



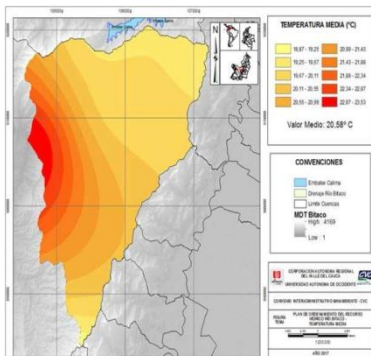
**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA -
CVC**

DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE – UAO

**PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO – PORH DEL RÍO
BITACO Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS RÍO PAVAS Y SISTEMA
QUEBRADA AGUAMONA – RIO GRANDE**

Noviembre de 2019



Comprometidos con la Vida

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	9
1. Fase 1. Declaratoria de ordenamiento	9
2. Fase 2. Diagnóstico	9
2.1 Descripción de la zona de estudio	10
2.2 Diseño e implementación del proceso de participación:	11
2.2.1 Participación de los grupos étnicos en la formulación del PORH del río Bitaco y sus principales tributarios.	13
2.3 Censo de usuarios ribereños del río Bitaco y tributarios priorizados (Inventario de captaciones y vertimientos).....	13
2.3.1 Identificación de obras hidráulicas en los cuerpos de agua priorizados	14
2.3.2 Acueductos en la unidad hidrográfica del río Bitaco	14
2.3.3 Actividades de extracción, aprovechamiento y explotación de materiales de arrastre	15
2.4 Diseño y ejecución del plan de monitoreo	16
2.4.1 Definición de estaciones y campañas de monitoreo.....	16
2.4.2 Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos evaluados en el río Bitaco y sus principales afluentes	17
2.4.3 Estaciones de monitoreo en vertimientos de aguas residuales del PORH Bitaco y sus principales afluentes.....	18
2.4.4 Monitoreo de la ictiofauna en estaciones sobre cuerpos de agua superficial	18
2.4.5 Caracterización topobatimétrica de las estaciones.....	19
2.5 Estimación de la oferta hídrica total y disponible e indicadores de estado.	20
2.5.1 Estimación de la oferta hídrica total	20
2.5.2 Estimación del caudal ambiental.....	20
2.5.3 Estimación de la oferta hídrica superficial disponible	21
2.5.4 Cálculo del índice de retención y regulación hídrica – IRH.....	22
2.6 Estudio de la demanda de agua e indicadores de presión sobre el recurso hídrico superficial	23
2.6.1 Cálculo del índice de uso del agua – IUA y el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH.	24
2.8 Calidad de fuentes hídricas priorizadas	29

2.8.1 Perfiles de calidad de cada cuerpo de agua.....	29
2.8.2 Cálculo de índices de calidad del agua - ICA	30
2.7 Determinación de riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico	32
2.8.3 Determinación de las cargas contaminantes.....	34
2.9 Clasificación de los usos actuales del agua	35
2.10 Análisis de los conflictos del uso del agua	37
3. Fase III. Usos potenciales de las fuentes hídricas priorizadas	38
3.1 Modelación de la calidad del agua del río Bitaco y sus principales tributarios	38
3.2 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en Centros poblados y población rural en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”.....	43
3.3 Cargas Contaminantes en el ejercicio prospectivo del Escenario 4	43
3.4 Resultados de la modelación	45
3.4.1 Resultados de la modelación del río Bitaco.....	45
3.4.2 Resultados de la modelación del río Pavas.....	49
3.4.3 Resultados de la modelación del sistema quebrada Aguamona-río Grande	53
3.5 Identificación de los usos potenciales en los cuerpos de agua priorizados en la unidad hidrográfica del río Bitaco.	57
4. Fase IV. Elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Bitaco y sus principales afluentes	58
4.1 Clasificación de las aguas de los cuerpos de agua en ordenamiento.....	58
4.2 Metas de reducción de cargas contaminantes.....	61
4.3 Objetivos y criterios de calidad por uso	63
4.3.1 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el Río Bitaco.....	63
4.3.2 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el Río Pavas.....	64
4.3.3 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el sistema quebrada Aguamona-río Grande.....	65
4.4 Condiciones y restricciones en el uso del recurso hídrico del río Bitaco y sus principales afluentes:	68
4.5 Articulación con el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica – POMCA	69



4.6 Programa de seguimiento y monitoreo.....	69
4.6.1 Programa de monitoreo de cantidad y calidad de agua para seguimiento y control	69
4.6.2 Programa de monitoreo para efectos de optimización del modelo de calidad del agua y actualización de la información de la oferta hídrica	70
4.7 Estructura del componente programático de plan de ordenamiento del recurso hídrico	73
5. Bibliografía.....	80

Índice de tablas

Tabla 1 Localización con respecto a la zonificación hidrográfica nacional de los cuerpos de agua en ordenamiento	11
Tabla 2 Áreas y longitudes de los cauces de los principales afluentes de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	11
Tabla 3. Proceso de participación en el ordenamiento de las fuentes priorizadas en la unidad hidrográfica del río Bitaco.....	12
Tabla 4 Actores priorizados	12
Tabla 5 Captaciones y vertimientos por tramos de fuentes hídricas priorizadas	13
Tabla 6 Coordenadas de obras hidráulicas de ocupación de cauce.....	14
Tabla 7 Resumen estado de los expedientes mineros en el área de influencia PORH río Bitaco	15
Tabla 8. Estaciones de monitoreo estudiadas para el desarrollo del PORH Bitaco y sus principales afluentes	16
Tabla 9 Parámetros medidos en el plan de monitoreo del río Bitaco, sus principales afluentes y vertimientos.	17
Tabla 10 Estaciones de monitoreo en vertimientos de aguas residuales del PORH Bitaco y sus principales afluentes.....	18
Tabla 11 Estaciones de monitoreo para la ictiofauna.....	19
Tabla 12 Oferta Hídrica total superficial mensual para año seco en m ³ /s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco (transposición de caudales).....	20
Tabla 13 Oferta Hídrica total superficial mensual para año normal en m ³ /s. Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	20
Tabla 14 Oferta Hídrica total superficial mensual para año húmedo en m ³ /s. Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	20
Tabla 15 Caudal ambiental en m ³ /s considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año seco.....	21
Tabla 16 Caudal ambiental considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año normal.....	21
Tabla 17 Caudal ambiental considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año Húmedo.	21
Tabla 18 Oferta Hídrica disponible mensual para año seco en m ³ /s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	22
Tabla 19 Oferta Hídrica disponible mensual para año normal en m ³ /s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	22
Tabla 20 Oferta Hídrica disponible mensual para año húmedo en m ³ /s Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	22
Tabla 21 Valores obtenidos del índice de retención y regulación hídrica – IRH. Principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.	23
Tabla 22. Demanda hídrica total (Mm ³ /año).	24
Tabla 23 Índice de Uso del Agua – IUA año seco en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	25
Tabla 24 Índice de Uso del Agua – IUA año normal en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	25
Tabla 25 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año seco en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	27

Tabla 26 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año normal en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	27
Tabla 27. Síntesis del cálculo de indicadores del PORH Bitaco y sus principales afluentes	32
Tabla 28. Convenciones de los ICAS.....	32
Tabla 29 Resumen de las cargas contaminantes vertidas sobre la cuenca del río Bitaco	35
Tabla 30. Usos del agua ríos Bitaco, Pavas y sistema quebrada Aguamona- río Grande	36
Tabla 31 Causas conflictos por el uso del agua identificados por los actores sociales.....	38
Tabla 32 Proyección de las cargas contaminantes en el río Bitaco para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo	44
Tabla 33 Proyección de las cargas contaminantes en el río Pavas para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo	44
Tabla 34 Proyecciones de las cargas contaminantes en el sistema quebrada Aguamona- río Grande para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo	44
Tabla 35 Proyección de las cargas contaminantes en la quebrada Sabaletas para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo.....	44
Tabla 36. Usos potenciales en los cuerpos de agua priorizados en la unidad hidrográfica del río Bitaco.....	58
Tabla 37 Clasificación de las aguas del río Bitaco	59
Tabla 38 Clasificación de las aguas del río Pavas	59
Tabla 39 Clasificación de las aguas del sistema quebrada Aguamona-río Grande	59
Tabla 40. Metas de reducción de carga contaminante definidas para la unidad hidrográfica del río Bitaco.....	61
Tabla 41 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en Centros poblados y población rural en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”	62
Tabla 42 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector cafetero en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”	62
Tabla 43 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector porcícola en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”	62
Tabla 44 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector panelero en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”	63
Tabla 45 Objetivos de calidad de la fuente hídrica río Bitaco.	65
Tabla 46 Objetivos de calidad de la fuente hídrica río Pavas.	66
Tabla 47 Objetivos de calidad de las fuentes hídricas del sistema Quebrada Aguamona – río Grande	67
Tabla 48 Parámetros requeridos para el seguimiento y control de la calidad del agua con fines de ordenación del Recurso Hídrico.....	70
Tabla 49 Complementación de la medición de datos climatológicos recomendada	71
Tabla 50 Parámetros de calidad del agua simulados en el modelo QUAL2Kw	73
Tabla 51 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco	74

Índice de figuras

Figura 1 Localización del área de drenaje del río Bitaco	10
Figura 2 Usuarios del agua usuarios ribereños del río Bitaco y tributarios priorizados	15
Figura 3 Índice de Uso del Agua – IUA año seco en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	26
Figura 4 Índice de Uso del Agua – IUA año normal en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	26
Figura 5 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año seco en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	28
Figura 6 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año normal en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.....	28
Figura 7. Históricos de DBO ₅ en el río Bitaco (años 2009-2016)	29
Figura 8. Históricos de OD en el río Bitaco (años 2009-2016)	29
Figura 10. Históricos de pH en el río Bitaco (años 2009-2016)	29
Figura 9. Históricos de DQO en el río Bitaco (años 2009-2016).....	29
Figura 11. Históricos de Sólidos totales en el río Bitaco (años 2009-2016).....	30
Figura 12 ICA IDEAM aplicado al río Bitaco – primera campaña	30
Figura 13 ICA IDEAM aplicado al río Bitaco- segunda campaña	30
Figura 14 Índice BMWP calculado para los macroinvertebrados bentónicos en la unidad hidrográfica del Río Bitaco	31
Figura 15 Mapa de riesgo por oferta y riesgo por disponibilidad para año seco	33
Figura 16 Mapa de riesgo por oferta y riesgo por disponibilidad para año normal.....	34
Figura 17. Distribución en porcentajes de las denuncias ambientales del año 2016 en la cuenca del río Bitaco y sus principales afluentes	37
Figura 18 Modelo conceptual de la calidad del agua del río Bitaco para la modelación de calidad QUAL2Kw.....	40
Figura 19 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el río Bitaco.....	45
Figura 20 Resultados del Escenario 4 para la DBO ₅ en el río Bitaco	46
Figura 21 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el río Bitaco	46
Figura 22 Resultados del Escenario 4 para el fósforo inorgánico en el río Bitaco	47
Figura 23 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el río Bitaco	47
Figura 24 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el río Bitaco	48
Figura 25 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el río Pavas.....	49
Figura 26. Resultados del Escenario 4 para la DBO ₅ en el río Pavas	50
Figura 27 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el río Pavas	50
Figura 28 Resultados del Escenario 4 para el fósforo inorgánico en el río Pavas	51
Figura 29 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el río Pavas	51
Figura 30 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el río Pavas	52
Figura 31 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	53
Figura 32 Resultados del Escenario 4 para la DBO ₅ en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	54

Figura 33 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	54
Figura 34 Resultados del Escenario 4 para el fosforo inorgánico en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	55
Figura 35 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	55
Figura 36 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el sistema quebrada Aguamona-río Grande	56
Figura 37 Clasificación de las aguas de los ríos Bitaco, Pavas y el sistema quebrada Aguamona-río Grande	60



PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH DEL RÍO BITACO Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS RÍO PAVAS Y SISTEMA QUEBRADA AGUAMONA – RIO GRANDE.

Introducción

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, priorizó el ordenamiento del recurso hídrico en la subcuenca del río Bitaco, localizada en la cuenca hidrográfica del río Dagua.

La CVC junto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, celebraron el Convenio Interadministrativo CVC No. 043 de 2017, cuyo objeto consistió en aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros, para la validación de los “usos del agua” y “criterios de calidad” en el proceso de formulación del PORH del río Bitaco y sus principales tributarios.

Teniendo en cuenta lo anterior la CVC y la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) celebraron el Convenio de Asociación CVC - UAO No. 132 de 2017, con la finalidad de "Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y recursos financieros para la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Bitaco, que contribuyan a la validación de los usos del agua y criterios de calidad".

En este contexto, a continuación, se presenta el documento síntesis del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Bitaco y sus principales tributarios correspondientes al río Pavas y el sistema quebrada Aguamona – río Grande que incluye los resultados obtenidos en el ejercicio de la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Bitaco y sus principales tributarios llevado a cabo por la Universidad Autónoma de Occidente, con el fin de establecer las medidas de planificación en distintos escenarios del recurso hídrico tendientes a garantizar el sostenimiento de los recursos ecosistémicos, los usos actuales y potenciales en la unidad hidrográfica en mención.

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 2.2.3.3.1.8 del Decreto 1076 de 2015, este documento está dividido en cuatro secciones descritas así:

1. Fase de declaratoria
2. Fase de diagnóstico
3. Fase de identificación de usos potenciales
4. Fase de elaboración del PORH del río Bitaco y sus principales tributarios.

1. Fase 1. Declaratoria de ordenamiento

La CVC mediante la Resolución 0100 N° 660-0287 del 8 de mayo de 2017, declaró en ordenamiento el recurso hídrico del río Bitaco.

2. Fase 2. Diagnóstico

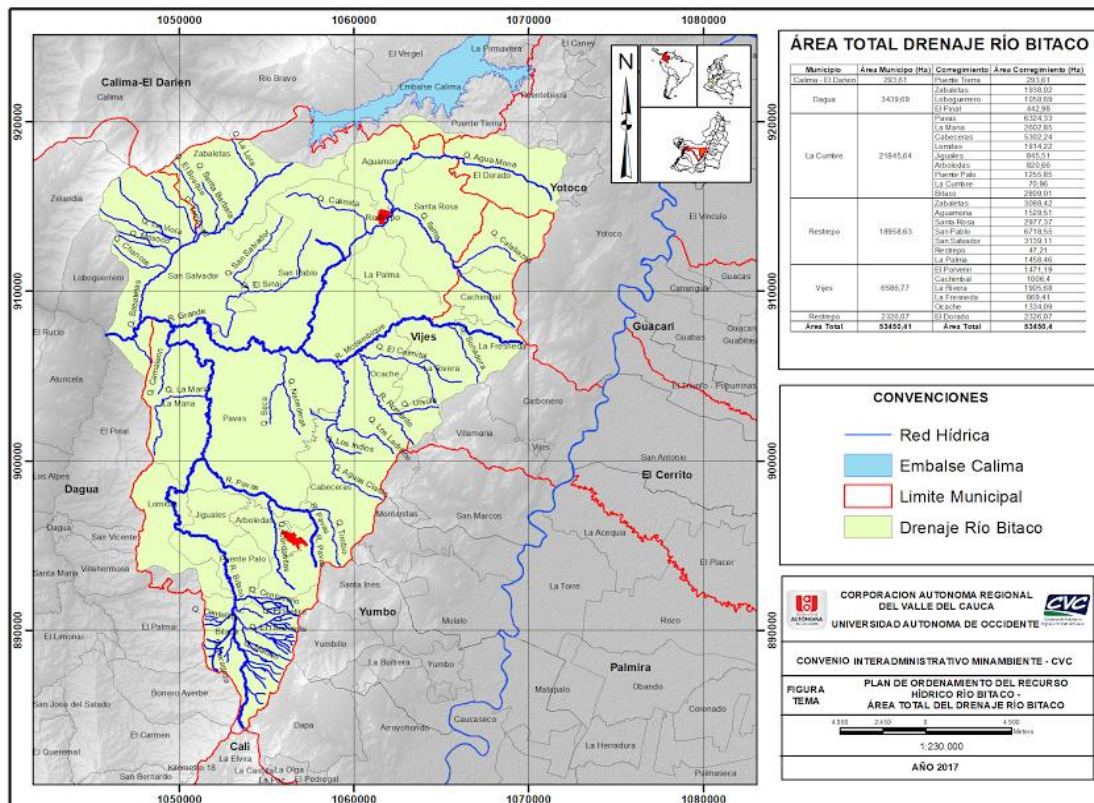
Con el fin de caracterizar la situación ambiental actual del río Bitaco y sus principales tributarios, se realizó la revisión, organización, clasificación y utilización de la información

existente, los resultados de los programas de monitoreo de calidad y cantidad del agua, el censo de usuarios, el inventario de obras hidráulicas, la oferta y demanda del agua, el establecimiento del perfil de calidad actual del cuerpo de agua, la determinación de los problemas sociales derivados del uso del recurso y otros aspectos que se muestran a continuación.

2.1 Descripción de la zona de estudio

El río Bitaco nace dentro de la Zona de Reserva Forestal Protectora Regional del río Bitaco en la cordillera occidental del departamento del Valle del Cauca y hace parte de la cuenca hidrográfica de Dagua la cual finalmente drena a la vertiente del Océano Pacífico. A su vez, se tuvo en cuenta dos tributarios priorizados que son el río Pavas y el sistema quebrada Aguamona- río Grande, que corresponden a los dos principales afluentes de la subcuenca del río Bitaco. En el área de drenaje del río Bitaco se encuentran ubicados los municipios de La Cumbre, Restrepo, Dagua, Calima- El Darién, Vijes y Yotoco. La localización del área de drenaje del río Bitaco se observa en la Figura 1.

Figura 1 Localización del área de drenaje del río Bitaco



El área de drenaje del río Bitaco es de 53450.73 hectáreas (534.5km²) que corresponden aproximadamente al 37% de la cuenca del río Dagua. El río Bitaco tiene una longitud de 42 Km, un caudal medio de 3.8 m³/s, una velocidad media de 1m/s, una profundidad de

0.4m, un ancho promedio de 11m y desemboca en el río Dagua en cercanía del caserío de Loboguerrero.

En la tabla No. 1 se presenta la localización de la unidad hidrográfica del río Bitaco con respecto a la zonificación hidrográfica nacional establecida por el IDEAM (2013).

Tabla 1 Localización con respecto a la zonificación hidrográfica nacional de los cuerpos de agua en ordenamiento

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Código	Cuenca	Código	Nombre Subcuenca	Drenaje	Código
Pacífico	Tapaje, Dagua, Directos	Dagua, Buenaventura, Bahía Málaga	5311	Dagua	5311015000000	Bitaco	Río Bitaco	5311015030000
							Río Pavas	5311015031100
							Quebrada Aguamona	5311015032200

En la Tabla 2 se presentan las áreas y longitudes de los cauces de los principales afluentes de la Unidad Hidrográfica del Río Bitaco.

Tabla 2 Áreas y longitudes de los cauces de los principales afluentes de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Unidad Hidrográfica	Longitud del cauce principal río Bitaco (metros)	Área Unidad Hidrográfica Km ²	Afluentes importantes	Longitud del cauce principal Afluentes (metros)	Área Afluentes (Km ²)	Porcentaje del área con respecto a la Unidad Hidrográfica del río Bitaco
Río Bitaco	42102.4	534.5	Río Grande	12525.1	291.0	54.4%
			Q.da Aguamona (afluente Río Grande)	27671.9	142.6	26.7%
			Río Mozambique (afluente Río Grande)	17195.8	92.1	17.2%
			Río Pavas	11875.7	51.6	9.6%
			Q.da. Sabaletas	17311.9	69.0	12.9%

2.2 Diseño e implementación del proceso de participación:

Durante la ejecución del Proyecto se realizó un total de 11 Talleres y cinco reuniones de socialización y construcción colectiva con actores representativos en las tres etapas del PORH, dichas reuniones fueron realizadas en los centros poblados de Bitaco y Pavas y en los municipios de Restrepo y La Cumbre. En la tabla No. 3 se muestra un resumen de las actividades y logros obtenidos por cada fase.

Tabla 3. Proceso de participación en el ordenamiento de las fuentes priorizadas en la unidad hidrográfica del río Bitaco.

Fase	No. de espacios participativos	Actividades y logros
Diagnóstico y caracterización del cuerpo de agua	3 Talleres 1 Reunión	En esta fase se llevó a cabo: La identificación y caracterización de actores representativos en el proceso de ordenamiento La identificación de usos del recurso hídrico. La identificación de conflictos por el uso del recurso hídrico. La identificación de proyectos que se desarrollan en la zona. La identificación de expectativas que tienen los usuarios frente al proceso de control de contaminación.
Identificación de los usos potenciales del recurso hídrico	3 Talleres	Esta fase tuvo como objeto difundir los resultados obtenidos e identificar los usos potenciales del recurso hídrico de acuerdo con los conocimientos de los usuarios de la zona mediante el ejercicio de cartografía social, teniendo en cuenta aspectos ambientales, sociales, culturales y productivos de cada una de las zonas.
Definición de la metas de reducción de carga contaminante y elaboración del PORH	5 Talleres 4 reuniones	Se realizó el proceso de socialización y consulta de las metas sectoriales y expectativas de reducción de cargas contaminantes propuestas para el corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (20 años), con los actores que intervienen en las fuentes hídricas priorizadas. Se analizaron los escenarios propuestos. Se definió las líneas programáticas del PORH. Se obtiene la focalización en la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, planes de saneamiento, los avances del sector cafetero y deficiencias en sector porcícola, además la falta de planes de saneamiento municipal. Se generan ideas de proyectos y propuestas que permitan complementar líneas programáticas del PORH y la difusión de los resultados del proceso de formulación del PORH

En la tabla 4 se relacionan los actores priorizados por categoría.

Tabla 4 Actores priorizados

Categoría	Actores priorizados	Cantidad
Agrícola	Agrícola Himalaya, Federación nacional de cafeteros - Valle del Cauca, Smurfit Kappa- Cartón de Colombia, agropecuaria el Llanito	4
Pecuario	Pollos el Bucanero. Cargill	1
Doméstico	Acuavalle SA.ESP, Acueducto ACUAPALTRES, Acueducto la Italia, Acueducto veredal San Pablo, Acueducto veredas Aguacate y Potrerillo, Administración Cooperativa la Cumbre -Dagua ESP, Asociación comunitaria administradora del acueducto de Pavas – ACAAPAVAS, Junta administradora del Servicio de agua-Chicoagua, Junta de acción comunal la María.	9
Ambiental	Consejo de turismo la Cumbre –Ecoturismo, Fundación Bitacoes, Fundación para el Desarrollo de Pavas –Fundepavas, Ecopetrol	4

Categoría	Actores priorizados	Cantidad
Institucional	Alcaldía de la Cumbre, Alcaldía de Restrepo, Concejo municipal de la Cumbre, Concejo municipal de Restrepo, Sociedad de mejoras públicas de la Cumbre, Unidad ejecutora de saneamiento del Valle - La Cumbre, concesionario nuevo vía al mar	7

2.2.1 Participación de los grupos étnicos en la formulación del PORH del río Bitaco y sus principales tributarios.

Mediante la certificación No. 0061 del 13 de febrero de 2017, expedida por parte del Ministerio del Interior se certificó la presencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto y la necesidad de adelantar el proceso de consulta previa con los consejos comunitarios de comunidades negras del corregimiento de Loboguerrero y veredas Trapiche, Carrizales y el corregimiento Zabaletas, así como con los resguardos indígenas Niaza y Wasiruma.

El día 4 de julio de 2018, se surtió el debido proceso de consulta previa con los resguardos Niaza y Wasiruma, finalizando las etapas de análisis e identificación de impactos, formulación de medidas de manejo, formulación de acuerdos y protocolización en el marco de la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico – PORH del río Bitaco.

Los días 28 y 29 de marzo de 2019, se surtió el debido proceso con los consejos comunitarios de comunidades negras del corregimiento de Loboguerrero y veredas Trapiche, Carrizales y el corregimiento Zabaletas, respectivamente, finalizando las etapas de análisis e identificación de impactos, formulación de medidas de manejo, formulación de acuerdos y protocolización en el marco de la formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico – PORH del río Bitaco. Lo anterior quedó consignado en las actas de protocolización de acuerdos expedidas por el Ministerio del Interior.

2.3 Censo de usuarios ribereños del río Bitaco y tributarios priorizados (Inventario de captaciones y vertimientos)

Para la identificación de los usuarios en las fuentes hídricas priorizadas se desarrollaron diferentes tipos de actividades como recolección de información secundaria y levantamiento de información en campo, las cuales permitieron estructurar un sistema de información que contempla gran parte de los actores involucrados en los fenómenos que suceden sobre la cuenca.

El censo de usuarios fue realizado en un periodo de un mes, por medio de diez encuestadores, los cuales recorrieron las tres fuentes hídricas priorizadas. En la tabla 5 se presentan los resultados por tramos de estudio.

Tabla 5 Captaciones y vertimientos por tramos de fuentes hídricas priorizadas

Tramo	Número de captaciones	Número de descargas	Distancia (km)
Bitaco 1 – Bitaco 7	33	256	31.42

Tramo	Número de captaciones	Número de descargas	Distancia (km)
Pavas 1 – Desembocadura Río Bitaco	30	89	10.72
Aguamona 1 – Desembocadura Río Bitaco	38	75	22
Total	101	420	-

2.3.1 Identificación de obras hidráulicas en los cuerpos de agua priorizados

Las obras hidráulicas identificadas en los recorridos en campo de las fuentes hídricas priorizadas se detalla en la tabla 6.

Tabla 6 Coordenadas de obras hidráulicas de ocupación de cauce

Tramo entre estaciones	Obra Hidráulica	Coordenada (Magna Oeste)	
		Longitud	Latitud
Antes de la Estación Bitaco 1	Bocatoma Acueducto de Zaragoza	1053543,67	885194,497761
Entre la estación Bitaco 1 - Bitaco 2	Bocatoma Acueducto Administración cooperativa la Cumbre - Dagua	1053782,38	886696,702155
Entre la estación Bitaco 1 - Bitaco 2	Bocatoma Acueducto de ACUAVALLE	1053745,31	- 886755,045668
Entre la estación Bitaco 1 - Bitaco 2	Bocatoma de Eduardo Llano	1053682,51	888806,933605
Entre la estación Pavas 4 – Pavas 5	Represa Acueducto de Parragas charco del diablo	1052841,03	898473,252601
Desembocadura pavas al bitaco Pavas 5- Bitaco6	Hidroeléctrica Abandonada	1051331,12	900146,555927

2.3.2 Acueductos en la unidad hidrográfica del río Bitaco

De acuerdo con la información suministrada por la Unidad Ejecutora de Saneamiento – UES de la Gobernación del Valle (a diciembre de 2017), en Unidad hidrográfica del río Bitaco, se tienen registrados en su base de datos 46 acueductos que se abastecen del agua superficial así:

- Cabeceras municipales: Existen dos acueductos urbanos correspondientes a la cabecera de Restrepo y la Cumbre.
- Poblaciones menores a 2500 habitantes: Cuarenta y dos acueductos con un total de 3211 Suscriptores.
- Poblaciones mayores a 2500 habitantes: Dos acueductos en la unidad hidrográfica de Bitaco.

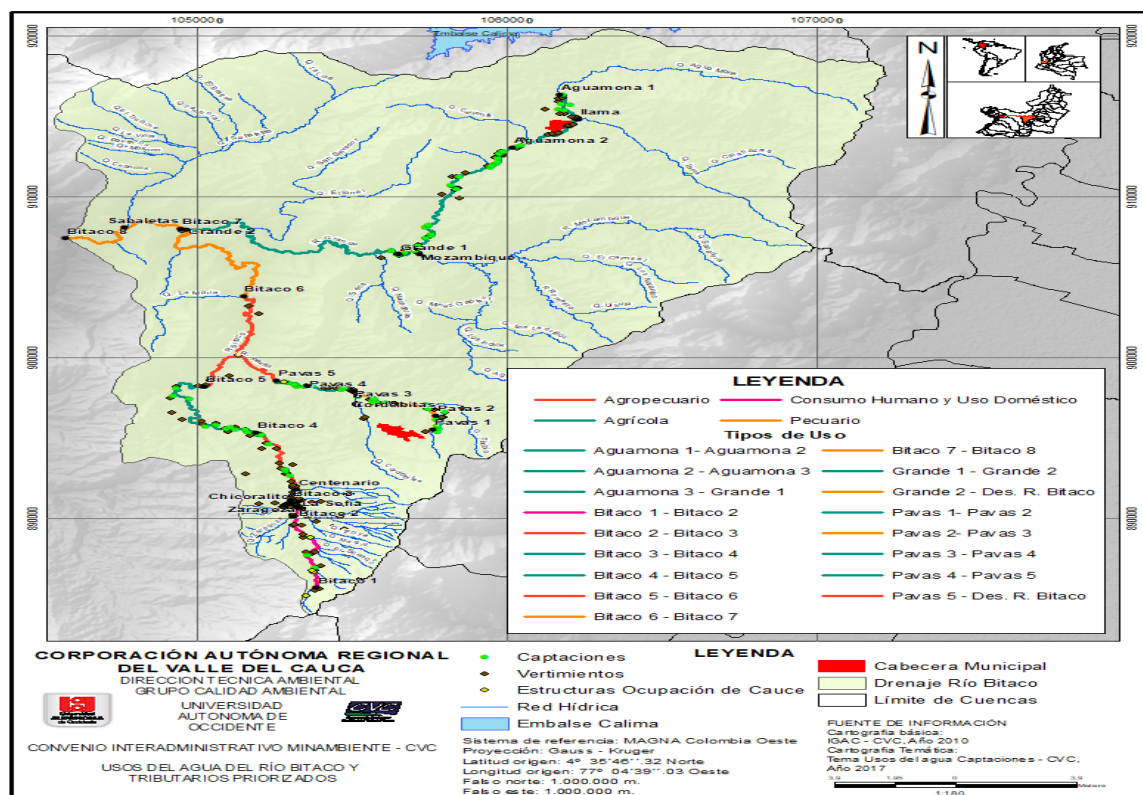
2.3.3 Actividades de extracción, aprovechamiento y explotación de materiales de arrastre

En la zona de estudio se identificaron diecinueve expedientes de títulos mineros de los cuales doce presentaban tres tipos de estados, vigente, inactivo y vencido con solicitud de prórroga, los demás no generaron ningún tipo de resultado cuando fueron consultados en la página de la Agencia Nacional de Minería (ANM) del catastro minero, sin embargo, si se encontraban como áreas en los archivos Shapefile. En la tabla 7 se presenta un resumen del estado actual de los expedientes en el área de influencia de la zona de estudio del PORH río Bitaco.

Tabla 7 Resumen estado de los expedientes mineros en el área de influencia PORH río Bitaco

Estado actual	Cantidad de Expedientes	Localización	Etapas
Titulo vigente	8	La Cumbre, Dagua, Restrepo,	Exploración, construcción y montaje, explotación
Titulo terminado inactivo	3	Restrepo y Dagua	Explotación
Vencido con solicitud de prórroga	1	Restrepo y Dagua	Explotación

Figura 2 Usuarios del agua usuarios ribereños del río Bitaco y tributarios priorizados



2.4 Diseño y ejecución del plan de monitoreo

2.4.1 Definición de estaciones y campañas de monitoreo

Se establecieron en total 24 estaciones de monitoreo cuya descripción se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Estaciones de monitoreo estudiadas para el desarrollo del PORH Bitaco y sus principales afluentes

Cuerpo de agua	No. de estaciones monitoreadas	Estación de monitoreo	Georreferenciación***	
			Longitud	Latitud
Rio Bitaco	7	Bitaco 1	1.053.677	887.449
		Bitaco 2	1.053.224	890.729
		Bitaco 3	1.053.064	891.162
		Bitaco 4	1.051.929	895.373
		Bitaco 5	1.050.258	898.207
		Bitaco 6	1.051.517	903.835
		Bitaco 7	1.049.558	907.907
		Bitaco 8*	1.045.769	907.454
Quebradas afluentes del río Bitaco	4	Q. Zaragoza	1.053.135	890.201
		Q. Sofía**	1.053.246	890.692
		Q. Chicoralito**	1.053.239	891.147
		Q. Centenario	1.053.196	891.813
		Q. Sabaletas*	1.047.688	908.106
Río Pavas	5	Pavas 1	1.057.524	895.579
		Pavas 2	1.058.029	896.553
		Pavas 3	1.055.041	897.918
		Pavas 4	1.053.557	898.255
		Pavas 5	1.052.600	898.497
Quebrada afluente del río Pavas	1	Quebrada Cordobitas	1.055.199	897.623
Quebrada Aguamona	3	Aguamona 1	1.061.723	916.377
		Aguamona 2	1.062.224	914.891
		Aguamona 3	1.060.216	913.092
Afluentes de la quebrada Aguamona	2	Q. Illama	1.057.042	906.781
		Río Mozambique	1.057.203	906.471
Río Grande	2	Grande 1	1.057.042	906.781
		Grande 2	1.049.642	908.024
Total	24 estaciones analizadas			

*Estación no monitoreada ** Estación de reemplazo, monitoreada

***Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste

2.4.2 Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidrobiológicos evaluados en el río Bitaco y sus principales afluentes

Se realizó dos (2) campañas de monitoreo (una campaña en el periodo seco en el mes de agosto de 2017 y una campaña en el periodo de transición en el mes de septiembre de 2017) y se incluyó la medición de las variables caudal, recursos hidrobiológicos, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. En la tabla 9 se presentan los parámetros evaluados en las dos campañas de monitoreo.

Tabla 9 Parámetros medidos en el plan de monitoreo del río Bitaco, sus principales afluentes y vertimientos.

No	Parámetros	Unidades	Analizar en	
			Vertimientos	Cuerpos de agua
In situ				
1	pH	[Unidad]	X	X
2	Conductividad eléctrica	[μS/cm]	X	X
3	Oxígeno disuelto	[mg/L O ₂]	X	X
4	Temperatura del agua	[°C]	X	X
5	Alcalinidad	[mg/L CaCO ₃]	X	X
6	COT (en 16 muestras)	[mg/l C]		X
7	Dureza Total	[mg/L CaCO ₃]	X	X
8	DBO ₅ Total	[mg/L O ₂]	X	X
9	DQO Total	[mg/L O ₂]	X	X
10	DBO última	[mg/L O ₂]	X	X
11	DBO soluble o DBO filtrada	[mg/L O ₂]	X	X
12	Sólidos suspendidos totales	[mg/L]	X	X
13	Sólidos suspendidos volátiles	[mg/L]	X	X
14	Sólidos sedimentables	[mL/L]	X	X
15	Sólidos disueltos totales	[mg/L]l	X	X
16	Turbiedad	[UNT]	X	X
17	Nitrógeno total	[mg/L N]	X	X
18	Nitrógeno amoniacal	[mg/L N-NH3]	X	X
19	Nitritos	[mg/L N-NO2]	X	X
20	Nitratos	[mg/L N-NO3]	X	X
21	Fósforo total	[mg/L P]	X	X
22	Fosfatos	[mg/L PO4]	X	X
23	Grasas y aceites	[mg/L]	X	X
24	SAAM	[mg/L]	X	X
25	Fenoles	[mg/L]	X	X
26	Clorofila-a	[mg/L Chl-a]		X
27	Hidrocarburos Totales	[mg/L]		X
28	Color Verdadero	u.p.c.		X
Iones				
29	Cloruros	[mg/L Cl ⁻]	X	X
30	Sulfatos	[mg/L SO ₄ ²⁻]	X	X
Microbiológicos				
31	Coliformes totales	[NMP/100mL]	X	X
32	Coliformes fecales	[NMP/100mL]	X	X

No	Parámetros	Unidades	Analizar en	
			Vertimientos	Cuerpos de agua
Hidrobiológicos				
33	Perifiton	[Org/cm ²], [µg/m ² Chl-a] y [g/m ² Peso seco]		X
34	Macroinvertebrados	[Org/cm2]		X
35	Peces (9 muestras por cada campaña)	N individuos / [g] especie		X

Se desarrollaron actividades en campo para la toma de muestras y aforos en ambas campañas de monitoreo, programadas para tres días (23, 24 y 25 de agosto de 2017 en la primera campaña y 20, 21 y 22 septiembre de 2017 en la segunda campaña).

2.4.3 Estaciones de monitoreo en vertimientos de aguas residuales del PORH Bitaco y sus principales afluentes

Se realizó el monitoreo de 5 vertimientos de aguas residuales en la segunda campaña de monitoreo. En la Tabla 10 se presentan los vertimientos que fueron monitoreados, el tipo de vertimiento y el cuerpo de agua que los recibe. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en los vertimientos se presentaron en la Tabla 9.

Tabla 10 Estaciones de monitoreo en vertimientos de aguas residuales del PORH Bitaco y sus principales afluentes

No.	Usuario	Tipo de vertimiento	Cuerpo de agua
1	Centro poblado de Pavas	Doméstico	Río Pavas
2	Cabecera municipal de La Cumbre	Doméstico	Quebrada Cordobita
3	Cabecera municipal de La Cumbre	Doméstico	Río Pavas(Quebrada Pavas)
4	Cabecera municipal de Restrepo	Doméstico	Quebrada Aguamona
5	Barrio La Independencia - Restrepo	Doméstico	Quebrada Aguamona

Para la toma de muestras en los cinco vertimientos planteados se implementó una muestra compuesta a partir de la recolección en subsecciones de trabajo con intervalos de tiempos de 20 minutos durante ocho horas. En campo se tomaron valores in-situ de caudal, pH, temperatura y conductividad.

2.4.4 Monitoreo de la ictiofauna en estaciones sobre cuerpos de agua superficial

Se analizó nueve muestras de ictiofauna por campaña de monitoreo para un total de 18 muestras analizadas. Los sitios de monitoreo se presentan en la tabla 11. El evaluar estas muestras en ambas campañas brinda un análisis más completo sobre el caudal ambiental y su correlación con la presencia o ausencia de peces, teniendo en cuenta que los cambios permiten la valoración de la ictiofauna en diferentes condiciones de hábitat, debido al cambio de periodos de tiempo en las campañas de monitoreo (verano-transición).

Tabla 11 Estaciones de monitoreo para la Ictiofauna

No.	Sitio de monitoreo	Referencia
1	Bitaco 2	Río Bitaco antes de la quebrada La Sofía
2	Bitaco 3	Río Bitaco bajo el puente de la carrilera (final del centro poblado de Bitaco)
3	Bitaco 4	Río Bitaco bajo el puente vehicular del corregimiento de Puente Palo
4	Bitaco 5	Río Bitaco en el corregimiento de Jiguales (cerca al sector de la antigua hidroeléctrica de Pavas)
5	Bitaco 7	Río Bitaco 100 m después de la desembocadura del río Grande (tomando vía Mulaló – Loboguerrero con desviación a la derecha)
6	Pavas 2	Río Pavas en la vereda Pavitas (girando en la casa de la salud hasta el puente)
7	Pavas 5	Río Pavas 300 metros después del charco del diablo
8	Grande 1	Río Grande en el puente reconstruido por los militares (vía Restrepo – Pavas)
9	Grande 2	Río Grande justo antes de la desembocadura en el río Bitaco

A partir de la información obtenida en campo del monitoreo de la ictiofauna en las 9 estaciones sobre los cuerpos de agua superficial, se calcularon los índices de calidad hidrobiológica en el río Bitaco y sus principales tributarios.

2.4.5 Caracterización topobatimétrica de las estaciones

Se estableció las secciones transversales en cada una de las estaciones de monitoreo sobre cuerpos de agua principales (Río Bitaco, Río Pavas, Quebrada Aguamona y Río Grande). Esta determinación consistió en la medición de las elevaciones del terreno y de sus correspondientes distancias perpendiculares a la izquierda y a la derecha de la línea eje. Las lecturas se tomaron en la línea eje, en los puntos altos y bajos y en las localidades donde se presentan cambios de pendiente para determinar con precisión el perfil del terreno.

Con base en las secciones transversales se obtuvieron los datos de área húmeda, perímetro húmedo; por otra parte, las secciones transversales se utilizaron de insumo para calcular la pendiente de la superficie libre del agua, parámetro importante en la estimación de caudales en secciones sin información. Las características hidráulicas de las secciones fueron insumos necesarios para suministrar información referente a la morfología del sitio aportando en el cálculo de la pendiente hidráulica y la selección de tramos que hizo parte de las secciones de calibración del módulo hidráulico en el modelo QUAL2Kw.

De igual manera, con esta información se logró el cálculo del caudal a banca llena en cada uno de los tramos morfológicos (14 tramos sobre el río Bitaco, ocho (8) en el río Pavas y 14 en el sistema de la quebrada Aguamona- río Grande) obtenidos para el modelamiento del caudal ambiental planteado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, para el cálculo de la banca llena.

2.5 Estimación de la oferta hídrica total y disponible e indicadores de estado.

2.5.1 Estimación de la oferta hídrica total

Para la evaluación del régimen hidrológico de la Unidad Hidrográfica del Río Bitaco y la estimación de la oferta hídrica superficial se consideró el método de transferencia o transposición de caudales, utilizando la información de la estación hidrométrica Bendiciones, la cual está localizada en el río Dagua, aguas abajo de la confluencia o desembocadura del río Bitaco.

En las tablas 12, 13 y 14 se presenta la Oferta Hídrica total superficial mensual de los principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco bajo condiciones de año seco, año normal y año húmedo respectivamente.

Tabla 12 Oferta Hídrica total superficial mensual para año seco en m³/s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco (transposición de caudales)

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0.56	0.44	0.39	0.57	0.88	0.92	0.45	0.29	0.47	0.96	1.29	0.76
Río Grande - Aguamona	4.03	3.51	4.67	7.91	5.02	3.81	2.72	1.80	3.56	6.64	8.08	5.21
Qda Sabaletas	0.97	0.68	0.90	1.54	0.97	0.76	0.51	0.39	0.58	1.38	1.29	0.96
UH Bitaco Total	6.92	5.63	6.62	11.25	8.64	7.23	4.65	3.14	5.75	11.37	13.33	8.61

Tabla 13 Oferta Hídrica total superficial mensual para año normal en m³/s. Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	1.12	0.58	0.92	1.33	1.01	0.66	0.43	0.50	0.58	0.87	1.12	1.09
Río Grande - Aguamona	6.10	4.40	5.69	7.33	6.43	4.71	3.42	3.45	4.05	7.97	8.46	7.50
Qda Sabaletas	1.49	0.72	0.88	1.14	1.23	0.95	0.59	0.59	0.79	1.44	1.95	1.91
UH Bitaco Total	11.37	6.94	9.41	12.37	10.98	7.91	5.54	5.72	6.84	12.69	14.48	13.33

Tabla 14 Oferta Hídrica total superficial mensual para año húmedo en m³/s. Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0.87	0.83	0.86	1.87	1.25	1.00	0.62	0.47	0.75	1.54	1.70	1.44
Río Grande - Aguamona	5.49	4.94	6.77	8.76	8.23	6.10	5.31	4.13	5.72	10.27	12.47	8.24
Qda Sabaletas	1.44	1.04	0.94	1.57	1.30	1.04	1.09	0.79	1.30	2.16	2.56	1.81
UH Bitaco Total	9.95	8.65	10.48	15.70	13.61	10.25	8.75	6.77	9.89	17.86	21.01	14.67

2.5.2 Estimación del caudal ambiental

Se define el caudal ambiental como el 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 (Decreto 1076 de 2015).

Estimación del caudal ambiental mediante el cálculo del factor de reducción de la oferta hídrica total superficial

El factor de reducción para mantener el estiaje se calcula a partir de la curva de duración de caudales de cada año, de la cual se extrae el caudal mínimo, calculado como el promedio de los caudales que son superados el 75% del tiempo durante el año. Con estos caudales se conforma el estadístico que caracteriza el régimen de estiaje de la fuente. De la función de distribución de probabilidad se extrae el caudal de estiaje con probabilidad de excedencia del 97,5% y se divide por el caudal modal o caudal que más se repite en el intervalo seleccionado.

El caudal ambiental estimado mediante el factor de reducción de la oferta hídrica total superficial para año seco, normal y húmedo en las estaciones de monitoreo de la unidad hidrográfica del río Bitaco y los tributarios priorizados se presenta en las tablas 15, 16 y 17.

Tabla 15 Caudal ambiental en m³/s considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año seco.

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0,29	0,22	0,20	0,29	0,45	0,47	0,23	0,15	0,24	0,49	0,66	0,39
Río Grande - Aguamona	2,07	1,80	2,40	4,06	2,58	1,96	1,40	0,93	1,83	3,41	4,15	2,67
Qda Sabaletas	0,49	0,35	0,46	0,79	0,49	0,39	0,26	0,20	0,30	0,70	0,66	0,49
UH Bitaco Total	3,59	2,92	3,43	5,83	4,48	3,75	2,41	1,63	2,98	5,89	6,91	4,46

Tabla 16 Caudal ambiental considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año normal.

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0.57	0.30	0.47	0.69	0.52	0.34	0.22	0.26	0.30	0.45	0.57	0.56
Río Grande - Aguamona	3.13	2.26	2.92	3.77	3.30	2.42	1.76	1.77	2.08	4.10	4.35	3.85
Qda Sabaletas	0.76	0.37	0.45	0.58	0.63	0.49	0.30	0.30	0.40	0.74	1.00	0.98
UH Bitaco Total	5.89	3.60	4.88	6.41	5.69	4.10	2.87	2.96	3.55	6.58	7.51	6.91

Tabla 17 Caudal ambiental considerando el factor de reducción principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco. Para año Húmedo.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0.45	0.43	0.44	0.96	0.64	0.51	0.32	0.24	0.38	0.79	0.88	0.74
Río Grande - Aguamona	2.82	2.54	3.48	4.50	4.23	3.13	2.73	2.12	2.94	5.28	6.41	4.24
Qda Sabaletas	0.74	0.53	0.48	0.80	0.67	0.53	0.56	0.40	0.67	1.11	1.31	0.93
UH Bitaco Total	5.16	4.49	5.44	8.14	7.06	5.32	4.54	3.51	5.13	9.26	10.89	7.61

2.5.3 Estimación de la oferta hídrica superficial disponible

La oferta hídrica disponible, se considera como la diferencia entre la oferta hídrica total superficial y el caudal ambiental considerando el cálculo del factor de reducción de la oferta hídrica total superficial de la Unidad hidrográfica del río Bitaco y los sitios de monitoreo. En las tablas 18, 19 y 20 se presenta la Oferta Hídrica disponible mensual de

los principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco bajo condiciones de año seco, año normal y año húmedo respectivamente.

Tabla 18 Oferta Hídrica disponible mensual para año seco en m³/s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0,270	0,215	0,185	0,280	0,430	0,445	0,215	0,140	0,230	0,470	0,630	0,370
Río Grande - Aguamona	1,955	1,705	2,270	3,850	2,435	1,845	1,315	0,870	1,730	3,225	3,925	2,535
Qda Sabaletas	0,475	0,325	0,435	0,750	0,475	0,365	0,250	0,185	0,280	0,675	0,625	0,470
UH Bitaco Total	3,325	2,705	3,190	5,420	4,160	3,475	2,240	1,505	2,765	5,475	6,415	4,150

Tabla 19 Oferta Hídrica disponible mensual para año normal en m³/s. Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0,545	0,275	0,450	0,640	0,490	0,320	0,205	0,235	0,280	0,420	0,545	0,530
Río Grande - Aguamona	2,970	2,135	2,770	3,560	3,130	2,290	1,660	1,680	1,970	3,870	4,110	3,650
Qda Sabaletas	0,725	0,345	0,425	0,560	0,600	0,460	0,290	0,290	0,390	0,700	0,950	0,930
UH Bitaco Total	5,475	3,335	4,530	5,955	5,285	3,805	2,665	2,755	3,290	6,105	6,965	6,420

Tabla 20 Oferta Hídrica disponible mensual para año húmedo en m³/s Tributarios Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Tributario	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Río Pavas	0,419	0,405	0,421	0,907	0,610	0,487	0,300	0,225	0,365	0,752	0,820	0,700
Río Grande - Aguamona	2,669	2,403	3,292	4,260	4,000	2,968	2,577	2,007	2,784	4,991	6,064	4,005
Qda Sabaletas	0,704	0,506	0,464	0,768	0,632	0,508	0,533	0,388	0,631	1,052	1,250	0,882
UH Bitaco Total	4,787	4,164	5,045	7,561	6,550	4,932	4,209	3,263	4,763	8,599	10,121	7,064

2.5.4 Cálculo del índice de retención y regulación hídrica – IRH

El índice de retención y regulación hídrica evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca. El índice se calculó con base en la curva de duración de caudales medios diarios.

En la tabla 21 se presentan los valores obtenidos del índice de retención y regulación hídrica – IRH, para los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Tabla 21 Valores obtenidos del índice de retención y regulación hídrica – IRH. Principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Tributario	IRH – Caudales diarios Modelación Hidrológica	IRH – Caudales diarios trasposición de caudales
Río Pavas	0.72	0.75
Río Grande - Aguamona	0.74	0.75
Qda Sabaletas	0.65	0.75
UH Bitaco Total	0.75	0.75

Fuente: UAO (2017)

De acuerdo con la tabla 21 se puede establecer que las microcuencas de la Unidad hidrográfica del río Bitaco, principales tributarios y sitios de monitoreo presentan una capacidad de retención moderada.

2.6 Estudio de la demanda de agua e indicadores de presión sobre el recurso hídrico superficial

Se entiende por demanda hídrica, la cantidad de agua para satisfacer las necesidades básicas para consumo humano, además de aquella destinada para suplir los requerimientos de agua en las actividades socioeconómicas y productivas del hombre.

Para la estimación del consumo doméstico urbano se consideró la información reportada en el sistema único de información de servicios públicos domiciliarios SUI, en donde las empresas prestadoras de servicios públicos, en este caso ACUAVALLE, reportan anualmente en número de suscriptores y el agua consumida por suscriptor. Se utilizaron los datos reportados por Acuavalle al SUI para el año 2016.

En el caso de la población rural se ha determinado en distintos estudios que se debe asignar un valor máximo de 200 litros/ hab – día (CINARA, 2007). Lo anterior en virtud a que el agua es utilizada en distintas labores no solo para consumo humano si no que, en algunos casos en el riego de huertas, pequeños cultivos y/o actividades de producción pecuaria a pequeña escala.

Para la demanda del sector agrícola se determinó a partir de las condiciones climáticas de la región, como la precipitación efectiva, la evaporación y las características del cultivo, asociadas al coeficiente del cultivo Kc. Las áreas cultivadas fueron identificadas y cuantificadas a partir de la cartografía de coberturas y usos del suelo suministrado por la CVC. Los valores de Kc de las coberturas vegetales fueron consultados en FAO (2006) y en estudios locales para casos específicos.

La cantidad de agua demandada para el uso pecuario se estimó a partir del número de animales existente en el área de estudio. El número de cada tipo de animales fue multiplicado por el promedio de agua usada por animal, teniendo en cuenta factores como estado de crecimiento del animal, la raza, género, clima; entre otros factores que caracterizan el consumo de cada especie. Se tuvo en cuenta información del censo pecuario del año 2016 (ICA, 2016), en donde se contó con información detallada a nivel de municipio sobre bovinos, búfalos, caprinos, equinos, ovinos, porcinos y aves.

Para la demanda en preservación flora y fauna, se estimó como el caudal ecológico el calculado de acuerdo a la resolución 865 del 2004, en donde se estima como el 0,25% del caudal medio mensual del mes más seco.

En la tabla 22 se presentan los valores de demanda total de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco y sus principales tributarios.

Tabla 22. Demanda hídrica total (Mm³/año).

DEMANDAS		Río Bitaco	Río Grande - Aguamona	Río Pavas	Q.da Sabaletas	UH río Bitaco
Demanda doméstica	Población Rural	0,43	0,90	0,18	0,21	1,73
	Población Urbana		0,51	0,13		0,64
TOTALES D. DOMESTICA en Mm ³ /año		0,43	1,41	0,31	0,21	2,37
Demanda Pecuaria	Consumo Bovinos	0,31	1,20	0,13	0,23	1,87
	Consumo Porcinos	0,25	1,63	0,09	0,32	2,29
	Consumo Aves	0,90	7,61	0,26	1,78	10,56
	Consumo Búfalos, Caprinos, Equinos Y Ovinos	0,000	0,005	0,000	0,001	0,007
TOTALES D. PECUARIA en Mm ³ /s		1,46	10,45	0,48	2,34	14,73
Demanda Agrícola	Consumo Agrícola	21,87	14,14	5,08	10,38	42,41
TOTALES D. AGRICOLA en Mm ³ /s		21,87	14,14	5,08	10,38	42,41
TOTALES DEMANDA PRESERVACIÓN DE FAUNA Y FLORA Mm ³ /año		11,90	6,89	1,10	1,47	11,90
DEMANDA TOTAL Mm ³ /s		35,67	32,90	6,98	14,40	71,41

2.6.1 Cálculo del índice de uso del agua – IUA y el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH.

Con base en los resultados obtenidos de oferta hídrica superficial total, caudal ambiental y demanda hídrica en la unidad hidrológica de la cuenca del río Bitaco, se calcularon dos indicadores: El índice de uso del agua – IUA y el índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH.

Índice del uso del agua

El Índice del Uso del Agua (IUA), corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de subzona hidrográfica y cuencas abastecedoras de acueductos en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales.

En las tablas 23 y 24 se presentan los resultados obtenidos del índice de uso del agua – IUA para los principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco para año seco y año normal.

Tabla 23 Índice de Uso del Agua – IUA año seco en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Demanda Totales Mm ³ /año	Oferta disponible Mm ³ /año	IUA	Categoría IUA
Río Pavas hasta desembocadura al Bitaco	6.980	10.137	68.9	Muy Alto
Río Grande - Aguamona hasta desembocadura al Bitaco	32.900	72.714	45.2	Alto
Quebrada Sabaletas hasta desembocadura al Bitaco	14.400	13.950	103.2	Muy Alto
Río Bitaco hasta desembocadura al Dagua	71.410	117.818	60.6	Muy Alto

Tabla 24 Índice de Uso del Agua – IUA año normal en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Demanda Totales Mm ³ /año	Oferta disponible Mm ³ /año	IUA	Categoría IUA
Río Pavas hasta desembocadura al Bitaco	6.980	12.970	53.8	Muy Alto
Río Grande - Aguamona hasta desembocadura al Bitaco	32.900	88.791	37.1	Alto
Quebrada Sabaletas hasta desembocadura al Bitaco	14.400	17.504	82.3	Muy Alto
Río Bitaco hasta desembocadura al Dagua	71.410	148.732	48.0	Alto

A nivel de tributario se puede indicar que existe una fuerte presión por el recurso hídrico tanto para años secos como para años normales, los valores obtenidos del índice de uso de agua indican que la presión de la demanda es de alta a muy alta con respecto a la oferta hídrica disponible para cada una de las unidades hidrológicas que conforman el río Bitaco.

En las Figuras 3 y 4 se presentan la distribución espacial del Índice de Uso del Agua – IUA año seco y año normal respectivamente, en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Figura 3 Índice de Uso del Agua – IUA año seco en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

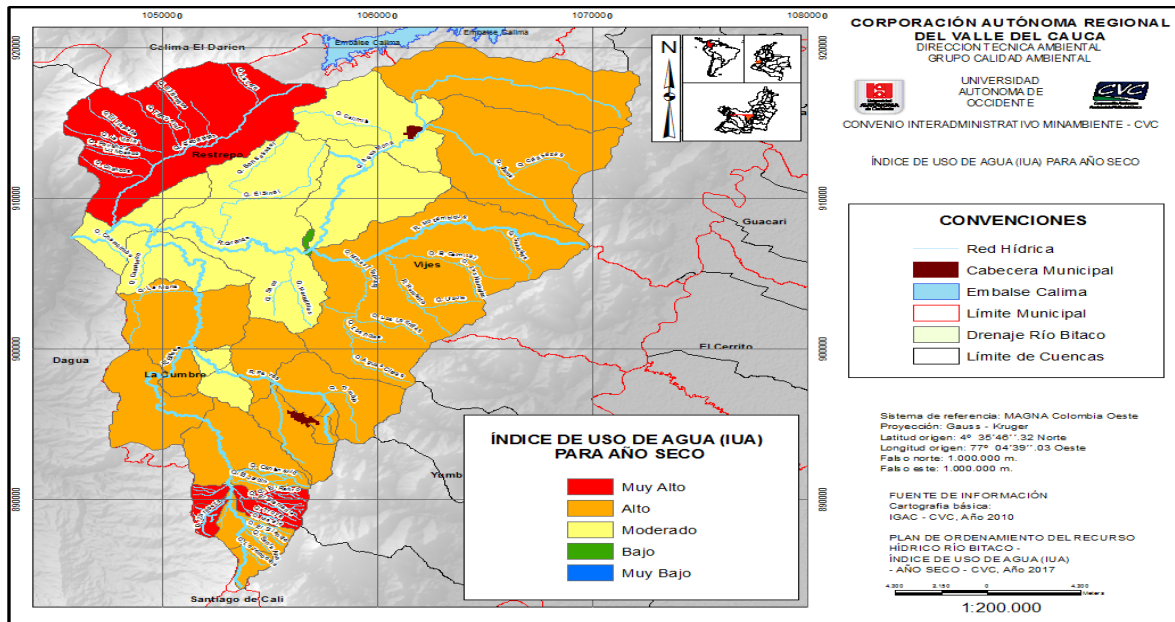
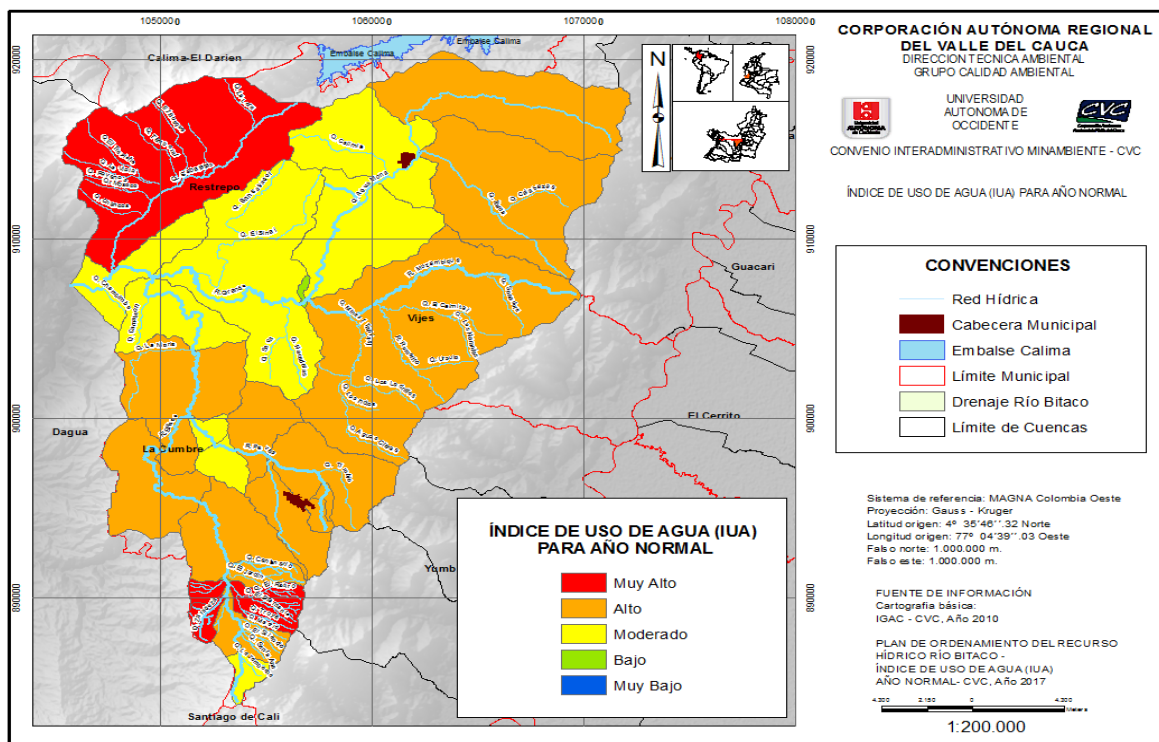


Figura 4 Índice de Uso del Agua – IUA año normal en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco



Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH

El índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH indica el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)– podría generar riesgos de desabastecimiento.

En las tablas 25 y 26 se presentan los resultados obtenidos del índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH para los principales tributarios de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco para año seco y año normal.

Tabla 25 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año seco en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Categoría IUA	Índice de regulación (IRH)	Categoría Vulnerabilidad
Río Pavas hasta desembocadura al Bitaco	Muy Alto	Moderado	Alto
Río Grande - Aguamona hasta desembocadura al Bitaco	Alto	Moderado	Alto
Quebrada Sabaletas hasta desembocadura al Bitaco	Muy Alto	Moderado	Alto
Río Bitaco hasta desembocadura al Dagua	Muy Alto	Moderado	Alto

Tabla 26 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año normal en los tributarios principales de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

Tributario	Categoría IUA	Índice de regulación (IRH)	Categoría Vulnerabilidad
Río Pavas hasta desembocadura al Bitaco	Alto	Moderado	Alto
Río Grande - Aguamona hasta desembocadura al Bitaco	Alto	Moderado	Alto
Quebrada Sabaletas hasta desembocadura al Bitaco	Muy Alto	Moderado	Alto
Río Bitaco hasta desembocadura al Dagua	Alto	Moderado	Alto

En las figuras 5 y 6 se presentan la distribución espacial del Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año seco y año normal respectivamente, en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco.

Respecto al IVH a nivel de tributario, se puede indicar que existe un alto grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua tanto para años secos como para años normales, los valores obtenidos del índice permiten identificar que en estas épocas podrían generar riesgos de desabastecimiento.

Figura 5 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año seco en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco

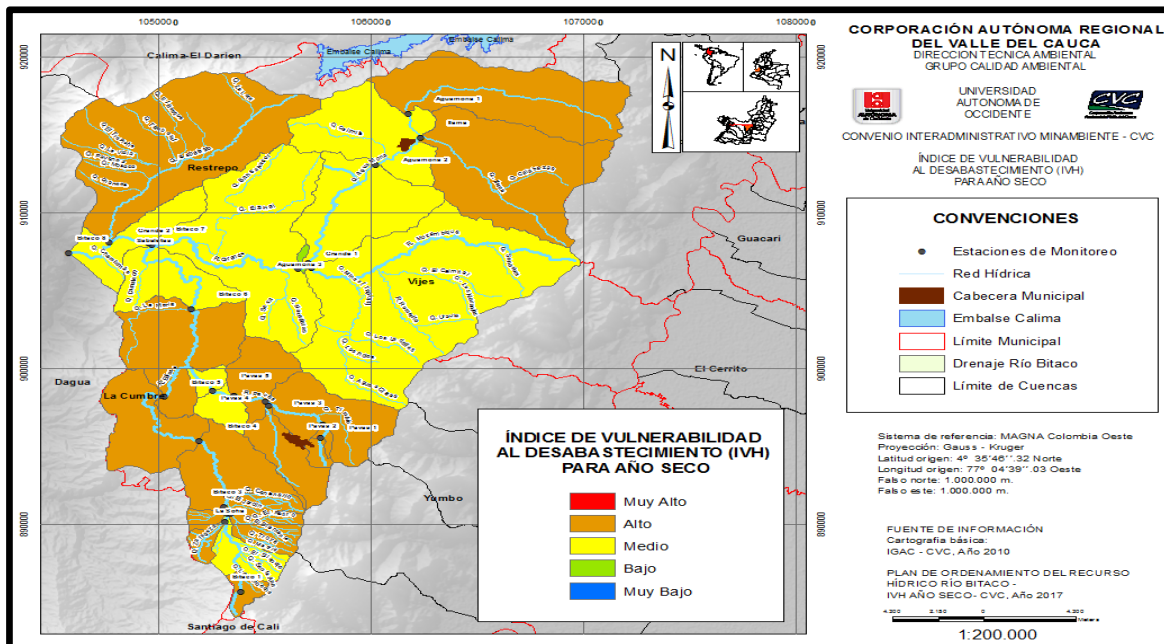
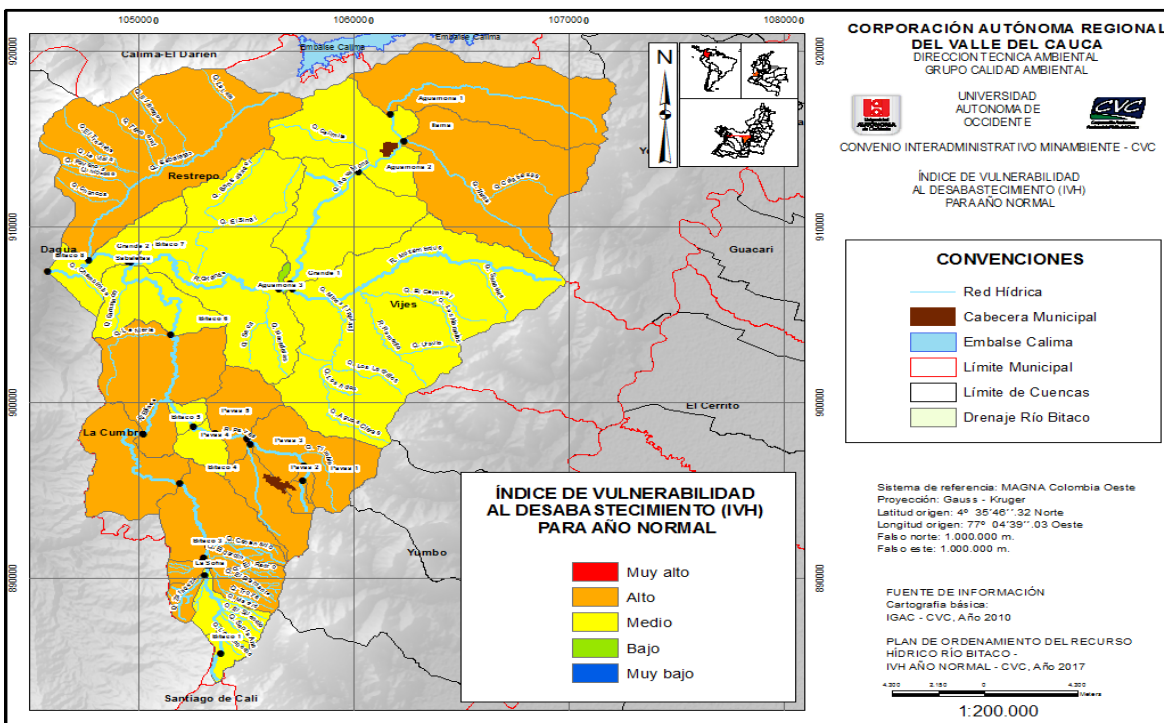


Figura 6 Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento – IVH año normal en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco



2.8 Calidad de fuentes hídricas priorizadas

2.8.1 Perfiles de calidad de cada cuerpo de agua

Los perfiles de calidad del agua permiten visualizar de manera espacial las variaciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos sobre los cuerpos de agua, haciendo posible asociar el deterioro en la calidad del recurso con las presiones ejercidas por los vertimientos de aguas residuales procedentes de las distintas actividades antropogénicas que se dan sobre una unidad hidrográfica.

Se construyeron los perfiles de calidad tomando en consideración los resultados de los monitoreos sistemáticos realizados por la CVC en el período comprendido entre los años 2009 y 2016 y resultados de los monitoreos realizados en el marco del proyecto de ordenamiento del recurso hídrico que se adelanta en el marco del Convenio CVC-Universidad Autónoma de Occidente, No. 132 de 2017. Los perfiles de calidad de obtenidos para el río Bitaco se presentan en las figuras 7, 8, 9, 10 y 11.

Figura 7. Históricos de DBO5 en el río Bitaco (años 2009-2016)

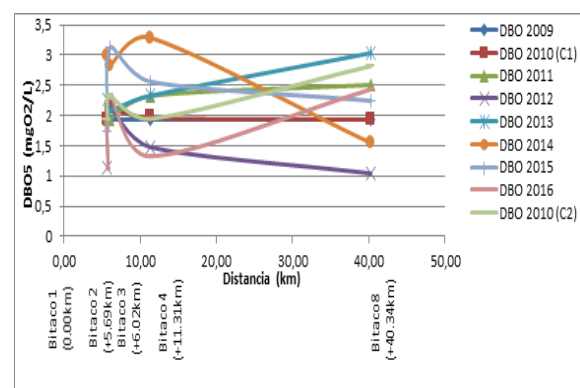


Figura 8. Históricos de OD en el río Bitaco (años 2009-2016)

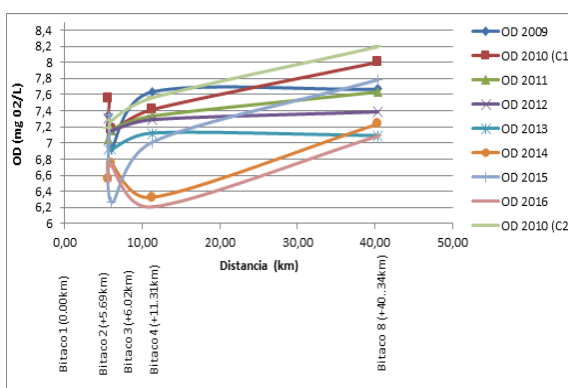


Figura 9. Históricos de DQO en el río Bitaco (años 2009-2016)

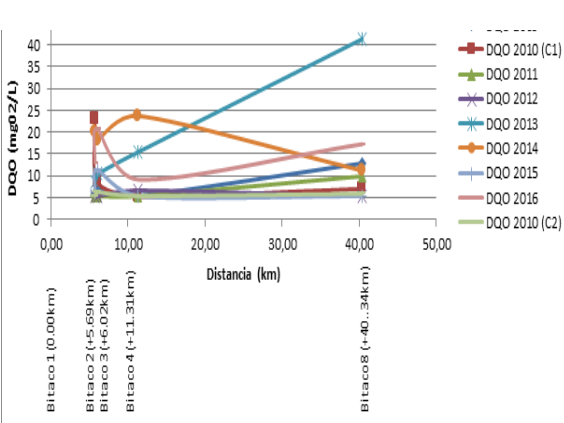


Figura 10. Históricos de pH en el río Bitaco (años 2009-2016)

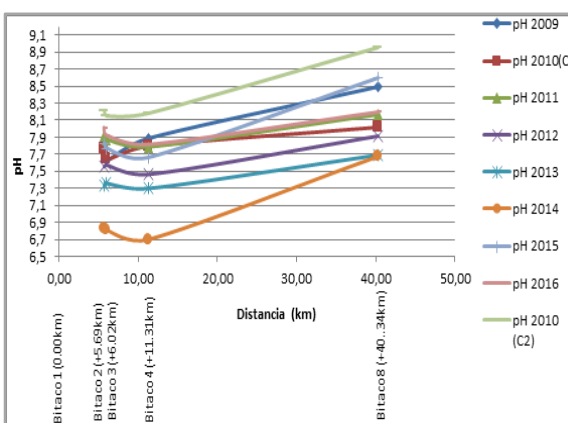
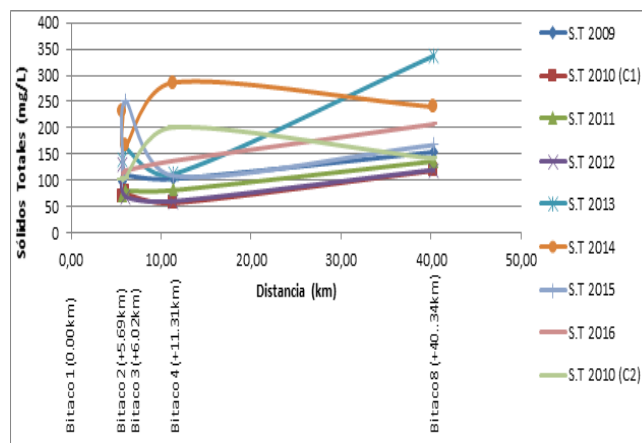


Figura 11. Históricos de Sólidos totales en el río Bitaco (años 2009-2016)



De manera general los resultados obtenidos en la medición de parámetros fisicoquímicos para los tres cuerpos de agua objeto de ordenamiento no muestran evidencia de problemas asociados a la falta de oxigenación en las aguas, así mismo, la mayoría de los parámetros se encuentran en niveles cuyas concentraciones no muestran niveles alarmantes de contaminación. Contrario a lo anterior en los tres cuerpos de agua el parámetro coliformes fecales presentó niveles altos, incluso en estaciones donde no se presentan vertimientos de aguas residuales como la estación Bitaco 1.

2.8.2 Cálculo de índices de calidad del agua - ICA

En total se evaluaron tres índices de calidad del agua (ICA CETESEB, ICA DINIUS e ICA IDEAM) sobre todas las estaciones principales y los tributarios objeto de ordenamiento. De manera general con la aplicación de los tres índices se pudo apreciar que las aguas en los tres ríos presentan niveles de calidad que varían entre regulares y buenas. En las figuras 12 y 13 se presenta el comportamiento de calidad del recurso hídrico para la primera y segunda campaña de monitoreo en el río Bitaco resultados obtenidos en el ICA de IDEAM.

Figura 12 ICA IDEAM aplicado al río Bitaco – primera campaña

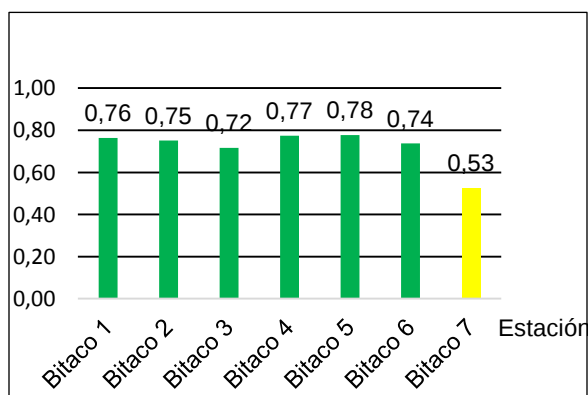
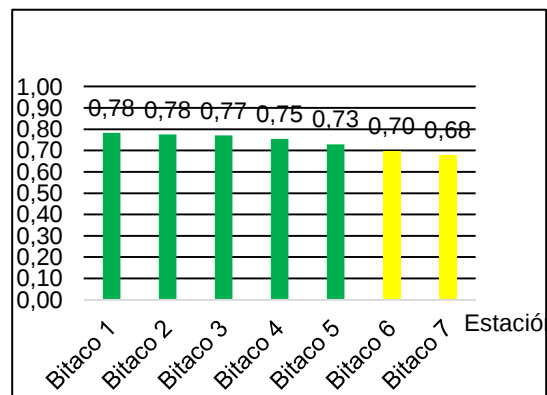


Figura 13 ICA IDEAM aplicado al río Bitaco- segunda campaña



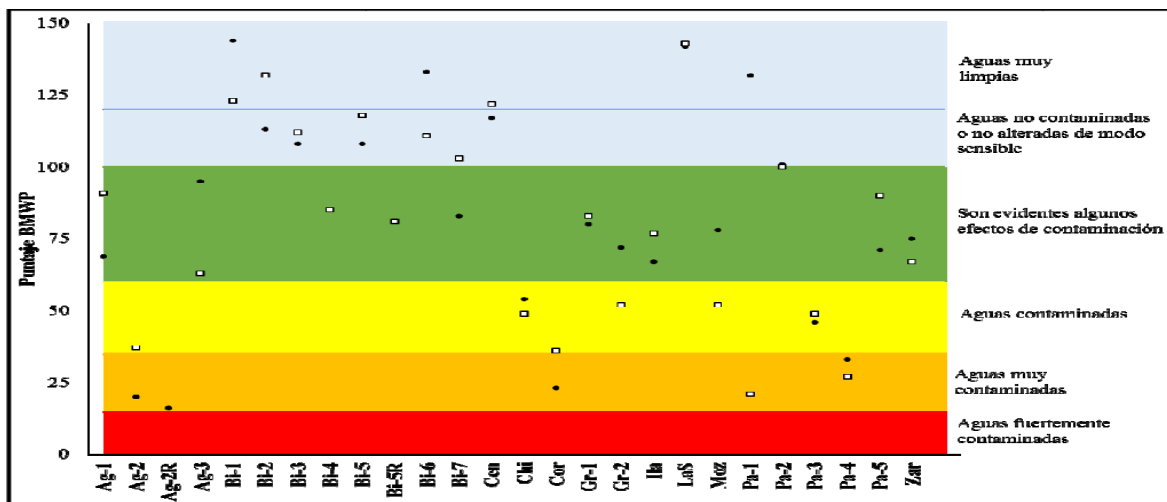
Los resultados del ICA IDEAM son los que mejor se ajustan a lo evidenciado en campo mostrando una calidad en la estación Bitaco 1 mayor o cercana a los valores de las estaciones siguientes; por otra parte, se presenta el deterioro esperado en la estación Bitaco 3 por las presiones que ejerce sobre el río el centro poblado de Bitaco y en la estación Bitaco 6 y Bitaco 7 por la confluencia de los ríos Pavas y Grande (respectivamente). Al igual que en los resultados de la primera campaña del ICA CETESB, el cambio más brusco de calidad se presenta en la estación Bitaco 7 lo cual que se debe a las lluvias atípicas presentadas en la madrugada del día de monitoreo de las estaciones Bitaco 7 Grande 2.

En cuanto su comparación con los otros índices esta presenta un comportamiento similar a la tendencia de la segunda campaña del ICA DINIUS donde es posible evidenciar la disminución de la calidad en las estaciones Bitaco 3, Bitaco 4, Bitaco 6 y Bitaco 7 por las presiones antrópicas que se dan sobre la corriente principal del río Bitaco y en las quebradas afluentes.

Cálculo de los índices ecológicos de los ecosistemas acuáticos

Los valores del BMWP presentaron una gran variación entre las estaciones de muestreo. A nivel global los puntajes fueron similares entre los eventos de muestreo y en su mayoría las estaciones mantuvieron sus clasificaciones de calidad de agua, salvo algunas excepciones como se muestra en la Figura 14.

Figura 14 Índice BMWP calculado para los macroinvertebrados bentónicos en la unidad hidrográfica del Río Bitaco



Adaptación realizada por Zuñiga (1998, 2004) para el Suroccidente colombiano. Circulo negro (●): Muestreo 1, Cuadrado blanco (□): Muestreo 2. Áreas coloreadas indican la clasificación del agua según los valores del BMWP. Convenciones de las estaciones: Quebrada Aguamona (Aguamona 2: Ag-1; Aguamona 2: Ag-2; Aguamona 2 Replica: Ag-2R, Aguamona 3: Ag-3); Río Bitaco (Bitaco 1: Bi-1, Bitaco 2: Bi-2, Bitaco 3: Bi-3, Bitaco 4: Bi-4, Bitaco 5: Bi-5, Bitaco 5 Replica: Bi-5R, Bitaco 6: Bi-6, Bitaco 7: Bi-7); Quebrada Centenario (Cen); Quebrada Chicoralito (Ch); Quebrada Cordobitas (Co); Río Grande (Grande 1: Gr-1, Grande 2: Gr-2); Quebrada Ilama (Il); Quebrada La Sofia (LaS); río Mozambique (Mo); Río Pavas (Pavas 1: Pa-1, Pavas 2: Pa-2, Pavas 3: Pa-3, Pavas 4: Pa-4, Pavas 5: Pa-5) y Quebrada Zaragoza (Za).

La tabla No. 27 presenta la síntesis de los indicadores de calidad ICA IDEAM, ICA CETESB calculado para cada una de las estaciones de las fuentes priorizadas en la unidad hidrográfica del río Bitaco.

Tabla 27. Síntesis del cálculo de indicadores del PORH Bitaco y sus principales afluentes

Estación	Verano		Transición	
	ICA IDEAM	ICA CETESB	ICA IDEAM	ICA CETESB
Bitaco 1	0.76	54	0.78	57
Bitaco 2	0.75	63	0.78	55
Bitaco 3	0.72	59	0.77	48
Bitaco 4	0.77	66	0.75	47
Bitaco 5	0.78	71	0.73	64
Bitaco 6	0.74	72	0.70	64
Bitaco 7	0.53	45	0.68	60
Pavas 1	0.61	48	0.57	52
Pavas 2	0.72	64	0.69	65
Pavas 3	0.65	55	0.63	54
Pavas 4	0.73	55	0.50	44
Pavas 5	0.71	62	0.70	63
Aguamona 1	0.72	62	0.51	45
Aguamona 2	0.73	50	0.66	36
Aguamona 3	0.75	63	0.49	45
Grande 1	0.70	63	0.62	54
Grande 2	0.61	44	0.80	62

Tabla 28. Convenciones de los ICAS

ICA IDEAM		ICA CETESB	
Valor	Clasificación	Valor	Clasificación
0.0 – 0.25	Muy mala	0 - 19	Pésima
0.26 – 0.50	Mala	19 - 36	Mala
0.51 – 0.70	Regular	36 - 51	Regular
0.71 – 0.90	Aceptable	51 - 79	Buena
0.91 – 1.00	Buena	79 - 100	Excelente

En términos generales se observan condiciones de calidad mejores en las partes altas de los cuerpos de agua con respecto a las partes bajas, aunque en el caso del río Pavas y de la Quebrada Aguamona por su hidrodinámica, se puede apreciar que se favorece la dilución y reducción de las presiones antrópicas, mostrando una recuperación de la calidad que permite ser tomada como elemento para la definición de los tramos a los cuales posteriormente se establecerán los objetivos de calidad.

2.7 Determinación de riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico

Con base en los resultados obtenidos del Índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento – IVH actual, el índice de calidad físico químico – DINIUS y el índice

biológico – BMWP Colombia, se pudieron establecer las zonas de Amenaza asociadas a la oferta y las amenaza asociadas a la disponibilidad para los años secos y años normales.

La vulnerabilidad se determinó identificando las captaciones para abastecimiento doméstico, agrícola y piscícola en los tramos previamente identificados con amenaza alta y media, considerando como vulnerabilidad alta las que capten agua para uso doméstico y como de vulnerabilidad media las que se capten para los dos usos restantes.

Al superponer el mapa de amenaza por oferta y calidad del agua (disponibilidad), con la información de localización de las captaciones para abastecimiento doméstico, agrícola y piscícola, se obtuvieron las zonas de riesgo. En las Figuras 15 y 16 se presentan los mapas de riesgos por oferta y riesgo por disponibilidad para año seco y año normal respectivamente.

Figura 15 Mapa de riesgo por oferta y riesgo por disponibilidad para año seco

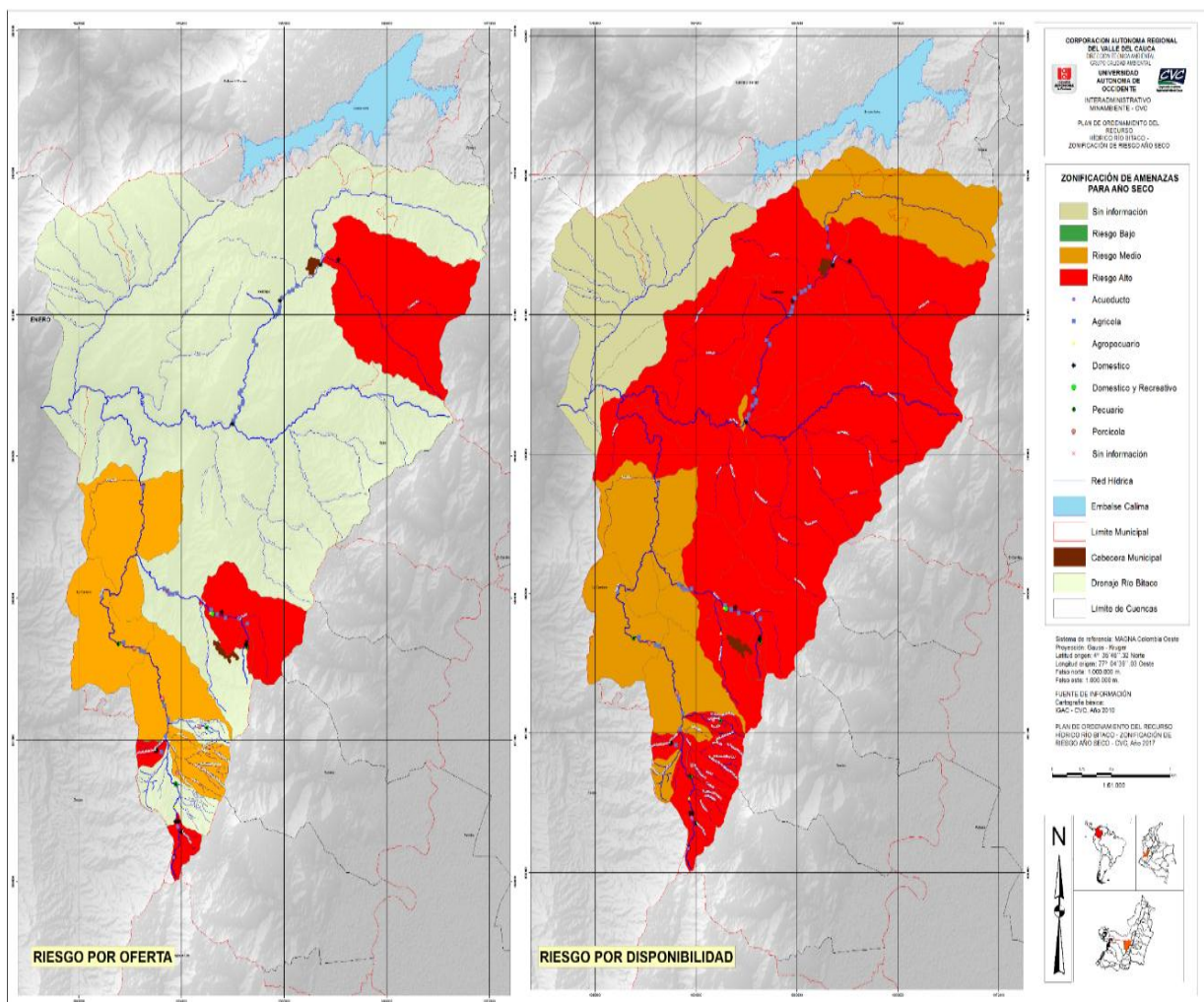
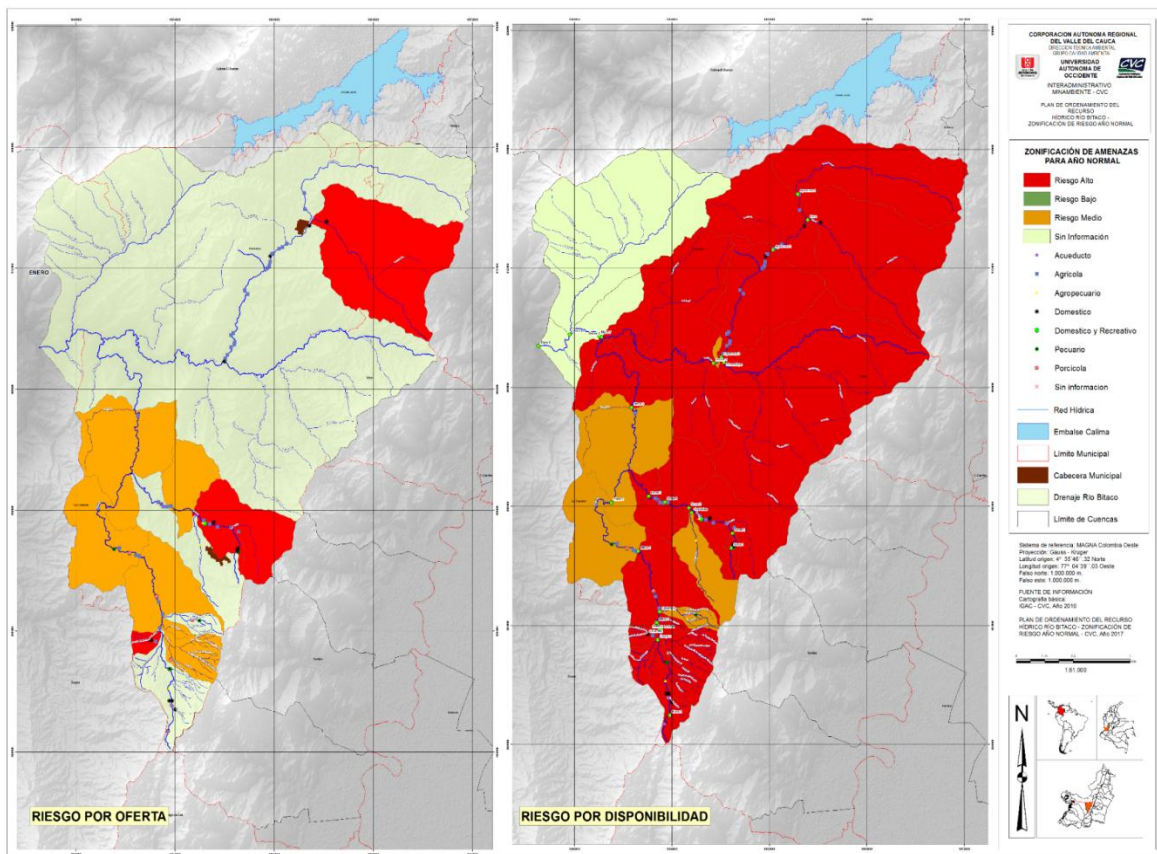


Figura 16 Mapa de riesgo por oferta y riesgo por disponibilidad para año normal.



2.8.3 Determinación de las cargas contaminantes

En la unidad hidrográfica del río Bitaco se encuentran asentadas poblaciones, entre ellas las cabeceras municipales de La Cumbre y Restrepo y varios centros poblados, encontrándose entre los de mayor población los corregimientos de Pavas y Bitaco, del municipio de La Cumbre. Así mismo se llevan a cabo importantes actividades agrícolas y pecuarias para satisfacer las necesidades locales y regionales.

Se realizó la determinación de las cargas contaminantes con base en los resultados de las caracterizaciones de vertimientos de aguas residuales evaluadas en el plan de monitoreo del proyecto PORH Bitaco y sus principales afluentes y en los casos en que no se contó con información de monitoreos de calidad de los vertimientos se realizó la estimación de las cargas contaminantes con base en los aportes per- cápita de los centros poblados y con respecto a la actividad agropecuaria se tuvo en cuenta la producción, las prácticas productivas tipificadas, con referentes bibliográficos que permitieron establecer las cargas vertidas sobre los diferentes cuerpos de agua estudiados en su área tributaria.

Los aportes de cargas contaminantes vertidas a los cuerpos de agua superficial de la unidad hidrográfica de Bitaco se resumen en la tabla 29 donde se puede apreciar que el sector productivo panelero es el que más carga tanto de DBO₅ como de SST está aportando a la cuenca en ambas épocas del año (invierno y verano).

Tabla 29 Resumen de las cargas contaminantes vertidas sobre la cuenca del río Bitaco

Sector (actividad)	Carga DBO ₅ (kg/día)		Carga SST (kg/día)	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población Urbana y rural	917.35	917.35	852.33	852.33
Sector porcícola	762.82	762.82	2043.07	2043.07
Sector Cafetero	1018.28	193.91	311.10	60.92
Trapiches	1467.81	1467.81	3333.31	3333.31
Sector Bovinos	488.15		1340.27	
Lavaderos de vehículos	16.87	16.87	114.26	114.26
Totales	4671.28	3358.76	7994.34	6403.89

2.9 Clasificación de los usos actuales del agua

La calidad del agua se define en función del uso para el cual se destina, considerando básicamente la protección al ambiente y/o a la salud humana. Estos criterios de calidad son pautas a partir de las cuales se puede establecer si las condiciones o variables de calidad del agua (físicoquímica, organoléptica y microbiológica) de un cuerpo de agua, son aptas para el uso al que se destina.

En el PORH del río Bitaco y sus principales afluentes se determinaron los usos del recurso hídrico en los tramos de estudio tomando en consideración las siguientes fuentes de información:

- Usos del recurso hídrico de acuerdo con los derechos otorgados por la CVC (concesiones y reglamentación de corrientes) en la cuenca del río Bitaco (información disponible en los archivos históricos de la Dirección Ambiental Regional DAR Pacífico Este, con sede en el municipio de Dagua Valle del Cauca).
- Información recopilada en el trabajo de campo realizado mediante encuestas, en el marco del proyecto sobre el cauce de los tres cuerpos de agua priorizados (río Bitaco, río Pavas y el sistema conformado por la quebrada Aguamona y el río Grande).
- Observaciones de las actividades antropogénicas evidenciadas en las visitas de campo de reconocimiento de la zona y durante la ejecución del plan de monitoreo de la calidad del agua.
- Descripción de las actividades en la zona de estudio por parte del personal técnico en reuniones de trabajo realizadas con funcionarios de la DAR Pacífico Este y talleres de participación y socialización del proyecto con la comunidad.
- Revisión de la cartografía asociada a los usos del suelo, bases de datos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la federación de cafeteros de Colombia.

Por otra parte, teniendo en cuenta la propuesta del MADS acerca de la actualización de los usos y criterios de calidad del recurso hídrico, se realizó una validación de los

descriptores de usos del recurso a partir de la clasificación propuesta por la metodología de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico 2017 donde se establecen los usos en sitio y fuera de sitio tal como se describe a continuación:

Uso fuera de sitio: Corresponde a los usos en los cuales se extrae el recurso hídrico de su fuente y es trasladado a otro sitio para su aprovechamiento y transformación.

Usos en sitio: Corresponde a los usos en los cuales el recurso hídrico permanece en la fuente donde el agua es usada y aprovechada en sus condiciones naturales, sin ser transformada.

En la tabla 30 se presentan los usos actuales del recurso hídrico, clasificados según los usos establecidos en el artículo 2.2.3.3.2.1 del Decreto 1076 de 2015.

Tabla 30. Usos del agua ríos Bitaco, Pavas y sistema quebrada Aguamona- río Grande

Fuente	Tramo entre estaciones de monitoreo	Usos del agua (Decreto 1076 de 2015 – Artículo 2.2.3.3.2.1)					
		Consumo humano y doméstico	Preservación de flora y fauna	Agrícola	Pecuario	Recreativo	Pesca, maricultura y acuicultura
Río Bitaco	Antes de Bitaco 1	X	X				X
	Bitaco 1 – Bitaco 2	X	X	X	X		X
	Bitaco 2 – Bitaco 3		X	X	X		X
	Bitaco 3 – Bitaco 4		X	X	X		X
	Bitaco 4 – Bitaco 5		X	X	X		X
	Bitaco 5 – Bitaco 6		X	X	X		X
	Bitaco 6 – Bitaco 7		X	X			X
Río Pavas	Nacimiento – Pavas 1	X		X			
	Pavas 1 – Pavas 2			X	X		
	Pavas 2 – Pavas 3			X	X		
	Pavas 3 – Pavas 4			X	X		
	Pavas 4 – Pavas 5			X	X	X	
	Pavas 5 – Desembocadura						
Q. Aguamona – Río Grande	Antes de aguamonona 1	X		X	X		
	Aguamonona 1 – Aguamona 2			X	X	X	
	Aguamonona 2 – Aguamona 3			X	X		
	Aguamona 3 – Grande 1		X	X			
	Grande 1 – Desembocadura a Bitaco		X	X			

De acuerdo con los resultados de las campañas de monitoreo realizadas a los cuerpos de agua priorizados, en el marco del proyecto de formulación del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la unidad hidrográfica del río Bitaco se puede concluir que:

- Teniendo en cuenta el referente normativo correspondiente al Decreto 1076 de 2015, se puede establecer que en términos generales la calidad de las aguas de los ríos priorizados cumple con los estándares de calidad fisicoquímicas evaluados para los diferentes usos; no obstante, se presenta incumplimiento con los límites permisibles

de parámetros microbiológicos, incluidos en los estándares de calidad para uso del agua para abastecimiento humano y doméstico, uso recreativo por contacto primario y para actividad agrícola.

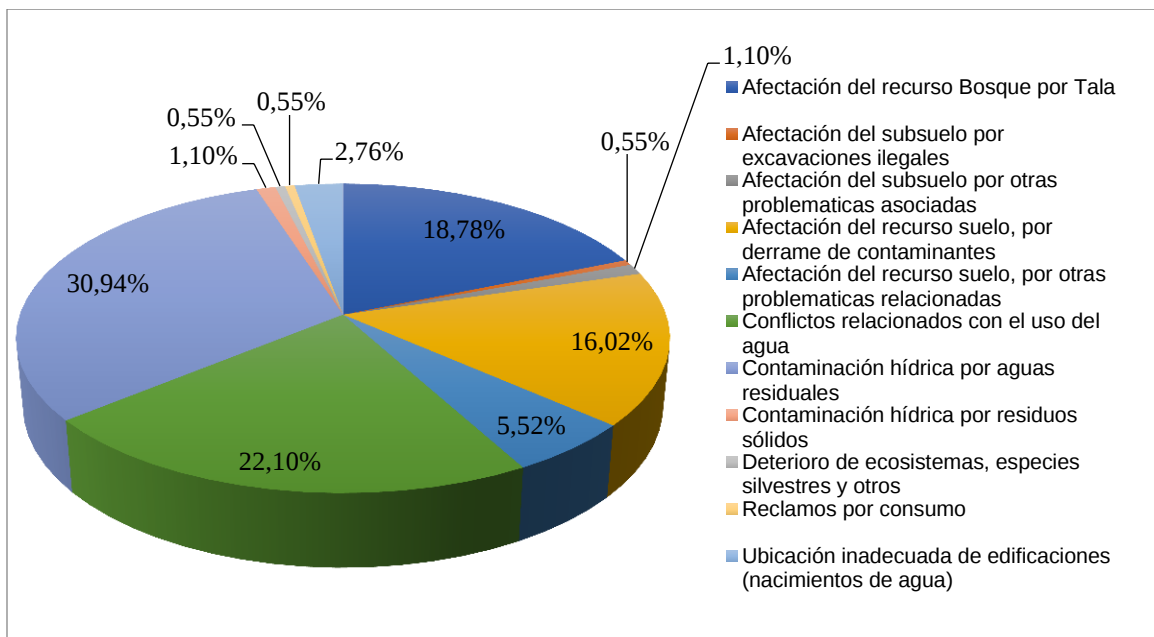
- En el análisis de los resultados de las campañas de muestreo con respecto al proyecto de norma en construcción, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, se encuentra que gran parte de las variables evaluadas cumplen con los estándares establecidos para los usos desde el punto de vista fisicoquímico, mas no desde la calidad microbiológica.

2.10 Análisis de los conflictos del uso del agua

Para la evaluación y análisis de los conflictos del agua en la Subcuenca del río Bitaco, se revisaron las quejas, peticiones, reclamos, se tuvo en cuenta lo manifestado por la comunidad en los diferentes talleres realizados y en el trabajo de campo adelantado en el marco del proyecto sobre las corrientes principales evaluadas; toda la información recopilada se contrastó con los resultados obtenidos en los resultados del análisis de usos actuales del recurso vs calidad del agua, según lo desarrollado en el capítulo correspondiente.

En la Figura 17 se presenta la distribución en porcentajes de los problemas que dan lugar a las quejas y reclamaciones.

Figura 17. Distribución en porcentajes de las denuncias ambientales del año 2016 en la cuenca del río Bitaco y sus principales afluentes



En la Tabla 31 se presentan los principales conflictos identificados por los usuarios con las situaciones que, según ellos, son causantes de dicho conflicto.

Tabla 31 Causas conflictos por el uso del agua identificados por los actores sociales

Conflicto	Causas
Contaminación	• Falta de cultura • Erosión • Actividades en los procesos productivos • Ordenamiento territorial, • Falta de PTAR
Uso inadecuado	• Irrespeto por el medio ambiente • Falta de cultura ambiental • Insuficiencia en el recurso • Otros usos diferentes al doméstico • Falta de ejercicio de autoridad • Crecimiento poblacional
Cumplimiento del ejercicio por parte de la autoridad ambiental	• Falta de fortalecimiento institucional • Trazado del corredor vial Mulaló - Loboguerrero
Otros	• Uso inadecuado • Contaminación • Falta de planeación

3. Fase III. Usos potenciales de las fuentes hídricas priorizadas

A partir de los resultados del diagnóstico, se identificaron los usos potenciales del recurso en función de sus condiciones naturales y los conflictos existentes o potenciales. Para tal efecto, se aplicó el modelo de simulación de la calidad del agua QUAL2Kw, el cual ya calibrado y validado para la corriente, permitió evaluar varios escenarios probables, con el objetivo de representar la mejor condición natural factible para el recurso. Los escenarios empleados en la simulación, incluyeron los aspectos ambientales, sociales, culturales y económicos, así como la gradualidad de las actividades a realizar, para garantizar la sostenibilidad del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico.

3.1 Modelación de la calidad del agua del río Bitaco y sus principales tributarios

A continuación se resume la metodología de calibración del modelo y se discuten los resultados obtenidos, comparando los perfiles modelados de la calidad del agua del río Bitaco con los resultados o datos reales de las mediciones de campo. Adicionalmente se definen los correspondientes escenarios contando con los resultados de ambas jornadas de monitoreo y con el modelo previamente estructurado, calibrado y validado.

El modelo de calidad del agua QUAL2Kw fue aplicado para la corriente principal río Bitaco y sus dos principales tributarios: el río Pavas y el sistema Quebrada Aguamona-río Grande. La calidad del agua fue evaluada para estimar los impactos que las descargas de agua residual y los tributarios tiene sobre el cauce principal. Esto permitirá a futuro examinar la influencia que tienen las estrategias de manejo de calidad del agua que se tienen actualmente y las propuestas en este proyecto, sobre los parámetros de calidad del agua más representativos, como el oxígeno disuelto, carga orgánica y los nutrientes.



Es importante resaltar que la aplicación del modelo QUAL2Kw, corresponde al planteamiento inicial y ajuste del escenario base de modelación, con la información de futuras campañas de monitoreo se pretende llegar a la calibración más exacta del modelo y un mejor ajuste de los datos de calidad.

La esquematización del río Bitaco corresponde a una red construida entre la abscisa 0.0 Km (desde el punto Bitaco 1 localizado 3.5 km aguas abajo del nacimiento) al inicio del tramo simulado y la abscisa 39.05 km (hasta el punto Bitaco) en la salida del tramo.

El tributario río Pavas desemboca en la abscisa 18.56 km en el río Bitaco, para esta corriente la esquematización corresponde a una red construida entre la abscisa 0.0 Km (desde el punto Pavas 1 localizado 1.5 km aguas abajo del nacimiento al inicio del tramo simulado y la abscisa 9.35 km (hasta el punto Pavas 5, localizado 2 km aguas arriba de su desembocadura al río Bitaco) en la salida del tramo.

Finalmente, el tributario quebrada Aguamona que se convierte en río Grande, desemboca en la abscisa 34.91 km en el río Bitaco, para este tributario la esquematización corresponde a una red construida entre la abscisa 0.0 Km (desde el punto Aguamona 1, localizado en el barrio la Independencia del municipio de Restrepo) al inicio del tramo simulado y la abscisa 28.09 km (hasta el punto Grande 2, localizado en su desembocadura al río Bitaco) en la salida del tramo.

Los tramos de las corrientes modeladas se dividen en una red de “cabeceras” (fronteras aguas arriba) y subtramos. En total se definieron seis (6) subtramos en el río Bitaco, cuatro (4) en el río Pavas y cuatro (4) en el sistema Quebrada Aguamona- río Grande de acuerdo con sus características, las cuales presentan condiciones hidráulicas similares. En la Figura 18 se observa el modelo conceptual de la calidad del agua del río Bitaco para la modelación de calidad QUAL2Kw, con la ubicación de sus respectivas estaciones de monitoreo sobre el río y las diferentes fronteras internas (tributarios, vertimientos y captaciones) identificadas en cada uno de estos tramos.

Los resultados obtenidos durante la aplicación del modelo de simulación de la calidad del agua QUAL2Kw en el río Bitaco, Pavas, Aguamona-Rio Grande indican que el modelo permite reproducir en forma aceptable la variación espacial y temporal de las variables modeladas lo largo del tramo en estudio y en condiciones climáticas diferentes (invierno y verano). Se destaca la representatividad que tiene el modelo en los tramos críticos de calidad del agua en donde se reproduce con buena precisión la tendencia y los valores máximos y mínimos de los parámetros, especialmente en los sólidos suspendidos totales, Nitratos, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno total, OD, DBO, Detritus, Fosforo orgánico, Alcalinidad, pH y Coliformes fecales. Los menores ajustes se obtuvieron en la modelación del Fosforo inorgánico, Nitrógeno Orgánico y Fitoplancton. Esto en parte puede estar atribuido a la incertidumbre en la determinación en laboratorio de los valores bajos de estos parámetros, debido a los límites de detección reportados por el laboratorio de Univalle.

Figura 18 Modelo conceptual de la calidad del agua del río Bitaco para la modelación de calidad QUAL2Kw

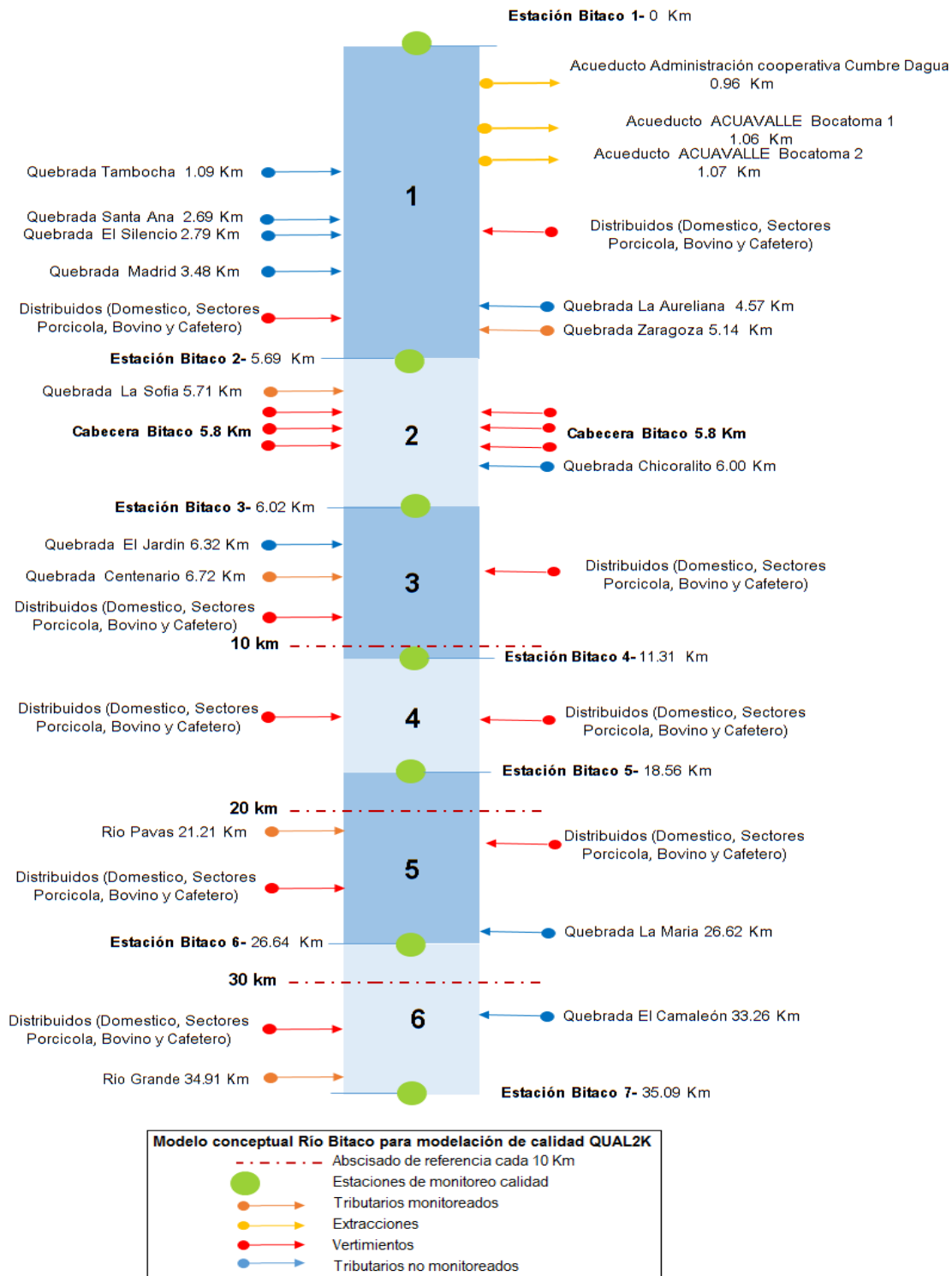


Figura 18 Continuación Modelo conceptual de la calidad del agua del río Pavas

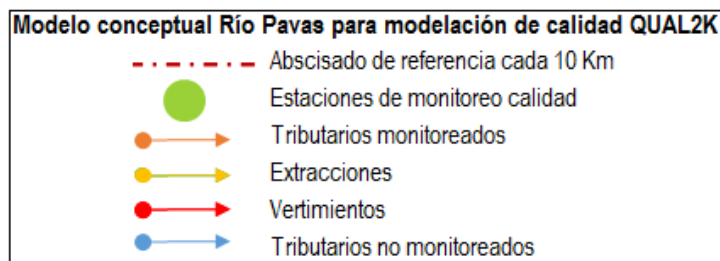
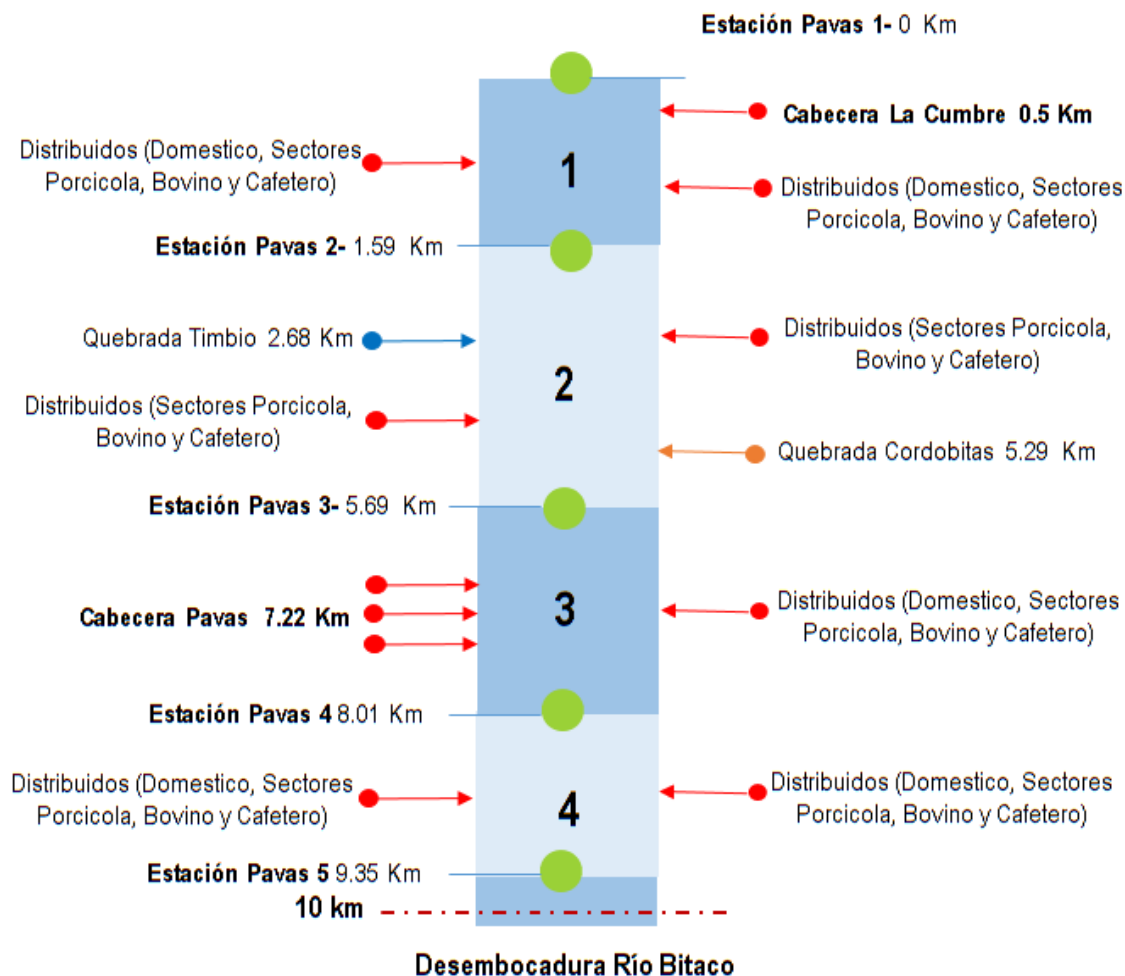
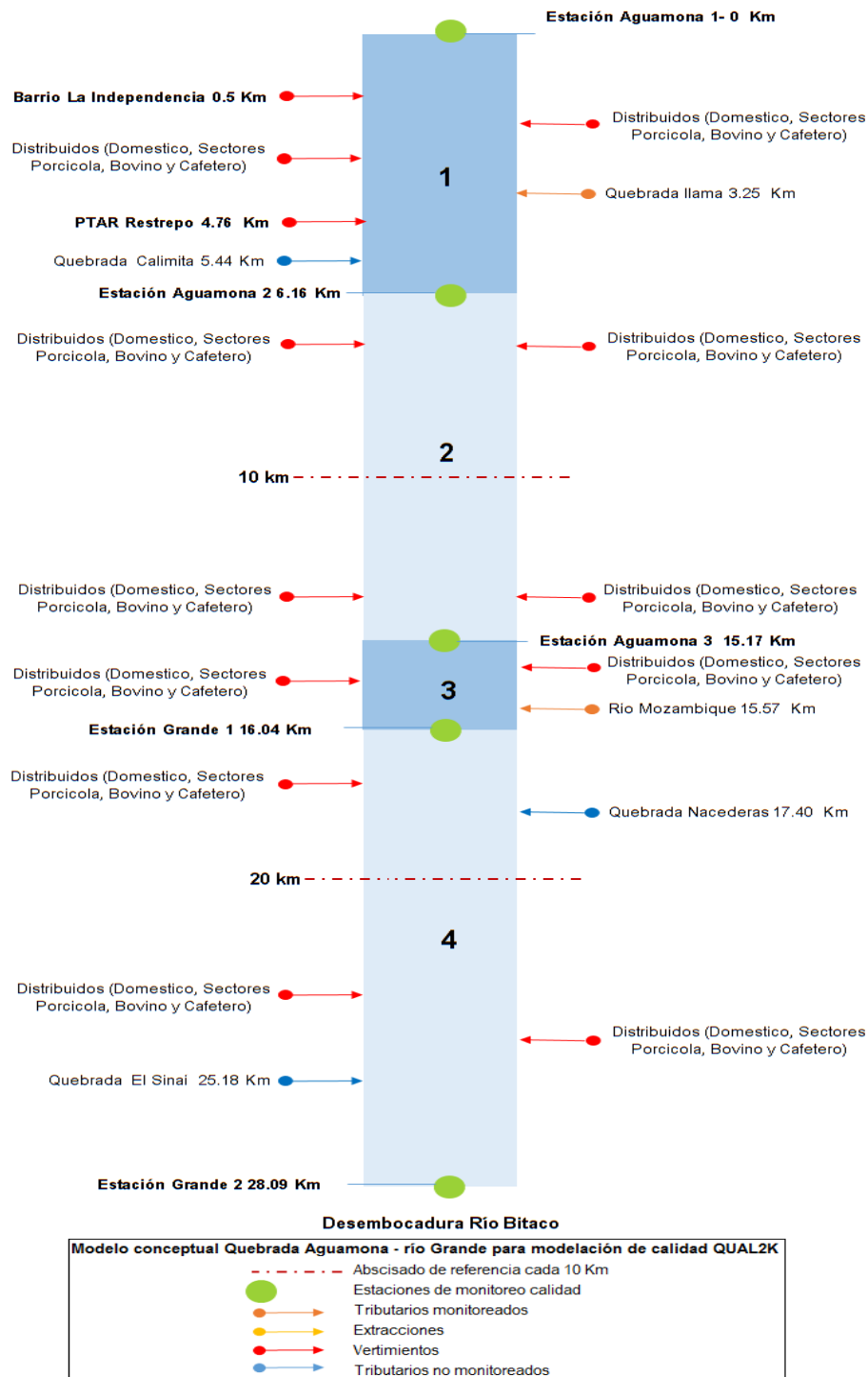


Figura 18 Continuación Modelo conceptual de la calidad del agua del sistema Quebrada Aguamona – río Grande



Adicionalmente, se plantearon tres grupos de escenarios de modelación de la calidad del agua denominados Escenario 1 “pesimista”, Escenario 2 “tendencial” y Escenario 3 “optimista”, al corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (20 años). A partir del ejercicio prospectivo planteado en el Escenario 3 se realizan las modificaciones sugeridas en los espacios participativos, relacionadas con las cargas a verter en el corto plazo, considerando la implementación del sistema de tratamiento de las aguas residuales para la cabecera municipal de La Cumbre, lo cual da lugar a considerar un nuevo escenario a ser modelado, denominado Escenario 4 (E4) también denominado “ACEPTADO”. A continuación, se describen las consideraciones del Escenario 4 para los diferentes sectores para el corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (20 años).

3.2 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en Centros poblados y población rural en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”

En la Tabla 41 se describen las acciones para la reducción de cargas contaminantes de los centros poblados de mayor tamaño y la población rural, donde radican los cambios con respecto a lo planteado en el Escenario 4. En las tablas 41, 42 y 43 se incorporan las acciones planteadas para los sectores productivos correspondientes al sector panelero, porcícola y cafetero.

Respecto a la información de calidad del agua de los diferentes sectores antes mencionados, se realizaron las proyecciones de las cargas contaminantes teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Para la proyección de la carga contaminante del sector urbano y rural, se tuvo en cuenta la información del censo DANE y las proyecciones de población para cada año.

Para la proyección del sector pecuario: Porcícola y bovinos, se tuvo en cuenta la información del censo del ICA- 2016.

Se asume que el área de café no va a variar, pues el área en café en la unidad hidrográfica ha disminuido en los últimos 15 años, pero la expectativa del sector cafetero es conservar el área actual.

Dadas las limitaciones de área para la producción de caña panelera, se asume que se conservarán las condiciones de producción actual.

Dadas las limitaciones con respecto a la información de los lavaderos de carros en el sector de Sabaletas, se asume que se conservarán las condiciones actuales.

Las proyecciones se realizaron para el corto plazo (5 años), mediano plazo (10 años) y largo plazo (20 años) para cada escenario planteado en tablas anteriores.

Respecto a la información de los tributarios, se utilizó la información base de la campaña con propósitos de calibración.

3.3 Cargas Contaminantes en el ejercicio prospectivo del Escenario 4

En las tablas 32 a la 35 se presentan las cargas utilizadas para correr el modelo en los diferentes escenarios para el río Bitaco, río Pavas, sistema quebrada Aguamona- río Grande y la quebrada Sabaletas.

Tabla 32 Proyección de las cargas contaminantes en el río Bitaco para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo

Sector	Corto plazo (Kg/día)		Mediano plazo (Kg/día)		Largo plazo (Kg/día)	
	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST
Sector Rural	28.33	29.75	26.03	27.33	24.36	25.58
Bitaco	10.10	10.61	2.02	2.17	2.18	2.29
Sector Porcino	21.96	57.07	21.94	54.12	23.11	53.01
Sector Cafetero: Verano	5.35	2.78	4.81	2.51	3.94	2.08

Tabla 33 Proyección de las cargas contaminantes en el río Pavas para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo

Sector	Corto plazo (Kg/día)		Mediano plazo (Kg/día)		Largo plazo (Kg/día)	
	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST
Sector Rural	33.81	35.50	31.11	32.66	29.20	30.66
Pavas	24.20	25.41	24.73	25.97	26.11	27.42
Cumbre	20.60	17.36	21.67	18.26	24.12	20.32
Sector Porcino	9.16	23.9	9.15	22.58	9.64	22.11
Sector Cafetero: Verano	0.73	0.44	0.66	0.41	0.54	0.29

Tabla 34 Proyecciones de las cargas contaminantes en el sistema quebrada Aguamona- río Grande para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo

Sector	Corto plazo (Kg/día)		Mediano plazo (Kg/día)		Largo plazo (Kg/día)	
	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST
Sector Rural	127.13	120.41	111.48	103.58	100.76	92.33
Restrepo	98.41	98.41	105.58	105.58	106.33	106.33
Sector Porcino	51.94	134.98	39.02	128.01	36.70	125.39
Sector Cafetero: Verano	10.89	6.46	9.78	6.07	8.06	4.22
Sector Panelero	1024.47	2333.32	733.91	1666.66	293.56	666.6

Tabla 35 Proyección de las cargas contaminantes en la quebrada Sabaletas para el Escenario 4 para el corto, mediano y largo plazo

Sector	Corto plazo (Kg/día)		Mediano plazo (Kg/día)		Largo plazo (Kg/día)	
	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST	Carga de DBO5	Carga de SST
Sector Rural	39.02	40.97	35.70	37.49	33.20	34.86
Sector Porcino	12.34	32.06	12.33	30.41	12.98	29.78
Sector Cafetero: Verano	0.062	0.032	0.055	0.029	0.046	0.024

3.4 Resultados de la modelación

Se simuló el comportamiento de los siguientes parámetros, cuya información de entrada corresponde a las campañas de monitoreo:

- Conductividad.
- Sólidos suspendidos inorgánicos
- Oxígeno disuelto
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Nitrógeno orgánico
- Nitrógeno amoniacal
- Nitritos + Nitratos
- Fósforo orgánico
- Fósforo inorgánico
- Fitoplancton
- Coliformes fecales
- pH
- Sólidos suspendidos totales

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con el modelo QUAL2Kw para el escenario 4 en las variables que presentaron sensibilidad ante las variaciones explicadas.

3.4.1 Resultados de la modelación del río Bitaco

En las figuras 19 a la 24 se presentan los perfiles de calidad resultantes para el río Bitaco.

Figura 19 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el río Bitaco

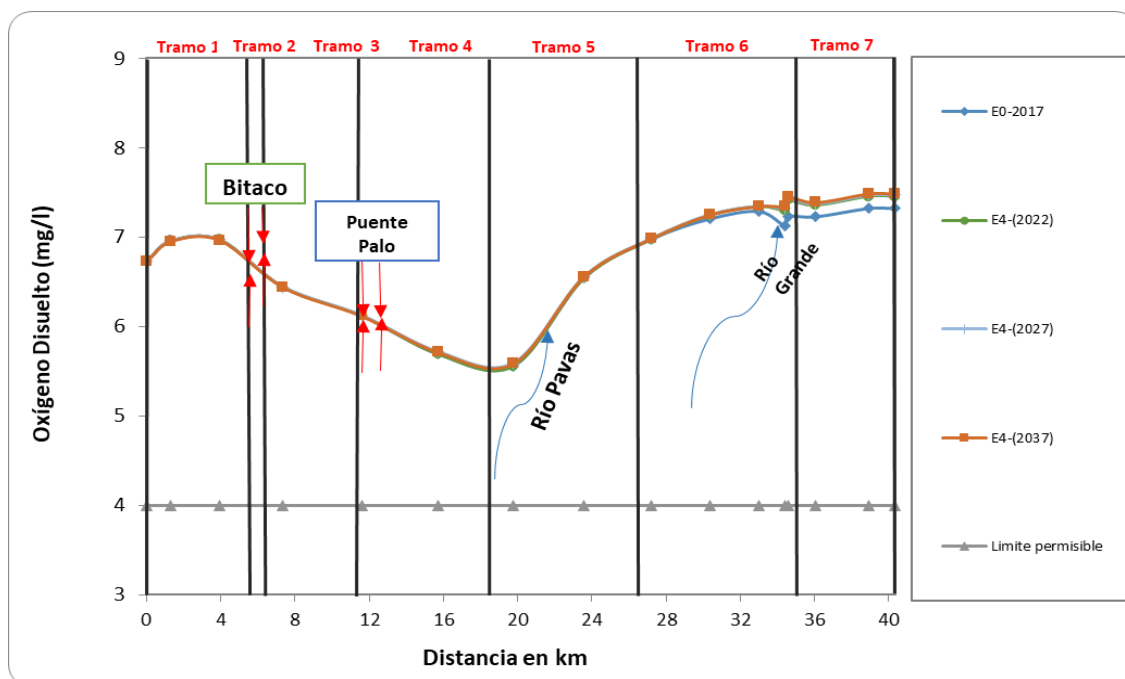


Figura 20 Resultados del Escenario 4 para la DBO₅ en el río Bitaco

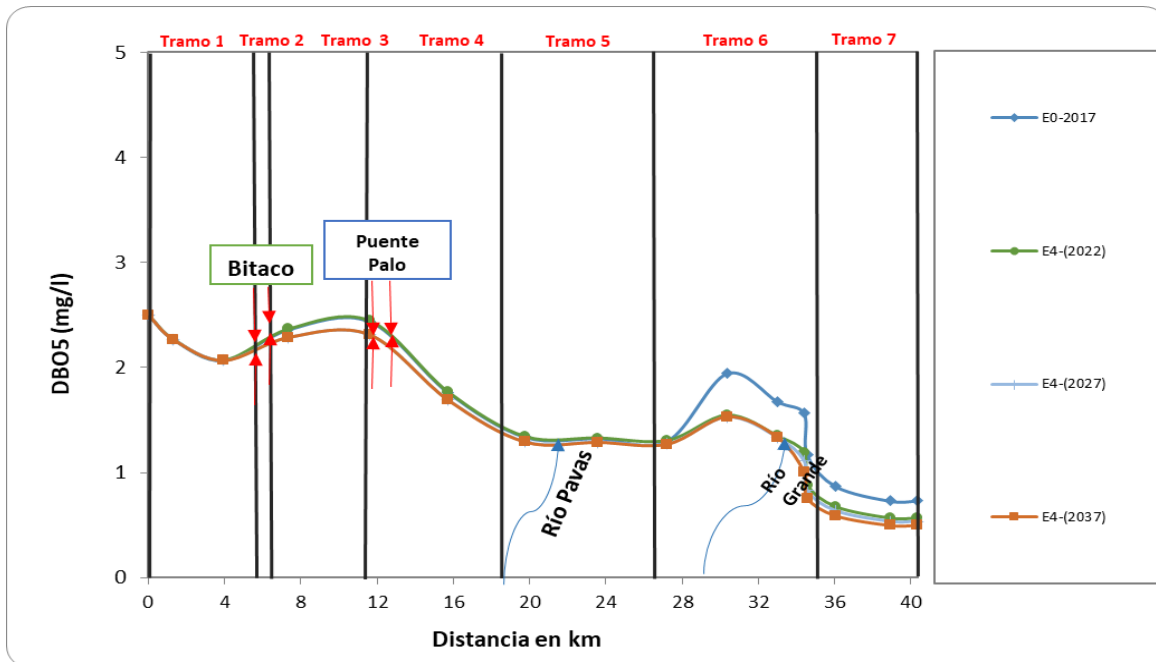


Figura 21 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el río Bitaco

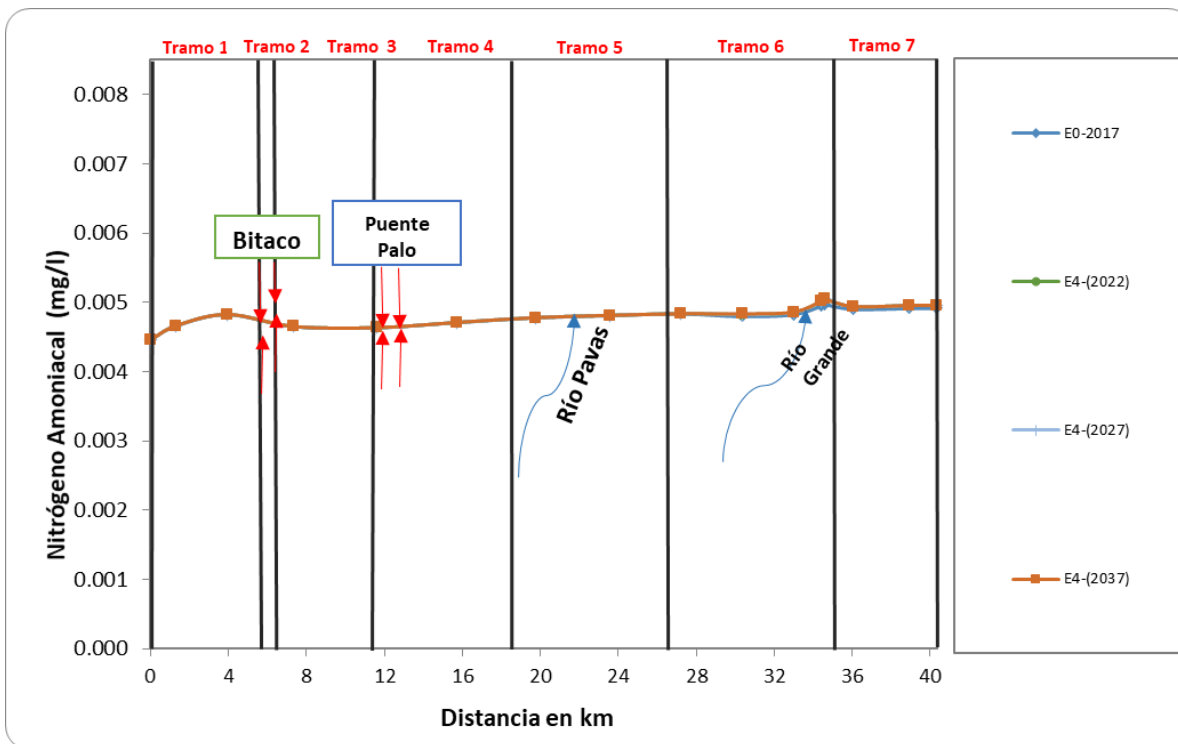


Figura 22 Resultados del Escenario 4 para el fósforo inorgánico en el río Bitaco

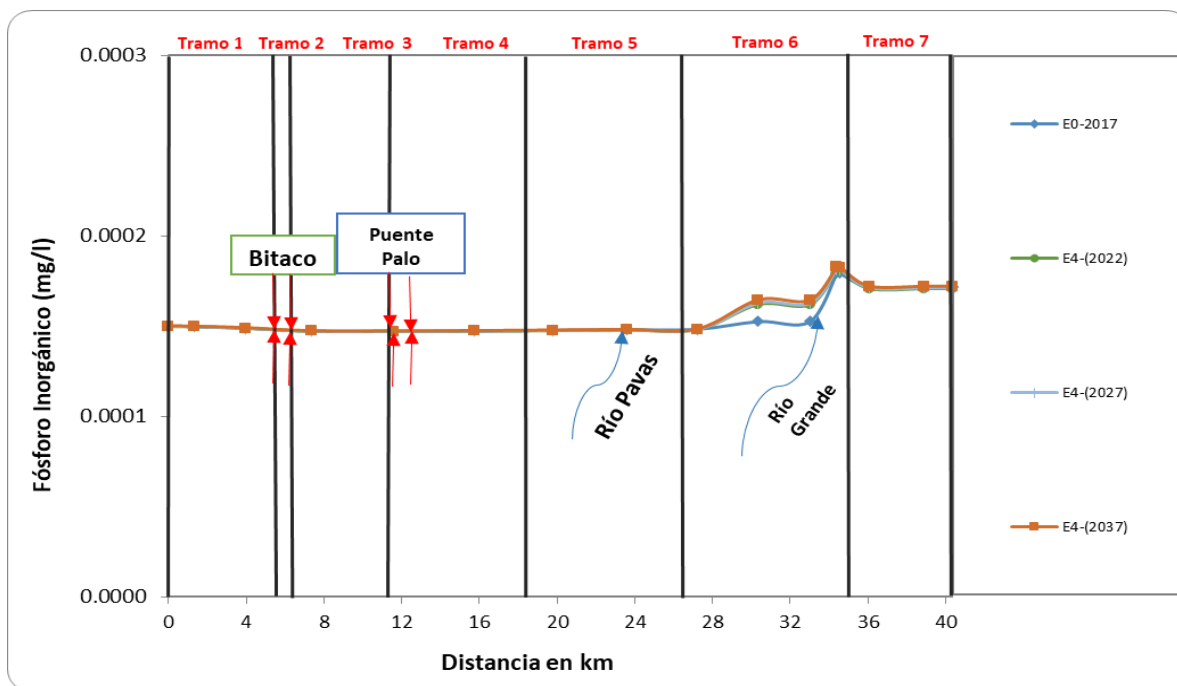


Figura 23 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el río Bitaco

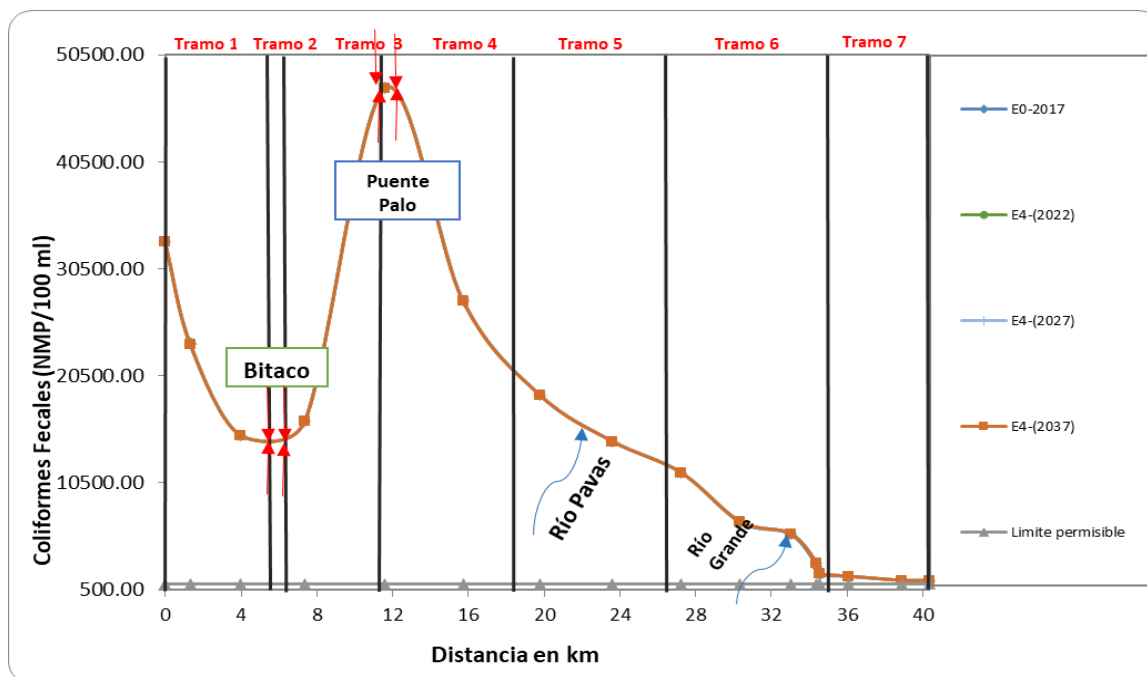
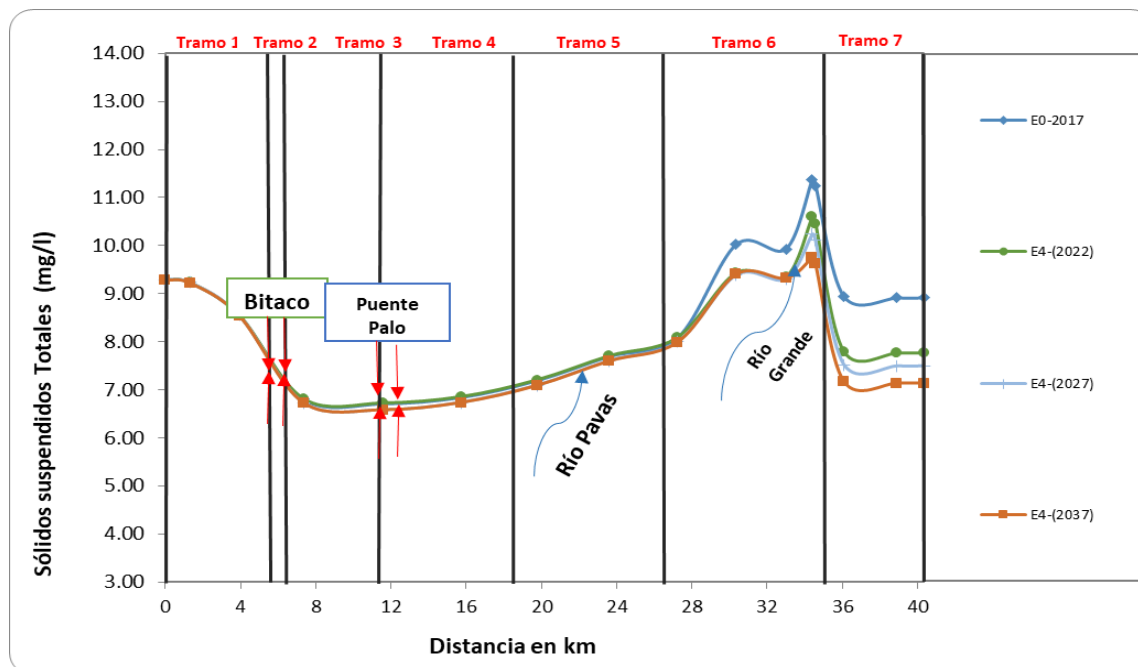


Figura 24 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el río Bitaco



En la figura 19 correspondiente al perfil de calidad de OD, con las intervenciones propuestas a corto, mediano y largo plazo, se observan mayores concentraciones del oxígeno disuelto en los 23 kilómetros comprendidos entre las estaciones de monitoreo Bitaco 1 y Bitaco 5. Entre el Km 23 y el Km 32, se observa que, pese a las medidas planteadas, por los incrementos de las cargas contaminantes que generan presión sobre la calidad del río Bitaco, por los vertimientos directos y a través de los tributarios se presentará un descenso del oxígeno disuelto con respecto a la línea base. A partir del Km 32 hasta la desembocadura al río Dagua, en el ejercicio prospectivo se observa una leve mejora en la concentración del Oxígeno Disuelto.

Los valores de oxígeno, en términos generales presentan óptimas condiciones para los usos: protección flora y fauna, dadas las condiciones topográficas de la región, las cuales otorgan a los cuerpos de agua características particulares que favorecen la reaeración natural de las aguas.

Con las cargas meta planteadas en el escenario 4 al corto, mediano y largo plazo, las concentraciones de oxígeno disuelto están por encima de los límites permisibles de acuerdo con lo establecido el Decreto 1076 del 2015 para usos recreativos y preservación de flora y fauna.

En la figura 20 correspondiente al perfil de calidad de DBO_5 en todo el tramo hay similitudes entre las proyecciones de cada año, sin embargo, en el escenario a corto plazo que propone diferentes intervenciones para disminuir las cargas contaminantes que generan presión sobre la calidad del río Bitaco, por los vertimientos directos y a través de los tributarios se observan mayores concentraciones de DBO_5 , mientras que a largo plazo,

en donde las intervenciones son más exigentes, se observa que tienen unas concentraciones más bajas a lo largo del tramo.

El perfil de calidad microbiológico, que se muestra en la figura 23, presenta una tendencia a incrementarse en el tiempo, dado que no se han planteado acciones que den lugar a la reducción en los niveles de dicha variable. Se observa que los coliformes fecales están por encima del límite permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015, para el uso de recreación con contacto primario, lo que conlleva a establecer la restricción para este uso hasta tanto se implemente medidas para su reducción. Los aportes de cargas contaminantes de origen entérico generan condiciones desfavorables con respecto a la calidad microbiológica de los cuerpos de agua y por ende limitan el uso del recurso hídrico para aquellas actividades que requieren unas condiciones específicas desde el punto de vista microbiológico.

3.4.2 Resultados de la modelación del río Pavas

En las figuras 25 a la 30 se presentan los perfiles de calidad resultantes del ejercicio de modelación para el río Pavas.

Figura 25 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el río Pavas

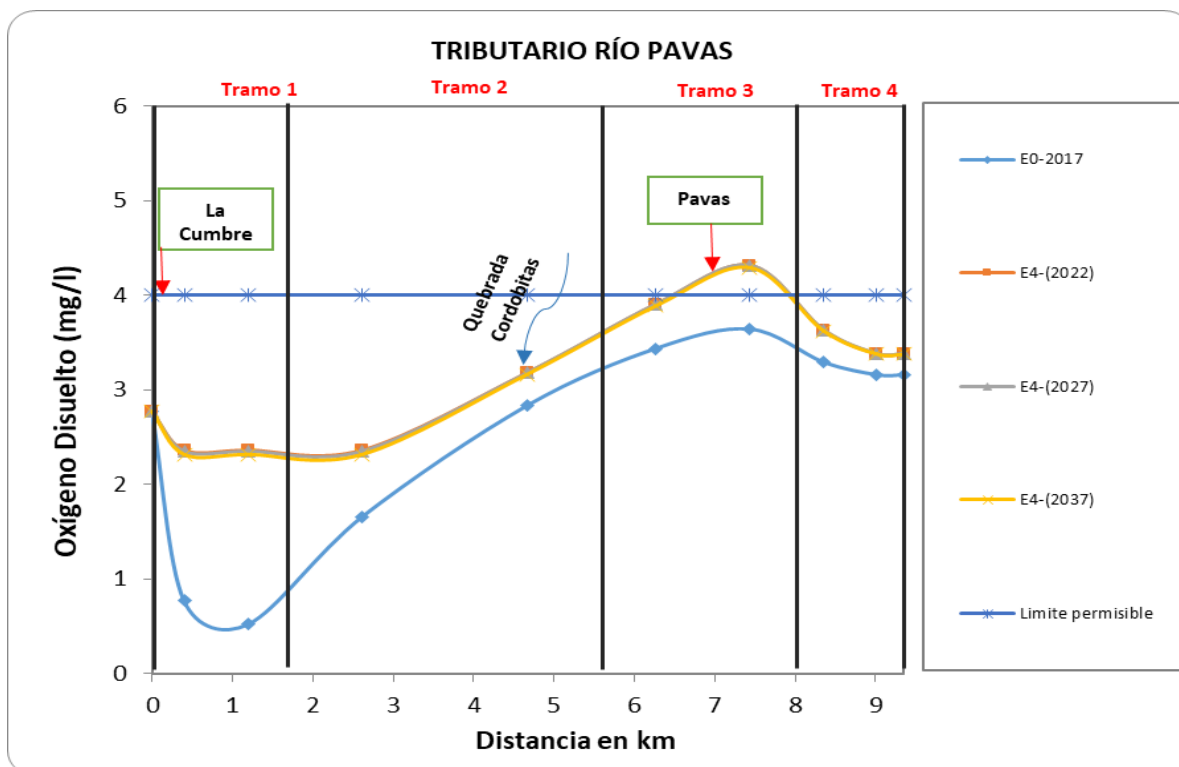


Figura 26. Resultados del Escenario 4 para la DBO₅ en el río Pavas

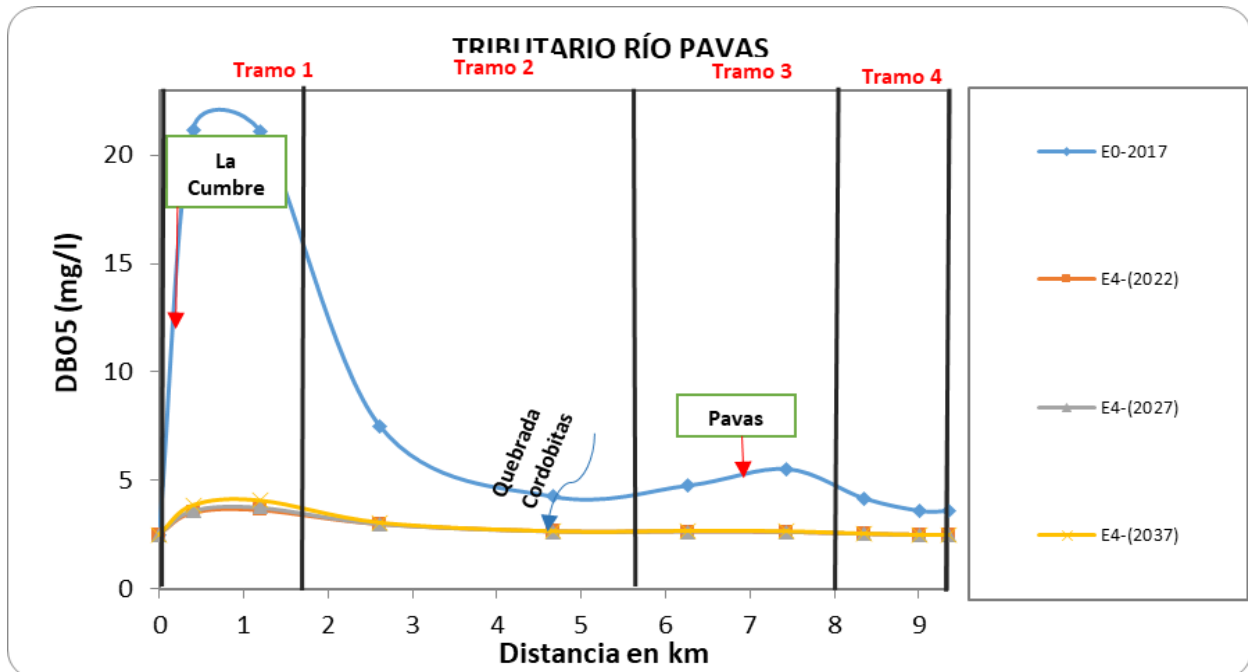


Figura 27 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el río Pavas

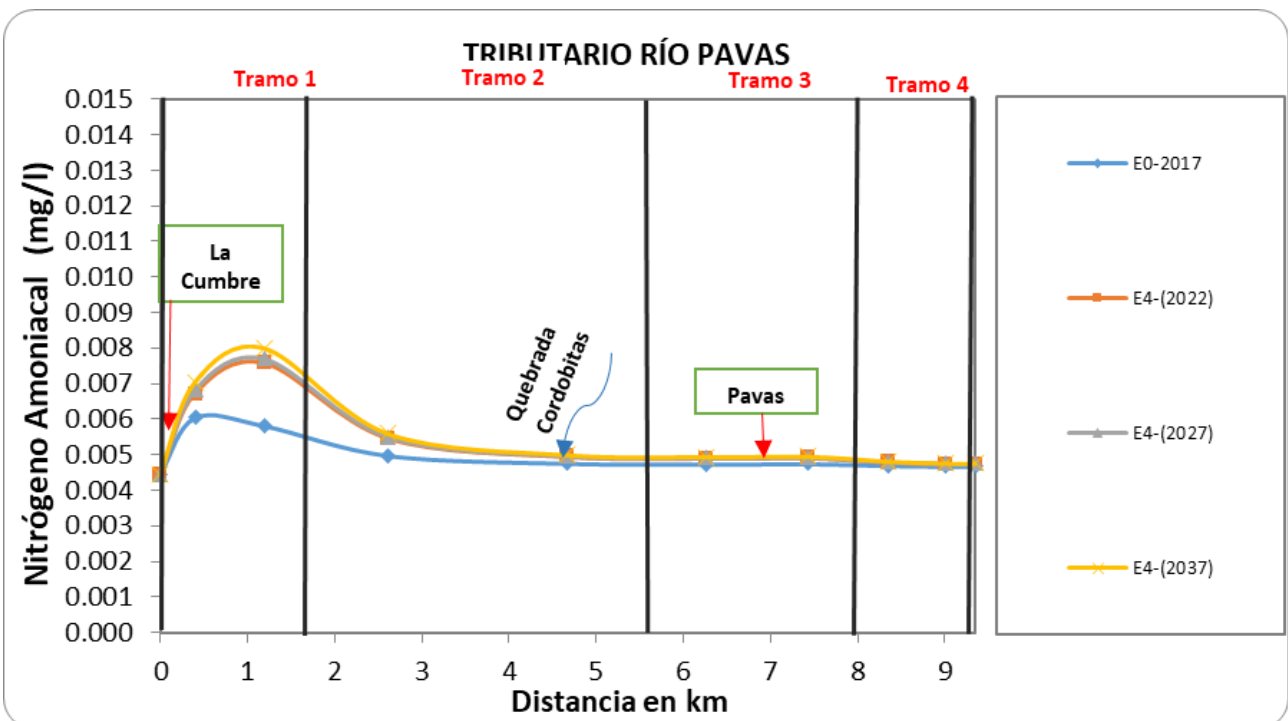


Figura 28 Resultados del Escenario 4 para el fosforo inorgánico en el río Pavas

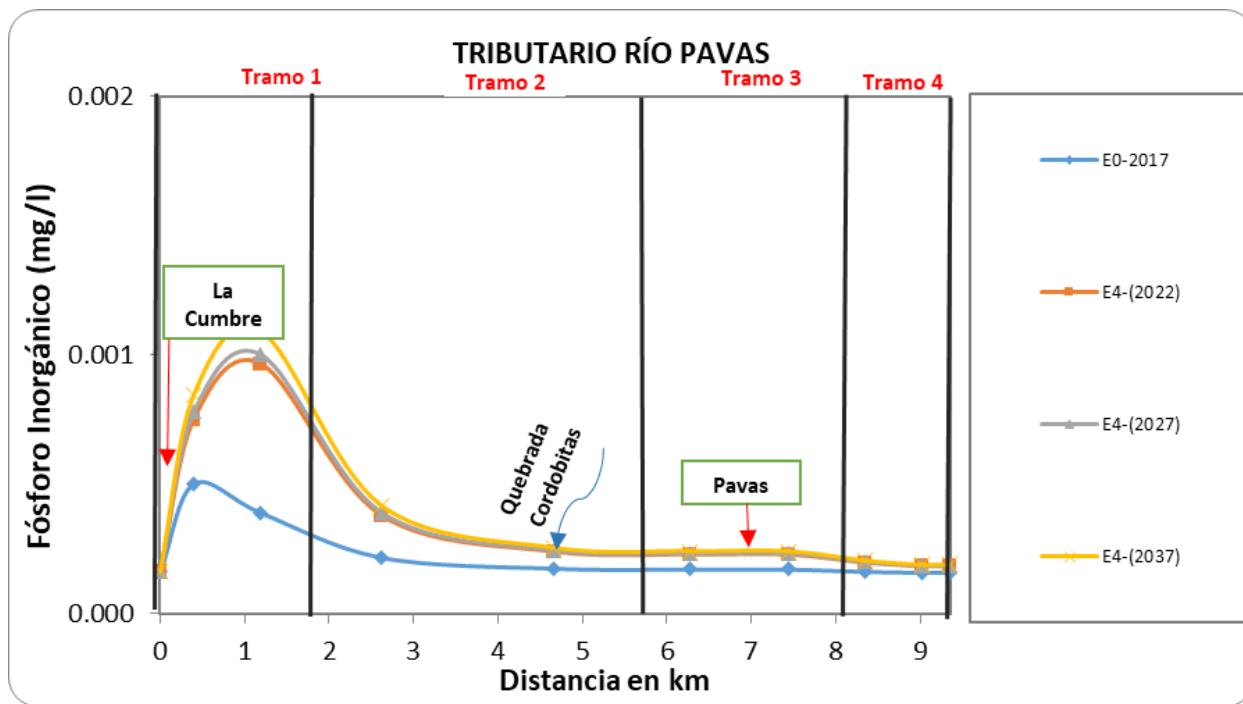


Figura 29 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el río Pavas

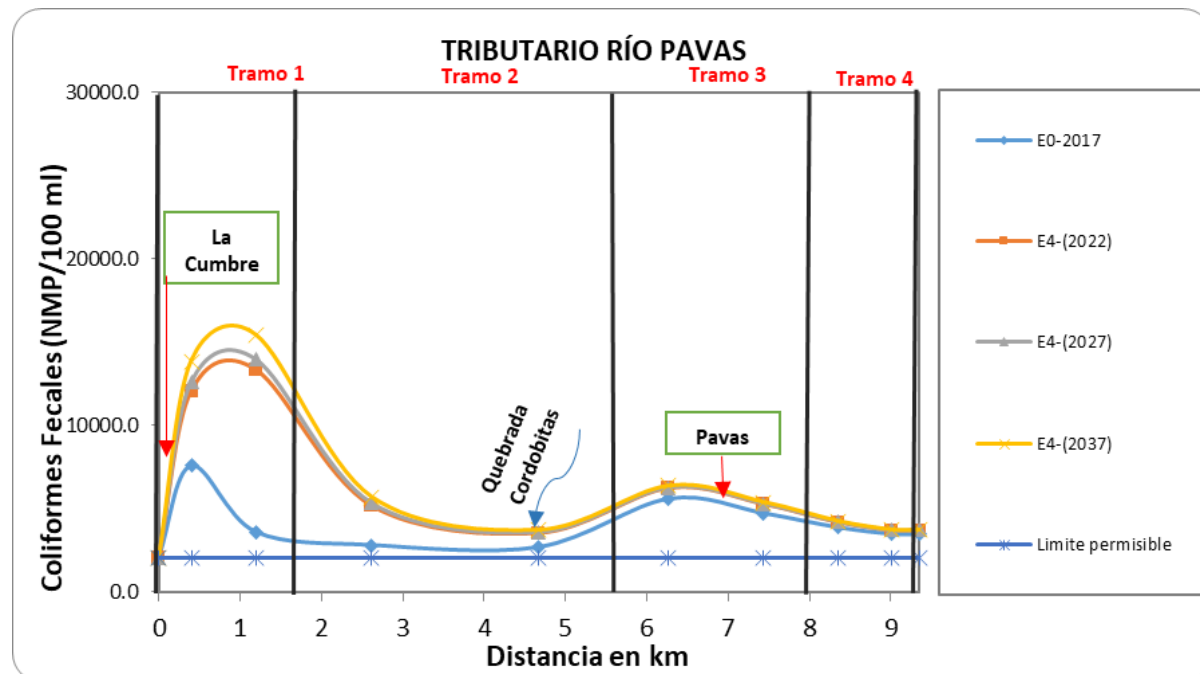
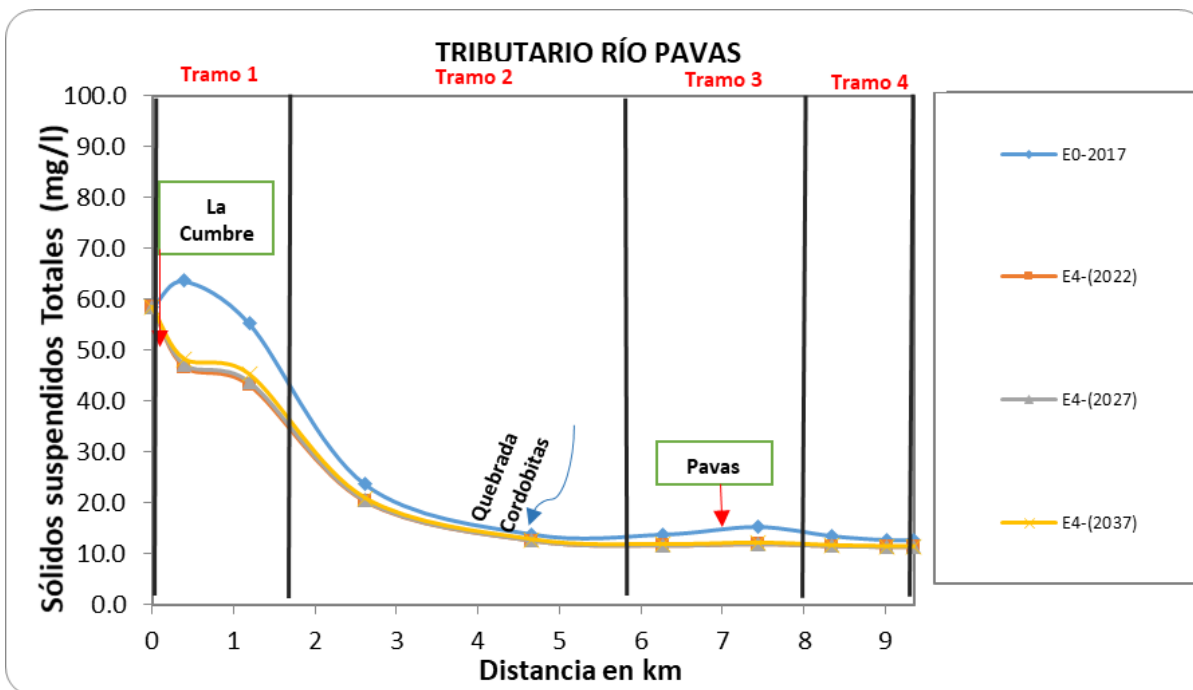


Figura 30 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el río Pavas



En la figura 25 correspondiente al perfil de calidad de OD, se observa que las concentraciones de esta variable están determinadas por las diferentes cargas orgánicas que recibe, producto de las actividades agropecuarias y sobre todo del municipio de La Cumbre y Pavas, en donde se observa el efecto de las descargas de estos centros poblados disminuyen el valor de oxígeno disuelto, a pesar de las intervenciones propuestas a corto, mediano y largo plazo.

Las concentraciones son muy similares entre escenarios, sin embargo, el escenario a corto plazo que propone diferentes estrategias de mejoramiento de la calidad del agua muestra que tiene un mejor comportamiento del oxígeno Disuelto cuando se implementa el tratamiento en La Cumbre y Pavas frente al escenario base, que por el contrario no existe ninguna estrategia de remoción de cargas. Se observa además que, a pesar de los incrementos de las cargas contaminantes en cada proyección, que generan presión sobre la calidad del río Pavas, ya sea por los vertimientos directos y a través de los tributarios, se presentará un aumento del oxígeno disuelto con respecto a la línea base, esto quiere decir que las estrategias planteadas a corto, mediano y largo plazo tienen una incidencia positiva en el mejoramiento de la calidad del agua del río.

Sin embargo, si bien tiene una autodepuración en la zona del corregimiento de Pavas y logra tener un valor de oxígeno disuelto por encima del límite respecto al uso para preservación de flora y fauna, en gran parte de los tramos está por debajo de este y alcanza valores de 2 mg/l.

En la figura 26 correspondiente al perfil de calidad de DBO_5 en todo el tramo son muy similares entre las proyecciones de cada año, sin embargo, en el escenario a corto plazo que propone diferentes intervenciones para disminuir las cargas contaminantes que

generan presión sobre la calidad del río Pavas, por los vertimientos directos y a través de los tributarios se observan mayores concentraciones de DBO, mientras que a largo plazo, en donde las intervenciones son más exigentes, se observa que tienen unas concentraciones más bajas a lo largo del tramo. El modelo representa una tendencia del río a la autodepuración debido a que las concentraciones de este parámetro disminuyen a medida que la masa de agua se acerca a la desembocadura, sin embargo, se observa el impacto de las descargas de La Cumbre y Pavas en el escenario base en donde no hay ningún tipo de tratamiento de las aguas residuales.

El perfil de calidad microbiológico que se muestra en la figura 29, presenta una tendencia a incrementarse en el tiempo, dado que no se han planteado acciones que dé lugar a la reducción en la concentración de dicha variable. Se observa que los coliformes fecales están por encima del límite permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015, para el uso de recreación con contacto primario, lo que conlleva a establecer la restricción para este uso hasta tanto se implemente medidas para su reducción. Los aportes de cargas contaminantes de origen entérico generan condiciones desfavorables con respecto a la calidad microbiológica de los cuerpos de agua y por ende limitan el uso del recurso hídrico para aquellas actividades que requieren unas condiciones específicas desde el punto de vista microbiológico.

3.4.3 Resultados de la modelación del sistema quebrada Aguamona-río Grande

En las figuras 31 a la 36 se presentan los perfiles de calidad resultantes del ejercicio de modelación para el sistema quebrada Aguamona- río.

Figura 31 Resultados del Escenario 4 para el oxígeno disuelto en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

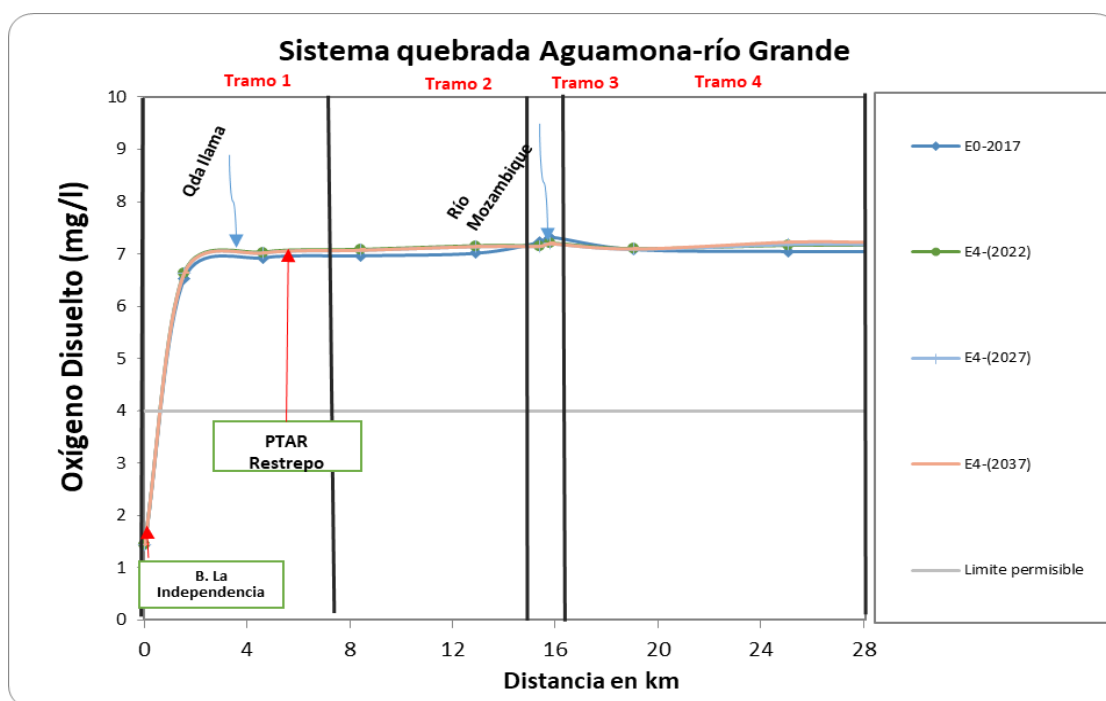


Figura 32 Resultados del Escenario 4 para el DBO₅ en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

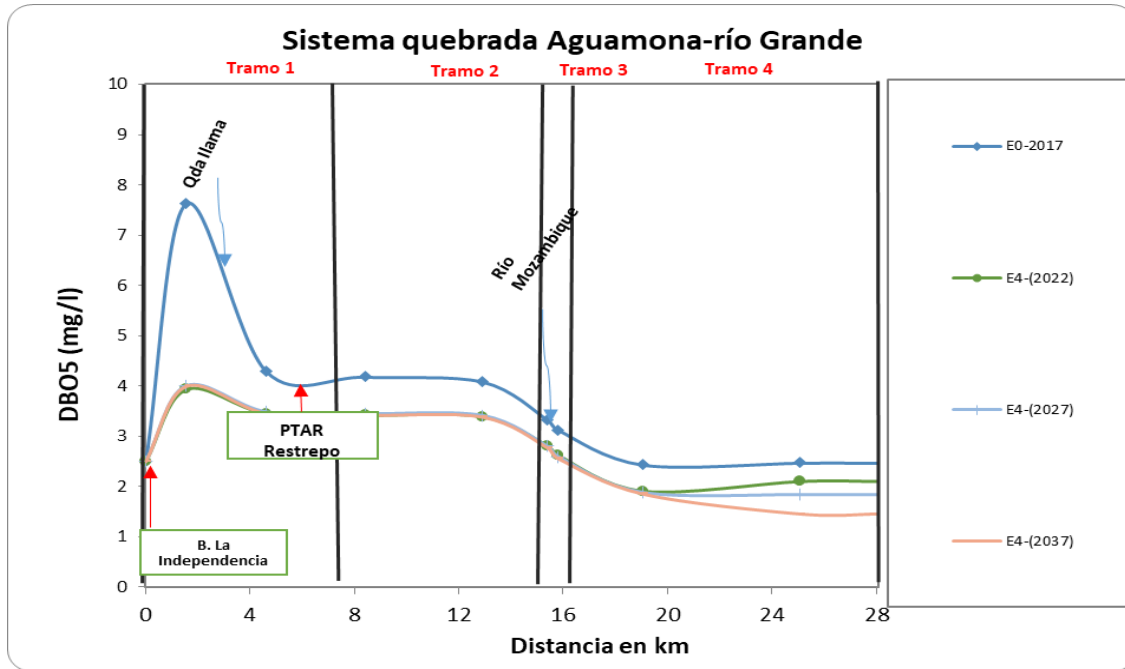


Figura 33 Resultados del Escenario 4 para el nitrógeno amoniacal en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

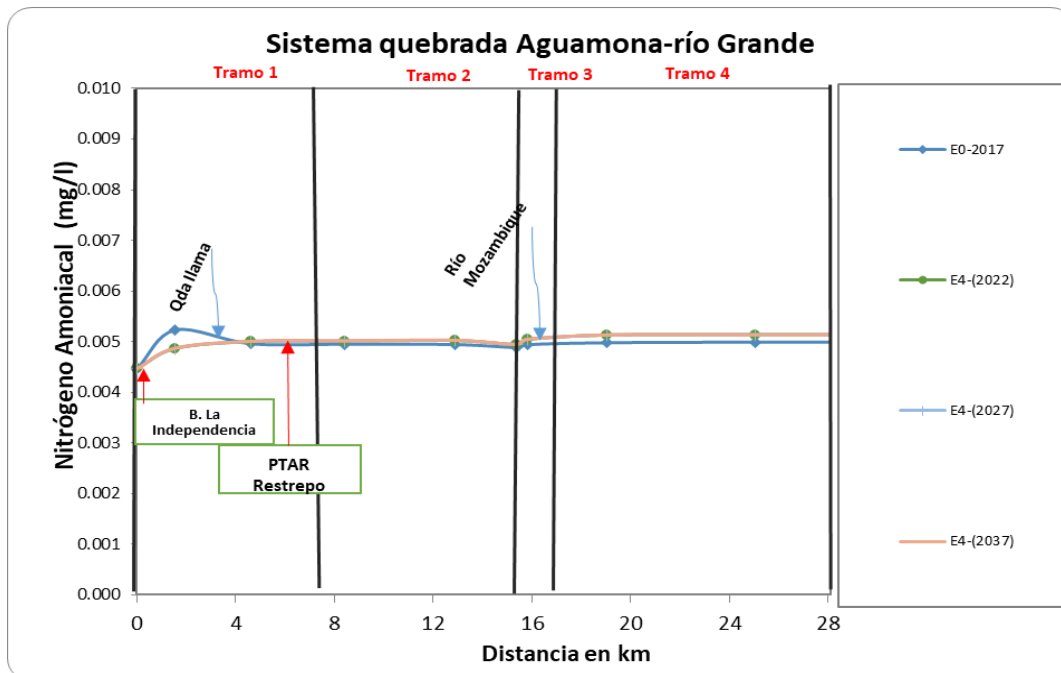


Figura 34 Resultados del Escenario 4 para el fosforo inorgánico en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

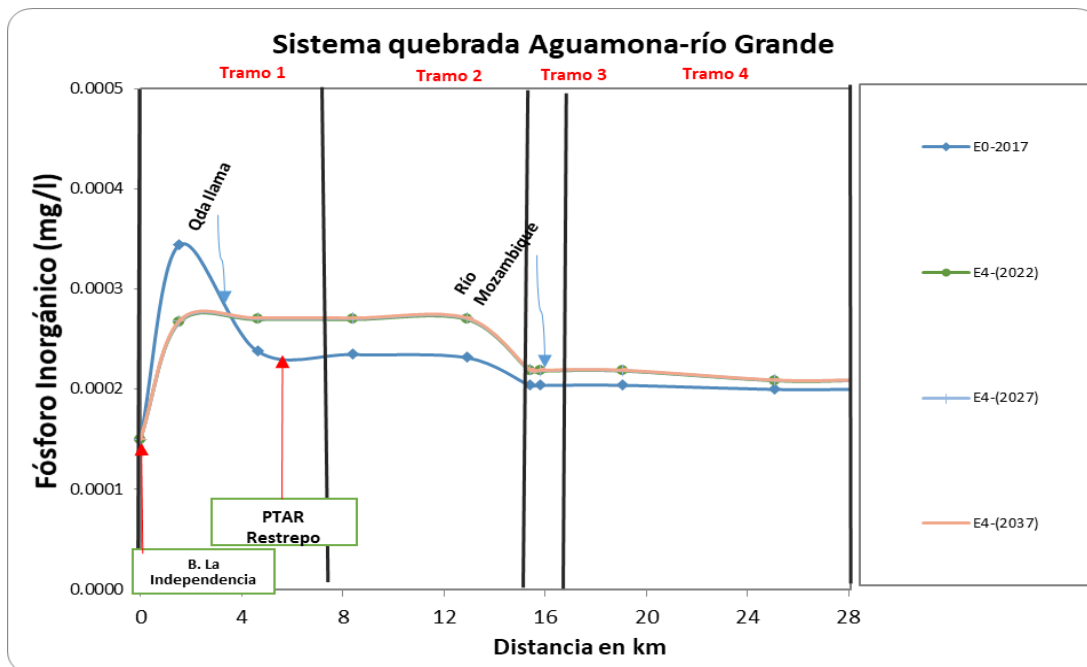


Figura 35 Resultados del Escenario 4 para los coliformes fecales (patógenos) en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

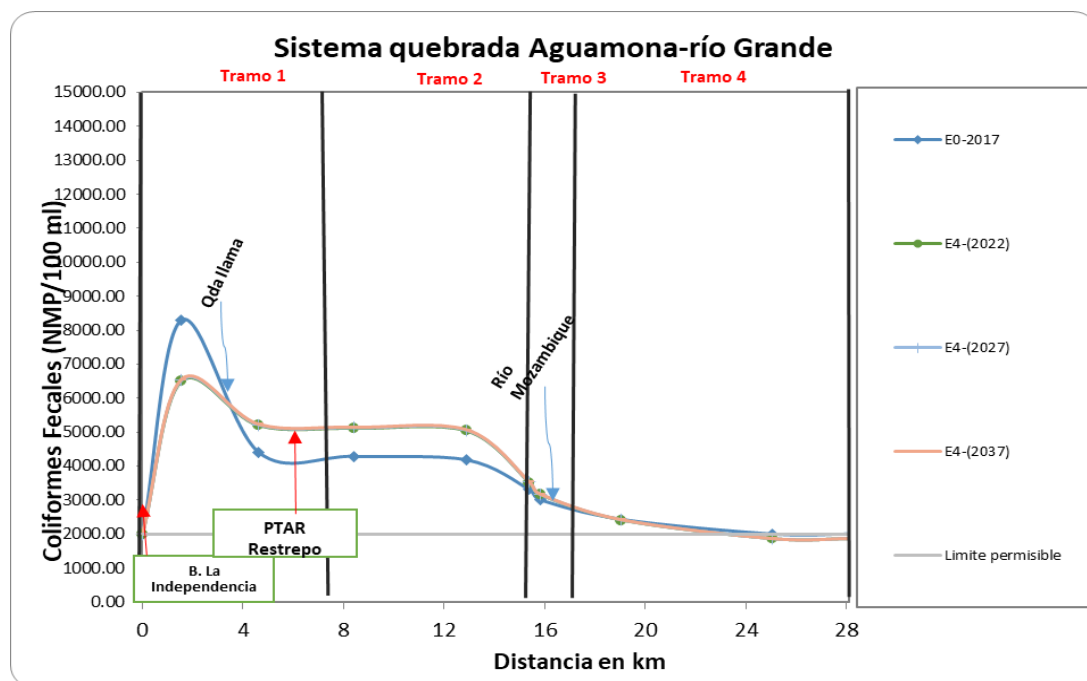
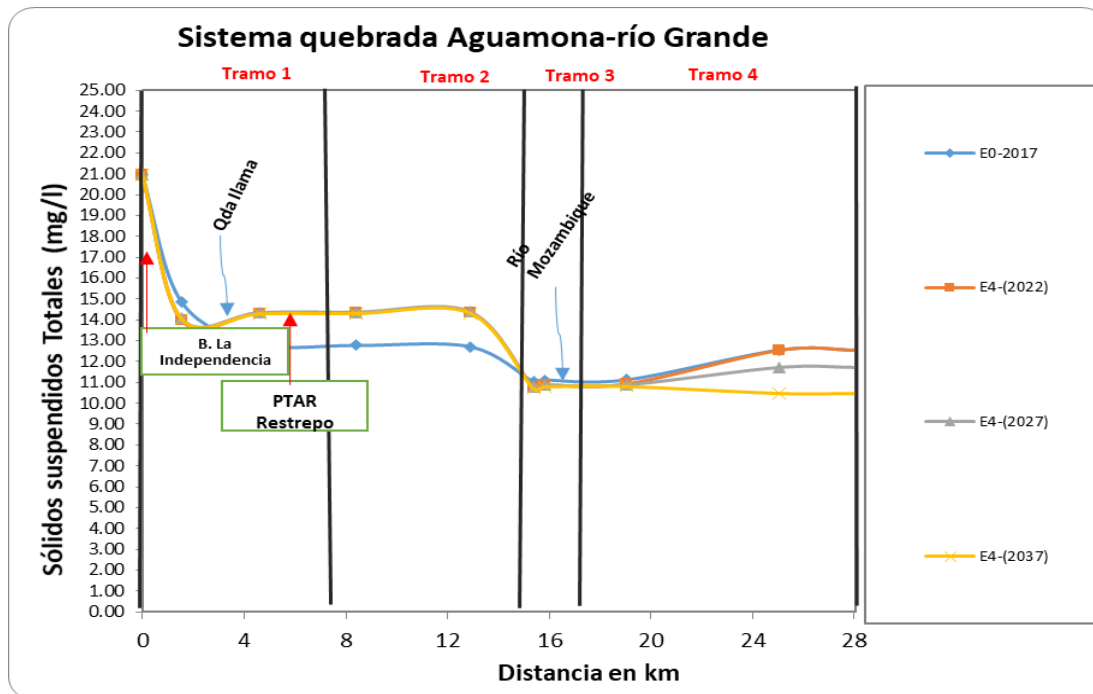


Figura 36 Resultados del Escenario 4 para los sólidos suspendidos totales en el sistema quebrada Aguamona-río Grande



Para el sistema quebrada Aguamona- río Grande, en las figuras 31 y 32 se observa que las concentraciones de OD y DBO_5 en todo el tramo y su variación espacial están determinadas por las diferentes cargas que recibe de los distintos sectores. Las concentraciones son muy similares entre escenarios, sin embargo, el escenario que propone diferentes estrategias de mejoramiento de la calidad del agua muestra que tiene un mejor comportamiento del oxígeno disuelto. Por el contrario, el escenario base que no propone ninguna estrategia de remoción de cargas, indica una disminución del oxígeno disuelto.

Se observa que el parámetro oxígeno disuelto varía, es decir, si bien tiene un valor muy bajo debido a que el río viene contaminado desde aguas arriba, producto de los diferentes vertimientos que recibe por los diferentes usos que se le da al recurso, presenta una autodepuración en la zona después del municipio de Restrepo y logra tener un valor de oxígeno disuelto por encima del límite. Respecto a la DBO_5 , el modelo representa una tendencia del río a la autodepuración debido a que las concentraciones de este parámetro disminuyen a medida que la masa de agua se acerca a la desembocadura, sin embargo, se observa el impacto de las descargas del barrio La independencia y la PTAR de Restrepo.

Además, se observa el parámetro de patógenos, relacionado con los coliformes fecales está por encima del límite permisible de acuerdo al Decreto 1076 del 2015 y por ende limitan el uso del recurso hídrico para aquellas actividades que requieren unas

condiciones específicas desde el punto de vista microbiológico, como es el abastecimiento humano.

En la figura 31 correspondiente al perfil de calidad de OD, con las intervenciones propuestas a corto, mediano y largo plazo, se observan mayores concentraciones del oxígeno disuelto desde el kilómetro 4 hasta su desembocadura al río Bitaco. Entre el Km 0 y el Km 1, se observa que, pese a las medidas planteadas, por los incrementos de las cargas contaminantes que generan presión sobre la calidad de la quebrada Aguamona, está relacionado con el vertimiento del barrio La Independencia y de las actividades agropecuarias. Sin embargo, gracias a los tributarios se presenta un aumento en el oxígeno disuelto.

Los valores de oxígeno, en términos generales presentan óptimas condiciones para los usos: protección flora y fauna, dadas las condiciones topográficas de la región, exceptuando los primeros 4 km de la quebrada Aguamona que presentan bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Las características topográficas de la región, otorgan a los cuerpos de agua características particulares que favorecen la reaeración natural de las aguas.

Con las cargas meta planteadas en el escenario 4 al corto, mediano y largo plazo, las concentraciones de oxígeno disuelto están por encima de los límites permisibles de acuerdo con lo establecido el Decreto 1076 del 2015 para usos recreativos y preservación de flora y fauna, exceptuando los primeros 4 km.

En la figura 32 correspondiente al perfil de calidad de DBO₅ en todo el tramo son muy similares entre las proyecciones de cada año, sin embargo, en el escenario a corto plazo que propone diferentes intervenciones para disminuir las cargas contaminantes que generan presión sobre la calidad de la quebrada, por los vertimientos directos y a través de los tributarios se observan mayores concentraciones de DBO, mientras que a largo plazo, en donde las intervenciones son más exigentes, se observa que tienen unas concentraciones más bajas a lo largo del tramo.

El perfil de calidad microbiológico presentado en la figura 35, presenta una tendencia a incrementarse en el tiempo. Se observa que los coliformes fecales están por encima del límite permisible establecido en el Decreto 1076 del 2015, para el uso de recreación con contacto primario, lo que conlleva a establecer la restricción para este uso hasta tanto se implemente medidas para su reducción. Los aportes de cargas contaminantes de origen entérico generan condiciones desfavorables con respecto a la calidad microbiológica de los cuerpos de agua y por ende limitan el uso del recurso hídrico para aquellas actividades que requieren unas condiciones específicas desde el punto de vista microbiológico.

3.5 Identificación de los usos potenciales en los cuerpos de agua priorizados en la unidad hidrográfica del río Bitaco.

Para establecer los usos potenciales de los cuerpos de agua priorizados se partió de la información de los usos actuales del agua. Por otra parte, se realizó revisión de la cartografía existente relacionada con los usos del suelo y se consultaron diferentes instrumentos de planificación como los planes de ordenamiento territorial y los planes

estratégicos del sector agropecuario; adicionalmente se tuvo en cuenta el ejercicio de participación adelantado con la comunidad, las visitas de campo y los recorridos realizados en el desarrollo del proyecto. Los usos potenciales del recurso hídrico en la unidad hidrográfica del río Bitaco se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Usos potenciales en los cuerpos de agua priorizados en la unidad hidrográfica del río Bitaco

Fuente	Tramo entre estaciones	Usos del agua (Decreto 1076 de 2015 – Artículo 2.2.3.3.2.1)					
		Consumo humano y doméstico	Preservación de flora y fauna	Agrícola	Pecuario	Estético	Pesca, maricultura y acuicultura
Río Bitaco	Nacimiento – Bitaco 1	X	X			X ^a	X
	Bitaco 1 – Bitaco 2	X	X	X	X	X ^b	X
	Bitaco 2 – Bitaco 3		X	X	X	X ^a	X
	Bitaco 3 – Bitaco 4	X	X	X	X	X ^a	X
	Bitaco 4 – Bitaco 5		X	X	X	X ^a	X
	Bitaco 5 – Bitaco 6		X	X	X	X ^a	X
	Bitaco 6 – Bitaco 7		X			X ^a	X
Río Pavas	Nacimiento – Pavas 1	X		X		X ^a	X
	Pavas 1 – Pavas 2			X	X	X ^b	
	Pavas 2 – Pavas 3			X	X	X ^b	
	Pavas 3 – Pavas 4			X	X	X ^b	
	Pavas 4 – Pavas 5			X	X	X ^a	
	Pavas 5 – Desembocadura					X ^a	
Q. Aguamona – Río Grande	Antes de aguamonona 1	X		X	X	X ^b	
	Aguamonona 1 – Aguamonona 2			X	X	X ^b	
	Aguamonona 2 – Aguamonona 3			X	X	X ^b	
	Aguamonona 3 – Grande 1		X	X		X ^b	
	Grande 1 – Desembocadura a Bitaco		X	X		X ^b	

Donde: X: Corto, mediano y largo plazo. X^a: Corto plazo X^b: Largo plazo

4. Fase IV. Elaboración del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Bitaco y sus principales afluentes

Con fundamento en la información obtenida del diagnóstico y de la identificación de los usos potenciales del cuerpo de agua, se incluye a continuación los contenidos definidos en el numeral 4 del artículo 2.2.3.3.1.8 del Decreto 1076 de 2015.

4.1 Clasificación de las aguas de los cuerpos de agua en ordenamiento

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.2.20.1 de la sección 20 del capítulo 2 del Decreto 1076 de 2015, a continuación se presenta la clasificación de las fuentes hídrica priorizadas en la unidad hidrográfica del río Bitaco. En la Tabla 37 se presenta por tramos la clasificación establecida para el río Bitaco.

Tabla 37 Clasificación de las aguas del río Bitaco

Tramo según la clase del agua				CLASE
Localización		Longitud (km)	Descripción	
Desde	Hasta			
Nacimiento del río Bitaco X (Este): 1.053.725 Y(Norte): 884.193	Antes de la confluencia de la quebrada la Tambocha con el río Bitaco X(Este): 1.053.775,748 Y(Norte): 886.753,752	2.85	Tramo comprendido desde el nacimiento del río en la zona de reserva forestal en la cuenca alta del río Bitaco, hasta justo antes de la desembocadura de las aguas de la quebrada la tambocha al río Bitaco (aguas abajo de la estación Bitaco1)	Clase I
Antes Confluencia de la quebrada la Tambocha con el río Bitaco X(Este): 1.053.775,748 Y(Norte): 886.753,752	Estación Bitaco 7 X (Este): 1.049.558 Y(Norte): 907.907	35.09	Desde la desembocadura de la quebrada la Tambocha al río Bitaco hasta la desembocadura del río Bitaco al río Dagua cerca al sector de Loboguerrero	Clase II

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste.

En la Tabla 38 se indican las características de los tramos propuestos para la clasificación en el río Pavas.

Tabla 38 Clasificación de las aguas del río Pavas

Tramo según la clase del agua				CLASE
Localización		Longitud (km)	Descripción	
Desde	Hasta			
Nacimiento del río Pavas	Desembocadura al río Bitaco	11.80	Tramo comprendido desde el nacimiento del río Pavas (quebradas pavitas), hasta la desembocadura del río Pavas al río Bitaco en la zona de la antigua hidroeléctrica de Pavas.	Clase II
X (Este): 1.057.831	X (Este): 1.051.374			
Y(Norte): 893.750	Y(Norte): 900.244			

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste.

En la Tabla 39 se presentan los tramos y descripciones del sistema quebrada Aguamona río Grande.

Tabla 39 Clasificación de las aguas del sistema quebrada Aguamona-río Grande

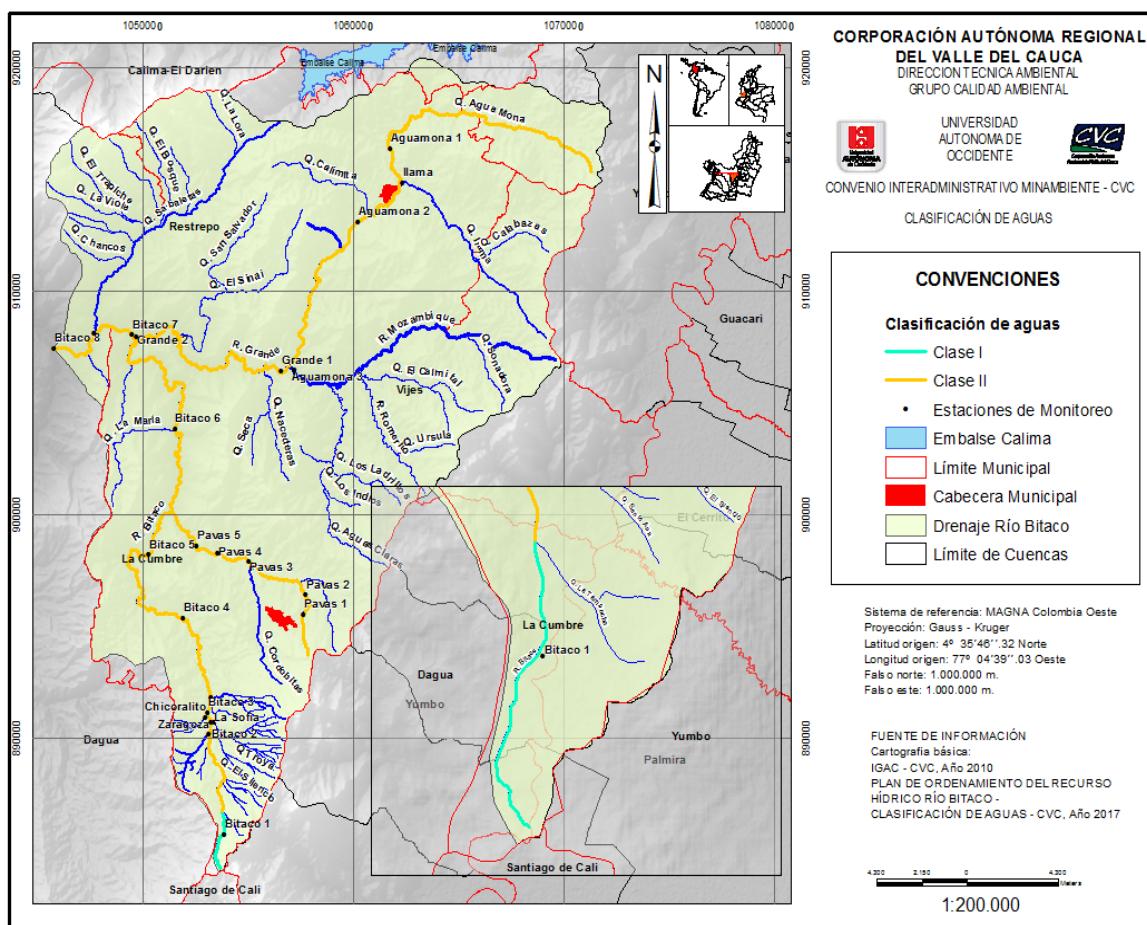
Tramo según la clase del agua			CLASE
Localización	Longitud	Descripción	

Desde	Hasta	(km)		
Nacimiento Q. Aguamona	Desembocadura del río Grande al río Bitaco		Desde el nacimiento de la quebrada Aguamona, hasta la desembocadura del río Grande al río Bitaco sobre las tierras del predio Bachue en la vía mulalo-loboquerrero	
X (Este): 1.071.309	X (Este): 1.049.642	41.40		Clase II
Y(Norte): 915.352	Y(Norte): 908.024			

Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste.

La Figura 37 ilustra la clasificación de las aguas del río Bitaco y sus tributarios principales.

Figura 37 Clasificación de las aguas de los ríos Bitaco, Pavas y el sistema quebrada Aguamona-río Grande



4.2 Metas de reducción de cargas contaminantes

De acuerdo con los resultados del ejercicio de análisis de los escenarios propuestos para el corto, mediano y largo plazo, se propone la definición de metas sectoriales de reducción de cargas contaminantes.

Como parte de este ejercicio, se llevaron a cabo espacios participativos con diferentes usuarios del recurso, el día 21 de marzo de 2018 en los municipios de La Cumbre y Restrepo. En el ejercicio se analizó la meta sectorial, la posibilidad de cumplimiento, no cumplimiento o cumplimiento bajo ciertas condiciones, además de la identificación de los actores y acciones a realizar. Es importante mencionar que todas las metas no fueron analizadas por los participantes en este ejercicio, debido a la baja asistencia de los usuarios a ambas reuniones.

Por las condiciones analizadas de tratamiento conjunto de las aguas residuales de la cabecera Municipal de La Cumbre, así como de los corregimientos de Pavas, Pavitas, Arboledas, se tomaron en cuenta las sugerencias en los espacios participativos, relacionadas con las cargas a verter en el corto plazo, considerando la implementación del sistema de tratamiento de las aguas residuales para la cabecera municipal de La Cumbre.

En este sentido se plantea la reducción de cargas contaminantes en la unidad hidrográfica del río Bitaco para el corto (5 años), mediano (10 años) y largo plazo (20 años) como se muestra en la tabla No. 40

Tabla 40. Metas de reducción de carga contaminante definidas para la unidad hidrográfica del río Bitaco.

Proyección de cargas contaminantes en la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	Corto plazo		Mediano plazo		Largo plazo	
	DBO5 (Kg/día)	SST (Kg/día)	DBO5 (Kg/día)	SST (Kg/día)	DBO5 (Kg/día)	SST (Kg/día)
Proyección de carga total	3830,87	7609,04	4319,23	8884,19	5302,89	11440,76
Proyección de carga escenario deseado - 4	1463,002	2908,032	1138,495	2209,729	680,436	1186,164
Proyección de carga a reducir	2367,868	4701,008	3180,735	6674,461	4622,454	10254,596
Porcentaje de reducción de carga propuesto	61,81%	61,78%	73,64%	75,13%	87,17%	89,63%

En las tabla 40, 41, 42 y 43 se describen las acciones para la reducción de cargas contaminantes de los centros poblados de mayor tamaño, la población rural y los sectores productivos.

Tabla 41 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en Centros poblados y población rural en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”

Plazo /año	Consideraciones	
	Centro poblado nucleado	Área rural
Corto plazo (Cinco años)	Tratamiento de Restrepo según PSMV+ Tratamiento Pavas+ Tratamiento de La Cumbre	Remociones en Cachimbal, El Tambor, El Porvenir y Fresneda según PSMV y el resto con remociones actuales
Mediano Plazo (Diez años)	Tratamiento de Restrepo según PSMV+ Tratamiento de Pavas+ Tratamiento de La Cumbre+ Tratamiento de Bitaco	Remociones en Cachimbal, El Tambor, El Porvenir y Fresneda según PSMV y una reducción del 10% de las cargas vertidas en resto área rural
Largo Plazo (Veinte años)	Tratamiento. de Restrepo según PSMV+ Tratamiento de Pavas+ Tratamiento de La Cumbre + Tratamiento de Bitaco	Remociones en Cachimbal, El Tambor, El Porvenir y Fresneda según PSMV y una reducción adicional del 20% de las cargas vertidas en resto área rural

Tabla 42 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector cafetero en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”

Plazo /año	Consideraciones
Corto plazo (Cinco años)	Considerando que el área de café no se va a ampliar y que la producción es igual, pero las condiciones de manejo y disposición de aguas mieles y subproductos cambian: se incrementa el aprovechamiento de subproductos en el 80% del café beneficiado y se reduce el aporte de aguas mieles y de pulpa que se vierte a los cuerpos de agua (a 1% Pulpa+mieles y el 19% aguas mieles).
Mediano Plazo (Diez años)	Considerando que el área de café no se va a ampliar y que la producción es igual, pero las condiciones de manejo y disposición de aguas mieles y subproductos cambian: se incrementa el aprovechamiento de subproductos en el 85% del café beneficiado y se reduce el aporte de aguas mieles y de pulpa que se vierte a los cuerpos de agua (a 1% Pulpa+mieles y el 14% aguas mieles).
Largo Plazo (Veinte años)	Considerando que el área de café no se va a ampliar y que la producción es igual, pero las condiciones de manejo y disposición de aguas mieles y subproductos cambian: se incrementa el aprovechamiento de subproductos en el 95% del café beneficiado y se reduce el aporte de aguas mieles y de pulpa que se vierte a los cuerpos de agua (a 0.5% Pulpa+mieles y el 4.5% aguas mieles). Adicionalmente se incrementa la implementación de beneficiaderos BE6 en el 10%

Tabla 43 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector porcícola en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”

Plazo /año	Consideraciones
Corto plazo (Cinco años)	Se reduce la carga del efluente vertido al suelo en un 5%. Para el lavado de cocheras de traspatio se realiza la recolección del estiércol, por ende, hay una reducción de aportes del 30% de carga.
Mediano Plazo (Diez años)	Se reduce la carga del efluente vertido al suelo en un 5%. Para el lavado de cocheras de traspatio se realiza la recolección del estiércol, por ende, hay una reducción de aportes del 40% de carga.
Largo Plazo	Se reduce la carga del efluente vertido al suelo en un 10%. Se reduce la carga

Plazo /año	Consideraciones
(Veinte años)	en sistemas de tratamiento primario con vertimiento en un 10%. Para el lavado de cocheras de traspatio se realiza la recolección del estiércol, por ende, hay una reducción de aportes del 50% de carga.

Tabla 44 Acciones para la reducción de cargas contaminantes en el sector panelero en el Escenario 4 (E4) o Escenario “Aceptado”

Plazo/Año	Consideraciones
Corto plazo (Cinco años)	Reducción de la carga del 30%
Mediano plazo (Diez años)	Reducción de la carga del 50%
Largo plazo (Veinte años)	Reducción de la carga del 80%

4.3 Objetivos y criterios de calidad por uso

Para fijar la destinación del recurso hídrico y sus posibilidades de uso, se deben establecer los tramos de análisis que permitan estructurar espacialmente los resultados y expectativas de calidad y cantidad, para la definición de los objetivos de calidad y la determinación de acciones requeridas para la conservación o su mejoramiento.

Dicha estructuración se basó en la revisión de la información de calidad del recurso hídrico desde los puntos de vista hidrológicos, hidrobiológicos y fisicoquímicos, así como también de los usos actuales del recurso evidenciados en los diferentes recorridos en la zona e información sobre las expectativas que tienen los pobladores de la región para su futuro en cuanto a la calidad del agua.

Los objetivos propuestos toman en consideración la implementación de intervenciones para el control de vertimientos de forma escalonada, que debe llevarse a cabo por los actores involucrados que generan la presión en la calidad de los cuerpos de agua, las instituciones relacionadas con la gestión, fomento de la productividad, las autoridades municipales, las organizaciones y comunidades indígenas asentadas en la unidad hidrográfica de Bitaco.

4.3.1 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el Río Bitaco.

Tramo 1: Desde el nacimiento del río Bitaco hasta la estación Bitaco 4: Este tramo comprende la reserva forestal, el río Bitaco, predios de la Agrícola Himalaya, algunas viviendas de veraneo dispersas y los centros poblados del corregimiento de Bitaco y Puente Palo. En estas cuatro estaciones de monitoreo abarcadas se presentan índices de calidad del agua con valores similares y el índice de regulación hídrica presenta variaciones que no superan el valor 0.10.

En cuanto a los usos del suelo, se presenta una variación importante, de suelos con bosques naturales, uso agropecuario y de suelo urbano por el desarrollo de asentamientos poblacionales; sin embargo, dado el interés de contar con una calidad de agua actual y futura para el abastecimiento humano y de protección de flora y fauna, (los habitantes manifiestan el soñar con recuperar las actividades de pesca que otrora se

hacían), se plantea el establecimiento del tramo desde su nacimiento hasta Bitaco 4, con una longitud de más de 12 km.

Tramo 2 desde Bitaco 4 hasta la estación Bitaco 7. En este tramo, después de pasar por el centro nucleado del corregimiento de Puente Palo, el río Bitaco pasa por predios donde se usa el recurso para el abastecimiento de actividades agropecuarias (se ubican asentamientos humanos de manera dispersa). Finalmente y después de recibir las aguas del río Pavas, el río Bitaco entra en una zona encañonada de difícil acceso con disminución notoria en las presiones antrópicas; la afectación de su calidad se da por la afluencia de quebradas y ríos como la quebrada La María, el río Grande y la quebrada Sabaletas.

Los índices de calidad del agua no presentan grandes variaciones a excepción de la estación Bitaco 7, dado que se presentó un fenómeno de precipitación ocurrido en el sector de Restrepo en la madrugada del día antes del monitoreo realizado en la primera campaña. Al igual que en el tramo anterior el IRH no muestra variaciones considerables, los usos del suelo se concentran en pastizales cultivados para actividades pecuarias y los usos actuales se basan en actividades agropecuarias y pesca.

4.3.2 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el Río Pavas.

Tramo 1: Desde el nacimiento del río Pavas hasta la estación Pavas 1. Pese a que existen captaciones del agua para usos domésticos, en el lugar se presentan actividades pecuarias con fuertes repercusiones sobre la calidad del agua del río, por su bajo caudal y una alta intervención del cauce original. Cabe aclarar que el uso no se emplea en el consumo humano, sin embargo, se plantea alcanzar una mejor calidad en esta zona de nacimientos de distintas quebradas que dan vida al río Pavas (o quebrada Pavitas como se le conoce en el sector).

Para lograr lo anterior se recomienda recuperar el hábitat de este tramo, el cual ha sido alterado por reservorios y actividades pecuarias. Se propone la realización de acciones conjuntas en mesas de diálogo que permitan el desarrollo de propuestas que conduzcan a mejorar la calidad del recurso para el beneficio de la comunidad.

Tramo 2: Desde Pavas 1 hasta la desembocadura al río Bitaco: Desde la estación Pavas 1 en adelante el uso del río se vuelve netamente agropecuario a excepción del punto entre Pavas 3 y Pavas 4 donde se encuentra el centro poblado nucleado del corregimiento de Pavas. Con una longitud aproximada de 11.8 km, en este tramo la variación de los índices de calidad del agua tanto por parámetros fisicoquímicos como por características hidrológicas no presenta diferencias considerables, razón por la cual este tramo se seleccionó a partir de los usos actuales y potenciales del suelo y las aguas.

Actualmente se presentan en el río Pavas olores fuertes y estéticamente sus aguas no presentan buena calidad; en cuanto al uso por consumo humano del acueducto de Pavas, no se tuvo en cuenta en la selección de tramos debido a que esta captación se realiza a partir de un nacimiento.

4.3.3 Tramos de análisis para estructuración espacial de los resultados de la formulación del PORH en el sistema quebrada Aguamona-río Grande

Tramo 1. Desde el nacimiento de la quebrada Aguamona hasta la estación Aguamona 1. En este tramo largo de alrededor de 11 km se presentan usos agropecuarios; sin embargo en las resoluciones de concesiones para el abastecimiento humano se encontraron algunos predios con permiso de captación, razón por la cual en este punto a pesar de las presiones recibidas tanto de manera directa como indirecta (por sus quebradas afluentes) se tomará un tramo de análisis exclusivo con miras a garantizar las mejores condiciones para el consumo humano y por supuesto las actividades agropecuarias que se realizan actualmente.

Tramo 2. Desde Aguamona 1 hasta desembocadura al río Bitaco. Este tramo cuenta con una longitud de aproximadamente 28.3 km. Se presentan usos del suelo y del recurso hídrico exclusivos para actividades agropecuarias, con la excepción de parte del tramo entre las estaciones Aguamona 1 y Aguamona 2 en el que se pasa por la cabecera de municipal de Restrepo, y parte del tramo entre las estaciones Grande 1 y Grande 2 que se encuentra en una zona encañonada.

Con lo anterior y sumado a la baja variabilidad de los índices de calidad evaluados, del recurso hídrico, se procede a determinar este segundo tramo estudio con miras al establecimiento de la calidad del recurso para soportar el uso agropecuario y la preservación en el último tramo del río Grande con el fin de reactivar la pesca.

Con base en el ejercicio de modelación, se plantean los objetivos a corto, mediano y largo plazo para las fuentes hídricas priorizadas en la unidad hidrográfica del río Bitaco, como se muestra en la tabla 44, 45 y 46.

Tabla 45 Objetivos de calidad de la fuente hídrica río Bitaco.

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
Tramo I Antes Bitaco 1 hasta Bitaco 4 (Corregimiento Puente Palo) 1.053.725E ; 884.193N 1.051.929E ; 895.373N	1, 2, 3, 4,5	200	OD (mg/L)	>6.0	>6.0	>6.0
			DBO ₅ (mg/L)	<2.50	<2.50	<2.50
			SST (mg/L)	<9.30	<9.30	<9.30
			pH (unidades)	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
			Materiales flotantes actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Cloruros (mg/L)	<200	<200	<200
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
			Sulfatos (mg/L)	<200	<200	<200
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
			Dureza total (mg/L)	<120	<120	<120
Tramo II Bitaco 4 (Corregimiento Puente Palo) hasta la estación Bitaco 7 1.051.929E ; 895.373N 1.049.558E ; 907.907N	2, 3, 4,5	600	OD (mg/L)	>5.0	>5.0	>5.0
			DBO ₅ (mg/L)	< 2.50	< 2.30	< 2.30
			SST (mg/L)	<10.60	< 10.20	< 9.80
			pH (unidades)	>6.5 - <8.5	>6.5 - <8.5	>6.5 - <8.5
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700
			Dureza total (mg/L)	<120	<120	<120
			Materiales flotantes actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
Nota 1: Usos potenciales corresponden a: 1) Abastecimiento Humano; 2) Preservación de Flora y Fauna; 3) Agrícola/Pecuario; 4) Pesca; 5) Estético Nota 2: OD: Oxígeno disuelto DBO ₅ : Demanda Bioquímica de Oxígeno SST: Sólidos Suspendidos Totales Nota 3: Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste						

Tabla 46 Objetivos de calidad de la fuente hídrica río Pavas.

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
Tramo I Desde el nacimiento del río Pavas 1 hasta la estación Pavas 1 (Reservorios entre La Cumbre y Vereda Pavitas) 1.057.831E ; 893.750N 1.057.524E ; 895.579N	1, 3, 4, 5	18	OD (mg/L)	>2.77	>2.76	>2.61
			DBO ₅ (mg/L)	<4.0	<4.0	<4.0
			SST (mg/L)	<59	<58.0	<58.0
			pH (unidades)	6.2 - 7.5	6.2 - 7.5	6.2 - 7.5
			Materiales flotantes actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Cloruros (mg/L)	<200	<200	<200
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
			Sulfatos (mg/L)	<200	<200	<200
			Dureza total (mg/L)	<120	<120	<120
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700
Tramo II Pavas 1 (Reservorios entre La Cumbre y Vereda	3, 5	190	OD (mg/L)	>2.36	>2.35	>2.31
			DBO ₅ (mg/L)	<3.0	<3.0	<3.0
			SST (mg/L)	< 20.5	<20.50	<20.96

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
Pavitas) hasta Desembocadura al río Bitaco 1.057.524E ; 895.579N 1.051.374E ; 900.244N			pH (unidades)	7.0 – 7.5	7.0 – 7.5	7.0 – 7.5
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700
			Materiales flotantes actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
Nota 1- Usos potenciales corresponden a: 1) Abastecimiento Humano; 2) Preservación de Flora y Fauna; 3) Agrícola/Pecuario; 4) Pesca; 5) Estético Nota 2 – OD: Oxígeno disuelto DBO ₅ : Demanda Bioquímica de Oxígeno SST: Sólidos Suspendidos Totales Nota 3: Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste						

Tabla 47 Objetivos de calidad de las fuentes hídricas del sistema Quebrada Aguamona – río Grande

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
Tramo I Desde el nacimiento de la Quebrada Aguamona hasta la estación Aguamona 1 1.071.309E ; 915.352N 1.061.723E ; 916.377N	1, 3	290	OD (mg/L)	>1.45	>1.45	>1.45
			DBO ₅ (mg/L)	<4.0	<4.0	<4.0
			SST (mg/L)	<21.0	<21.0	<21.0
			pH (unidades)	6.5 - 8.0	6.5 - 8.0	6.5 - 8.0
			Materiales flotantes actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Cloruros (mg/L)	<200	<200	<200
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
			Sulfatos (mg/L)	<200	<200	<200
			Dureza total g (mg/L)	<120	<120	<120
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700
Tramo II Aguamona 1 hasta Desembocadura al río Bitaco 1.061.723E ;	2, 3, 5	480	OD (mg/L)	>7.0	>7.0	>7.0
			DBO ₅ (mg/L)	<3.5	<3.5	<3.5
			SST (mg/L)	<14.5	<14.5	<14.5
			pH (unidades)	>7.0 - <8.3	>7.0 <8.3	>7.0 - <8.3
			Conductividad (uS/cm)	<700	<700	<700
			Dureza total (mg/L)	<120	<120	<120

Tramo	Usos Potenciales ¹	Caudal mínimo del tramo (L/s)	Parámetro de Calidad ²	Corto Plazo (5 años)	Medio Plazo (10 años)	Largo Plazo (20 años)
916.377N 1.049.642E; 908.024N			Materiales flotantes Actividad antrópica	ausentes	ausentes	ausentes
			Nitritos (mg/L)	<1	<1	<1
			Nitratos (mg/L)	<10	<10	<10
Nota 1- Usos potenciales corresponden a: 1) Abastecimiento Humano; 2) Preservación de Flora y Fauna; 3) Agrícola/Pecuario; 4) Pesca; 5) Estético						
Nota 2 – OD: Oxígeno disuelto DBO ₅ : Demanda Bioquímica de Oxígeno SST: Sólidos Suspendidos Totales						
Nota 3: Sistema de referencia: Magna Colombia Oeste						

4.4 Condiciones y restricciones en el uso del recurso hídrico del río Bitaco y sus principales afluentes:

Para alcanzar los objetivos de calidad propuestos en la unidad hidrográfica del río Bitaco y tributarios río Pavas y sistema quebrada Aguamona – río Grande, se requiere implementar acciones complejas desde el punto de vista ambiental, económico, político y sociocultural por parte de los actores involucrados, tendientes a la reducción de las cargas contaminantes aportadas por los vertimientos puntuales a las fuentes hídricas en el corto, mediano y largo plazo, por lo cual se plantea que las mismas se deben adelantar de manera escalonada.

En este punto es preciso señalar, que acuerdo con los resultados de la fase diagnóstica, se presentan limitaciones en las fuentes hídricas priorizadas de la unidad hidrográfica del río Bitaco en cuanto a la calidad microbiológica. No obstante, se ha planteado una gradualidad en la implementación de acciones priorizando, en el período del presente PORH, las remociones de carga contaminante representada en los parámetros de DBO₅ y SST que si bien, tienen impacto positivo en las fuentes hídricas, no tienen impacto significativo en cuanto a la calidad microbiológica, no obstante, constituyen un paso obligado para avanzar en el cumplimiento de la misma, lo cual exige implementar procesos de desinfección en una fase posterior al período del PORH.

Para el uso de consumo humano y doméstico del recurso hídrico en la unidad hidrográfica del río Bitaco, dadas las condiciones de calidad microbiológica de las aguas, se deben establecer las barreras de seguridad para garantizar la calidad del agua para dicha actividad.

Así mismo, dado que se plantea como un uso potencial la actividad recreativa mediante contacto primario en los ríos Bitaco y Pavas, hasta tanto se realicen las acciones que conlleven a la remoción de patógenos, existen restricciones para este tipo de actividad.

Para avanzar en el cumplimiento de los estándares establecidos en cuanto a la calidad microbiológica para estos usos, se requiere implementar la remoción de patógenos en los vertimientos que se realicen en la unidad hidrográfica del río Bitaco, lo cual conlleva a la

realización de acciones de forma escalonada tendientes a reducir la carga orgánica y posteriormente implementar las acciones de desinfección.

4.5 Articulación con el plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica – POMCA

Teniendo en cuenta la estructura establecida en el Plan Hídrico Nacional, a la Unidad hidrográfica de Bitaco, no se le formula POMCA, sin embargo, los programas y actividades producto de la formulación del Plan de Ordenamiento del recurso hídrico del Río Bitaco y tributarios priorizados deben ser tenidos en cuenta en el momento en que se realice la formulación del POMCA del río Dagua, ya que este es un instrumento de planificación de orden regional.

4.6 Programa de seguimiento y monitoreo

La propuesta del programa de monitoreo y seguimiento del recurso hídrico para la unidad hidrográfica del río Bitaco consta de dos subprogramas:

- Monitoreo de cantidad y calidad de agua para seguimiento y control
- Monitoreo para efectos de optimización del modelo de calidad del agua y actualización de la información de la oferta hídrica.

Estos subprogramas permitirán la obtención de información necesaria para el fortalecimiento y optimización del modelo de simulación de calidad del agua QUAL2Kw, efectuar un seguimiento y control periódico de la calidad y cantidad del agua en los tres ríos priorizados con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos de calidad definidos.

4.6.1 Programa de monitoreo de cantidad y calidad de agua para seguimiento y control

El programa de monitoreo para el seguimiento y control, se ejecutará anualmente durante dos campañas de aforos y de calidad del agua para los ríos Bitaco, Pavas y el sistema quebrada Aguamona río Grande. En la tabla 47 se muestran los parámetros fisicoquímicos, biológicos, microbiológicos e hidrobiológicos que serán evaluados en cada campaña de monitoreo.

Para el seguimiento y control de calidad en la unidad hidrográfica de la cuenca del río Bitaco se continuará con la evaluación de las estaciones que históricamente se les hace seguimiento por parte de la CVC desde el año 2009 (Estación Bitaco 2, Bitaco 3, Bitaco 4, Bitaco antes de la desembocadura al río Dagua, Pavas 3, Pavas 4, Aguamona 1 y Aguamona 2). Teniendo en cuenta los tramos establecidos para la definición de objetivos de calidad, se complementará dichas estaciones con las estaciones Pavas 1 y Pavas 5 y las estaciones Grande 1 y Grande 2.

Tabla 48 Parámetros requeridos para el seguimiento y control de la calidad del agua con fines de ordenación del Recurso Hídrico

Parámetro	Unidad	Parámetro	Unidad
Caudal	(L/s)	Turbiedad	[UNT]
Temperatura	[°C]	Color	[U.P.C]
Conductividad	[μS/cm]	Dureza total	[mg CaCO ₃ /L]
pH	[unidad pH]	Coliformes totales	[UFC]
Alcalinidad	[mg CaCO ₃ /L]	Coliformes fecales	[UFC]
OD	[mg/L]	Nitrógeno total	[mg NTK/L]
DBO ₅	[mg/L]	Nitratos	[mg N-NO ₃ -/L]
DQO	[mg/L]	Fosforo total	[mg P/L]
Solidos totales	[mg/L]	Cloruros	[mg Cl-/L]
Solidos suspendidos	[mg/L]	Datos hidrobiológicos	

Fuente: UAO (2017)

Con el fin de identificar el estado ecológico de las corrientes se realizará el muestreo y análisis estructural y ecológico de las comunidades bénticas de los macroinvertebrados y las algas perifíticas, en estaciones de muestreo coincidentes con la medición de variables fisicoquímicas y de caudal. Con la toma de muestras se deberá definir la composición, riqueza y diversidad de estas comunidades. Debido a la complejidad de este tipo de muestreos y los recursos extra en los que deberá incurrir la CVC para la revisión de estos parámetros, los muestreos hidrobiológicos se realizarán una vez cada dos años

4.6.2 Programa de monitoreo para efectos de optimización del modelo de calidad del agua y actualización de la información de la oferta hídrica

Contar con un modelo de calidad del agua validado requiere realizar nuevas campañas de monitoreo (en diferentes épocas climatológicas del año buscando tener caudales altos, medios y bajos teniendo en cuenta las dinámicas poblacionales y actividades económicas de las diferentes zonas) las cuales permitirán producir un modelo más robusto y calibrado para un rango más amplio de caudales. Con lo anterior la incertidumbre en la calidad del agua del río disminuirá considerablemente dada su adaptación a rangos más amplios de caudales y mayores datos de calidad del agua en las diferentes estaciones.

En la nueva calibración y validación del modelo se presentará una comparación del valor del criterio de ajuste del modelo durante la calibración en el año 2017 (error cuadrático medio – RMSE ponderado) versus el valor del criterio de ajuste en el año de optimización. Los valores del RMSE ponderado obtenidos durante la calibración del modelo QUAL2Kw en el año 2017.

De acuerdo con lo anterior, se adelantará un total de 6 monitoreos de calidad y cantidad del agua con fines de optimización de la calibración y validación del modelo QUAL2Kw en un periodo de 20 años distribuidos de la siguiente manera: dos monitoreos en condiciones temporales diferentes (invierno y verano) en un periodo de 5 años después de la adopción del PORH, dos monitoreos más en diferentes condiciones temporales (invierno y verano)



a los 10 años de adopción del PORH y finalmente dos monitoreos en diferentes condiciones temporales (invierno y verano) a los 20 años de adoptarse el PORH. Si se requiere, se realizará monitoreos en temporadas de extremo verano, máximos vertimientos y situaciones inusuales en general provocadas por fuertes implicaciones en el clima de los fenómenos del niño y la niña y las posibles alteraciones del cambio climático en la cuenca del río Bitaco.

Ampliar la duración de las campañas de monitoreo continuas de los cinco vertimientos evaluados en este proyecto (de 8 horas a 24 horas de monitoreo), siendo estos: (1) Descarga de la cabecera de La Cumbre a la quebrada Pavitas (río Pavas), (2) descarga de La Cumbre a la quebrada Cordobitas, (3) descarga de la cabecera de Pavas a Río Pavas, (4) descarga del barrio La Independencia y (5) efluente de la PTAR de Restrepo a la quebrada Aguamona.

Se recomienda que al menos una vez al año se realice un campaña de monitoreo en las cuales se caractericen las aguas residuales generadas en los lugares cuyas actividades agropecuarias sean las más representativas y de igual manera es preciso contar con un censo oficial de las cabezas de ganado porcino y bovino, el número de hectáreas de cultivos y descripción de sus procesos de producción y tratamientos de aguas residuales (si se realizan) en cada lugar donde se realicen este tipo de actividades. Se recomienda que esta información sea actualizada anualmente para disminuir la incertidumbre en la estimación de cargas contaminantes que alimentarán la base de datos del modelo QUAL2Kw.

Las cargas contaminantes de centros poblados como Bitaco, parte del corregimiento de Pavas y algunos barrios no conectados a la red de alcantarillado del municipio de Restrepo empleadas en modelo QUAL2Kw, fueron estimadas a través de presunciones con datos de población, razón por la cual se recomienda validar dicha información y precisarla de ser necesario con el fin de no sobreestimar o subestimar la situación actual de cargas contaminantes de centros poblados de la subcuenca del río Bitaco.

La caracterización tanto en cantidad como en calidad de las aguas residuales municipales, producidas en los centros poblados de La Cumbre, Pavas y Restrepo permitirá realizar un seguimiento o servir de insumo para los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) que se deberán desarrollar a futuro en estos centros poblados.

Con la implementación del modelo de calidad del agua en este proyecto, se evidenció una gran falencia en los datos climatológicos y de caudales instantáneos, razón por la cual se recomienda a la CVC instalar estaciones limnimétricas o limnigráficas (dependiendo de la disponibilidad de recursos) en algunas de las estaciones de monitoreo evaluadas en el PORH de esta unidad hidrográfica tal como se muestra a continuación en la tabla 48:

Tabla 49 Complementación de la medición de datos climatológicos recomendada

Fuente hídrica	Estación	Localización	Observación
Río Bitaco	Limnimétrica	Antes de la desembocadura del río	En caso de no contar con los recursos necesarios para esta

Fuente hídrica	Estación	Localización	Observación
		Bitaco al río Dagua (bajo el puente de la vía Loboguerrero-Dagua)	actividad, la CVC realizará al menos dos jornadas de aforos con levantamiento topobbatimétrico por año, buscando tener un mayor espectro en la medición de caudales altos, medios y bajos en diferentes condiciones hidrológicas
Río Pavas	Limnimétrica	Antes de la desembocadura del río Pavas al río Bitaco	
Sistema quebrada Aguamona-río Grande	Limnigráfica	Estación Grande 2	

- ✓ Aunque en términos generales la unidad hidrográfica del río Bitaco tiene una buena distribución espacial de estaciones pluviométricas y pluviográficas, se recomienda la instalación de más equipos tomando en cuenta que según datos de la Universidad de los Andes, (S.F) en áreas rurales deberá contarse con 2 o 3 aparatos instalados en áreas de 20 a 30 km². Si no se cuenta con los recursos necesarios para cumplir con esta meta, se recomienda de forma prioritaria la instalación de un Pluviógrafo o Pluviómetro en la cuenca alta del río Bitaco (cerca de la estación Bitaco 1) y un equipo más sobre la quebrada Sabaletas (cerca de su confluencia con el río Bitaco).

De igual forma es necesaria la instalación de una estación climática en la zona central de la unidad hidrográfica de la cuenca del río Bitaco

- ✓ La toma de muestras deber ser sincronizada de tal forma que se trate de monitorear las reacciones que experimenta el mismo volumen de agua que viaja por la corriente, ante diversas condiciones como vertimientos, estancamientos, resaltos, etc. Dado lo anterior se recomienda a la CVC adoptar la metodología de toma de muestras siguiendo la masa del agua haciendo que los datos recolectados sirvan como insumo para el modelo QUAL2Kw con una baja incertidumbre, permitiendo una buena calibración del modelo.
- ✓ Se requiere que la toma de muestras para la caracterización fisicoquímica e hidráulica/hidromorfológica de la calidad del agua sea simultánea. A su vez, la base de datos con los resultados del plan de monitoreo debe contener para el cuerpo hídrico:
 - a) Descripción de estaciones y parámetros medidos con sus resultados
 - b) Relación de fechas y época climática en que fueron realizados
 - c) Comparación con los usos y los objetivos de calidad del recurso hídrico
- Durante el programa de monitoreo se deberán medir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos empleados en el proyecto PORH Bitaco y sus principales afluentes para la modelación de la calidad del agua usando el modelo QUAL2Kw los cuales se presentan en la Tabla 49.

Tabla 50 Parámetros de calidad del agua simulados en el modelo QUAL2Kw

Constituyente del modelo	Unidades	Relación con datos recolectados
Temperatura	°C	Temperatura
Conductividad	µmhos	Conductividad específica
Sólidos suspendidos inorgánicos (SSI)	mgD/L	Sólidos Suspendidos Totales – Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mgD/L	Sólidos Suspendidos Totales
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Oxígeno disuelto
DBO carbonácea rápida (DBO _{fast})	mgO ₂ /L	DBO ₅ Total
DBO carbonácea lenta (DBO _{slow})	mgO ₂ /L	N/A
Nitrógeno orgánico (N _{org})	µgN/L	Nitrógeno Total Kehjda - Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)
Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)	µgN/L	Nitrógeno Amoniacal (NH ₄)
Nitrógeno Total Kehjda (NTK)	µgN/L	Nitrógeno Total Kehjda
Nitrógeno Total	µgN/L	N/A
Nitratos (NO ₃)	µgN/L	Nitratos (NO ₃)
Fósforo Orgánico	µgP/L	Fósforo Total (PT) – Fósforo Inorgánico (SRP)
Fósforo Inorgánico (SRP)	µgP/L	Ortofosfatos
Fósforo Total (PT)	µgP/L	Fósforo Total
Fitoplancton	µgA/L	Clorofila-a
Detritus (MOP)	mgD/L	DBO ₅ Total – DBO _{filtrada}
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /L	Alcalinidad Total
Patógenos	UFC/100 mL	Coliformes fecales
pH	s.u	pH
Algas de fondo	gD/m ²	N/A
Carbono Orgánico Total	mgC/L	N/A

**D representa peso seco MOP: Materia orgánica particulada

4.7 Estructura del componente programático de plan de ordenamiento del recurso hídrico

Teniendo como referente la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico-PNGIRH, se plantean para el ordenamiento del recurso hídrico de los ríos priorizados de la unidad hidrográfica del río Bitaco, las siguientes líneas estratégicas:

- Gestión de la oferta
- Gestión de la demanda
- Gestión de la Calidad
- Gestión del riesgo
- Fortalecimiento Institucional

En la Tabla 50 se presenta el componente programático del plan de ordenamiento del recurso hídrico de la unidad hidrográfica del río Bitaco.

Tabla 51 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco

Línea Estratégica	Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados	Indicador
			1-5	6-10	11-15	16-20			
Gestión de la oferta	Conservación de los ecosistemas	Restauración de la cobertura vegetal en fuentes abastecedoras de los acueductos	1-5	6-10	11-15	16-20	Alcaldía de La Cumbre / CVC	JAA, Alcaldía de los municipios de La Cumbre, Restrepo, Dagua, Calima- Darién, Vijes, Acuavalle S.A. ESP. Empresas asociativas de acueducto, Secretaria de Salud Pública Departamento, Gobernación del Valle, CVC, Comité de comanejo de RFN de Bitaco, usuarios particulares	Número de Hectáreas restauradas
		Implementación de acciones para la conservación de la reserva forestal de Bitaco	1-5	6-10	11-15	16-20	Alcaldía de La Cumbre / CVC		Número de acciones
		Promoción e implementación de aislamientos de áreas en fuentes abastecedoras de acueductos	2-4				Alcaldía de La Cumbre / CVC		Número de Hectáreas con aislamiento
	Monitoreo de la oferta hídrica	Instrumentación hidrométrica en la cuenca del río Bitaco y en ríos priorizados	1-5				CVC / IDEAM	IDEAM, CVC	Número de estaciones pluviométricas, pluviográficas y limnimétricas instaladas y operando

Tabla 50 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco

Línea Estratégica: Gestión de la demanda								
Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados	Indicador
		1-5	6-10	11-15	16-20			
Caracterización y cuantificación de la Demanda en la unidad hidrográfica del río Bitaco	Revisión y actualización de la reglamentación del río Bitaco, Pavas, quebrada Aguamona	3				CVC	CVC / Alcaldía Municipal de Restrepo/ Alcaldía Municipal de La Cumbre	Número de reglamentaciones actualizadas
	Promoción e implementación de los programas de uso eficiente de agua en acueductos de los centros poblados de la unidad hidrográfica de Bitaco	2-4				Usuarios del agua - Acueductos	JAA, Alcaldía de los municipios de La Cumbre, Restrepo, Dagua, Calima-Darién, Vijes, Acuavalle S.A. ESP. Empresas asociativas de acueducto, Secretaria de Salud Pública Departamental, Gobernación del Valle, CVC	Número de eventos de promoción / PUEAA formulados
	Promoción para la legalización de usuarios del agua de la unidad hidrográfica del Bitaco	1-2				CVC		Número de eventos de promoción / requerimientos
	Inventario de usuarios del agua de la UH de Bitaco (Qda. Chicoralito, Qda. La Tambocha, Qda. La Sofía, Qda Aguamona/rio Grande, Qda. Cordobitas, Qda Sabaletas, Qda San Salvador)	2-3				CVC	CVC, Alcaldías de La Cumbre, Restrepo, Vijes, Calima Darién y Restrepo, Usuarios del Agua	Inventario de usuarios por cuerpo de agua
Uso eficiente y sostenible del agua en la unidad hidrográfica del río Bitaco	Gestión para el reúso de aguas en actividad porcícola	2-5	6-10	11		Asociación de Porcicultores del Valle / SAG / CVC	Porcicultores, Gobernación del Valle, CVC, Secretaría de Salud Publica Departamental, UMATa de Restrepo, La Cumbre, Vijes, Calima - Darién, Dagua	% Porcícolas con proyectos de reúso de agua tratada
	Fortalecimiento a Juntas Administradoras de acueductos en el uso eficiente del agua de la unidad hidrográfica del río Bitaco, para la formulación de los programas de uso eficiente y ahorro del Agua - PUEAA	2-4				CVC	JAA, Acuavalle S.A. ESP, Empresas asociativas de acueductos, Secretaría de Salud Pública Departamental	N° de JAA con PUEAA Formulados

Tabla 50 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco

Línea Estratégica: Gestión de la calidad del agua								
Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados	Indicador
		1-5	6-10	11-15	16-20			
Monitoreo y Seguimiento de la calidad del agua	Monitoreo de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua - cuerpos de agua priorizados (Ríos Bitaco, Pavas, Qda Aguamona, río Grande, Qda Cordobitas)	1-5	6-10	11-15	16-20	CVC	CVC / IDEAM	Número de monitoreos de seguimiento y control
	Monitoreo de la calidad de agua con propósitos de actualización de la modelación (ríos Bitaco, Pavas, Qda Aguamona/río Grande) y monitoreo hidrológico e hidrobiológico	5	10		20	CVC	CVC / IDEAM	Número de monitoreos con propósitos de modelación
	Modelación de la calidad de agua cuerpos de agua priorizados (río Bitaco, Pavas y Qda Aguamona/ río Grande)	5	10		20	CVC	CVC	Número de ríos modelados
Actividades agropecuarias e industriales sostenibles	Evaluación de la incidencia de uso de agroquímicos en la calidad del agua de los ríos priorizados en el ordenamiento del recurso hídrico de la Unidad Hidrográfica del río Bitaco	3-4				CVC / Alcaldías de Restrepo, Vijes, La Cumbre, Yotoco y Calima Darien	CVC, SAG, Gobernación del Valle	Número de estudios
	Promoción e implementación de medidas para la minimización de uso de agroquímicos en la unidad hidrográfica de Bitaco	4-5	6-10				Gobernación del Valle, Comité Departamental de Cafeteros, CVC, SAG,	No de eventos de promoción y capacitación
	Promoción e implementación de producción más limpia / reconversión tecnológica y aprovechamiento de subproductos y tratamiento de AR en actividades agroindustriales (Cuenca de la Qda San Salvador - Municipio de Restrepo. Trapiches paneleros y del beneficio del café en los municipios de Vijes, La Cumbre y Restrepo)	1-5	6-10	11-15		CVC / Alcaldías de Restrepo, La Cumbre, Vijes, Yotoco y Calima Darien	CVC, SAG, Gobernación del Valle, Trapiches paneleros, beneficiaderos de café, FEDEPANELA	No de proyectos presentados para la reconversión tecnológica / No de trapiches paneleros y beneficiaderos de café con proceso de PML implementados
	Formulación e implementación de un proyecto piloto de agricultura orgánica	3-4				CVC / Alcaldías de Restrepo La Cumbre, Vijes, Calima Darién	CVC, SAG, Gobernación del Valle, Comité Departamental de Cafeteros, ICA, Agricultores	Número de estudios / Número de proyectos implementados
	Implementar sistemas agrosilvopastoriles en zonas degradadas por ganadería extensiva (Municipios de Restrepo y Dagua)	3-4				CVC / Alcaldías de Restrepo - Dagua		Número de sistemas agrosilvopastoriles implementados

Línea Estratégica: Gestión de la calidad del agua								
Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados	Indicador
		1-5	6-10	11-15	16-20			
	Promoción e implementación de acciones para el manejo de aguas residuales generadas en el lavado de vehículos	2-4				CVC - Lavaderos vehículos	Alcaldía de Restrepo	No. de acciones implementadas
Saneamiento urbano y rural	Revisión y actualización de los estudios y diseños del sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del municipio de La Cumbre, Arboledas, Pavas y Pavitas	1-2				Persona prestadora del servicio de alcantarillado	Alcaldía de La Cumbre, Acuavalle S.A. ESP, CVC, Gobernación del Valle, Vallecaucana de Aguas	Estudios y diseños actualizados
	Implementación de acciones tendientes al mejoramiento de infraestructura de recolección transporte y tratamiento de las aguas residuales de la cabecera municipal del Restrepo consideradas en el PSMV	1-5	6-8			Persona prestadora del servicio de alcantarillado	Alcaldía de Restrepo, EMRESTREPO, Gobernación del Valle, Vallecaucana de Aguas	% de avance del PSMV de Restrepo
	Implementación de acciones de optimización infraestructura de recolección transporte y tratamiento de las aguas residuales de los centros poblados de El Porvenir, Cachimbal, La Fresneda y El Tambor del Municipio de Vijes, consideradas en los PSMV	1-5	6-8			Persona prestadora del servicio de alcantarillado	Alcaldía de Vijes, CVC, Gobernación del Valle, Vallecaucana de Aguas	% de avance de los PSMV
	Promoción e implementación de STAR en vivienda rural de los municipios de la Unidad hidrográfica de Bitaco, incluyendo asentamientos de comunidades negras e indígenas	1-5				Usuarios del área rural / comunidades indígenas y negras / CVC	Alcaldías de La Cumbre, Restrepo, Vijes, Calima-Darién y Dagua.	No. de STAR implementados
	Estudios y diseño del alcantarillado y tratamiento de aguas residuales del corregimiento de Bitaco	1-5	6			Municipio de La Cumbre, Vallecaucana de Aguas	Alcaldía de La Cumbre, CVC, Gobernación del Valle.	% de avance de los PSMV – Diseños actualizados
	Implementación de obras de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en la PTAR del corregimiento de Bitaco		8-9				CVC, Gobernación del Valle	PSMV formulado - % de avance del PSMV
	Construcción del alcantarillado, colectores y emisores del Corregimiento de Pavas, Pavitas, Arboledas y de la cabecera municipal de La Cumbre	3-5					Alcaldía de La Cumbre, CVC, Gobernación del Valle	% de avance del PSMV

Tabla 50 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco

Línea Estratégica: Gestión del riesgo							
Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados
		1-5	6-10	11-15	16-20		
Conocimiento de riesgo por abundancia o escasez	Estudio de vulnerabilidad y riesgo por inundaciones en el centro poblado de Bitaco	1-2				Alcaldía Municipal de La Cumbre	Alcaldía de La Cumbre, CVC, Gobernación del Valle, Vallecaucana de Aguas
	Diseño de medidas para reducción del riesgo por inundaciones en el corregimiento de Bitaco	4-5				Alcaldía Municipal de La Cumbre	Alcaldía de La Cumbre, CVC, Gobernación del Valle, Vallecaucana de Aguas
Adaptación al cambio climático	Gestión del riesgo de desabastecimiento en centros poblados (La Cumbre, Restrepo y corregimientos de estos municipios y de Dagua y Vije de la UH de Bitaco)	1-5	6-7			Empresas de Servicios Públicos / Alcaldías	Cruz Roja, administración pública municipal, instituciones educativas, Junta de Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos, UMATA, CVC
	Implementación de medidas de adaptación a los efectos del cambio climático para la regulación de la oferta hídrica en la unidad hidrográfica de Bitaco municipio de Restrepo (Qda Agumanona) y fomento de la cooperación interinstitucional entre privados y públicos en torno a la adaptación y mitigación del cambio climático	2-4				Alcaldía Municipal de La Cumbre y Restrepo	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO), Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), CVC, Gobernación del Valle

Tabla 50 Componente programático del PORH unidad hidrográfica río Bitaco

Línea Estratégica	Programa	Proyecto	Plazo (años)				Responsable	Actores involucrados	Indicador
			1-5	6-10	11-15	16-20			
Fortalecimiento institucional	Mejoramiento de la capacidad de gestión de la autoridad ambiental	Legalización de usuarios del agua y de los vertimientos	1-2				CVC	CVC, usuarios	Número de usuarios legalizados
		Ingreso de información de calidad de agua, vertimientos y de derechos otorgados al SIRH	1-5	6-10	11-15	16-20	CVC	CVC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Número de usuarios legalizados



5. Bibliografía

Universidad Autónoma de Occidente, CVC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Documento técnico de formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico del río Bitaco y sus tributarios principales río Pavas – sistema quebrada Aguamona – río Grande.