitanas de la región.
- Si se tiene en cuenta el arduo trabajo de identificación de actores locales y la convocatoria de los mismos a participar en los talleres por tramos del río, en el marco de la fase prospectiva del proceso hacia la formulación del PORH, es evidente que la participación efectiva y la asistencia en general a las actividades programadas, no está en correspondencia con la respuesta de los convocados.
- El espectro de los actores institucionales (autoridades territoriales, entre otras) emergió, en algunos de los talleres, como el menos receptivo frente a la convocatoria a la participación en los talleres locales.
- La baja asistencia de los actores a los talleres de la fase prospectiva es sintomático, en primer lugar, del desconocimiento y poco valor que los actores sociales confieren a la planificación ambiental participativa, en segundo lugar, de la saturación del tiempo de los líderes con invitaciones múltiples y simultáneas a la participación en actividades similares organizada por Instituciones; gremios, organizaciones y grupos que demandan la presencia de actores e instancias de participación, y en tercer lugar, de la percepción de la participación ambiental como un ejercicio inútil, dado que los actores participantes no se reconocen en lo consignado, finalmente, en los planes ambientales.
- El proceso de participación desplegado para el desarrollo del análisis prospectivo arrojó resultados muy coherentes con el diagnóstico técnico construido en la fase anterior del proceso hacia la formulación del PORH; al tiempo que permitió complementaciones importantes acerca del estado actual del río, lo cual visibilizó que los actores que acogieron la convocatoria tienen un buen nivel de conocimiento empírico del territorio y los recursos naturales del mismo.
- Los resultados obtenidos del procesamiento de la información levantada en los talleres con actores locales corroboró las bondades de la participación en la gestión ambiental.
- Las discusiones y aportes de los participantes en los distintos talleres realizados evidenciaron que la mayoría de ellos están en mora de incursionar en las visiones sistémicas de ambiente y de la educación ambiental como proceso pedagógico-didáctico orientado a la formación de ciudadanos conocedores de su territorio y conscientes de las



dinámicas implicadas en los problemas ambientales que los aquejan, para involucrarse corresponsablemente en la gestión ambiental de los mismos.

- Aunque la Política Nacional de Educación Ambiental y sus decretos reglamentarios tienen más de diez años de vigencia, su apropiación y aplicación por parte de las autoridades territoriales y ambientales, así como de las empresas de servicios públicos, los gremios, entes de control y demás actores sociales está en mora de lograrse.
- Para los actores participantes en los talleres locales fue claro que la falta de armonización entre instrumentos normativos de planificación, la desarticulación intra e interinstitucional, la baja capacidad de gestión pública y las debilidades en la aplicación de la normatividad por parte de los usuarios del agua y del suelo y de las autoridades competentes configuran óbices importantes para una gestión integral del recurso hídrico, en términos de eficiencia y eficacia.
- De acuerdo con los resultados esquematizados en la acrópolis la visión del PORH debe construirse con base en los factores de cambio: calidad del agua, usos del agua, caudal ambiental, servicios ecosistémicos y estructura ecológica principal.
- El propósito del PORH está definido por el factor de cambio saneamiento hídrico; en este sentido, en la medida en que se avanza en este propósito se irá en el camino de la consolidación del mejoramiento de la calidad del agua en la corriente, lo cual, en la medida en que se ajusten los procesos de recolección, transporte y tratamiento, presentará algunos altibajos, pero el objetivo será alcanzable paulatinamente en el tiempo; quiere decir ello, que si no se avanza en el Plan de Saneamiento Hídrico, la tendencia será el deterioro progresivo de la calidad y por ende de las variables de bienestar que estas acciones impulsan.
- Los pilares de la acrópolis mostraron que las líneas estratégicas para la formulación del PORH son: conservación, protección y /o recuperación del recurso hídrico en la cual se inscriben los factores de cambio contaminación antrópica y educación ambiental; cultura del consumo eficiente del agua, que engloba los factores de cambio consumos y cultura del agua; y finalmente, gestión territorial, que tiene asociados los factores de cambio armonización de instrumentos normativos y de planificación y los usos del suelo.
- Las tres (3) líneas estratégicas están fundamentadas en los factores de cambio articulación intra e interinstitucional, capacidad de gestión pública, adaptación al cambio climático y participación y comunicación.

7 RECOMENDACIONES

Si bien en las conclusiones se incorporaron las condiciones que deben cumplirse para el logro del Escenario Apuesta “Todos juntos por el río”, se ratifican como necesarias algunas recomendaciones a guisa de ser reiterativos, por ser consideradas fundamentales para la materialización del sueño y la visión que debe acompañar a todo planificador, en este caso al equipo técnico del AMVA, La Universidad y La Interventoría:



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



- En algunos tramos (1, 2, 3 y 7), según los usos del suelo, podría pensarse en apuntar a usos potenciales del agua más diversos; no obstante, se propone ser restrictivos con los usos establecidos, dado que debe buscarse extender la longitud de trayectos del río en buenas condiciones de calidad y cantidad, para proteger y conservar.
- Es recomendable que el punto de partida para la formulación del PORH se fundamente en los resultados del análisis estructural, sintetizados en el esquema de la acrópolis.
- Formular el PORH de manera articulada a una visión integral de la cuenca del río Aburrá-Medellín.
- Incluir dentro del componente de gobernabilidad estrategias para la articulación intra - interinstitucional, fortalecimiento de la capacidad de gestión y logros efectivos en la armonización entre instrumentos normativos y planificación.
- Incorporar en la formulación del PORH, en los componentes asociados a los temas de gobernanza del agua, acciones dirigidas al fomento de la participación ambiental, así como a la cualificación de los actores en el sentido de enriquecer sus saberes y generar movilizaciones de pensamientos para construir interlocutores válidos.
- Tener en cuenta, a la hora de formular los objetivos, estrategias y acciones del PORH, que la educación ambiental en Colombia se rige por los principios, objetivos, estrategias y retos de la Política Nacional de Educación Ambiental y normatividad asociada, para que de esta manera su despliegue sea contextualizado a los territorios de su despliegue.
- Si bien se reconocen los buenos resultados de la estrategia de participación implementada en esta fase, se recomienda la articulación de los diferentes procesos de participación, promovidos desde las corporaciones autónomas regionales y los diferentes entes de control y planeación territorial para potenciar las capacidades de las comunidades, aumentar los niveles de participación y ordenar la intervención pública a través de procesos de planeación integral, superando la atomización de los procesos que se viven actualmente en la región metropolitana. Este aspecto se deberá tener en cuenta por parte de la Autoridad Ambiental y Corporaciones Autónomas Regionales participantes en este proceso, en la fase de Formulación del PORH subsiguiente y asegurar así la participación y el compromiso de los actores y representantes de grupos de participación en esta fase que se avecina. Asimismo, formar propiciar llaves y/o equipos de representación para que se haga el seguimiento, el control y la realimentación por parte de las diferentes instancias que conformen los Comités a los que hace referencia la ley.
- Los usos potenciales del agua para el río Aburrá–Medellín serán posibles en la medida en que se materialicen los planes de saneamiento y manejo de vertimientos por parte de las entidades responsables del saneamiento y exista coherencia entre el desarrollo de la expansión urbana y la cobertura de saneamiento para atender estas nuevas zonas.
- El espectro de los actores institucionales (autoridades territoriales, entre otras) emergió, en algunos de los talleres, como el menos receptivo frente a la convocatoria a la participación en los talleres locales. Esto concita a que se recomiende que, desde la alta dirección, se señalen estos procesos como fundamentales para el cumplimiento de la



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



misión que se le encomienda a la Institucionalidad, directriz entonces que se sugiere crear política institucional en este sentido, que permee el espíritu, la concepción y compromiso de quienes deben actuar a nombre del Estado en dichas Instituciones.

- La baja asistencia de los actores a los talleres de la fase prospectiva es sintomático, en primer lugar, del desconocimiento y poco valor que los actores sociales confieren a la planificación ambiental participativa, en segundo lugar, de la saturación del tiempo de los líderes; por este motivo, al igual que la anterior recomendación, se sugiere hacer invitaciones múltiples a la participación, y en tercer lugar, de la percepción de la participación ambiental como un ejercicio inútil, para que los actores participantes se reconozcan en lo consignado, finalmente, en los planes ambientales.

El trabajo de identificación de actores locales y la convocatoria de los mismos a participar en los talleres por tramos del río, en el marco de la fase prospectiva del proceso hacia la formulación del PORH, debe estar en correspondencia con la respuesta de los convocados, por lo que se recomienda construir bases de datos, estimular la participación y mantener el contacto con estos actores tan valiosos mediante una programación periódica de actividades de capacitación y empoderamiento de dichos actores.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2012). *Resolución Metropolitana N° 002016 "Objetivos de Calidad"*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Medellín. (2004). *Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica en Jurisdicción del Área Metropolitana fase I*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Medellín. (2007). *Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica en Jurisdicción del Área Metropolitana fase II – RedRío*. Medellín.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad de Medellín. (2014). *Red de Monitoreo Ambiental en la Cuenca Hidrográfica en Jurisdicción del Área Metropolitana fase IV – RedRío*. Medellín.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (Diciembre de 2014). Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico –PORH. *Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico –PORH*. Bogotá, Colombia, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (17 de Marzo de 2015). Resolución 631 de Marzo 17 de 2015. *Resolución 631 de Marzo 17 de 2015*. Bogotá, Colombia, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía Metodológica para el Manejo Integral de las Aguas Subterráneas en Colombia. Bogotá.

Mio río Medellín. (04 de Noviembre de 2009). Mio río Medellín. *Mio río Medellín*. Susie. Obtenido de Mio río Medellín: <http://miriomedellin.blogspot.com.co/2009/11/zona-de-reserva-ecologica-de-san-miguel.html>

Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del Agua: Evaluación y Diagnóstico*. Medellín: Universidad de Medellín.

Sostenible, M. d. (2010). *Decreto 3930*. Bogotá.

Teresita Betancur Vargas, A. K. (2011). Una Metodología para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, 67-78.



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2016). Recurso Hídrico. Recuperado el 21 de Julio de 2016, de <http://www.metropol.gov.co/recursohidrico/Pages/vertimientos.aspx>

Comisión Nacional del Agua. (2010). Estadísticas del Agua en México. Capítulo 3. Usos del Agua. 59-76. Tlalpan, México D.F.

CORANTIOQUIA y Universidad de Antioquia. (Diciembre de 2011). Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos PMAA de la Dirección Territorial Panzenú. Fase I. Medellín, Colombia. Obtenido de http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Images/MenuSuperiorArchivos/1plan_manejo_ambiental_acuiferos.pdf

DANE e Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Subdirección de Geografía. (2003). Gestión del suelo urbano en el marco del ordenamiento territorial. 14. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://biblioteca.igac.gov.co/janium/Documentos/1-21369%20-%20web.pdf>

Departamento Administrativo de Planeación DNP y Escuela Superior de Administración Pública ESAP. (2007). Gestión Pública Local. 76. Bogotá D.C., Colombia: Imprenta Nacional. Obtenido de <http://www.ceppia.com.co/Herramientas/Herramientas/Cartilla-gestion-publica-local.pdf>

Departamento Administrativo de Planeación DNP, Escuela Superior de Administración Pública y USAID. (2010). Elementos básicos del Estado Colombiano. Guía para autoridades territoriales y ciudadanía. 135. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/.../1_Guia%20Elementos%20web.pdf

Duque Daza, J. (2011). El desafío de la interinstitucionalidad como estrategia de gestión en programas de formación avanzada. *UNI-PLURI/VERSIDAD*, 11(3), 24. Obtenido de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/viewFile/12432/11261>

IPCC. (2014). Panel Gubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de E. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. 32. Ginebra, Suiza. Obtenido de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf

Gobierno Nacional - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía técnica para la Formulación De Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico PORH . Bogotá .

Godet, M. (1993). De la Anticipación a la Acción. Barcelona: Marcombo.

Isaza E., C. (2015). Capacidad del Estado: cómo medir y qué medir para mejorar el desempeño de la administración pública. 17. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de http://www.procuraduria.gov.co/iemp/media/file/P4_Carolina%20Isaza.pdf



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (25 de Octubre de 2010). Decreto 3930 de 2010. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. 32. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Guía Técnica para la Formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCAS. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (26 de Mayo de 2015). Decreto 1076 de 2015. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Cultura del Agua. Recuperado el 22 de Julio de 2016, de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1954:cultura-del-agua>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (20 de Septiembre de 2007). Decreto 3600 de 2007. *Artículo 1*, 1. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Guía de Diseño e implementación de Proyectos Ambientales Escolares PRAE desde la Cultura del Agua. 61. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cultura-del-agua/Guia-de-diseno-e-implementacion-de-PRAE-desde-la-cultura-del-agua.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (9 de Mayo de 2007). Decreto 1575 de 2007. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación Nacional. (Julio de 2002). Política Nacional de Educación Ambiental. 69. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de http://cmap.upb.edu.co/rid=1195259861703_152904399_919/politi-ca_educacion_amb.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2007). Participación Ciudadana. Obtenido de http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-177283_recurso_1.pdf

Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>



RED DE MONITOREO AMBIENTAL EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO ABURRÁ-
MEDELLÍN EN JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA FASE V



Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS. Título B: Sistemas de Acueductos
<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULOB%20030714.pdf>.

Rodríguez Daneri, M. E. (Abril de 2016). Vínculos entre la política de incentivo de la demanda de tierra e integración urbana en áreas de crecimiento urbano extensivo. El caso del PRO.CRE.AR en La Plata. *Cad. Metrop.*, 18(35), 53-74. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/cm/v18n35/2236-9996-cm-18-35-0053.pdf>

Tipología de los usos del agua. (s.f.). Recuperado el 20 de Julio de 2016, de http://www.uach.cl/proforma/insitu/2_insitu.pdf Universidad Externado de Colombia. (2009). Guía para análisis demográfico local. Herramientas para incluir el enfoque poblacional en los procesos de planeación del desarrollo integral. 9. Colombia.