

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023
(19 ABR. 2023)

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

El Director General de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC–, en ejercicio de las facultades Constitucionales, Legales y Estatutarias, en especial de las conferidas por que le confieren la Ley 99 de 1993, la Resolución 1433 de 2004 modificada parcialmente por la Resolución 2145 de 2005, el Decreto 1076 de 2015 y demás normas concordantes, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 8° de la Constitución Política de Colombia refiere que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Que a su vez, la Constitución Política de Colombia, establece en el artículo 79 que "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines" y en el artículo 80 que "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados".

Que el artículo 134 del Decreto Ley 2811 de 1974 dispone que "corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Para dichos fines deberá: a). Realizar la clasificación de las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas. A esta clasificación se someterá toda utilización de aguas (...) f). Controlar la calidad de agua, mediante análisis periódicos, para que se mantenga apta para los fines a que está destinada, de acuerdo con su clasificación;"

Que dentro de los principios de la Ley 99 de 1993 se establece en su artículo 1° numeral 7: El Estado fomentara la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos de prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

Que la Ley 99 de 1993, estableció la competencia a las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible para ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables; en los numerales 10 y 12 del artículo 31 de la citada ley, se les asignaron competencias para fijar, en el área de su jurisdicción, los límites permisibles de descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualesquiera otras materias que puedan afectar el ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes



RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

de degradación ambiental. Esta competencia se reafirma en el artículo 215 de la Ley 1450 del 2011.

Que el artículo 42 de la Ley 99 de 1993 establece " La utilización directa o indirecta de la atmósfera, el agua y el suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades propiciadas por el hombre o actividades económicas o de servicios sean o no lucrativas, se sujetaran al pago de tasas retributivas por consecuencias nocivas de las actividades expresadas".

Que mediante el Decreto 2667 de 2012, compilado por el Decreto 1076 de 2015, el Gobierno Nacional reglamentó la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se tomaron otras determinaciones.

Que el artículo 2.2.9.7.2.5 del mismo Decreto 1076 de 2015, en relación al cobro de la tasa retributiva determina que las Autoridades Ambientales competentes cobrarán la tasa retributiva por vertimientos puntuales realizados por la utilización directa e indirecta del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales directos o indirectos y sus consecuencias nocivas, originados en actividades antrópicas o propiciadas por el hombre y actividades económicas o de servicios, sean o no lucrativas.

Que el artículo citado, señala además que la tasa retributiva por vertimientos puntuales directos o indirectos, se cobrará por la totalidad de la carga contaminante descargada al recurso hídrico y se aplicará incluso a la contaminación causada por encima de los límites permisibles sin perjuicio de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar. El cobro de la tasa no implica en ninguna circunstancia la legalización del respectivo vertimiento.

Que el artículo 2.2.9.7.3.1, del antes citado Decreto 1076 de 2015, dispone que las autoridades ambientales establecerán la meta global que conduzca a los usuarios al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por dichas autoridades; la determinación de esta meta en un cuerpo de agua o tramo del mismo, se hará teniendo en cuenta la línea base, las proyecciones de carga de los usuarios y los objetivos de calidad vigentes al final del quinquenio, así como la capacidad de carga del tramo o cuerpo de agua y la ejecución de obras previstas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, Permiso de Vertimientos y Plan de Reconversión a Tecnología Limpia en Gestión de Vertimientos, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo 3 del Título 3, Parte 2, Libro 2 del referido Decreto 1076 de 2015, o la norma que lo modifique o sustituya.

STE

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023
()

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Que el varias veces citado Decreto 1076 de 2015, por medio de su artículo 2.2.9.7.3.4, dispone:

ARTÍCULO 2.2.9.7.3.4. Información previa al establecimiento de las metas de carga contaminante. Previo al establecimiento de las metas de carga contaminante en un cuerpo de agua o tramo del mismo, la autoridad ambiental competente deberá:

- 1. Documentar el estado del cuerpo de agua o tramo del mismo en términos de calidad y cantidad.*
- 2. Identificar los usuarios que realizan vertimientos en cada cuerpo de agua. Para cada usuario deberá conocer ya sea con mediciones, estimaciones presuntivas o bien mediante autodeclaraciones, la concentración de cada elemento, sustancia o parámetro contaminante presente en los vertimientos de agua y el caudal del efluente, para la determinación de la carga total vertida objeto del cobro de la tasa.*
- 3. Determinar si los usuarios identificados en el numeral anterior, tienen o no Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, Permiso de Vertimientos vigente. Plan de Reconversión a Tecnología Limpia en Gestión de Vertimientos, de conformidad con lo dispuesto con el capítulo 3 del título 3, parte 2, libro 2 del presente Decreto o la norma que lo modifique o sustituya.*
- 4. Calcular la línea base como el total de carga contaminante de cada elemento, sustancia o parámetro contaminante vertida al cuerpo de agua o tramo del mismo, durante un año, por los usuarios sujetos al pago de la tasa.*
- 5. Establecer objetivos de calidad de los cuerpos de agua o tramos de los mismos.*

Que conforme lo dispone el artículo 1º de la Resolución 1433 de 2004, expedida por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV., son el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento, y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad competente para la corriente, tramo o cuerpo de agua; el cual debe ser aprobado por la autoridad ambiental competente.

Que la Resolución 1433 de 2004, fue modificada parcialmente por la Resolución 2145 de 2005, en los siguientes términos:

"ARTÍCULO 1º. La información de que trata el artículo 4º de la Resolución 1433 de 2004 deberá ser presentada ante la autoridad ambiental competente por las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias, en un plazo no mayor a cuatro (4) meses contados a

3/11
570



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Página 4 de 13

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

partir de la publicación del acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente defina los objetivos de calidad de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor".

Que mediante el Decreto 050 de 2018, "Por el cual se modifica parcialmente, el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" en relación con los Consejos Ambientales Regionales de las Macrocuencas (CARMAC), el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos y se dictan otras disposiciones", se modifican algunas definiciones, entre ellas la de objetivos de calidad, así:

"Objetivo de calidad. Conjunto de criterios de calidad definidos para alcanzar los usos del agua asignados en un horizonte de tiempo determinado, en un sector o tramo específico de un cuerpo de agua".

Que el mismo Decreto 050 de 2018, por medio de su artículo 4 modifica el artículo 2.2.3.3. 3.1, en los siguientes términos:

"Artículo 4. Se modifica el artículo 2.2.3.3.1 del Decreto 1076 de 2015, el cual quedará así: Artículo 2.2.3.3.1. Criterios de Calidad. Conjunto de parámetros y sus valores mediante los cuales se determina si un cuerpo de agua es apto para un uso específico."

Que es deber de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC-, en su condición de máxima autoridad ambiental regional, establecer los objetivos de calidad de los cuerpos de agua o tramos del mismo, como requisito previo al establecimiento de la meta de carga contaminante de conformidad con lo previsto en el numeral 5 del artículo 2.2.9.7.3.4 del Decreto 1076 de 2015.

Que posterior al cumplimiento de los requisitos previstos en la citada norma, la Corporación deberá iniciar el proceso de consulta y llevar a cabo el procedimiento para el establecimiento de la meta global de carga contaminante indicado en artículo 2.2.9.7.3.5 del Decreto 1076 de 2015.

Que de conformidad con lo establecido en el ARTICULO SEPTIMO de la Resolución No. D.G. 686 del 30 de noviembre de 2006 "Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca", se hace necesario definir los objetivos de calidad del agua del río Cauca:

"ARTICULO SEPTIMO: Una vez alcanzados los objetivos de calidad propuestos al año 2016 bajo el principio de gradualidad, se deben fijar unos nuevos objetivos que apunten al escenario ideal del río Cauca."

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Que los monitoreos de la calidad de agua del río Cauca que ha realizado la CVC, corresponden al tramo comprendido entre las estaciones denominadas *Antes de Timba* hasta *Puente La Virginia*.

Que la zona para la cual se propone definir los objetivos de calidad, corresponde al tramo del río Cauca que discurre en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca, con una longitud de 420.6 Km.

Que la calidad de las aguas, en su discurrir por el Valle geográfico se ve afectada por los vertimientos directos, cargas contaminantes aportadas a través de los tributarios, por las descargas de aguas residuales generadas en los centros poblados, la industria, la actividad pecuaria, los aportes de sedimentos a causa de la deforestación y erosión de los suelos y por la actividad de explotación y beneficio minero.

Que con fundamento en la importancia de adelantar acciones tendientes a la recuperación del río Cauca, se hace necesario definir sus objetivos de calidad, para que sea tenido en cuenta, entre otras, por parte de las personas prestadoras del servicio de alcantarillado en la formulación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos.

Que en la evaluación de los parámetros del río Cauca, se analizaron los monitoreos de calidad del agua realizados por el Laboratorio Ambiental de la Corporación para los años comprendidos desde el 2006 hasta el 2022.

Que, como resultado de lo anterior fue elaborado por la Dirección Técnica Ambiental el documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA —TRAMO VALLE DEL CAUCA", el cual hace parte integral de la presente resolución, donde se presenta el soporte técnico para la actualización y adopción de los objetivos de calidad del agua del río Cauca.

Que, con base en el argumento técnico, el cual se encuentra amparado en normas que facultan a la Corporación para establecer los objetivos de calidad del río Cauca, conforme a los criterios de selección aplicados y para los efectos previstos, el Director General de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC-

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Definir los objetivos de calidad en la cuenca del río Cauca, correspondiente al tramo que discurre en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca.

PARÁGRAFO PRIMERO: Los objetivos de calidad del agua definidos en el presente Acto Administrativo aplican para la cuenca del río Cauca, en jurisdicción del departamento del Valle



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA.*

del Cauca, sin perjuicio de lo dispuesto para los tributarios que cuenten con Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH adoptados, o con objetivos de calidad definidos.

PARÁGRAFO SEGUNDO: El documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL CAUCA" y todos sus anexos hacen parte integral del presente Acto Administrativo.

ARTÍCULO SEGUNDO: Los objetivos de calidad del agua definidos para la cuenca del río Cauca tendrán un horizonte de treinta (30) años; su ejecución se llevará a cabo por etapas de corto, mediano y largo plazo, que corresponden a 10 años, 20 años y 30 años, respectivamente y su revisión deberá realizarse al vencimiento del horizonte previsto para el cumplimiento de los objetivos de calidad.

ARTÍCULO TERCERO: Se definen los tramos y sus usos potenciales del recurso hídrico para la cuenca del río Cauca como se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Usos potenciales del recurso hídrico cuenca del río Cauca.

Tramo	Coordenadas ³				Uso potencial	
	Inicio del tramo		Fin del tramo			
	X	Y	X	Y		
I	Desde: Antes de Timba - Hasta: Puente Hormiguero	832605,28	4048396,05	856893,04	1066717,62	Recreativo ¹ , Preservación de flora y fauna
II A	Desde: Puente Hormiguero - Hasta: Bocatoma de EMCALI	856893,04	1066717,62	872845,00	1066927,00	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional
II B	Desde: Bocatoma de EMCALI - Hasta: Estación Vijos	872845,00	1066927,00	903930,19	1074228,09	Estético
II C	Desde: Estación Vijos - Hasta: Estación Mediacañoa	903930,19	1074228,09	922044,29	1080910,42	Agrícola ² , Preservación de flora y fauna
III	Desde: Estación Mediacañoa - Hasta: Puente La Virginia	922044,29	1080910,42	1031956,45	1133952,06	Agrícola ² , Preservación de flora y fauna

Notas de la tabla: (1) De contacto secundario de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.2.7 del Decreto 1076 de 2015 (2) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (3) Sistema de referencia MAGNA SIRGAS Oeste.

Handwritten notes: b, pwp, STE

Handwritten mark: 31

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

ARTÍCULO CUARTO: Definir los objetivos de calidad del agua en el corto, mediano y largo plazo para la cuenca del río Cauca, en jurisdicción del Departamento del Valle del Cauca, según se muestra en las tablas 2, 3 y 4, con fundamento en la parte motiva del presente Acto Administrativo y en el documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL CAUCA".

PARÁGRAFO: El caudal de referencia para los objetivos de calidad es de 130 m³/s en la estación limnigráfica Puerto Mallarino.

Tabla 2. Objetivos de calidad para el tramo I de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Desde: Antes de Timba - Hasta: Puente Hormiguero	Recreativo ¹ Preservación de flora y fauna	Puente Hormiguero	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥5,0	≥5,0	≥5,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			SST	(mg/L)	≤120,0	≤100,0	≤70,0
			Coliformes totales	(NMP/100ml)	≤5.000	≤5.000	≤5.000
			Coliformes fecales	(NMP/100ml)	≤1.000	≤1.000	≤1.000
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Temperatura	(°C)	≤24,0	≤24,0	≤24,0
			Tensoactivos (Sustancias activas de azul de metileno)	(mg/L)	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Compuestos Fenólicos	Fenol	≤0,002	≤0,002	≤0,002			

Notas de la tabla: (1) De contacto secundario de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.2.7 del Decreto 1076 de 2015.
(2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Tabla 3. Objetivos de calidad para el tramo II de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
IIA Desde: Puente Hormiguero - Hasta: Bocatoma de EMCALI	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional	Juanchito	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥5,0	≥5,0	≥5,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			NO ₃	(mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00
			SST	(mg/L)	≤120,0	≤100,0	≤70,0
			Temperatura	(°C)	≤26,0	≤26,0	≤26,0
			Coliformes fecales	(NMP/100ml)	≤2.000,0	≤2.000,0	≤2.000,0
			Coliformes totales	(NMP/100ml)	≤20.000,0	≤20.000,0	≤20.000,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			NO ₂	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			N (Amoníaco)	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			As (Arsénico)	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Ba	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			Cd	(mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Cr	(mg/L)	≤0,20	≤0,20	≤0,20
			Zn	(mg/L)	≤15	≤15	≤15
			Cl ⁻	(mg/L)	≤250,00	≤250,00	≤250,00
			Cu	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			Color (Color Real)	(Unidades, escala Platino-Cobalto)	≤75,00	≤75,00	≤75,00
			Compuestos Fenólicos	Fenol	≤0,002	≤0,002	≤0,002
Cr ⁺⁶	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05			
Difenil Policlorados	Concentración de Agente Activo	No Detectable	No Detectable	No Detectable			
Hg	(mg/L)	≤0,002	≤0,002	≤0,002			
Ag	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05			

STE

34



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	
			Pb	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05	
			Se	(mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,01	
			Sulfatos	(mg/L)	≤400,00	≤400,00	≤400,00	
			Tensoactivos (Sustancias activas de azul de metileno)	(mg/L)	≤0,50	≤0,50	≤0,50	
			No se aceptará película visible de grasa y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana					
IIB Desde: Bocatoma de EMCALI - Hasta: Estación Vijes	Estético	Puerto Isaacs	Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥3,00	≥3,00	≥4,00	
			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00	
			NO ₃	(mg/l)	≤10,00	≤10,00	≤10,00	
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0	
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00	
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00	
		Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana						
		Ausencia de grasas y aceites que formen película visible						
		Ausencia de sustancias que produzcan olor						
		Vijes	Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥1,20	≥1,20	≥4,00	
			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00	
			NO ₃	(mg/l)	<10,00	<10,00	<10,00	
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0	
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00	
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00	
Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana								
Ausencia de grasas y aceites que formen película visible								
Ausencia de sustancias que produzcan olor								
IIC Desde: Estación Vijes - Hasta:	Agrícola ¹ , Preservación de flora y fauna	Mediacanoa	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥1,20	≥1,20	≥4,00	
			DBO ₅	(mg/L)	≤7,00	≤5,00	≤5,00	
			NO ₃	(mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00	
			SST	(mg/L)	≤150,0	≤120,0	≤100,0	

STB



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Página 10 de 13

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298

DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Estación Mediacanoa			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Clorofenol	(mg/L)	<0,50	<0,50	<0,50
			Difenil (Concentración de agente activo)	(mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001
			H ₂ S	(mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002
			Al	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			As	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			NH ₃	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Be	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			B	mg/L	0,3 - 4,0	0,3 - 4,0	0,3 - 4,0
			Cd	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Zn	mg/L	≤2,0	≤2,0	≤2,0
			Co	mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Cu	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Cr ⁶⁺	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			F	mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
			Fe	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			Li	mg/L	≤2,5	≤2,5	≤2,5
			Mn	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Mo	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Se	mg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02
			Pb	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			V	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Ni	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2			
No deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad foto-sintética							

Notas de la tabla: (1) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo: No detectable. Se entenderá que es la aprobada por el Ministerio de Salud. Parágrafo 1, artículo 2.2.3.3.9.3.

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

Tabla 4. Objetivos de calidad para el tramo III de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
III Desde: Estación Mediacanoa - Hasta: Puente La Virginia	Agrícola ¹ , Preservación de flora y fauna	Puente la Virginia	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥2,0	≥2,0	≥4,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤7,0	≤5,0	≤5,0
			SST	(mg/L)	≤200,0	≤200,0	≤150,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Temperatura	(°C)	≤28,0	≤28,0	≤28,0
			Al	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			As	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			NH ₃	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Be	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			B	mg/L	0,3 – 4,0	0,3 – 4,0	0,3 – 4,0
			Cd	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Zn	mg/L	≤2,0	≤2,0	≤2,0
			Co	mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Cu	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Cr ⁺⁶	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			F	mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
			Fe	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			Li	mg/L	≤2,5	≤2,5	≤2,5
			Mn	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
Mo	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01			
Se	mg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02			
Pb	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0			
V	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1			
Ni	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2			

Notas de la tabla: (1) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo.

ARTÍCULO QUINTO: El otorgamiento de concesiones de agua superficial y de permisos de vertimientos líquidos, en los tramos I, IIA, IIB, IIC y III del río Cauca, quedan condicionados al

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

cumplimiento de los objetivos de calidad definidos en las tablas 2, 3 y 4 del presente Acto Administrativo.

ARTÍCULO SEXTO: Para alcanzar los objetivos de calidad definidos por el presente Acto Administrativo se requiere implementar, por parte de las Autoridades Ambientales competentes y los usuarios del recurso hídrico, las acciones, inversiones y condicionamientos definidos en el documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL CAUCA".

ARTÍCULO SÉPTIMO: Los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), de los municipios localizados en la cuenca del río Cauca, en jurisdicción del Valle del Cauca, deben ser formulados o ajustados por las empresas prestadoras del servicio de alcantarillado de tal manera que en su ejecución se alcancen los objetivos de calidad que se establecen en la presente Resolución.

ARTÍCULO OCTAVO: La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC, teniendo en cuenta lo definido en el presente Acto Administrativo podrá exigir el ajuste de las concesiones y los permisos de vertimiento otorgados y los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos – PSMV aprobados, en caso de ser necesario.

ARTÍCULO NOVENO: La definición de los objetivos de calidad para la cuenca del río Cauca, en jurisdicción del Valle del Cauca, que se realiza mediante el presente acto, se constituye como requisito previo al proceso de consulta para establecer las metas de carga contaminante para el cobro de la tasa retributiva.

ARTÍCULO DÉCIMO: Los objetivos de calidad de la presente Resolución se convierten en determinante ambiental para el ordenamiento del territorio y en referente para la definición de las inversiones encaminadas al saneamiento de la cuenca del río Cauca por parte de las entidades a nivel nacional, departamental y municipal.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO: La Secretaría General de la CVC deberá comunicar y enviar copia de la presente Resolución con el documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL CAUCA", a la Gobernación Departamental del Valle del Cauca, a las cuarenta y un (41) alcaldías municipales del departamento y al Distrito Especial, Deportivo, Cultural, Turístico y Empresarial y de servicios de Santiago de Cali; al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, al Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, a la Corporación Autónoma Regional del Cauca-CRC-, a la Dirección de Planeación, a la Dirección de Gestión Ambiental y las Direcciones Ambientales Regionales de la CVC.

RESOLUCIÓN 0100 No. 0600 0298 DE 2023

"POR MEDIO DE LA CUAL SE DEFINEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA CORRESPONDIENTE AL TRAMO QUE DISCURRE EN JURISDICCIÓN DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA."

ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO: Por la Dirección Técnica Ambiental de la CVC, enviar copia de la presente Resolución con el documento técnico "OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL CAUCA" a las Empresas de Servicios Públicos Domiciliarios, a los Gremios y sector productivo.

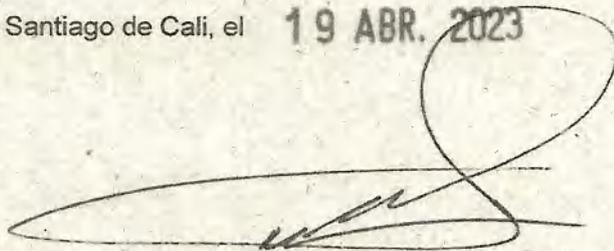
ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO: El presente Acto Administrativo deberá publicarse en el Diario Oficial y en la página web oficial de la CVC.

ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO: Contra el presente acto administrativo no procede recurso alguno de conformidad con lo dispuesto en el artículo 75 de la Ley 1437 de 2011.

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO: El presente Acto Administrativo rige a partir de su publicación y deja sin efecto las disposiciones que le sean contrarias y deroga la Resolución N° DG 0686 del 30 de noviembre de 2006.

COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Santiago de Cali, el **19 ABR. 2023**



MARCO ANTONIO SUÁREZ GUTIÉRREZ
Director General

Proyectó/Elaboró: Sebastián Carmona Castaño – Profesional de apoyo Dirección Técnica Ambiental ^{SC}
Ana María Buitrago Ramírez – Profesional de apoyo Dirección Técnica Ambiental ^{AUB}
Gloria Cristina Luna C. – Profesional Especializada - Grupo Jurídico Ambiental Oficina Asesora Jurídica. ^{zfu}
Revisó: Yanira Elisabet Basante – Profesional Especializada Dirección Técnica Ambiental ^{YB}
Claudia Yiselly Soto – Coordinadora Grupo de Calidad Dirección Técnica Ambiental ^{YSS}
Sandra Teresa Escobar - Directora Técnica Ambiental (E) ^{STE}
Piedad Vargas Peña – Profesional Especializada, Coord. Grupo Jurídico Ambiental
Soraida Janeth Suarez Cuero – Jefe Oficina Asesora Jurídica (C.)

Archivase en: 0600-043-038-2001-3-2020

VERSIÓN: 06 – Fecha de aplicación: 2019/10/01

CÓD.: FT.0550.04



**OBJETIVOS DE CALIDAD DEL RÍO CAUCA – TRAMO VALLE DEL
CAUCA**
DOCUMENTO TÉCNICO DE SOPORTE

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL

Santiago de Cali, febrero de 2023



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA - CVC

MARCO ANTONIO SUÁREZ GUTIÉRREZ

Director General CVC

PAOLA JANETH PATIÑO TRIANA

Directora Técnica Ambiental – DTA (C)

CLAUDIA YISELLY SOTO CHÁVEZ

Coordinadora Grupo de Calidad Ambiental DTA

YANIRA ELISABET BASANTE PANTOJA

Profesional especializada Grupo de Calidad Ambiental DTA

AMPARO DUQUE VARGAS

Profesional de apoyo Grupo de Calidad Ambiental DTA

SEBASTIÁN CARMONA CASTAÑO

Profesional de apoyo Grupo de Calidad Ambiental DTA

ANA MARÍA BUITRAGO RAMÍREZ

Profesional de apoyo Grupo de Calidad Ambiental DTA

Documentos de soporte: Convenio No. 140 de 2020.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP

DIEGO PAREDES CUERVO

Director Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento – GIAS

ÁLVARO IGNACIO RAMÍREZ FAJARDO

Especialista en Modelación de Calidad del Agua

MARÍA DEL PILAR PULGARIN

Especialista en Gestión del Recurso Hídrico

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. ANTECEDENTES	10
2. MARCO NORMATIVO	14
3. METODOLOGÍA.....	17
4. PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD.....	20
4.1. Análisis de la información histórica de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los tramos I y III.....	20
4.2. Estudios realizados en el Tramo II, comprendido entre Puente Hormiguero y Puente Mediacanoa	33
4.2.1. Modelación matemática de calidad del agua para el tramo II, comprendido entre Puente Hormiguero y Puente Mediacanoa	33
4.2.2. Investigación preliminar.....	33
4.2.3. Formulación del modelo conceptual	35
4.2.4. Selección o desarrollo del código del modelo.....	41
4.2.5. Planeación y ejecución del programa de monitoreo.....	42
4.2.6. Proceso de calibración y validación del modelo seleccionado	49
4.2.7. Análisis de sensibilidad e incertidumbre	71
4.2.8. Formulación y simulación de escenarios	72
4.3. Tramos y usos potenciales del recurso hídrico	86
4.4. Propuesta de objetivos y criterios de calidad del agua para el río Cauca	89
5. ACCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD ...	95
6. CONCLUSIONES	100
7. REFERENCIAS	102
8. ANEXOS	103

Listado de tablas

Tabla 1. Objetivos de Calidad cuenca del río Cauca (Resolución 686 de 2006)	10
Tabla 2. Marco normativo ambiental	14
Tabla 3. Marco normativo referente a la calidad del recurso hídrico superficial	15
Tabla 4. Marco normativo regional y local.	16
Tabla 5. Ubicación estaciones de monitoreo de la calidad del agua del río Cauca en jurisdicción de la CVC	19
Tabla 6. Fechas de campañas de monitoreo analizadas.	20
Tabla 7. Parámetros de análisis de variación temporal	21
Tabla 8. Funciones de los subíndices para cada parámetro del ICAUCA	29
Tabla 9. Ponderación de cada uno de los parámetros en el índice de calidad del agua ICAUCA	30
Tabla 10. Clasificación y rangos Índice de Calidad del Agua - ICAUCA	30
Tabla 11. Cálculo ICAUCA Tramo I desde Estación Antes de Timba hasta estación Puente Hormiguero	31
Tabla 12. Cálculo ICAUCA Tramo III desde Estación Mediacanoa hasta estación Puente La Virginia.	32
Tabla 13. Ubicación de las estaciones de monitoreo del río Cauca en el modelo conceptual.	36
Tabla 14. Fuentes superficiales tributarias del río Cauca en el modelo conceptual.	37
Tabla 15. Vertimientos al río Cauca en el modelo conceptual.	38
Tabla 16. Tiempo de viaje total tramo II del río Cauca.	44
Tabla 17. Índice de calidad de agua BMWP a partir de macroinvertebrados acuáticos en los nueve (9) puntos sobre el río Cauca tramo II, Valle del Cauca, Colombia, temporada seca	47
Tabla 18. Índice de calidad de agua BMWP a partir de macroinvertebrados acuáticos en los nueve (9) puntos sobre el río Cauca tramo II, Valle del Cauca, Colombia, temporada de lluvia	48
Tabla 19. Variables hidráulicas tramo II del río Cauca.	51
Tabla 20. Condiciones de frontera calculadas para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.	52
Tabla 21. Información hidroclimatológica, primera campaña de monitoreo	54
Tabla 22. Información hidroclimatológica, segunda campaña de monitoreo	55
Tabla 23. Características de calidad del agua en cuanto a entradas calculadas del sistema para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.	57

Tabla 24. Caudal de las salidas del sistema para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.	60
Tabla 25. Coeficiente de rugosidad de Manning para cada estación de monitoreo.	62
Tabla 26. Parámetros prescritos para la calibración modelo de calidad tramo II del río Cauca.	63
Tabla 36. Definición de tramos IIA, IIB Y IIC.	86
Tabla 37. Usos potenciales del recurso hídrico cuenca del río Cauca.	88
Tabla 38. Objetivos de calidad para el tramo I de la cuenca del río Cauca.	89
Tabla 39. Objetivos de calidad para el tramo II de la cuenca del río Cauca. .	90
Tabla 40. Objetivos de calidad para el tramo III de la cuenca del río Cauca. .	93
Tabla 41. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIA.	96
Tabla 42. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIB.	97
Tabla 43. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIC.	98
Tabla 53. Descripción Escenario E2-1.	195

Listado de figuras

Figura 1. Estaciones de monitoreo de la calidad del agua sobre el río Cauca, en jurisdicción de la CVC.	19
Figura 2. Variación temporal de las variables: pH, Temperatura, SST.DBO ₅ , OD y coliformes fecales y coliformes totales, en la estación de control Puente Hormiguero para el tramo I.	24
Figura 3. Variación temporal de las variables: pH, Temperatura, SST.DBO ₅ , OD y coliformes fecales y coliformes totales, en la estación Puente La Virginia del tramo III.	26
Figura 4. ICAUCA Tramo I desde Estación Antes de Timba hasta estación Puente Hormiguero.	31
Figura 5. ICAUCA Tramo III desde Estación Mediacanoa hasta estación Puente La Virginia.	32
Figura 6. Localización del Tramo II del Río Cauca y el Área de Influencia	34
Figura 7. Esquema Conceptual para la modelación del Tramo II del Río Cauca.	40
Figura 8. Modelo cinético y procesos de transferencia de masa (Chapra y Pelletier, 2008).	41
Figura 9. Índice de valor de importancia ecológico (IVI) de los taxones de algas perifíticas registradas en las nueve (9) estaciones muestreadas en el tramo II del río Cauca, temporada seca	46
Figura 10. Índice de valor de importancia ecológico (IVI) de los taxones de macroinvertebrados acuáticos registradas en las nueve (9) estaciones muestreadas en el río Cali tramo III, Valle del Cauca, Colombia, temporada de lluvia.....	47
Figura 11. Protocolo de modelación de la calidad del agua. Fuente: MADS (2018).	50
Figura 12. Diagrama del proceso de calibración modelo de calidad tramo II del río Cauca	61
Figura 13. Temperatura (°C).	64
Figura 14. Oxígeno disuelto (mg/L).	65
Figura 15. OD (mg/L).	65
Figura 16. SST (mg/L).	66
Figura 17. pH (UpH).	66
Figura 18. Coliformes fecales (NMP/100mL)	67
Figura 19. NO ₃ (µg/L)	67
Figura 20. Temperatura (°C).	68
Figura 21. Oxígeno disuelto (mg/l).	68
Figura 22. DBO ₅ (mg/l).	69

Figura 23. SST (mg/l).....	69
Figura 24. pH (UpH).	70
Figura 25. Coliformes fecales (NMP/100ml)	70
Figura 26. NO ₃ (µg/l).....	71
Figura 32. OD (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo	74
Figura 33. DBO ₅ (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo	75
Figura 34. SST (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo	76
Figura 35. Patógenos (NMP/100 ml) - Escenarios proyectados al corto plazo	77
Figura 36. OD (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo.....	78
Figura 37. DBO ₅ (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo.....	79
Figura 38. SST (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo	80
Figura 39. Patógenos (NMP/100 mL) - Escenarios proyectados al mediano plazo.....	81
Figura 40. OD (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo	82
Figura 41. DBO ₅ (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo	83
Figura 42. SST (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo	84
Figura 43. Patógenos (NMP/100 mL) - Escenarios proyectados al largo plazo	85

INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos están constantemente presionados por los vertimientos que pueden incidir sobre la vida acuática y los ecosistemas, así mismo la calidad de los cuerpos de agua, con la incidencia de los caudales de tránsito, pueden limitar los usos del agua y potencialmente afectar la salud pública. En el contexto nacional, el Decreto 1076 de 2015, define los objetivos de calidad como *"...el conjunto de variables, parámetros o elementos con su valor numérico, que se utiliza para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso"*, en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT, 2010), puesto que hacen parte de las estrategias para el mejoramiento de la calidad de las aguas.

Mediante la Resolución No. DG. 0686 de 20 de noviembre de 2006 la CVC estableció los objetivos de calidad del agua en la cuenca del río Cauca, tramo de jurisdicción de la CVC a ser alcanzados al 2016. No obstante, conforme al desarrollo y crecimiento poblacional e industrial en la cuenca del río Cauca, esta fuente hídrica ha sido impactada de forma negativa por vertimientos de agua residual de tipo puntual o difuso, situación que altera sus condiciones fisicoquímicas y biológicas lo cual repercute en sus ecosistemas asociados. En este sentido, la Corporación consideró prioritario intervenir de manera sistemática el cuerpo de agua para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos potenciales del recurso hídrico.

Conforme con lo anterior la CVC, en el marco del Plan Acción Cuatrienal CVC 2020 - 2023 "Más cerca de la gente", en el Programa 2 "Gestión Integral del Recurso Hídrico", que tiene como objetivo: "Contribuir a la sostenibilidad del recurso hídrico a través de una gestión encaminada al mejoramiento de las condiciones de la oferta y su calidad, la optimización de la demanda, y el fortalecimiento de los actores sociales en la administración y uso eficiente del agua", se priorizó la definición de los objetivos de calidad en el tramo II del río Cauca, comprendido entre las estaciones de monitoreo de "Hormiguero" y "Mediacanoa" donde se presentan las condiciones más críticas de contaminación hídrica. Para este propósito la Corporación, suscribió un convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira- UTP, para la realización del estudio detallado de modelación de calidad del agua y un exhaustivo ejercicio prospectivo, de forma participativa con todos los usuarios generadores de vertimientos puntuales que se realizan en el tramo II del río Cauca y fué así como se formularon doce (12) escenarios con distintas acciones en el corto (10 años), mediano (20 años) y largo plazo (30 años) que permitieran el cumplimiento de los objetivos de calidad actualizados en un horizonte de 30 años.

Adicionalmente, desde la Dirección Técnica Ambiental de la CVC, se adelantó el ejercicio técnico para la definición de los objetivos de calidad en los tramos I y III, el cual consistió en un análisis espacio – temporal, con base en la información histórica de calidad de agua generada por la CVC, desde el año 2006 hasta el 2022 con el correspondiente análisis estadístico. Los anteriores análisis permitieron definir la propuesta de actualización de los objetivos de calidad de del río Cauca.

En el análisis de la variación temporal y espacial de la calidad del agua del río Cauca en su discurrir por el departamento del Valle del Cauca, se tuvieron en cuenta los datos de las estaciones en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca.

El presente documento técnico contiene la metodología y los resultados que soportan los objetivos de calidad actualizados para la cuenca del río Cauca en jurisdicción del Departamento del Valle del Cauca, así como una síntesis de los resultados del ejercicio de modelación de calidad del agua, así como una síntesis de los estudios realizados el tramo II del río Cauca, entre los cuales están los escenarios modelos dentro del ejercicio prospectivo, para establecer así los objetivos de calidad

1. ANTECEDENTES

En el año 2006, la Corporación definió los objetivos de calidad para la cuenca del río Cauca mediante la Resolución No. DG 086 del 30 de noviembre de 2006 cuyo objeto "POR MEDIO DE LA CUAL SE ESTABLECEN LOS OBJETIVOS DE CALIDAD Y SE CONSULTA LA PROPUESTA DE METAS DE REDUCCIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO CAUCA". Estos objetivos de calidad fueron producto de un riguroso estudio realizado por la Universidad del Valle que incluyó además la modelación de la calidad del río Cauca y un ejercicio prospectivo que permitió definir objetivos de calidad a ser alcanzados en el año 2015 y las acciones e inversiones requeridas para ello. En la Tabla 1 se presentan los objetivos de calidad definidos por la Resolución 0686 de 2006.

Tabla 1. Objetivos de Calidad cuenca del río Cauca (Resolución 686 de 2006)

TRAMO DEL RÍO	PARÁMETRO DE CALIDAD	DESEABLE SEGÚN NORMA DE USOS	ESPERADA AL AÑO 2015
Tramo I comprendido entre estaciones: Antes de Timba hasta Hormiguero	Oxígeno Disuelto	70% de la concentración de saturación	Para todo el año, la concentración de Oxígeno Disuelto será mayor o igual a 4 mg/l
	pH	5 -9	No menor de 6 Unidades ni mayor a 9 unidades
	Temperatura		<24°C
	Sustancias flotantes	Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividades humana. Ausencia de grasas y aceites que formen película visible	Ausencia de sólidos visibles, basuras, espumas o aceites que formen película visible.
	Coliformes totales	NMP < 1.000 microorganismos/100ml	
	Coliformes Fecales	NMP<200 microorganismos/100ml	
	Compuestos Fenólicos	<0,002 mg/l	<0,002mg/l
	Tensoactivos-Sustancias activas al azul de metileno	<0,5 mg/l	<0,5 mg/l
Tramo II	Amoníaco N mg/l	1,0	1,0

TRAMO DEL RÍO	PARÁMETRO DE CALIDAD	DESEABLE SEGÚN NORMA DE USOS	ESPERADA AL AÑO 2015
Comprendido entre estaciones: Hormiguero – Hasta Mediacanoa	Arsénico As mg/l	0,05	0,05
	Bario Ba mg/l	1,0	1,0
	Cadmio Cd mg/l	0,01	0,01
	Cianuro Cn mg/l	0,2	0,2
	Cinc Zn mg/l	15,0	15,0
	Cloruros Cl mg/l	250,0	250,0
	Cobalto Co mg/l		
	Cobre Cu mg/l	1,0	1,0
	Color – Color real unidades, escala Platino - Cobalto	75	75
	Compuestos Fenólicos	0,002	0,002
	Cromo Cr +6 mg/l	0,05	0,05
	Difenil Policlorados Concentración de agente activo	No detectable	No detectable
	Mercurio Hg mg/l	0,002	0,002
	Nitratos N mg/l	10,0	10,0
	Nitritos N mg/l	10,0	10,0
	Nitratos + Nitritos N mg/l		
	Oxígeno Disuelto		Para todo el año, la concentración de Oxígeno Disuelto será mayor o igual a 1.2 mg/l
	pH- unidades	5,0 – 9,0	No menor a 6 unidades ni mayor a 9 unidades
	Plata Ag mg/l	0,05	0,05
	Plomo Pb mg/l	0,05	0,05
	Selenio Se mg/l	0,01	0,01
	Sulfatos SO ₄ mg/l	400	400
	Tensoactivos Sustancias activas al azul de metileno mg/l	0,5	0,5
Coliformes totales NMP – microorganismos/100ml	<20.000		
Coliformes fecales NMP – microorganismos/100ml	<2.000		
Película visible de grasas y aceites flotantes	ausente	ausente	

TRAMO DEL RÍO	PARÁMETRO DE CALIDAD	DESEABLE SEGÚN NORMA DE USOS	ESPERADA AL AÑO 2015
	Materiales flotantes proveniente de actividades humanas	ausente	ausente
	Radioisotopos	ausente	ausente
	otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana	ausente	ausente
	Sustancias que produzcan olor		ausente
Tramo III Comprendido entre estaciones: Mediacanoa - Puente la Virginia	Aluminio Al	<5,0 mg/l	<5,0 mg/l
	Amoniaco N	<0,1 mg/l	<0,1 mg/l
	Berilio Be	<0,1 mg/l	<0,1 mg/l
	Boro	0,3 - 0,4 dependiendo del tipo de suelo y del cultivo	0,3 - 0,4 dependiendo del tipo de suelo y del cultivo
	Cadmio Cd	<0,01 mg/l	<0,01 mg/l
	Cinc Zn	<2,0 mg/l	<2,0 mg/l
	Cobalto Co	<0,05 mg/l	<0,05 mg/l
	Cobre Cu	<0,2 mg/l	<0,2 mg/l
	Fluor F	<1,0 mg/l	<1,0 mg/l
	Hierro Fe	<5,0 mg/l	<5,0 mg/l
	Litio Li	<2,5 mg/l	<2,5 mg/l
	Manganeso Mn	<0,2 mg/l	<0,2 mg/l
	Molibdeno Mo	<0,01 mg/l	<0,01 mg/l
	Níquel Ni	<0,2 mg/l	<0,2 mg/l
	pH	4,5 - 9,0	No menor de 6 unidades ni mayor a 9 unidades
	Temperatura		<28°C
	Sustancias flotantes		Ausencia de sólidos visibles, basuras, espumas o aceites que formen película visible
Oxígeno Disuelto		Para todo el año, la concentración de Oxígeno Disuelto será mayor o igual a 2,0 mg/l	

Una vez alcanzado el horizonte de planificación definido para estos objetivos de calidad, la CVC inició procesos de actualización de objetivos de calidad, en la cuenca del río Cauca; fue así desde el año 2017 con la formulación de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) en cuerpos de agua priorizados tomando en consideración los criterios propuestos por el IDEAM, entre ellos los aportes significativos de carga contaminante y la alta demanda de agua.

En el año 2020, la Corporación consideró prioritario realizar la definición de los objetivos de calidad del río Cauca para un nuevo horizonte de tiempo debido principalmente al desarrollo poblacional e industrial, de las actividades socioeconómicas del área de influencia del río Cauca, en el tramo de jurisdicción de la CVC. Esta fuente hídrica se está viendo impactada de forma negativa por los vertimientos de agua residual de tipo puntual o difuso, situación que altera sus condiciones fisicoquímicas y por ende la de sus ecosistemas asociados, por lo cual se hace necesario intervenir de manera sistemática las causas que dan origen a tal situación, para garantizar las condiciones de calidad y cantidad requeridas para el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los usos potenciales del recurso hídrico.

Con este propósito, la Dirección Técnica Ambiental de la CVC adelantó los estudios técnicos para la definición de los objetivos de calidad del agua en los tramos I y III de la cuenca del río Cauca, adicionalmente, se suscribió el Convenio Interadministrativo N°140 de 2020 con la Universidad Tecnológica de Pereira, para realizar un estudio detallado de modelación de calidad del agua en el tramo II del río Cauca, el cual presenta la condición más crítica en términos de intervención y contaminación, con el fin de estructurar una nueva propuesta de objetivos que fueran producto de este ejercicio prospectivo. Este estudio consistió en la implementación y calibración de un modelo de calidad del agua que permitió conocer el efecto que tendrán las acciones de descontaminación hídrica en la calidad del tramo II del río Cauca, evaluar de manera integral el impacto de los vertimientos actuales y futuros, lograr y mantener los objetivos de calidad del río, priorizar las acciones y proyectos de mayor impacto en para el mejoramiento de la calidad del tramo II del río Cauca y contar con una herramienta para los procesos de la gestión de recurso hídrico como la definición de metas de carga contaminante y tasa retributiva, evaluaciones ambientales de vertimientos, definición de longitudes de influencia de vertimientos y evaluar cargas contaminantes proyectadas en PSMV.

2. MARCO NORMATIVO

En la Tabla 2 y

Tabla 3 se presentan las principales normas nacionales que constituyen el marco de referencia para los objetivos de calidad del agua.

Tabla 2. Marco normativo ambiental

NORMA	ALCANCES
Constitución Política de Colombia	La Constitución Política de Colombia Consagra derechos y obligaciones para proteger los recursos y garantizar un medio ambiente sano. Asigna competencias a diferentes entes estatales para adelantar las tareas de administración, planeación, prevención y defensa del medio ambiente
Decreto - Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente: define normas generales y detalla los medios para el desarrollo de la Política Ambiental. Entre otras competencias, asigna responsabilidades para ejecución de obras de infraestructura y desarrollo, conservación y ordenamiento de cuencas, control y sanciones, concesiones y uso del agua, tasas, incentivos y pagos, medición de usos, uso eficiente del agua y demás herramientas para la administración, protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales renovables, hoy compilado en el Decreto 1076 de 2015
Ley 09 de 1979	Código Sanitario Nacional: Establece las normas generales para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana y define desde el aspecto sanitario los usos del agua y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiental hoy compilada en el Decreto 1076 de 2015 en lo ambiental.

NORMA	ALCANCES
Ley 99 de 1993	Sistema Nacional Ambiental SINA: Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Define el marco legal y asigna funciones en relación con la formulación de la Política Nacional Ambiental, ordenamiento territorial y manejo de cuencas, obras de infraestructura, control de contaminación, definición y aplicación de tasas de uso del agua y retributivas, licencias ambientales, concesiones de agua y permisos de vertimiento, control, seguimiento y sanciones, manejo de conflictos de competencias, cuantificación del recurso hídrico, seguimiento de la calidad del recurso hídrico, conservación de cuencas, instrumentos económicos y de financiación. Hoy compilado en el Decreto 1076 de 2015
Leyes y Políticas Ambientales Internacionales	Enfocadas a cuerpos hídricos objeto de ordenamiento cuya jurisdicción sea compartida con Naciones Limítrofes o aguas marítimas internacionales.

Fuente: CVC y UTP (2017)

Tabla 3. Marco normativo referente a la calidad del recurso hídrico superficial

NORMA	ALCANCE
Decreto 1594 de 1984	Aunque el Decreto en la actualidad es reemplazado en su mayor parte por el Decreto 3930 de 2010, aún están vigentes los artículos relacionados con los Usos y Criterios de Calidad del agua, así como las Normas de Vertimientos para usuarios que viertan al suelo o a un cuerpo hídrico. Hoy compilado en el Decreto 1076 de 2015
Decreto 2667 de 2012	Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones. Hoy compilado en el Decreto 1076 de 2015

NORMA	ALCANCE
Decreto 3930 de 2010	Establece que todo usuario que realice descargas de aguas residuales al suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas deberá tramitar y legalizar el Permiso de Vertimientos o Planes de Cumplimiento. Está pendiente por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, la elaboración de los nuevos criterios de calidad del agua para los usos asignados y las normas de vertimiento, para derogar el Decreto 1594 de 1984, hoy compilado en el Decreto 1076 de 2015
Resolución 0631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

En la Tabla 4, se presentan las principales normas expedidas a nivel local y regional relacionadas con la calidad del recurso hídrico superficial.

Tabla 4. Marco normativo regional y local.

NORMA	ENTIDAD	ALCANCE
Resolución 0686 del 30 de noviembre de 2006.	CVC	Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca
Resolución 4133.021.1321 de 2916. Resolución 0100 N° 0600 - 1227 del 30 de diciembre de 2019.	Mpio de Santiago de Cali CVC y DAGMA	Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua en el área urbana del municipio de Santiago de Cali Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Lili
Resolución 0100 N° 0600 - 1225 del 30 de diciembre de 2019.	CVC y DAGMA	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Meléndez

NORMA	ENTIDAD	ALCANCE
Resolución 0100 N° 0600 - 1226 del 30 de diciembre de 2019.	CVC y DAGMA	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Cañaveralejo
Resolución 0100 N° 0600 - 1226 del 30 de diciembre de 2019.	CVC	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Yumbo
Resolución 0100 N° 0600 - 1234 del 31 de diciembre de 2019	CVC	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Arroyohondo
Resolución 0100 N° 0600 - 1006 del 13 de diciembre de 2021	CVC	Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) de las Quebradas Carbonero y Potreritos y el río Vijes

3. METODOLOGÍA

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca- CVC, cuenta con diecinueve (19) estaciones de monitoreo de calidad del agua sobre el río Cauca en las cuales se toman muestras para el análisis de los parámetros de calidad del agua incluyendo sustancias de interés sanitario a través del Laboratorio Ambiental, con frecuencia de dos a cuatro veces al año, correspondientes a la época seca, de transición o precipitaciones, realizando reportes del estado de la calidad del agua para cada una de las estaciones desde los años 70. De esta manera, se monitorea la calidad de agua en 445 km del cauce del río Cauca comprendidos desde la represa Salvajina, en el departamento del Cauca, hasta la estación puente la Virginia ubicada en el límite con el departamento de Risaralda.

Para el estudio de la variación temporal y espacial de la calidad del agua del río Cauca en su discurrir por el departamento del Valle del Cauca, se analizaron los datos de las estaciones en jurisdicción del departamento del Valle del Cauca.

En el marco del Convenio suscrito con la Universidad Tecnológica de Pereira-UTP, identificado con No. 140 de 2020, tomando en consideración que el tramo II del río Cauca, comprendido entre Puente Hormiguero y Mediacanoa, el cual

presenta las condiciones más críticas en términos de calidad, se realizó el monitoreo de la calidad del agua con propósitos de calibración del modelo, así como de los principales vertimientos y posteriormente se realiza un exhaustivo ejercicio prospectivo, de forma participativa con todos los usuarios generadores de vertimientos puntuales al tramo II del río Cauca, en el cual se formularon doce (12) escenarios con distintas acciones en el corto (10 años), mediano (20 años) y largo plazo (30 años). los cuales fueron modelados, mediante la utilización de la herramienta Qual2Kw. que permitieran establecer los objetivos de calidad, para un horizonte de 30 años. Adicionalmente, en el marco del convenio aludido, se realizó el monitoreo hidrobiológico, con base en el cual se calculó el índice biótico cualitativo- BMWP, en complementación a los monitoreos de calidad fisicoquímica realizados.

Para los tramos I y III del río Cauca, correspondientes a los tramos: Antes desembocadura del río Timba a Puente Hormiguero y Mediacanoa a Puente La Virginia, respectivamente, se adelantó un análisis espacio – temporal, con base en la información histórica de calidad de agua, generada por la CVC desde el año 2006 hasta el 2022 con el correspondiente análisis técnico -estadístico.

En la Figura 1 se muestra la localización de las estaciones de los monitoreo sistemáticos que realiza la CVC y en la Tabla 5, se presenta la georreferenciación de las estaciones de monitoreo y se identifica el tramo en el cual se encuentra localizada

Es así como con base en la información y estudios realizados, se realiza la propuesta de actualización los objetivos de calidad del río Cauca, para el tramo comprendido a su discurrir en el Valle del Cauca.



ID	Estación	Abscisa (Km)
1	Antes Timba	24,1
2	Paso La Balsa	27,4
3	Paso La Bolsa	78,9
4	Puente Hormiguero	113,5
5	Antes Navarro	127,7
6	Juanchito	139,3
7	Paso del Comercio	144,6
8	Puente Isaacs	155,5
9	Paso de la Torre	170,8
10	Vijes	181,8
11	Yotoco	211,8
12	Mediacanoa	220,9
13	Puente Riofrío	284,8
14	Puente Guayabal	347
15	Puente La Victoria	369,6
16	Anacaro	416,5
17	Puente La Virginia	444,7

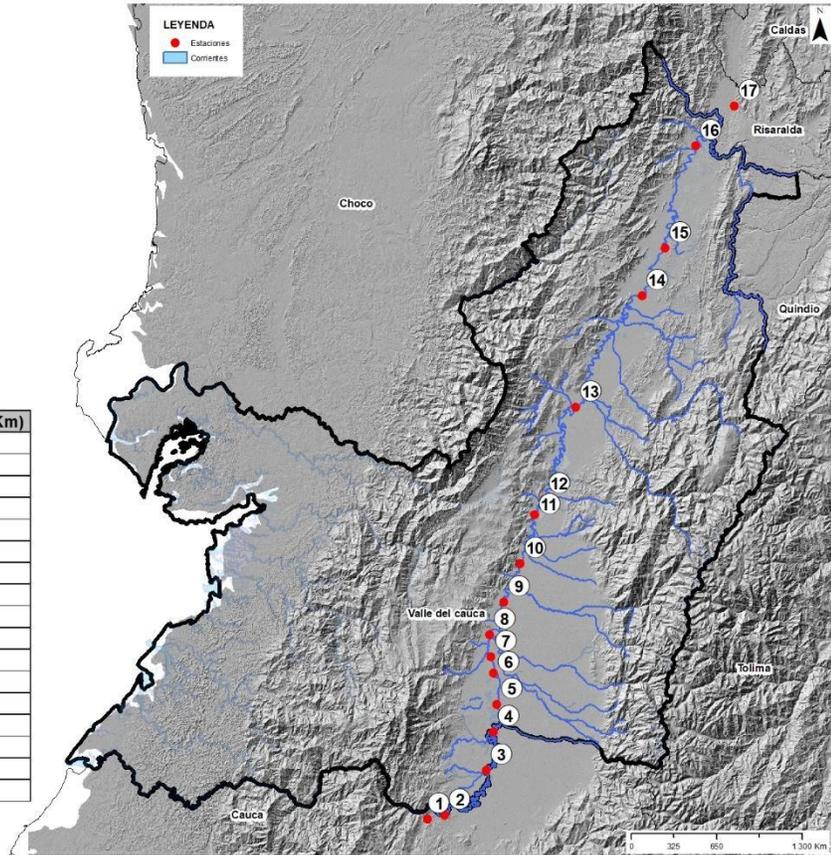


Figura 1. Estaciones de monitoreo de la calidad del agua sobre el río Cauca, en jurisdicción de la CVC.

Tabla 5. Ubicación estaciones de monitoreo de la calidad del agua del río Cauca en jurisdicción de la CVC

Estación de monitoreo	Coordenadas		Tramo del río
	Norte	Este	
Antes de Timba	832605,28	1048396,05	I
Paso de La Balsa	833683,21	1053181,10	
Paso de La Bolsa	846245,33	1064818,20	
Puente Hormiguero	856893,04	1066717,62	
Antes de Navarro	864545,36	1067659,27	
Juanchito	873323,75	1066845,22	
Paso del Comercio	878006,44	1066056,41	II
Puerto Isaacs	884166,46	1065711,05	
Paso de la Torre	893316,13	1069631,70	
Vijes	903930,19	1074228,09	
Yotoco	917637,38	1078181,40	
Mediacanoa	922044,29	1080910,42	

Estación de monitoreo	Coordenadas		Tramo del río
	Norte	Este	
Puente Riófrio	947820,65	1089763,12	III
Puente Guayabal	978952,26	1108348,74	
Puente La Victoria	992243,46	1114740,76	
Anacaro	1020832,16	1123300,53	
Puente La Virginia	1031956,45	1133952,06	

4. PROPUESTA DE OBJETIVOS DE CALIDAD

4.1. Análisis de la información histórica de la calidad físicoquímica y microbiológica del agua en los tramos I y III

Con el fin de evaluar el cambio o la variación de la calidad del agua del río Cauca en los tramos I y III, se realizó el análisis de los resultados de los monitoreos de la calidad del agua adelantados por el Laboratorio Ambiental de la Corporación, para los años comprendidos entre el 2006 hasta el 2022, correspondientes a las temporadas secas o de bajas precipitaciones. Se seleccionaron entonces los reportes de los monitoreos realizados en las fechas que se presentan en la Tabla 6, puesto que representan las condiciones más críticas.

Tabla 6. Fechas de campañas de monitoreo analizadas.

Año de Monitoreo	Fecha -C 1	Fecha : C 2
2006	16/08/2006	8/03/2006
2007	25/07/2007	12/09/2007
2008	2/07/2008	3/09/2008
2009	12/08/2009	18/03/2009
2010	28/07/2010	17/02/2010
2011	29/06/2011	7/09/2011
2012	11/07/2012	11/09/2012
2013	12/06/2013	
2014	12/02/2014	10/09/2014
2015	17/06/2015	16/09/2015
2016	9/08/2016	
2017	5/07/2017	
2018	14/08/2018	6/03/2018
2019	14/08/2019	

Año de Monitoreo	Fecha -C 1	Fecha : C 2
2020	22/09/2020	
2021	14/09/2021	18/06/2021
2022	8/03/2022	24/08/2022

Las variables analizadas se indican en la Tabla 7, los cuales permiten identificar el estado de calidad del agua, entre los cuales está el oxígeno disuelto y los parámetros que pueden tener una incidencia directa en su concentración como lo son la temperatura, pH, sólidos suspendidos totales y las demanda química y bioquímica de oxígeno; así mismo, se realizó la evaluación de la presencia de microbiológica, provenientes de las descargas de aguas residuales de origen entérico.

Adicionalmente se realizó el cálculo de índice de calidad - ICA del agua para el río Cauca, el ICA permite clasificar el recurso hídrico a partir de rangos definidos mediante la ponderación de los diferentes parámetros de importancia que afectan la calidad del agua conforme con los usos a evaluar. A partir de esta ponderación se realiza el cálculo matemático definido para el Índice que permite categorizar la calidad del agua dentro de unos rangos asociados a un código de color. Para el caso de estudio del río Cauca se utilizó el índice ICAUCA, para el análisis de la variación de la calidad del agua del río Cauca.

Tabla 7. Parámetros de análisis de variación temporal

Parámetro	Unidades
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/l
Temperatura	°C
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l
pH	Unidades de pH
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/l
Coliformes Totales	NMP/100ml
Coliformes Fecales	NMP/100ml

- **pH**

La medición del pH en el agua determina la concentración de iones de hidrógeno (H⁺) midiendo el grado de acidez o alcalinidad del agua, para los cuerpos de agua superficiales el rango de pH varía entre 6.0 a 9.0 unidades de medida indicando la neutralidad lo cual no representa riesgo ni alteraciones en el medio acuoso.

- **Temperatura**

Los valores típicos de temperatura del agua van a variar dependiendo de la zona geográfica donde se encuentra el cuerpo de agua; para el valle Geográfico en el Valle del Cauca por las condiciones climáticas de la ribera del río Cauca se esperan unos valores de temperatura que oscilan entre los 20°C a 25°C.

- **Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

La medición de los sólidos suspendidos totales permite determinar la cantidad en miligramos de sólidos que se encuentran suspendidos en un litro de la columna de agua, este parámetro se ve alterado por variables bióticas (naturales del cuerpo de agua) o abióticas provenientes de las descargas de aguas residuales con material en suspensión que se realizan al cuerpo de agua. Este parámetro debe ser analizado como una variable acumulativa a lo largo del discurrir del río Cauca, las entregas que realizan los tributarios y los aportes de sólidos a través de las descargas realizadas al río.

- **Oxígeno Disuelto (OD)**

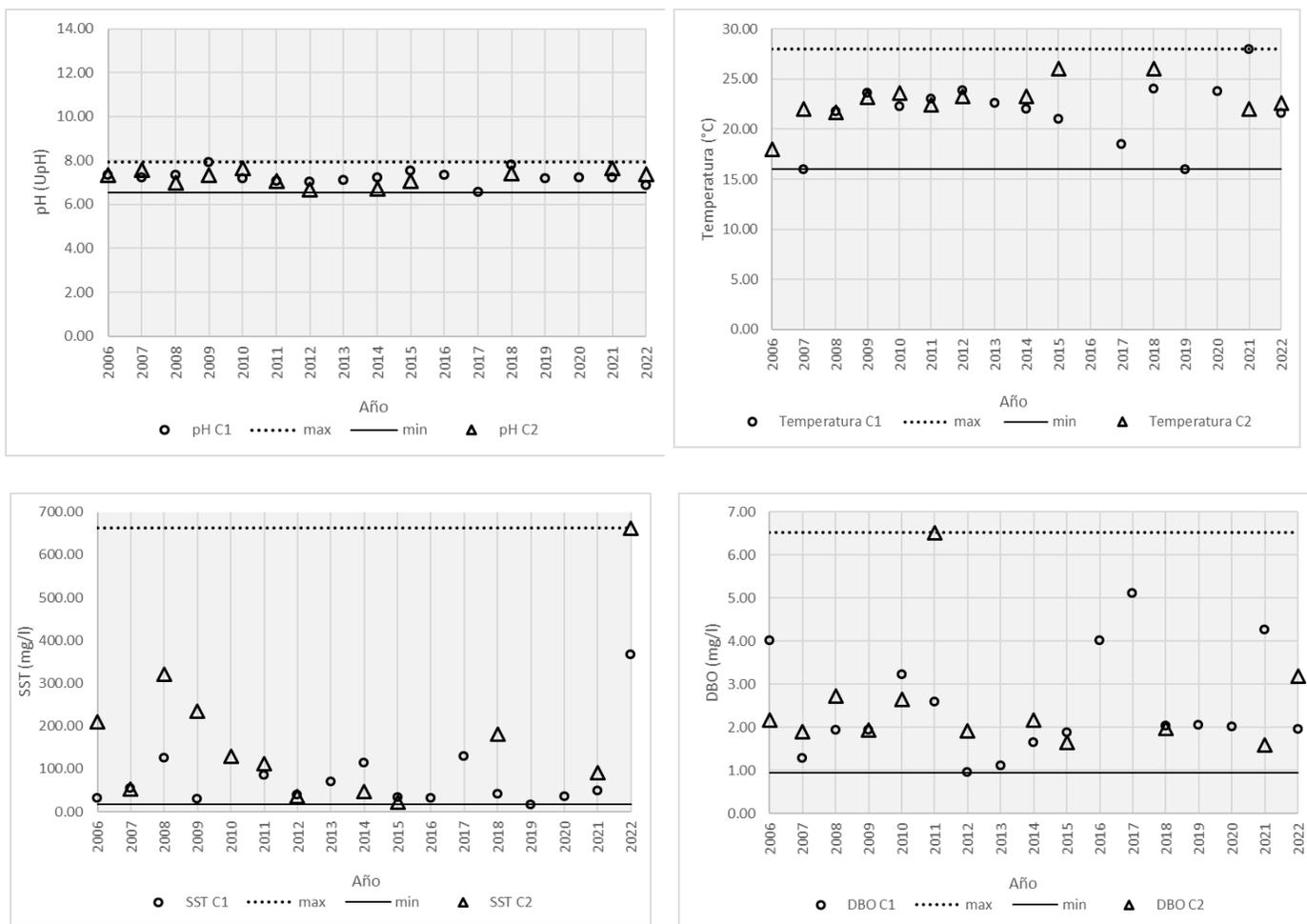
El oxígeno disuelto nos permite cuantificar la cantidad de oxígeno presente en el medio acuoso el cual puede ser aprovechado por los diferentes organismos, utilizado en los procesos de oxidación y demás consumos que se requieran dependiendo de la carga contaminante que transporta el cuerpo de agua, la Corporación identificó que el valor mínimo de oxígeno disuelto que se debe garantizar en un cuerpo de agua para no afectar sus dinámicas naturales ni generar alteraciones o afectaciones en los organismos que en él habitan debe ser mayor o igual a 4 mg/l.

- **Coliformes Totales y Fecales**

El estudio de esta familia de bacteria en el agua permite identificar las fuentes de contaminación del agua, en este caso en particular los coliformes totales abarcan a los coliformes fecales los cuales son procedentes del tracto digestivo de animales de sangre caliente llegando al cuerpo de agua a través de la descarga de excretas a este medio, por lo anterior se relaciona directamente a las descargas de aguas residuales domésticas sobre el río, la concentración de estos microorganismos en el río dependerá del uso que se le asigne determinando el valor máximo permisible.

4.1.1 Análisis de información Tramo I, comprendido entre Antes Timba y Puente Hormiguero.

En la Figura 2, se presenta la variación temporal desde el año 2006 hasta el 2022 para los parámetros de interés en las estaciones de control del tramo, donde se realizará el seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad.



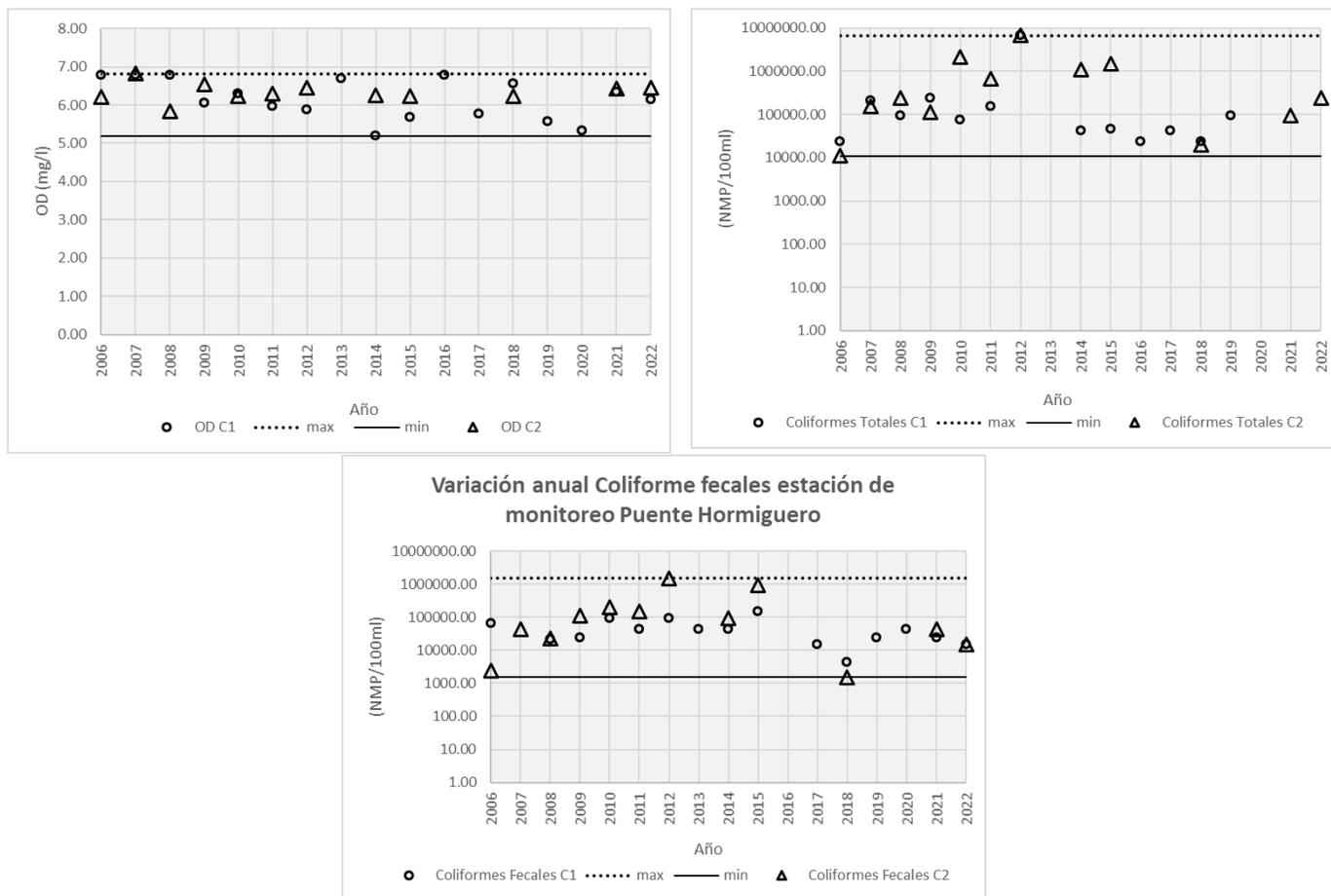


Figura 2. Variación temporal de las variables: pH, Temperatura, SST.DBO₅, OD y coliformes fecales y coliformes totales, en la estación de control Puente Hormiguero para el tramo I.

En la estación de monitoreo objeto de análisis, correspondiente al Puente Hormiguero, los resultados de los monitores de C1, el 80% de los datos no superan los 120 mg/l de SST con un valor máximo en el año 2022, de 367 mg/l, y en los resultados de los monitoreos C2, se presenta un incremento en las concentraciones de SST; el 60% de los valores son menores o iguales a 200 mg/l y se presenta un valor máximo de 663 mg/l de SST.

En el análisis de la variación anual en cuanto al pH en la estación Puente Hormiguero, se evidencia una tendencia estable de esta variable la cual oscila entre 7,0 y 8,0 unidades, sin presentar datos por fuera de este rango

Con respecto a la variación temporal de la temperatura se evidencia un comportamiento típico para la zona de estudio presentando niveles que fluctúan

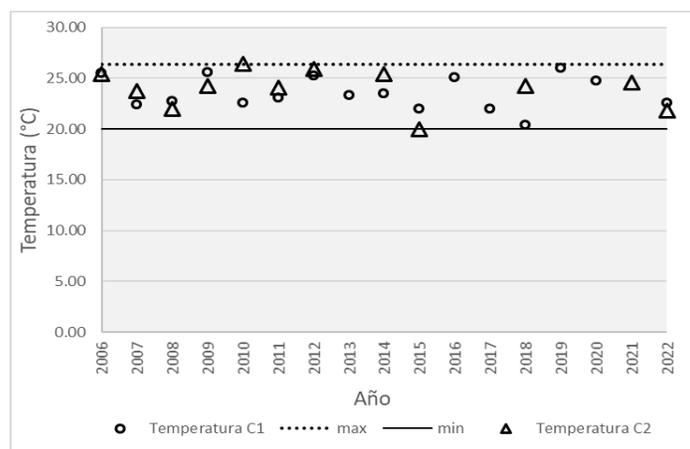
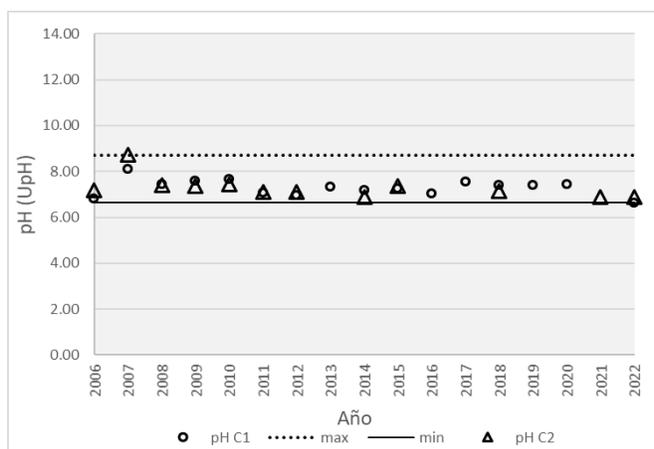
entre los 20°C hasta los 28°C, lo cual se asocia a las interacciones medioambientales entre el río y su entorno.

Los resultados de la variable Oxígeno Disuelto en la estación objeto de análisis en temporada seca presenta concentraciones que fluctúan entre 5,19 y 6,79 mg/l, condición óptima para la vida acuática, presentando para las épocas de estiaje una variación de 1,6 mg/l según la información de monitoreo objeto de análisis.

En cuanto a los coliformes totales varían entre 11.000 NMP/100ml hasta 6.600.000 NMP/100ml y los coliformes fecales varían entre 1.500 NMP/100ml hasta 1.500.000 NMP/100ml.

4.1.2. Análisis de información histórica de calidad de agua fisicoquímica y microbiológica en el Tramo III comprendido entre Mediacanoa y Puente La Virginia

En la Figura 3, se presentan los perfiles de variación temporal entre los años 2006 y 2022 para las variables objeto de análisis en la estación Puente La Virginia.



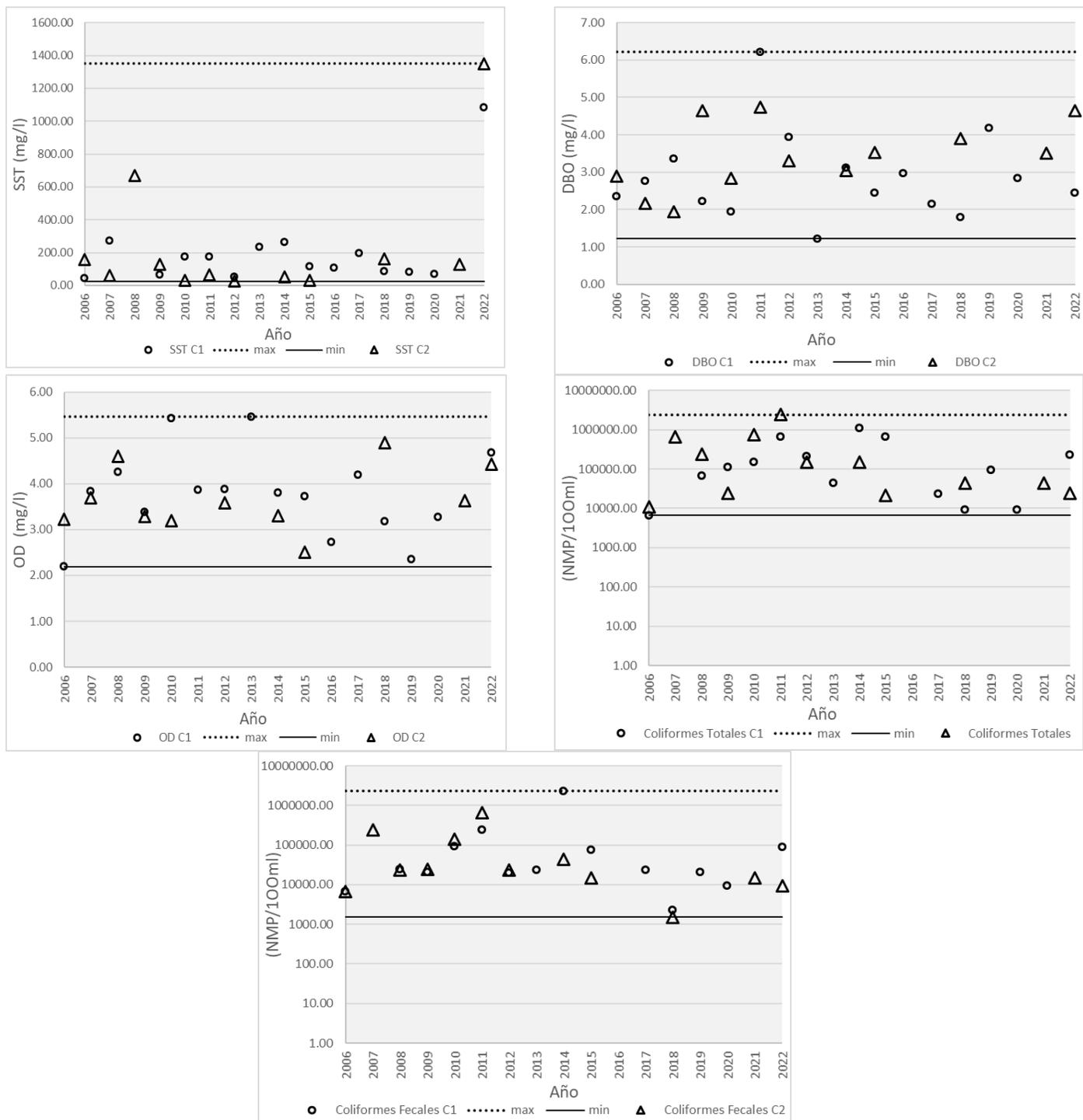


Figura 3. Variación temporal de las variables: pH, Temperatura, SST, DBO₅, OD y coliformes fecales y coliformes totales, en la estación Puente La Virginia del tramo III.

De acuerdo con los resultados de los monitoreos en la estación objeto de análisis en el tramo III, correspondiente a Puente La Virginia, se observa que en los monitoreos C1. el 70% de los datos no superan los 200 mg/l de SST con un valor máximo en el año 2022 de 1.083 mg/l de SST el cual se puede asociar a fenómenos puntuales que ocurrieron el día de la toma de muestras como lluvias en la zona de muestreo o sobre los tributarios, incrementando las concentraciones de este parámetro. Según los resultados de los monitoreos C2, se observa que el 77% de los valores son menores o iguales a 200 mg/l y se presenta un valor máximo de 1.083 mg/l de SST.

Se debe precisar que los reportes del laboratorio corresponden a una muestra puntual tomada en las fechas presentadas en la, por lo que cualquier alteración o fenómeno en el área de influencia del muestreo puede afectar el monitoreo, sin embargo, los valores presentan una fluctuación acotada dentro de dos rangos, el 80% de los valores se encuentran entre 17mg/l a 120 mg/l para la campaña 1, y el 70% de los valores se encuentran entre 22 mg/l y 200 mg/l para la campaña 2. Lo cual no presenta una variación significativa en el tiempo por lo que se puede asumir que se mantienen estables las concentraciones de SST en las estaciones de control para los tramos I y III.

En el análisis de la variación anual en cuanto al pH en la estación Puente La Virginia, se evidencia una tendencia estable de esta variable la cual oscila entre 6,3 y 8,0 unidades, sin presentar datos por fuera de este rango

En la estación mencionada las concentraciones de DBO₅ varían entre los 1,0 mg/l hasta los 6,52 mg/l, para la campaña 1 aproximadamente el 95% de los datos es menor o igual a 5,0 mg/l de DBO₅ y para la campaña 2 aproximadamente el 88% es menor o igual a este valor, por lo cual se determina que las concentraciones de DBO₅ para los tramos I y III se mantienen constantes en el tiempo.

De acuerdo con los resultados de los monitoreos objeto de análisis, en la estación Puente La Virginia, se presentan concentraciones de OD que varían entre los 2.19 mg/l y 5.46 mg/l presentando un rango de variación de 3.27 mg/l

En la estación Puente La Virginia se presenta, para ambas campañas que los coliformes totales varían entre 6.600 NMP/100ml hasta 2.400.000 NMP/100ml y los coliformes fecales varían entre 1.500 NMP/100ml hasta 2.300.000 NMP/100ml.

Si bien se presenta un rango de variación muy amplio con diferencias significativas entre los máximos y mínimos reportados, en el análisis de la variación temporal de los coliformes totales y fecales se evidencia que dicha

fluctuación es normal para estos parámetros, ya que tiene un alto grado de sensibilidad por las intervenciones antrópicas del territorio, lo cual pueden alterar de manera significativa, por lo cual se determina que la variación que presentan es normal y se toman como variables fluctuantes.

Los Perfiles de variación temporal de las variables: pH, Temperatura, SST, DBO₅, OD y coliformes fecales y coliformes totales, en las estaciones restantes para los tramos I y III se presentan en el Anexo 1.

4.2. Evaluación del Índice de Calidad del Agua – ICAUCA en los tramos I y III

Los Índices de Calidad del Agua – ICA nos permiten clasificar el recurso hídrico a partir de rangos establecidos, los cuales son definidos a partir de la ponderación de los diferentes parámetros de importancia que afectan la calidad del agua conforme con los usos a evaluar, a partir de esta ponderación se realiza el cálculo matemático definido para el Índice que permite categorizar la calidad del agua al estar parametrizada dentro de un rango y código de color asignado. Para el caso del río Cauca se definió un ICA a partir de las condiciones y dinámicas presentes en el territorio, haciéndolo más preciso para el estudio de la calidad del agua de este cuerpo de agua.

Las variables involucradas en el ICAUCA son:

- Oxígeno disuelto
- Coliformes fecales
- Turbiedad
- DBO₅
- Sólidos suspendidos totales
- Color
- Sólidos totales
- pH
- Fósforo total
- Nitrógeno total

La ecuación con base en la cual se construye el ICAUCA, es la siguiente

$$ICAUCA = \prod_{i=1}^n I_i^{W_i} = (I_1^{W_1})(I_2^{W_2}) \dots (I_n^{W_n})$$

Ecuación 1. Calculo del ICAUCA

Donde, i corresponde a cada uno de los parámetros de calidad elegidos (OD, DBO₅, ST, pH, etc.), I_i corresponde al subíndice del parámetro (se

encuentra entre 0 y 100) y W_i corresponde al peso o porcentaje asignado a cada parámetro i .

Tabla 8. Funciones de los subíndices para cada parámetro del ICAUCA

Parámetro	Ponderación (W)	Ecuación del subíndice
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	0,15	$I_{DBO_5} = e^{(4,5824 - 0,1078 DBO_5 + 2,4581 * 10^{-14} e^{DBO_5})}$ Si $DBO_5 > 30$ mg/L, $I_{DBO_5} = 2$
Porcentaje oxígeno disuelto (%Sat)	0,21	$I_{\%sat} = e^{(1,3663 + 0,063\%sat - 0,000303\%sat^2)}$ Si $\%Sat > 140$, $I_{\%Sat} = 50$
Turbiedad (Turb)	0,08	$I_{Turb} = e^{(4,561 - 0,0196 Turb + 2,4167 * 10^{-5} Turb^2)}$ Si $Turb > 100$ UNT, $I_{Turb} = 5$
Sólidos Totales (ST)	0,07	$I_{ST} = \frac{1}{0,0123 - 1,3545 * 10^{-5} ST + 9,265 * 10^{-8} ST^2}$ Si $ST > 500$ mg/l, $I_{ST} = 20$
pH	0,08	$I_{pH} = e^{-7,6434pH + 18,5352 \frac{1}{pH} + 14,625 [Ln(pH)]^2}$ Si $pH < 2$ o $pH > 12$ und $I_{pH} = 0$
Coliformes totales (CT)	0,15	$I_{CT} = e^{4,5685 - 0,1305 Ln(CT) - 0,0129 [Ln(CT)]^2}$ Si $CT > 10^5/100$ ml, $I_{CT} = 2$
Nitrógeno total (NT)	0,08	$I_{N} = e^{(4,4706 - 0,043NT + 2,8813 * 10^{-5} NT^2)}$ Si $NT > 100$ mg/l, $I_{NT} = 1$
Fósforo Total (PT)	0,08	$I_{PT} = \frac{1}{0,0084 + 0,0143PT + 0,00074PT^2}$ Si $PT > 10$ mg/l, $I_{PT} = 2$
Color	0,05	$I_{color} = 127 color^{-0,2394}$
Sólidos suspendidos totales (SST)	0,05	$I_{SST} = -0,3005 SST + 102,11$ Si $SST \leq 10$ mg/l, $I_{SST} = 100$ Si $SST \leq 340$ mg/l, $I_{SST} = 2$

Fuente: (Patiño et al., 2010)

Tabla 9. Ponderación de cada uno de los parámetros en el índice de calidad del agua ICAUCA

Parámetro	Ponderación W_i (%)
Oxígeno disuelto	21
Coliformes fecales	16
DBO ₅	15
Turbiedad	7
Sólidos totales	7
Fósforo total	8
pH	8
Nitrógeno total	8
Sólidos suspendidos	5
Color	5
Total	100

Fuente: (Patiño *et al.*, 2010)

Los valores de las diferentes variables monitoreadas permiten establecer la clasificación de la calidad del agua entre optima pésima, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación y rangos Índice de Calidad del Agua - ICAUCA

Rango ICAUCA	Color	Clasificación
0.0 – 20.0		Pésima
20.0 – 35.0		Inadecuada
35.0 – 50.0		Aceptable
50.0 – 80.0		Buena
80.0 – 100.0		Optima

Con base en los monitoreos realizados objeto de análisis, se construyen para las estaciones de monitoreo: Puente Hormiguero, en el Tramo I y Puente la Virginia, en el Tramo III.

Con base en los resultados de los monitoreos realizados por la CVC en las estaciones del tramo I, entre los años 2006 y 2022 se construyen los Índices ICAUCA. La Tabla 11 indica la estación de monitoreo y los valores obtenidos del ICAUCA.

Para este ejercicio se seleccionaron los años 2006, 2010, 2014 y 2022 los cuales cuentan con los reportes de todas las variables involucradas para el cálculo del ICAUCA.

Tabla 11. Cálculo ICAUCA Tramo I desde Estación Antes de Timba hasta estación Puente Hormiguero.

Estación	Abcisdado río (Km)	ICAUCA TRAMO I					
		2006-1	2006-2	2010-1	2010-2	2014	2022
Antes de Timba	24.1	68.09	50.62	68.00	60.70	65.29	51.99
Paso de la Balsa	27.4	66.76	43.75	64.42	53.41	58.47	56.81
Paso de la Bolsa	78.9	63.59	49.75	58.29	40.48	52.87	54.01
Puente Hormiguero	113.5	48.79		35.44	35.74	46.14	58.36

En la Figura 4 se observa el perfil de calidad en el tramo I, para los años objeto de análisis

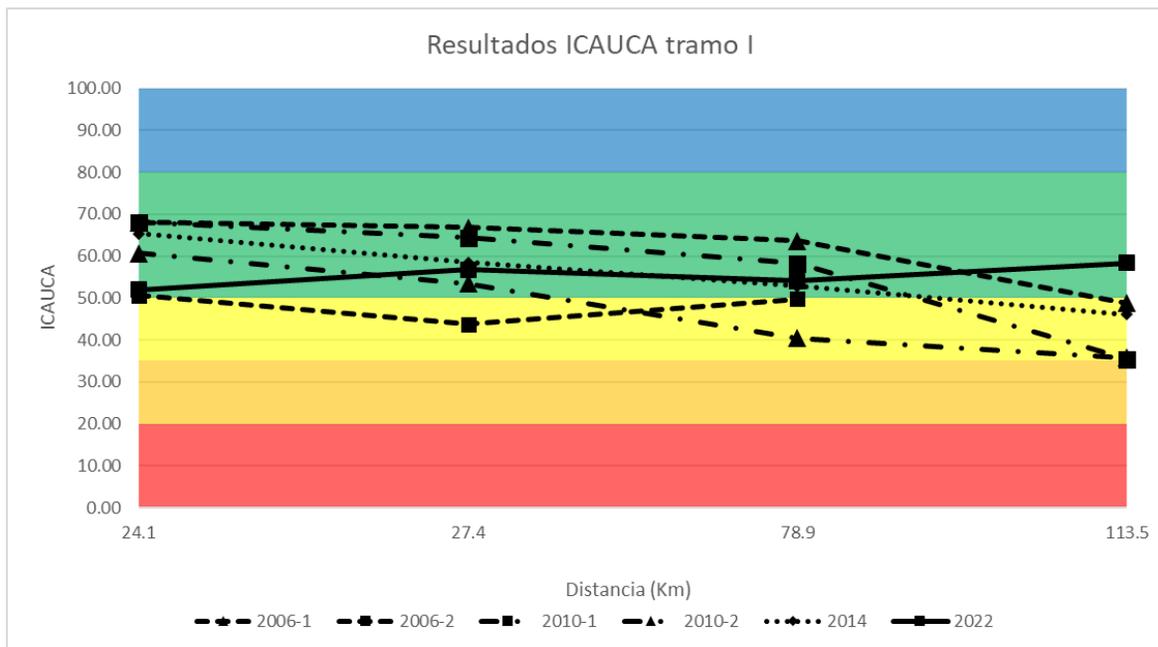


Figura 4. ICAUCA Tramo I desde Estación Antes de Timba hasta estación Puente Hormiguero.

Con respecto a la evaluación del ICAUCA en el Tramo III, se tuvieron en cuenta los resultados de los monitoreos realizados entre el año 2006 y 2022 en las estaciones que se indican en la Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo ICAUCA Tramo III desde Estación Mediacanoa hasta estación Puente La Virginia.

Estación	Abscisado río (Km)	ICAUCA TRAMO III					
		2006-1	2006-2	2010-1	2010-2	2014	2022
Mediacanoa	220.9	30.92		26.74	25.42	23.93	38.86
Puente Riofrío	284.8	40.79	29.03	38.93	33.76	26.97	38.69
Puente Guayabal	347	46.21	30.38	39.30	37.93	29.65	39.43
La Victoria	369.6	43.08	29.34	43.77	30.80	27.37	46.94
Anacaro	416.5	47.28	36.96	57.03	32.97	38.89	53.36
Puente La Virginia	444.7	41.13	67.88	36.27	37.48	27.53	45.61

La Figura 5 Ilustra el perfil del Índice ICAUCA en el tramo III

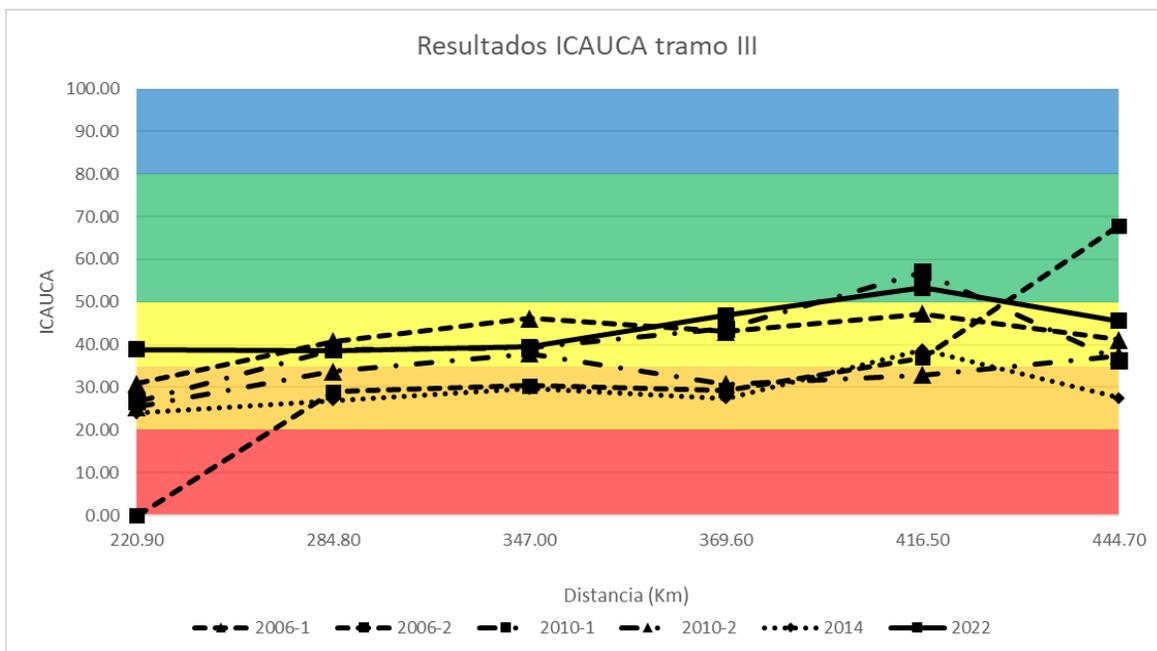


Figura 5. ICAUCA Tramo III desde Estación Mediacanoa hasta estación Puente La Virginia.

Según los resultados obtenidos del Índice de Calidad del Agua para el río Cauca – ICAUCA calculado para los muestreos 2006-1, 2006-2, 2010-1, 2010-2, 2014 y 2022 para cada una de las estaciones ubicadas en los tramos I del río Cauca en su paso por el Valle del Cauca, basados en el análisis gráfico de la variación de los valores de ICAUCA obtenidos, se puede evidenciar que la calidad del agua

para el tramo I del río Cauca es BUENA o ACEPTABLE. Para el año 2022 que es el reporte más reciente, se presenta una calificación del agua constante indicando una buena calidad del agua.

Para el tramo III se aprecia una fluctuación de los resultados del ICAUCA variando entre una clasificación inadecuada a aceptable con excepción de tres datos que se ubican en una clasificación BUENA de la calidad del agua.

Por lo anterior, se puede establecer que la variación de la calidad del agua del río Cauca entre las estaciones de monitoreo analizadas no presenta una variación temporal y espacial significativa al presentarse dentro de los rangos presentados de calidad del agua.

4.2. Estudios realizados en el Tramo II, comprendido entre Puente Hormiguero y Puente Mediacanoa

Como se hizo referencia en la metodología establecida para adelantar la propuesta de objetivos de calidad en el río Cauca, tramo Valle del Cauca, la CVC realizó la suscripción del Convenio No. 140 de 2020, con La Universidad Tecnológica de Pereira, con el propósito de contar con mayor información de la calidad del agua y de posibles escenarios que contemplan diferentes intervenciones para la reducción de los impactos.

A continuación, se hace referencia a los alcances del estudio y los resultados obtenidos.

4.2.1. Modelación matemática de calidad del agua para el tramo II, comprendido entre Puente Hormiguero y Puente Mediacanoa

La modelación de calidad del agua para el tramo II del río Cauca se realizó mediante el desarrollo de los siguientes componentes, en concordancia con lo establecido en la Guía Nacional para la Modelación del Recurso Hídrico Superficial Continental expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, adoptada mediante la Resolución 959 de 2018.

4.2.2. Investigación preliminar

El tramo II del Río Cauca inicia en la estación Hormiguero y finaliza en la estación Mediacanoa posee una longitud de 107 Km con un área de influencia de aproximadamente 12.492 Km², donde confluyen 17 cuencas hidrográficas; Lili-Meléndez-Cañaveralejo, Arroyohondo, Sonso, Mediacanoa, Guabas, El Cerrito, Desbaratado, Vijes, Yumbo, Mulaló, Amaime, Jamundí, Sabaletas, Guadalajara, Guachal, Yotoco y Cali) con jurisdicción en los municipios de Cali, Candelaria,

Florida, Pradera, Yumbo, Palmira, Vijes, El Cerrito, Yotoco, Ginebra, Guacarí y Buga. En la Figura 6, se observa el río Cauca y sus tributarios en el tramo II.

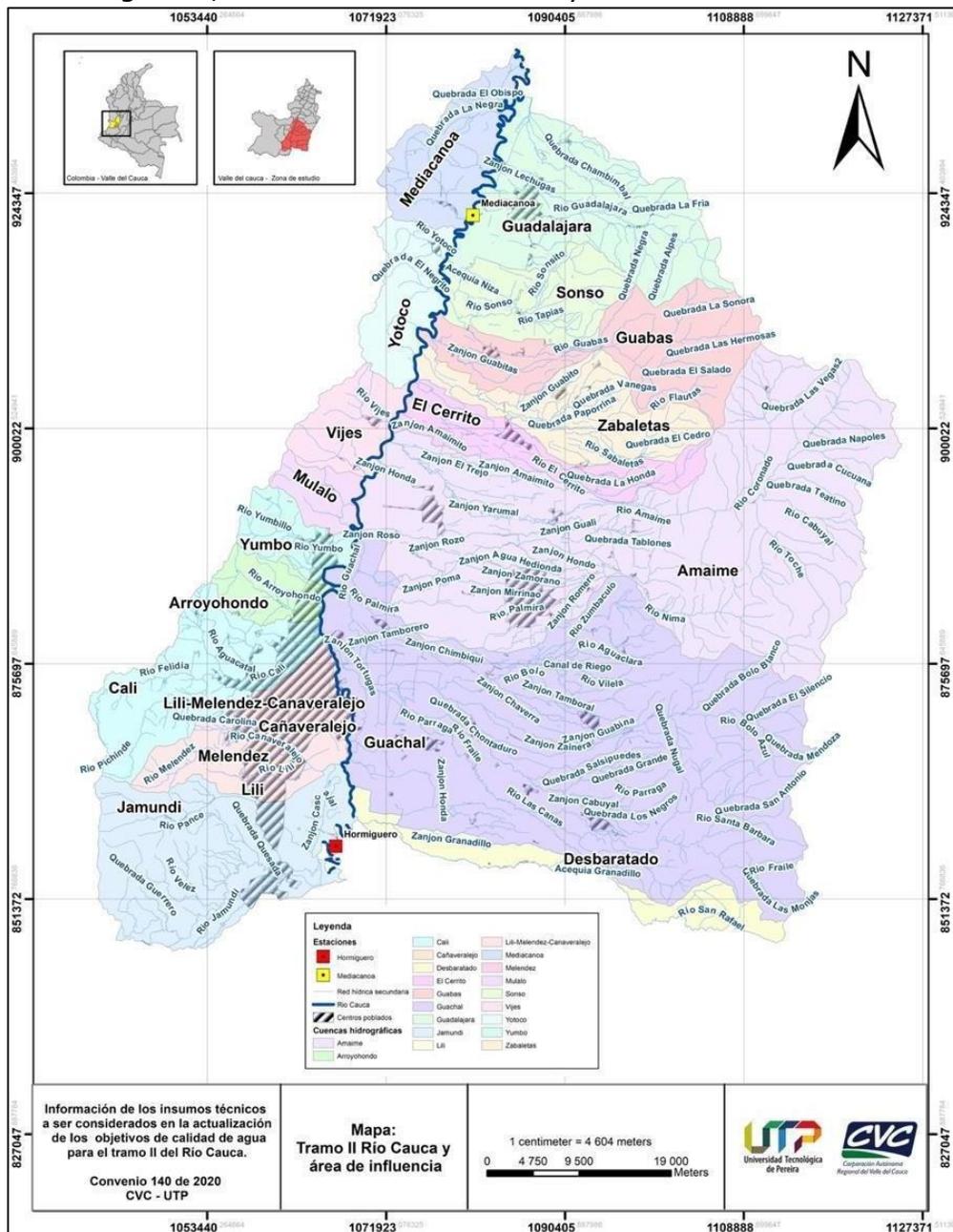


Figura 6. Localización del Tramo II del Río Cauca y el Área de Influencia

los ríos tributarios son monitoreados por la CVC desde el año 1996 e integran la red de monitoreo de calidad de agua con propósitos de control y seguimiento de los cuerpos hídricos en la cuenca del Valle Geográfico del Río Cauca que realiza la CVC y soportan la modelación de calidad de del agua elaborada en el año 2003

y mediante la cual se definieron los objetivos de calidad para el río Cauca en el año 2006.

Dada la relevancia de estos cuerpos de agua tributarios del río Cauca, la investigación preliminar consistió en la recopilación y revisión de la información preliminar existente de los diferentes instrumentos de planificación, administración, evaluación y seguimiento del recurso hídrico, las redes hidroclimatológicas y de calidad de agua y los usuarios del recurso hídrico que pudieran incidir sobre los mismos afectando de manera directa el tramo evaluado. En el Anexo 2 se presenta la relación de documentos objetos de revisión, A continuación, se presenta la información objeto de revisión que fue considerada para la elaboración de la propuesta de actualización de los objetivos de calidad del río Cauca.

4.2.3. Formulación del modelo conceptual

Previo a la esquematización del sistema se definieron las características morfológicas del cauce o hidráulicas preliminares a través del reconocimiento en campo y de la validación de datos procedentes de información secundaria. Dicha caracterización fue posteriormente contrastada con mediciones in situ correspondientes a pruebas de trazadores y levantamiento de secciones topobatimétricas.

Este análisis incluyó la clasificación morfológica según geometría y según las características físicas. Lo anterior permitió la definición de tramos homogéneos para la realización de ensayos con trazadores, resultando en dos subtramos, el primero (anastomosado y entrelazado con pendiente media) localizado en el paso del río Cauca por el casco urbano del municipio de Cali, aguas arriba de la estación de monitoreo Juanchito y tiene una longitud total aproximada de 4,43 km; y el segundo (sinuoso con pendiente baja) en el sector Paso de la Torre, aguas abajo puente vía Paso de la Torre – Yumbo y comprende una longitud aproximada de 6,5 km.

A partir de lo anterior, el sistema fue representado en tramos y fronteras. El criterio para definir los tramos fueron las fronteras internas del sistema, es decir, puntos del dominio espacial donde se tienen valores que describen el comportamiento de las variables de calidad, estos puntos corresponden a las estaciones de monitoreo de calidad sobre el río Cauca, tributarios y aportes puntuales de carga contaminante (vertimientos).

La longitud total del tramo de estudio comprende 107,47 Km, en este tramo se encontraron nueve (9) estaciones de monitoreo de calidad del agua que han sido

monitoreadas sistemáticamente por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC desde el año 1996 hasta la actualidad, estas estaciones se establecieron como frontera internas del sistema simular debido a que se cuenta con información histórica para útil para sustentar los procesos de validación y análisis de incertidumbre en la modelación. La descripción, localización de estas estaciones, así como su ubicación dentro del modelo conceptual (abscisa) se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Ubicación de las estaciones de monitoreo del río Cauca en el modelo conceptual.

Nombre	Localización*		Abscisado modelación (Km)	Abscisado río (Km)
	Este	Norte		
Hormiguero	1066745,00	856840,00	0,00	113,50
Antes de Canal Navarro	1067645,00	864557,00	13,41	127,70
Juanchito	1066867,00	873317,00	25,95	139,30
Paso del Comercio	1066019,00	877967,00	31,08	144,60
Puente Isaacs	1065731,00	884141,00	42,02	155,50
Paso de la Torre	1069521,00	893132,00	57,32	170,80
Vijes	1074201,00	903942,00	73,38	181,80
Yotoco	1078152,00	917590,00	98,33	211,80
Mediacanoa	1080910,00	922056,00	107,47	220,90

(*) Sistema de referencia MAGNA SIRGAS Oeste.

En el tramo de estudio confluyen gran cantidad de fuentes hídricas superficiales con el río Cauca, de las cuales se incluyeron en el sistema a simular las más representativas en términos de volumen de agua descargado, aportes de carga contaminante y existencia de información histórica de calidad del agua proveniente de los monitoreos sistemáticos realizados por CVC y la información disponible de los cuerpos de agua que han sido modelados en el marco de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico. En este sentido fueron incluidos 15 fuentes superficiales en el modelo conceptual, estas se presentan en la Tabla 14

Tabla 14. Fuentes superficiales tributarias del río Cauca en el modelo conceptual.

Nombre	Localización*		Abscisado modelación (Km)	Abscisado río (Km)
	Este	Norte		
Zanjón Oscuro	1068815,00	855806,00	6,30	119,80
Río Desbaratado	1069327,00	859249,00	8,00	121,50
Canal Navarro	1067213,00	865264,00	14,21	127,71
Río Cali	1064830,00	879416,00	33,04	146,54
Río Arroyohondo	1064786,00	881657,00	35,32	148,82
Río Yumbo	1068526,00	888984,00	50,61	164,11
Río Guachal	1069358,00	886481,00	52,40	165,90
Río Amaime	1074304,00	897159,00	66,89	180,39
Río Vijes	1071471,00	900750,00	68,33	181,83
Río Cerrito	1077305,00	901820,00	72,74	186,24
Río Sabaletas	1076838,00	905975,00	78,12	191,62
Río Guabas	1077902,00	908691,00	83,76	197,26
Río Sonso	1082630,00	911864,00	90,23	203,73
Río Yotoco	1077633,00	917683,00	98,22	211,72
Río Mediacanoa	1079270,00	921956,00	107,00	220,5

(*) Sistema de referencia MAGNA SIRGAS Oeste.

Además de cauces naturales, en el tramo II también confluyen gran cantidad de vertimientos puntuales domésticos y no domésticos. A partir de la información disponible de los usuarios de tasa retributiva y expedientes de permisos de vertimientos de la CVC, se realizó una priorización con base en el criterio de aporte significativo de carga contaminante vertida a la corriente principal del río Cauca. Se seleccionaron en total 17 vertimientos para el modelo conceptual considerando, además, la disposición de los usuarios al monitoreo del vertimiento y facilidades logísticas que permitieran la caracterización de este, para la calibración del modelo de calidad. El resultado de este ejercicio se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15 Vertimientos al río Cauca en el modelo conceptual.

Vertimientos	Localización*		Abcisado modelación (Km)	Abcisado río (Km)
	Este	Norte		
Estación de Bombeo Puerto Mallarino	1066937,00	872731,00	25,26	138,76
Papelera ATA LTDA	1066940,00	874693,00	27,48	140,98
Efluente PTAR - Cañaveralejo	1066732,00	875496,00	28,35	141,85
Empaques Industriales de Colombia S.A.S.	1066358,00	876926,00	29,94	143,44
Textiles del Pacífico	1066183,00	877566,00	30,62	144,12
Estación de Bombeo Paso del Comercio	1065982,00	878104,00	31,03	144,53
Colombiana Tissue	1066124,00	878256,00	31,33	144,83
Tintuvalle	1066393,00	878312,00	31,33	144,83
Cartones y Plásticos La Dolores	1066249,00	878730,00	31,64	145,14
Postobón	1065208,00	882272,00	36,11	149,61
Cervecería del Valle	1065161,00	882530,00	36,36	149,86
Carvajal Pulpa de Papel	1065057,00	883526,00	37,00	150,5
Cementos Argos	1065360,00	885571,00	43,33	156,83
Smurfit Cartón de Colombia	1067507,00	885900,00	45,30	158,8
Municipio de Vijes	1072659,00	900977,00	68,53	182,03
Interaseo del Valle S.A. ESP	1073519,00	908323,00	78,26	191,76
Municipio de Yotoco	1078183,00	917795,00	98,60	212,1

(*) Sistema de referencia MAGNA SIRGAS Oeste.

En la Figura 7 se presenta el esquema conceptual para modelación de calidad del tramo II del río Cauca, este esquema representa el tramo de estudio con sus principales entradas, salidas, fronteras internas y externas, puntos de medición de las variables de estado (estaciones de monitoreo de calidad) y puntos de conexión con modelos de calidad existentes en las corrientes hídricas tributarias (puntos de conexión dendrítica).

Definición de procesos y variables a simular

El modelo cinético y de transferencia de masa para el tramo II del río Cauca, contiene los procesos fisicoquímicos y biológicos considerados relevantes para el estudio de la calidad del agua de la corriente. Describe las fuentes y sumideros de cada una de las variables de estado de calidad del agua, así como su relación con los procesos cinéticos y de transferencia de masa para la modelación de calidad del agua, estos procesos fueron simulados para la columna de agua en cada tramo (volumen de control) como se presenta en la Figura 8.

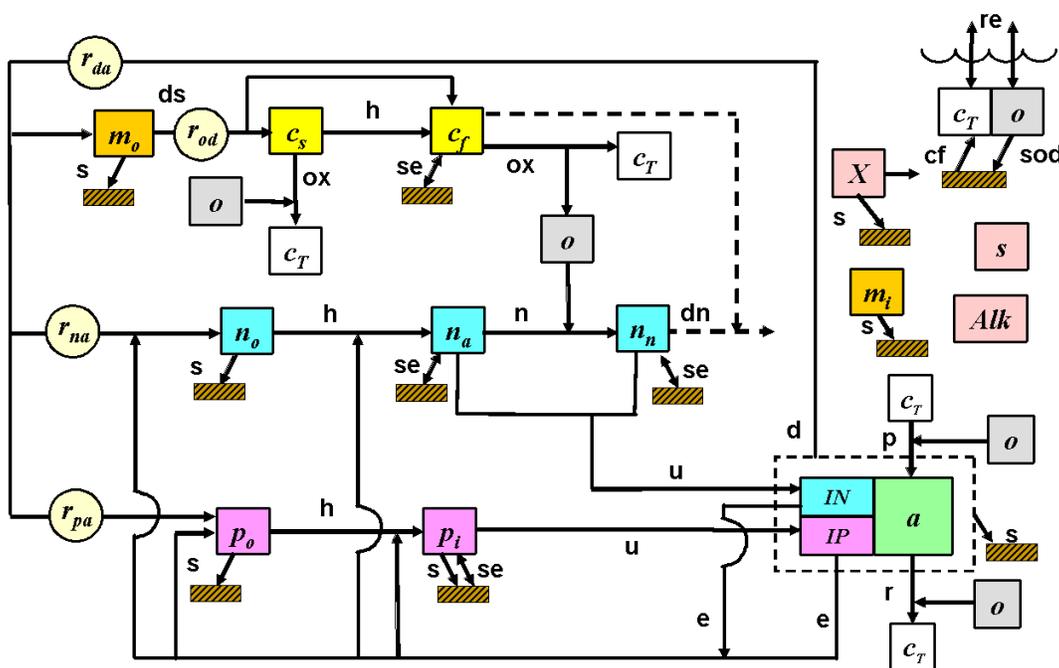


Figura 8. Modelo cinético y procesos de transferencia de masa (Chapra y Pelletier, 2008).

Los procesos cinéticos son: disolución (ds), hidrólisis (h), oxidación (ox), nitrificación (n), desnitrificación (dn), fotosíntesis (p), respiración (r), excreción (e), muerte (d), respiración/excreción (rx). Los procesos de transferencia de masa son: reaireación (re), sedimentación (s), demanda de oxígeno de los sedimentos (SOD), intercambio de sedimentos (se) y flujo de sedimentos inorgánicos (cf).

4.2.4. Selección o desarrollo del código del modelo

Criterios de selección y características del modelo

Para desarrollar el proceso o protocolo para la selección de la plataforma de modelación a utilizar se siguieron las recomendaciones de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Sostenible - MADS contenidas en el capítulo 4 de la Guía nacional de Modelación del Recurso hídrico Para aguas Superficiales Continentales (2018).

Los criterios contenidos en la guía fueron aplicados, y se complementaron con otros considerados importantes con respecto a los objetivos del estudio y a la futura aplicabilidad de la herramienta de simulación de calidad del agua para el cumplimiento de los procesos misionales de la autoridad ambiental. Posteriormente se aplicó la técnica de Proceso de análisis jerárquico (*Analytic Hierarchy Process – AHP*) para la toma de la decisión.

El siguiente paso fue establecer las alternativas a comparar. Para esto se toma como base la información proveniente de la Guía nacional de Modelación del Recurso hídrico Para aguas Superficiales Continentales (MADS, 2018).

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la plataforma de simulación de calidad del agua seleccionada es QUAL2Kw, un modelo con resolución temporal de tipo permanente y unidimensional que permite la modelación de descargas tanto puntuales como dispersas. Durante los procesos de validación de la plataforma se ha verificado el código utilizado por el modelo QUAL2Kw y se ha encontrado que en general se ajusta adecuadamente a las relaciones hidráulicas y cinéticas para los parámetros que está en capacidad de modelar.

4.2.5. Planeación y ejecución del programa de monitoreo

Diseño y ejecución del plan de monitoreo con propósitos de calibración

El diseño del plan de monitoreo se realizó con base en el análisis de la información histórica de calidad del agua que se encuentra en la fase de investigación preliminar del proyecto de modelación. Adicionalmente, se realizó la topo-batimetría, una prueba de trazadores en dos (2) subtramos representativos de condiciones geomorfológicas dominantes en el tramo de estudio, con el fin de obtener datos necesarios para la calibración del modelo de calidad del agua y establecer los tiempos medios de viaje, que permitieron realizar la programación de las horas de toma de muestra en el río Cauca y tributarios garantizando el seguimiento a la misma masa de agua.

Se realizaron dos (2) campañas de monitoreo. La primera campaña de monitoreo correspondiente a una condición estacional de verano en agosto de 2021 (caudal en Puerto Mallarino 165 m³/s), y la segunda a una condición estacional húmeda en octubre de 2021 (caudal en Puerto Mallarino 209 m³/s), se incluyeron nueve (9) estaciones de monitoreo sobre el río Cauca y quince (15) estaciones en los tributarios más representativos. En campo se registraron

datos de caudal, temperatura del agua, pH y conductividad eléctrica, así como variables hidrometeorológicas como cobertura de nubes, sombra, humedad relativa y temperatura ambiente.

El plan de monitoreo incluyó también la caracterización de veintidós (22) vertimientos priorizados durante la identificación de usuarios del recurso hídrico y reconocimiento en campo (fase de investigación preliminar). Estos usuarios, son generadores de agua residual de origen doméstico e industrial, algunos con algún tipo de tratamiento previo a la descarga y provenientes de distintas actividades productivas como E.S.P. (potabilización de agua y vertimientos) fabricación de papel, cartones y plásticos. Finalmente, se realizó el monitoreo hidrobiológico con el fin de establecer el estado ecológico del río Cauca y los tributarios priorizados mediante la caracterización de macroinvertebrados acuáticos, perifiton, fitoplancton e ictiofauna.

El estudio de batimetría se llevó a cabo mediante diferentes técnicas, el uso de cada una de ellas puede dar diferentes resultados en función de la precisión utilizada. Entre las técnicas más usadas se destacan los ecosondas Monohaz y Multihaz que permiten emitir ondas de sonido que miden la distancia entre la superficie del agua y el fondo marino, así como objetos suspendidos en esta o que reposan en el fondo. Para el desarrollo del presente estudio, se generó un barrido del río Cauca que permitió capturar las profundidades del río con el transductor y la posición horizontal corregida mediante una antena GPS en modo RTK (Base y Rover). Se levantaron en total 15 puntos sobre el río Cauca presentes en el Anexo 3, los cuales incluyen las nueve (9) estaciones de monitoreo de calidad y cantidad sobre el río Cauca y 6 puntos correspondientes a las estaciones seleccionadas para las pruebas de trazadores, dado que se requieren como insumo para aumentar la precisión de estas.

Previo a las jornadas de monitoreo de calidad y cantidad del recurso hídrico sobre el tramo II del río Cauca, se realizaron pruebas de trazadores utilizando rodamina WT sobre dos (2) subtramos representativos (sectores puente Juanchito y puente Paso de la Torre), con los cuales a través de métodos de extrapolación se logra la caracterización hidráulica de la totalidad del tramo de estudio (107,9 Km). En el ANEXO 4 se presentan las curvas obtenidas para cada estación de medición de los dos (2) tramos representativos de trazadores para todas las jornadas de monitoreo, así como las secciones topo-batimétricas (Anexo 3).

Tabla 16. Tiempo de viaje total tramo II del río Cauca.

	PARÁMETRO	VALOR
I	Tiempo (segundos)	175.864
	Tiempo (días)	2,035
	Tiempo (horas, minutos, segundos)	48 horas, 51 minutos y 4 segundos
II	Tiempo (segundos)	134.632
	Tiempo (días)	1,558
	Tiempo (horas, minutos, segundos)	37 horas, 23 minutos y 52 segundos

Con la información obtenida, se programó la toma de muestras representativas siguiendo la misma masa de agua, en ambas campañas de monitoreo. La primera campaña de monitoreo de calidad y cantidad en fuentes superficiales, correspondiente a época de verano (C1), fue realizada los días 9 y 11 de agosto de 2021. El muestreo inició el 9 de agosto a las 5:00 am en la estación Hormiguero y concluyó el 10 de agosto a las 5:51 am en la estación Mediacanoa. Por su parte, el monitoreo para la época húmeda (C2) se realizó entre los días 14 y 15 de octubre de 2021, iniciando a las 05:00 am en la estación Hormiguero y finalizando a las 18:34 en la estación Mediacanoa. Las muestras fueron integradas en la sección transversal y en la profundidad de la columna de agua para el monitoreo. En el Anexo 5 se presentan los ensayos de laboratorio para las muestras de las estaciones sobre la corriente principal y en las principales corrientes tributarias directas sobre el río Cauca y los respectivos límites de cuantificación para los parámetros analizados (LC).

Para el monitoreo de vertimientos se realizó toma de muestras compuestas, proporcionales al caudal del efluente, con periodos de composición de seis (6) horas en una sola jornada. Las muestras compuestas son el resultado de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, los cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo del muestreo. En el Anexo 5 se presentan los resultados de los ensayos determinados en campo y los resultados de los ensayos determinados en laboratorio para los vertimientos.

Elaboración de perfiles de calidad actual de cada cuerpo de agua

Los perfiles longitudinales fueron construidos con los resultados obtenidos para cada campaña de monitoreo, usando los parámetros más relevantes para las condiciones de calidad y la respectiva modelación; en ese sentido los parámetros seleccionados corresponden a: OD, DBO₅, Sólidos Suspendidos Totales, Nitritos, Nitratos, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, pH y Temperatura. Para el análisis se construyeron gráficas en donde se establecen los valores máximos y mínimos históricos para cada estación localizada sobre el Tramo II del río Cauca y los valores promedios históricos, de manera que puedan ser comparados con los perfiles longitudinales construidos para las dos campañas de monitoreo. En el Anexo 5 se presentan los perfiles de calidad construidos para el tramo II del río Cauca.

Cálculo de Índices de calidad y contaminación.

Con el fin de obtener varias aproximaciones a la calidad del agua en el tramo II del río Cauca, se recurrió a la estimación de cuatro índices de calidad, los cuales presentan diversidad en cuanto a los parámetros que consideran, así como a las escalas de valoración que los componen. Se evaluaron los índices de calidad del agua IDEAM, CETESB, DINIUS e ICAUCA.

A su vez, los índices de contaminación ICOMO, ICOMI e ICOSUS son índices que guardan similitud en cuanto a su diseño y escala de valoración. Cada uno de ellos aporta elementos asociados a la contaminación con sustancias específicas como la materia orgánica, la mineralización, y los sólidos suspendidos. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo 5.

En cuanto a los índices biológicos de calidad, se analizaron índices de diversidad, de valor de importancia ecológica (IVI) y BWMP. Así mismo, se determinó la relación entre las variables fisicoquímicas e hidrobiológicas.

Durante la Campaña 1, taxón de mayor valor ecológico de macroinvertebrados en el río Cauca fue *Physa* con una representación del 95,64, a pesar de la abundancia y presencia de este género en cada una de las estaciones, se puede observar la presencia de otros géneros, aunque con muy pocos individuos, lo que sugiere que se deben desarrollar planes de recuperación para que estas poblaciones se mantenga.

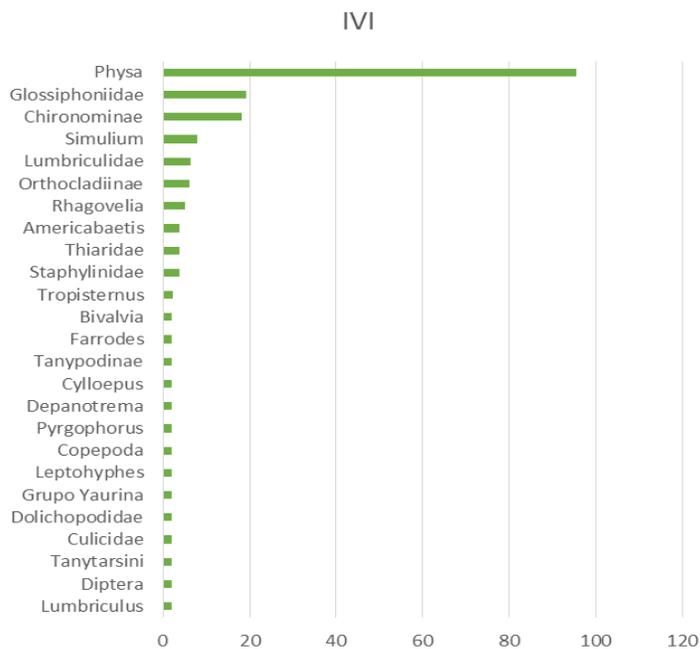


Figura 9. Índice de valor de importancia ecológico (IVI) de los taxones de algas perifíticas registradas en las nueve (9) estaciones muestreadas en el tramo II del río Cauca, temporada seca

Durante la segunda campaña el taxón de mayor valor ecológico en los tributarios muestreados en el río Cauca fue *Navicula sp* con una representación del 35,59 %. *Nitzschia sp1* fue el segundo taxón de mayor importancia ecológica con un 33,04%

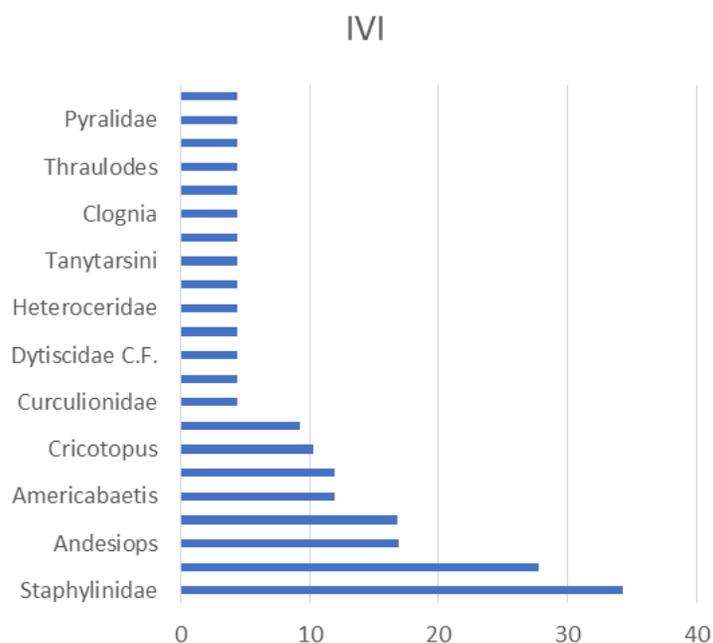


Figura 10. Índice de valor de importancia ecológico (IVI) de los taxones de macroinvertebrados acuáticos registradas en las nueve (9) estaciones muestreadas en el río Cali tramo III, Valle del Cauca, Colombia, temporada de lluvia

Con relación al BMWP, durante la primera campaña se encontró que antes del Canal Sur y Mediacanoa presentan aguas muy contaminadas, mientras que las demás estaciones presentan aguas sépticas, esto indica que el río Cauca en el tramo II presenta graves problemas de contaminación por materia orgánica, lo cual está afectando el establecimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

Tabla 17. Índice de calidad de agua BMWP a partir de macroinvertebrados acuáticos en los nueve (9) puntos sobre el río Cauca tramo II, Valle del Cauca, Colombia, temporada seca

Estación	Puntaje	Condición
Hormiguero	13	Séptica
Antes del Canal Sur	40	Muy Contaminadas
Paso del comercio	13	Séptica
Puente Isaacs	13	Séptica
Paso de la Torre	13	Séptica

Estación	Puntaje	Condición
Vijes	5	Séptica
Punto intermedio	15	Séptica
Yotoco	11	Séptica
Mediacanoa	22	Muy Contaminadas

Para este mismo indicador durante la segunda campaña se encontró que el río Cauca presenta una condición de aguas contaminadas a sépticas de acuerdo con el índice de calidad BMWP, siendo Paso de la Torre la estación con mayor puntaje a pesar de presentar aguas contaminadas por materia orgánica. Por lo que se puede sugerir que en el río Cauca se deben realizar planes de recuperación de la calidad del agua por ende de la calidad ecológica.

Tabla 18. Índice de calidad de agua BMWP a partir de macroinvertebrados acuáticos en los nueve (9) puntos sobre el río Cauca tramo II, Valle del Cauca, Colombia, temporada de lluvia

Estación	Puntaje	Condición
Hormiguero	22	Muy Contaminadas
Antes del Canal Sur	14	Séptico
Paso del Comercio	13	Séptico
Puente Isaacs	17	Muy Contaminadas
Paso de la Torre	37	Aguas Contaminadas
Vijes	12	Séptico
Punto intermedio	5	Séptico
Yotoco	12	Séptico
Mediacanoa	0	Séptico

Con el análisis de componentes principales se determinó que un primer componente muestra un 65,073% de la varianza de los datos, en el que se extrajeron siete (7) variables fisicoquímicas que estaban marcando diferencias entre las estaciones, las cuales se relacionaron con los taxones de mayor importancia (IVI) tanto de perifiton como de macroinvertebrados. Dando como resultado *Synedra sp* presentan una correlación negativa con el OD a medida

que este disminuye, las poblaciones de estos taxones aumentan. A mayor DBO y SST taxones de macroinvertebrados como Glossiphonidae, *Physa* y Chiromonidae aumentan sus poblaciones en temporada seca (Ver Anexo 5-Figura 1).

Para la temporada de lluvias (campaña 2) se determinó que un primer componente muestra un 45,97% de la varianza de los datos, en el que se extrajeron siete (7) variables fisicoquímicas que estaban marcando diferencias entre las estaciones, las cuales se relacionaron con los taxones de mayor importancia (IVI) tanto de perifiton como de macroinvertebrados. Dando como resultado que en temporada de lluvia en las estaciones sobre el río Cauca a medida que aumenta la DQO, OD aumenta taxones de macroinvertebrados como *Andesiops* y *Physa* (Ver Anexo 5 Figura 2)

4.2.6. Proceso de calibración y validación del modelo seleccionado

El protocolo o marco de modelación implementado para la modelación de la calidad de agua del río del tramo II del río Cauca, es el propuesto en la Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales (2018). De acuerdo con MADS (2018), el protocolo de modelación resume algunos de los aspectos planteados por diversos autores en sus procesos de modelación de calidad del agua resultando como producto un protocolo simplificado como marco recomendado para efectuar los procesos de modelación de calidad de agua de manera efectiva. A continuación (Figura 11), se presenta el esquema que describe el proceso de modelación implementado y el desarrollo y resultados de cada una de sus fases.

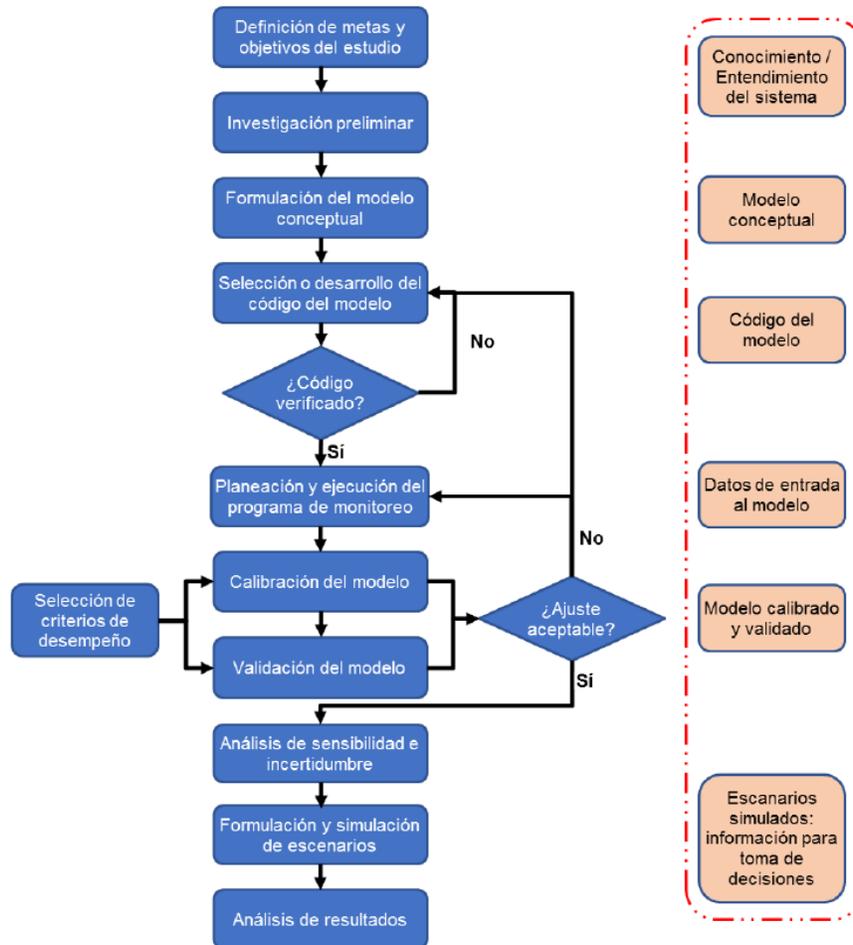


Figura 11. Protocolo de modelación de la calidad del agua. Fuente: MADS (2018).

Con base en este protocolo de modelación se procedió a consolidar, analizar, transformar y diligenciar en la plataforma de modelación la información disponible requerida. Los datos de entrada corresponden al conjunto de condiciones de frontera y condiciones iniciales requeridas para resolver las ecuaciones matemáticas que conforman el modelo. Así mismo, dentro de los datos de entrada se incluye la geometría del dominio espacial del modelo y el tiempo de simulación.

De acuerdo con MADS (2018), las condiciones de frontera conectan al sistema natural que se pretende modelar con su entorno y están asociadas con las variables de entrada del modelo. Para efectos de la modelación de calidad del tramo II del río Cauca se tendrán condiciones de frontera tipo Dirichlet significando que las fronteras corresponden a los valores que adquieren las variables del sistema en los puntos en el espacio definidos como fronteras, es

decir, las estaciones de monitoreo de calidad establecidas. Para el tramo II del río Cauca, estos valores fueron los obtenidos de las mediciones en campo de la geometría, variables in situ y resultados de análisis de laboratorio de la primera campaña de monitoreo de cantidad y calidad. En la Tabla 19 se presentan las variables hidráulicas empleadas como datos de entrada para la modelación del tramo II del río Cauca.

Tabla 19. Variables hidráulicas tramo II del río Cauca.

Frontera/ Estación	X (Km)	S ₀ (m/m)	Pendiente del talud		B ₀ (m)	H (m)	v (m/s)	T _v (d)	Q (m ³ /s)
			S _{s1} (m/m)	S _{s2} (m/m)					
E1: Hormiguero	107,46	0,00037	0,57	0,43	35,02	4,460	0,547	0,000	153,240
E2: Antes canal Navarro	94,05	0,00016	5,56	1,00	44,78	4,220	0,723	0,257	156,230
E3: Juanchito	81,51	0,00019	0,64	1,07	37,02	4,000	0,855	0,440	148,230
E4: Paso del Comercio	76,38	0,00018	2,41	3,01	42,02	4,650	0,798	0,512	181,000
E5: Puente Isaacs	65,44	0,00026	2,79	2,28	45,72	4,840	0,716	0,680	171,340
E6: Paso de la torre	50,15	0,00037	0,55	0,61	38,02	5,080	0,606	0,944	180,540
E7: Vijes	34,09	0,00016	0,68	0,70	49,02	5,800	0,532	1,271	181,353
E8: Yotoco	9,14	0,00011	0,76	0,68	67,03	5,860	0,494	1,830	172,390
E9: Mediacanoa	0,00	0,00011	0,76	0,68	67,03	5,730	0,544	2,035	172,000

X: Abscisa; S₀: Pendiente longitudinal del tramo; S_{s1}: Pendiente del talud izquierdo; S_{s2}: Pendiente del talud derecho; B₀: Ancho de fondo del canal; Ac: Área mojada; P: Perímetro mojado; Rh: Radio hidráulico; H: Profundidad media; v: Velocidad media del tramo; T_v: Tiempo de viaje acumulado; Q: Caudal.

En el caso de las pendientes longitudinales S₀, para cada una de las estaciones de monitoreo ubicadas en el tramo de estudio se extrajo la información de un modelo de elevación digital, correspondiente a las altitudes. Para el cálculo de las pendientes laterales se procedió a simular un canal trapezoidal en cada una de las estaciones. Las variables de estado simuladas por el modelo fueron calculadas a partir de los resultados de las variables medidas in situ y resultados de análisis en laboratorio, las conversiones y relaciones de dichas variables se presentan en el Anexo 6.

En la Tabla 20 se presentan las condiciones de frontera calculadas para la modelación de calidad del río tramo II del río Cauca, las demás variables provienen de los resultados de la primera campaña de monitoreo.

Tabla 20. Condiciones de frontera calculadas para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.

Código Estación	DBOC rápida	P orgánico	Nitrógeno total	Nitritos + Nitratos	N Orgánico	SSI	Detritus (MOP)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
E1	2,89	0,03	7,36	0,92	2,36	31,90	6,10
E2	2,89	0,03	8,79	0,92	3,79	10,50	3,00
E3	2,89	0,01	6,17	0,92	1,17	30,10	4,10
E4	5,08	0,09	6,44	0,92	1,44	31,20	7,20
E5	4,19	0,03	8,91	0,92	3,91	63,70	3,10
E6	3,15	0,01	7,73	0,93	2,73	19,80	3,00
E7	2,89	0,07	6,30	1,30	1,30	55,10	13,10
E8	2,89	0,08	6,97	1,13	1,97	31,50	5,60
E9	2,89	0,07	9,12	1,13	4,12	30,90	7,40

El modelo seleccionado requiere información climatológica de variables como temperatura ambiente, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, cobertura de nubes, sombra y radiación solar para cada uno de los tramos de estudio. Esta información es procesada para modelar el componente de temperatura y los parámetros de transferencia de calor agua – atmósfera y agua – sedimentos.

La información climatológica fue tomada de los reportes disponibles en las estaciones climatológicas más cercanas a las estaciones de monitoreo ubicadas sobre el sistema principal a modelar. En general, para las estaciones que no generan registros con frecuencia horaria se tomaron los valores medios diarios de las variables correspondientes. La temperatura del punto de rocío no es reportada por ninguna de las estaciones climatológicas disponibles, por lo cual esta fue estimada mediante las ecuaciones de Allen, R.G. et al. (2006), a partir de la temperatura del aire y la humedad relativa. Esta información se

complementó con las lecturas realizadas durante el muestreo, que también incluyeron las observaciones correspondientes a cobertura de nubes y sombra, y se presenta en el Anexo 6.

Tabla 21. Información hidroclimatológica, primera campaña de monitoreo.

ID	Estación monitoreo	Fecha	Hora	T° aire (°C)	HR (%)	TPR (°C)	Velocidad de viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)	Estación HC
E1	Hormiguero	9/08/2021	5:00 a. m.	20,6	100,0	22,6	0,8	448,10	Univalle - La Independencia
E2	Antes Canal Sur	9/08/2021	11:10 a. m.	25,6	97,7	27,9	0,0	448,1	Univalle - Marco Fidel Suarez - Apto Bonilla Aragon
E3	Juanchito	9/08/2021	3:34 p. m.	30,1	45,0	18,3	3,6	499,3	Apto Bonilla Aragon
E4	Paso del comercio	9/08/2021	5:17 p. m.	29,6	50,0	19,7	5,3	499,3	Apto Bonilla Aragon
E5	Puente Isaacs	9/08/2021	9:19 p. m.	23,1	76,0	20,3	5,1	499,3	Apto Bonilla Aragon
E6	Paso de la Torre	10/08/2021	3:40 a. m.	21,0	93,0	21,7	0,3	411,8	La Cumbre - Apto Bonilla Aragon
E7	Vijes	10/08/2021	11:30 a. m.	28,2	54,0	19,6	0,3	416,6	Ginebra - El Vínculo
E8	Yotoco	11/08/2021	12:55 a. m.	21,1	91,0	21,4	0,7	353,9	El Vínculo-Guacari - Yotoco
E9	Mediacanoa	11/08/2021	5:51 a. m.	20,1	96,0	21,3	0,8	353,9	El Vínculo-Guacari - Buga

Tabla 22. Información hidroclimatológica, segunda campaña de monitoreo.

ID	Estación monitoreo	Fecha	Hora	T° aire (°C)	HR (%)	TPR (°C)	Velocidad viento (m/s)	Radiación solar (W/m ²)	Estación HC
E1	Hormiguero	14/10/2021	05:00 A.M.	19,6	95,5	20,6	0,3	182,20	Univalle - La Independencia - Jamundi
E2	Antes Canal Sur	14/10/2021	09:20 A.M.	24,4	77,0	22,0	1,0	584,9	Univalle - Marco Fidel Suarez - Apto Bonilla Aragon
E3	Juanchito	14/10/2021	01:12 P.M.	30,4	51,0	20,9	6,1	584,9	Apto Bonilla Aragon
E4	Paso del Comercio	14/10/2021	02:36 P.M.	27,9	60,0	21,2	5,8	584,9	Apto Bonilla Aragon
E5	Puente Isaacs	14/10/2021	05:29 P.M.	22,9	85,0	22,2	4,3	584,9	Apto Bonilla Aragon
E6	Paso de la Torre	14/10/2021	10:46 P.M.	17,1	100,0	18,6	0,9	436,4	La Cumbre - Apto Bonilla Aragon
E7	Vijes	15/10/2021	04:32 A.M.	27,1	73,0	24,0	1,0	398,2	Ginebra - El Vínculo
E8	Yotoco	15/10/2021	02:44 P.M.	21,2	94,0	22,1	2,5	435,2	El Vínculo - Yotoco
E9	Mediacanoa	15/10/2021	06:34 P.M.	20,1	100,0	22,0	1,0	407,7	El Vínculo - Buga



En la Tabla 23 se presentan las variables de calidad del agua en cuanto a entradas calculadas para la modelación de calidad del río tramo II del río Cauca, las demás variables provienen de los resultados de la primera campaña de monitoreo.

Tabla 23. Características de calidad del agua en cuanto a entradas calculadas del sistema para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.

CO D	Abscisa (Km)	Estación de monitoreo	DBOC rápida	P org	N total	Nitritos + Nitrato s	N Org	SSI	Detritus (MOP)
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/L)
T1	101,16	Zanjón Oscuro	661,38	1,22	9,51	0,92	4,51	25,80	64,20
T2	99,46	Río Desbaratado	2,89	0,02	5,92	0,92	0,92	69,50	3,00
T3	93,25	Canal Sur	3,96	0,01	9,03	0,92	4,03	60,10	8,70
V1	81,62	PTAP Puerto Mallarino	2,89	0,67	7,77	2,04	2,77	1.127,0 0	215,00
V2	81,59	Estación de bombeo Puerto Mallarino	61,90	1,18	30,02	0,92	13,52	40,60	64,40
V3	81,54	Colector alcantarillado Cruz de Navarro	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
V4	81,21	PTAR Serbacol	28,76	0,80	30,72	0,92	9,42	15,00	55,60
V5	79,95	Papelera ATA Ltda	21,61	0,05	9,51	0,92	4,51	59,80	42,20
V6	79,36	Colector Central	119,57	0,43	14,62	0,92	4,42	21,50	90,50
V7	79,12	Descarga PTAR Cañaveralejo	71,54	0,23	5,92	0,92	0,92	14,20	32,30
V8	77,48	Empaques Industriales de Colombia	1641,04	0,58	14,32	0,92	9,32	68,00	362,00

CO D	Abscisa (Km)	Estación de monitoreo	DBOC rápida	P org	N total	Nitritos + Nitrato s	N Org	SSI	Detritus (MOP)
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/L)
V9	76,50	Estación de bombeo Paso del Comercio	67,31	0,88	27,52	0,92	7,32	27,20	22,60
V10	76,13	Tintuvalle	207,32	0,61	13,90	N.D.	13,90	4,70	40,80
V11	75,83	Cartones y plásticos La Dolores Ltda	40,73	0,90	16,62	0,92	11,62	368,00	332,00
T4	74,42	Río Cali	35,51	0,93	21,65	0,92	13,35	18,99	55,60
T5	72,14	Río Arroyohondo	300,76	0,03	10,46	0,92	5,46	15,60	19,40
V12	70,60	Canal Carrera 22	157,68	0,07	5,71	0,22	0,71	10,10	9,40
V13	70,49	Carvajal Pulpa y Papel	5,66	0,10	9,93	1,26	4,93	32,00	65,80
V14	64,02	Quebrada Rafaela	132,28	2,46	46,52	0,92	29,62	90,00	148,00
V15	62,06	Smurfit Cartón de Colombia	108,19	0,14	14,97	1,97	9,97	18,20	46,80
T6	56,85	Río Yumbo	48,18	0,68	27,52	0,92	22,52	12,60	35,00
T7	55,07	Río Guachal	4,00	0,18	11,07	2,24	6,07	41,90	7,40
T8	40,57	Río Amaime	2,89	0,03	8,67	0,92	3,67	5,62	3,00
T9	39,14	Rio Vijes	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
T10	34,72	Río Cerrito	2,89	0,08	5,92	0,92	0,92	3,00	3,00

CO D	Abscisa (Km)	Estación de monitoreo	DBOC rápida	P org	N total	Nitritos + Nitrato s	N Org	SSI	Detritus (MOP)
			(mg/L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/ L)	(mg/L)	(mg/L)
V16	29,98	Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	N.D.	N.D.	N.D.	3,96	N.D.	N.D.	N.D.
T11	29,35	Río Sabaletas	2,89	0,14	5,92	0,92	0,92	0,62	3,00
T12	23,71	Río Guabas	2,89	0,02	5,94	0,94	0,94	3,00	3,00
T13	17,23	Río Sonso	2,89	0,02	6,12	1,12	1,12	1,36	3,00
T14	9,25	Río Yotoco	70,37	0,33	26,32	0,92	21,32	208,00	40,00
T15	0,47	Río Mediacanoa	2,89	0,03	5,93	0,93	0,93	2,50	3,00

N.D.: No disponible

C: Captación

V: Vertimiento

T: Tributario

Los caudales de abstracción de caudal (corresponden a los valores concesionados y fueron reportados por las respectivas Direcciones Ambientales Regionales - DAR de CVC.) en el esquema topológico fueron considerados constantes tanto para el proceso de calibración como para el proceso de validación del modelo de calidad del agua. Esta información se muestra en la Tabla 24

Tabla 24. Caudal de las salidas del sistema para la calibración del modelo de calidad de agua del tramo II del río Cauca.

COD	Abscisa (Km)	Estación de monitoreo	Q
			(m ³ /s)
C1	99,19	INGENIO MARIA LUISA S. A.	0,48
C2	96,91	AGRO SERVICIO LAS CAÑAS S. A	0,25
C3	94,08	EDUARDO BARRAGAN GABRIEL	0,40
C4	90,24	MELLENDEZ S.A.	0,50
C5	82,05	EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E. E.S.P.	8,000
C6	70,52	CARVAJAL PULPA Y PAPEL S.A.	0,700
C7	63,94	CEMENTOS ARGOS S.A.	0,328
C8	63,37	CARTON DE COLOMBIA S.A.	1,165
C9	53,89	AMALFI SAS	0,70
C10	51,38	SALENTO S.A	0,25
C11	50,69	SOCAL LTDA	0,36
C12	46,38	JAPIO GARCES Y CIA S.C.A.	0,6
C13	42,94	GARCES EDER S.A.S. - GUADUALITO	0,5
C14	41,19	GARCES EDER S.A.S. - LA ESPERANZA	0,3
C15	40,51	INGENIO PROVIDENCIA S.A.	0,45

Con la información de entrada y configuración del sistema a simular lista para ser introducida en la plataforma Qual2Kw, se procedió a calibrar el modelo de simulación. La calibración es un proceso que consiste en variar los parámetros del modelo para obtener un acuerdo óptimo entre los cálculos del modelo y el conjunto de datos de entrada entendiendo como acuerdo óptimo aquel que representa el mejor grado de ajuste entre los valores observados y los valores

simulados por el modelo. Según MADS (2018), un parámetro es una constante o coeficiente en una expresión matemática o declaración lógica que hace parte de un modelo matemático. Su determinación se hace a través de pruebas de laboratorio o de campo, o a través de la calibración del modelo matemático.

Existen varios enfoques para realizar los ajustes de los parámetros del modelo. Por un lado, el ajuste se realiza mediante pruebas de ensayo y error; este es uno de los enfoques considerados como calibración subjetiva. Por otro lado, existen técnicas automáticas como optimizaciones numéricas, entre estas, los algoritmos genéticos. Estas técnicas hacen parte de los procesos de calibración objetiva.

Para efectos de la modelación de calidad del tramo II del río Cauca, se realizó calibración subjetiva, es decir, ajuste por ensayo y error, para el modelo hidráulico y el modelo de temperatura y transferencia de calor; para los parámetros cinéticos se llevó a cabo una calibración objetiva, mediante el algoritmo genético PIKAIA. En la Figura 12 se presenta el diagrama del proceso de calibración del modelo de calidad para el tramo II del río Cauca.

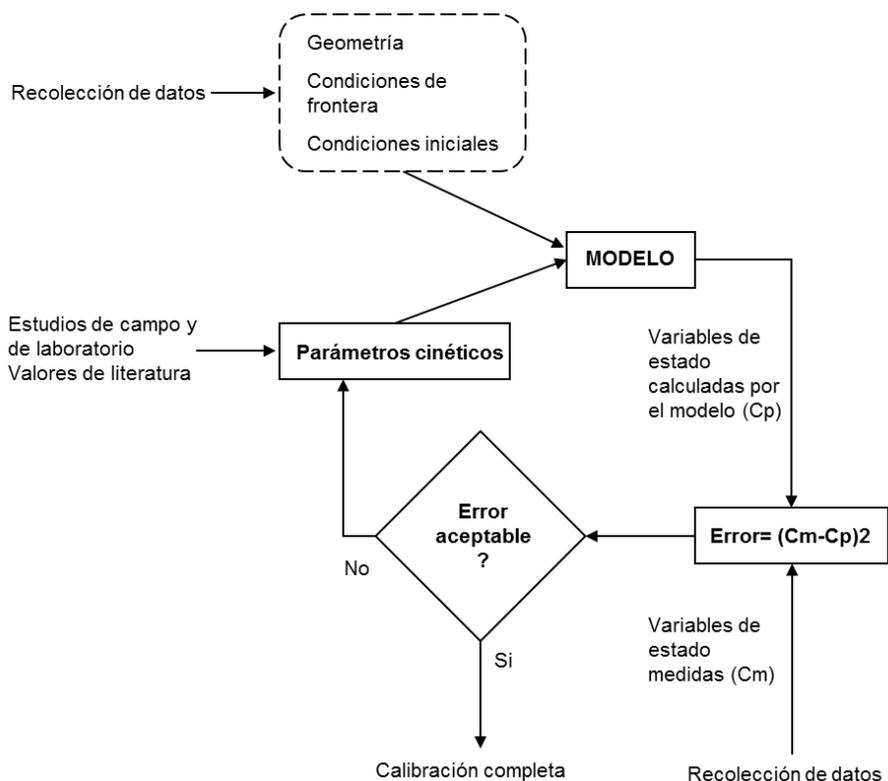


Figura 12. Diagrama del proceso de calibración modelo de calidad tramo II del río Cauca

Fuente: Adaptado de Chapra (1997).

En el Anexo 7 se muestran los resultados obtenidos para el coeficiente de rugosidad de Manning para cada estación de monitoreo, que se asumieron representativos del subtramo con respecto al cuál constituyen condición de frontera inicial.

El coeficiente de dispersión longitudinal correspondiente a cada subtramo fue estimado a través de los resultados del ensayo con trazadores realizado previo a la toma de muestras, por el método de momentos, corroborado con la ecuación de Elder y modelado con ADZ (*Agregated Dead Zones*). Estos aspectos y todos los demás relacionados con el modelo de transporte de solutos aplicado se muestran en detalle en los informes técnicos del proyecto y sus anexos.

Tabla 25. Coeficiente de rugosidad de Manning para cada estación de monitoreo.

Estación/Frontera	Coeficiente de rugosidad de Manning	Coeficiente de dispersión longitudinal (m^2/s)
E1: Hormiguero	0,072	29,25
E2: Antes canal Sur	0,034	32,40
E3: Juanchito	0,030	35,25
E4: Paso del Comercio	0,030	29,61
E5: Puente Isaacs	0,022	29,61
E6: Paso de la torre	0,076	29,96
E7: Vijes	0,067	29,96
E8: Yotoco	0,109	35,96
E9: Mediacanoa	0,110	38,96

Posterior al proceso de autocalibración se realizó ajuste manual de las variables más representativas (OD y DBO). Para esto, se utilizaron tasas prescritas de los parámetros Demanda Béntica ($gO_2/m^2/d$) y Tasa de Oxidación de la materia orgánica (d^{-1}). Así mismo, se utilizó el modelo de re-aireación de O'Connor-Dobbins. La información utilizada y sus respectivas fuentes se muestran en el Anexo 7.

Tabla 26. Parámetros prescritos para la calibración modelo de calidad tramo II del río Cauca.

NOMBRE	Abscisa	Kr (d ⁻¹)	Kd (d ⁻¹)	Db (g O ² /m ² /día)
		PMC Fase II - MIKE 11	PMC Fase I - Qual2e	Estudios constantes bénticas
Hormiguero	107,47			
Antes Canal Sur	94,06	O' Connor D.	0,5	1,40
Juanchito	81,52	O' Connor D.	0,8	1,40
Paso del Comercio	76,39	O' Connor D.	1,2	1,40
Puente Isaacs	65,45	O' Connor D.	1,1	1,40
Paso de La Torre	50,15	O' Connor D.	0,9	3,72
Vijes	34,09	O' Connor D.	0,80	3,72
Yotoco	9,14	O' Connor D.	0,40	3,72
Mediacanoa	0,00	O' Connor D.	0,40	7,27

En cuanto a los criterios de desempeño para la calibración del modelo, se establecen por medio de una función objetivo, entendida como la representación numérica del grado de ajuste entre la respuesta del modelo y los datos medidos. Entre los diferentes tipos de función objetivo para evaluar el nivel de ajuste del modelo se encuentran los criterios estadísticos, pruebas de hipótesis, regresiones lineales, análisis de error residual y comparaciones gráficas; para el caso de la modelación de calidad del agua del tramo II del río Cauca se utilizó la función objetivo recomendada por Pelletier et al. (2006) "Recíproco del error cuadrático medio (RSME)".

Los resultados obtenidos del proceso de calibración del modelo hidráulico del tramo II del río Cauca se presentan en las siguientes figuras; en ellas se observan los perfiles longitudinales de las variables observadas comparadas con las simuladas para las cuáles se obtuvo un nivel de ajuste que se considera de óptimo a aceptable por el método de comparación gráfica, dando prioridad a aquellas más relevantes en función de su influencia en el desempeño general del modelo de simulación y/o en la definición de usos y objetivos de calidad.

La calibración de la variable temperatura muestra un buen ajuste con respecto a los valores observados y los simulados por el modelo (Figura 13). Los valores datos máximos y mínimos corresponden a información histórica.

Para este ejercicio de modelación se nombraron a los tramos IIA, IIB y IIC como subtramo 1, subtramo 2 y subtramo 3, respectivamente.

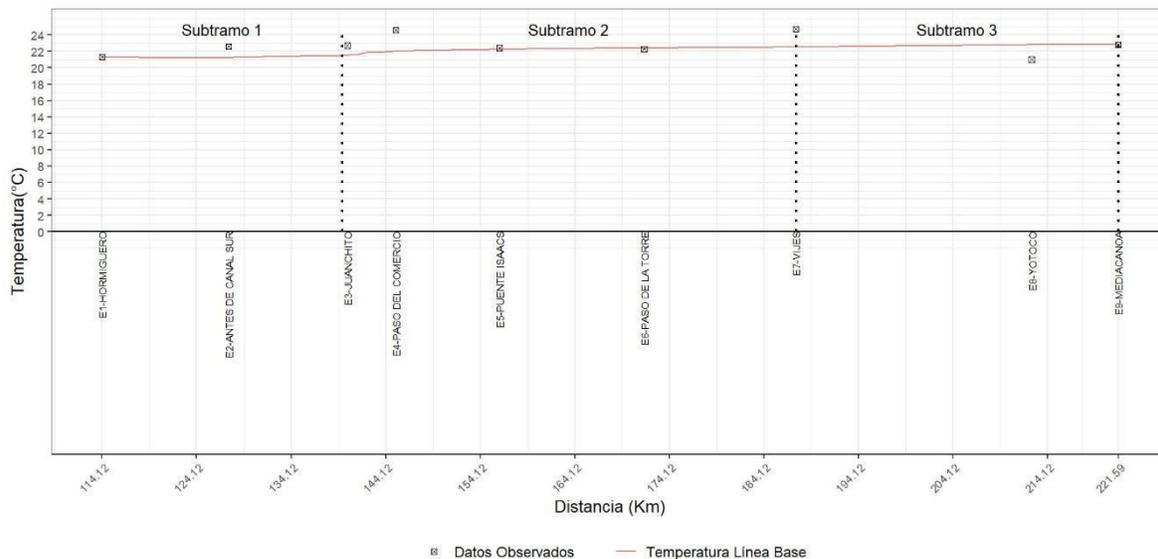


Figura 13. Temperatura (°C).

Una vez realizada la calibración automática preliminar y además el ajuste manual de los valores de calidad para las descargas difusas, se inicia el proceso de calibración automática del componente de calidad. En las siguientes figuras se muestran los resultados obtenidos para: OD (Figura 14), DBO₅ (Figura 15), SST (Figura 16), pH (Figura 17), Coliformes fecales (Figura 18), NO₃ (Figura 19). En general se considera que las variables calibradas están ajustadas y que los resultados del modelo son representativos del comportamiento de la calidad del tramo II del río Cauca.

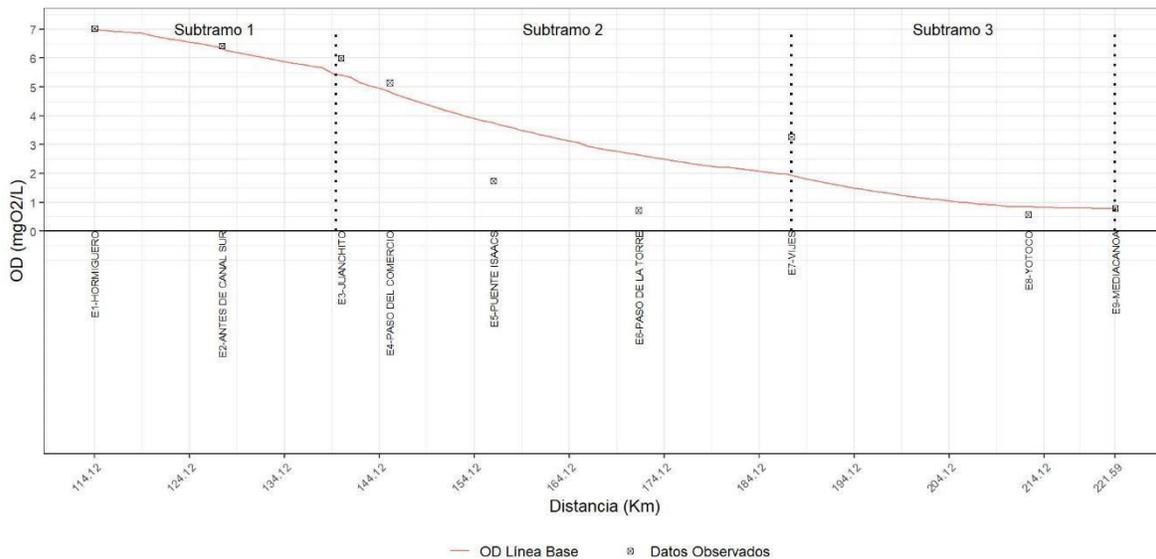


Figura 14. Oxígeno disuelto (mg/L).

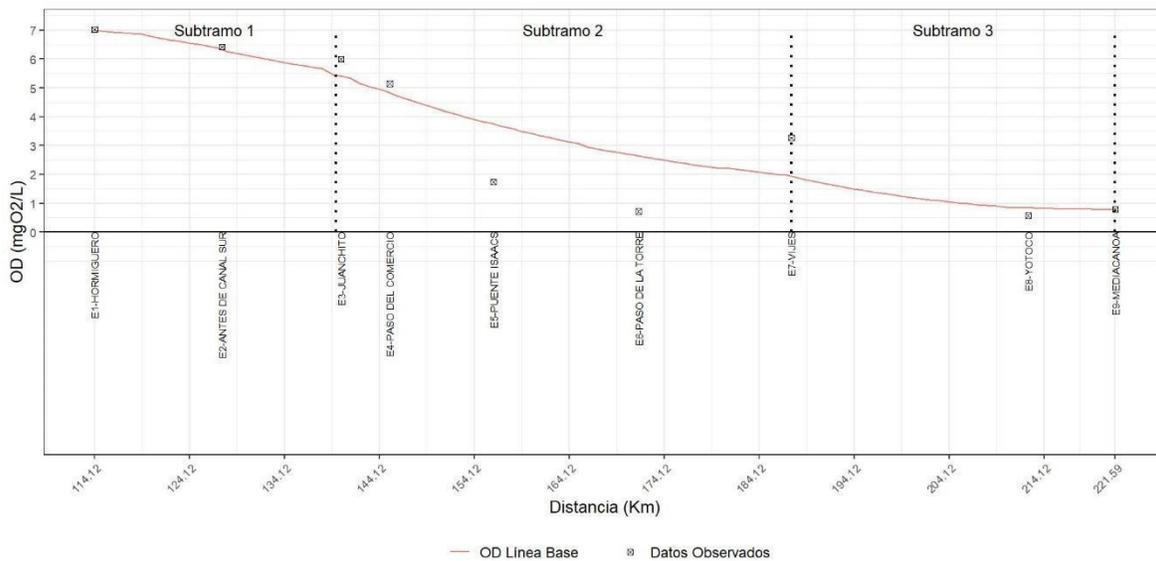


Figura 15. OD (mg/L).

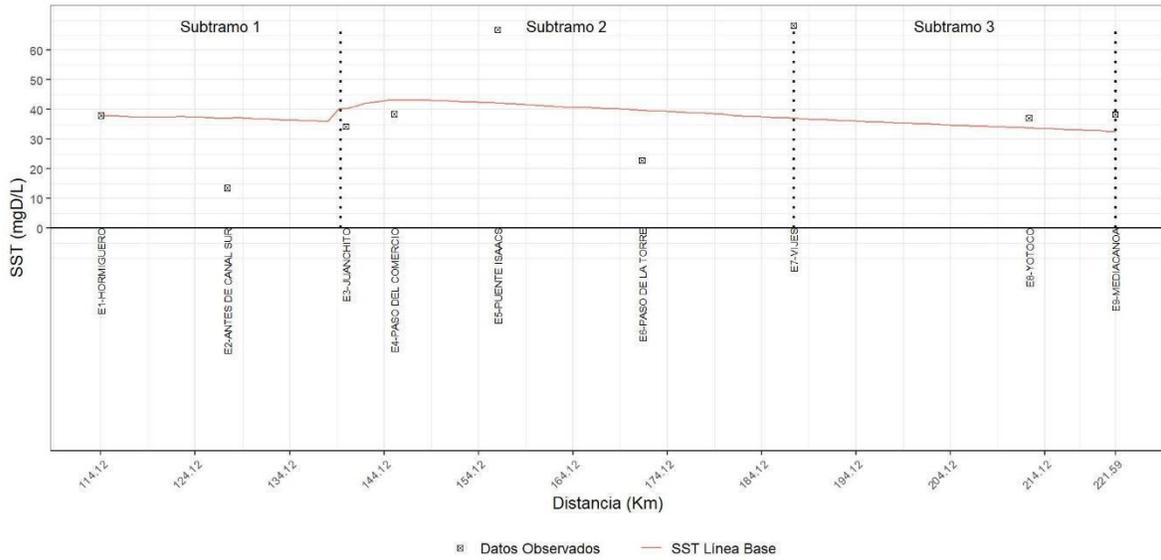


Figura 16. SST (mg/L).

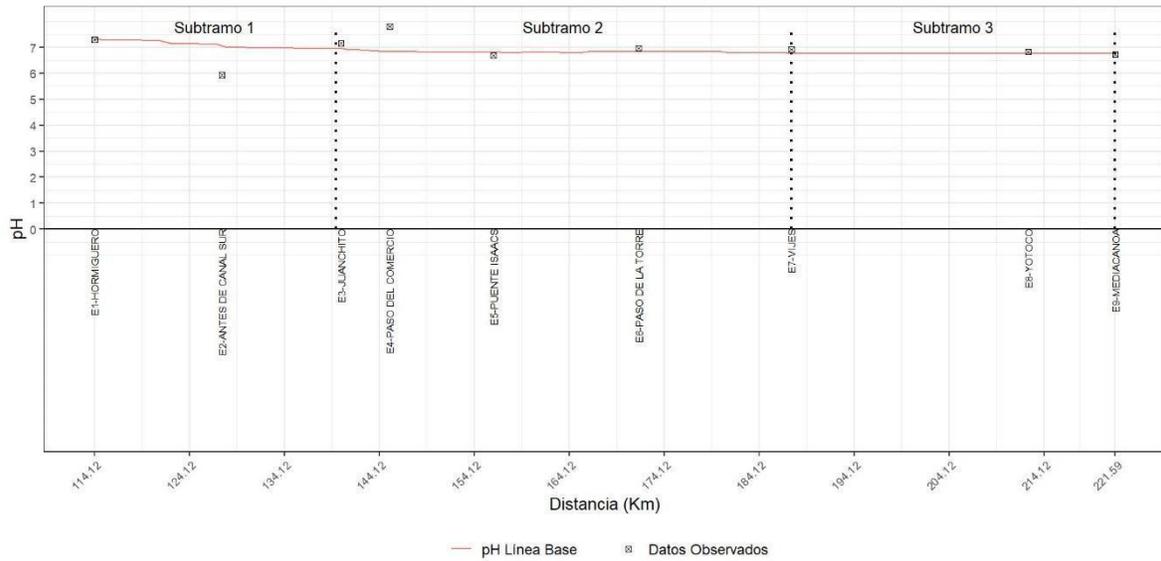


Figura 17. pH (UpH).

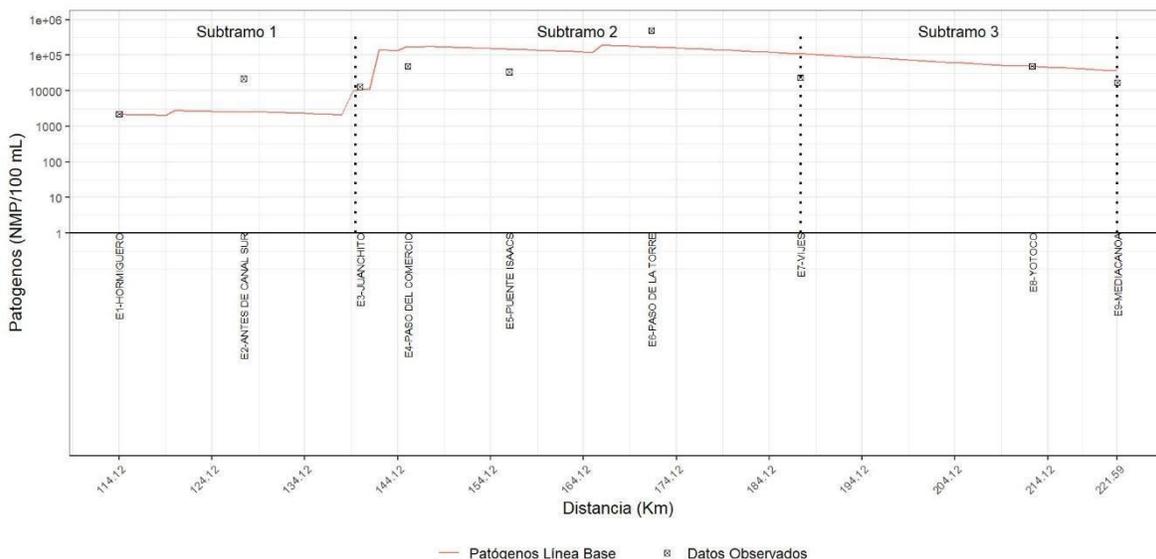


Figura 18. Coliformes fecales (NMP/100mL)

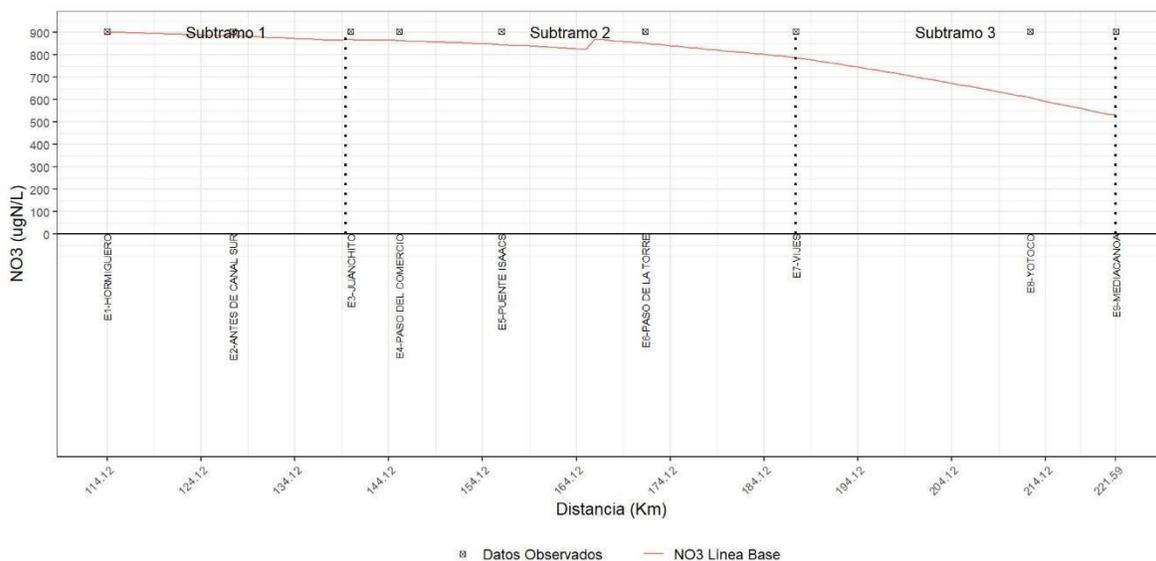


Figura 19. NO₃ (µg/L)

La validación del modelo busca garantizar que los resultados obtenidos del modelo calibrado para una campaña específica puedan reproducir confiablemente el comportamiento de la calidad del agua en una campaña distinta. Es decir, este proceso busca comprobar la capacidad predictiva del modelo. Para realizar este proceso de validación del modelo se utilizaron los datos registrados en campo y laboratorio durante la segunda campaña de monitoreo del Río Cauca en el Tramo II.

En general, se observa un buen ajuste del modelo en cuanto a la representación de las tendencias y los valores empleados para el conjunto de datos de validación. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para las principales variables de calidad analizadas por el método gráfico.

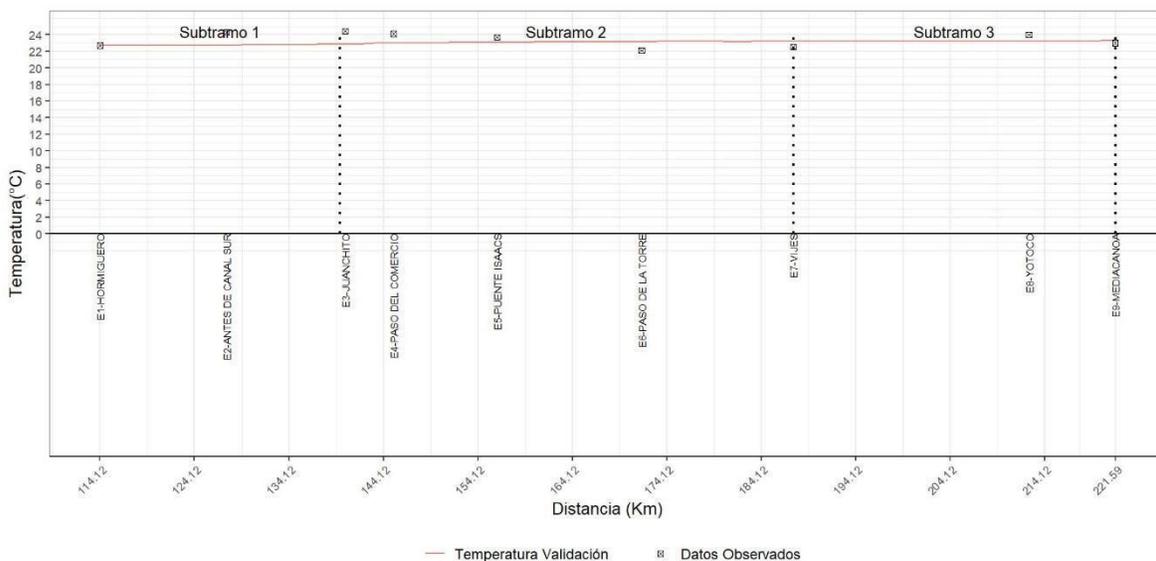


Figura 20. Temperatura (°C).

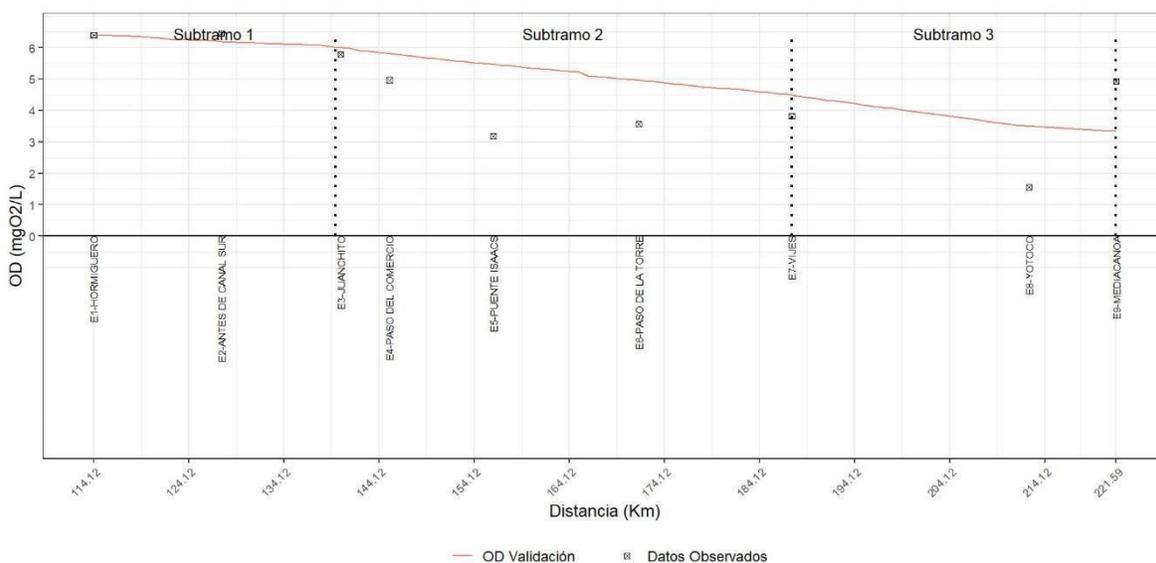


Figura 21. Oxígeno disuelto (mg/l).

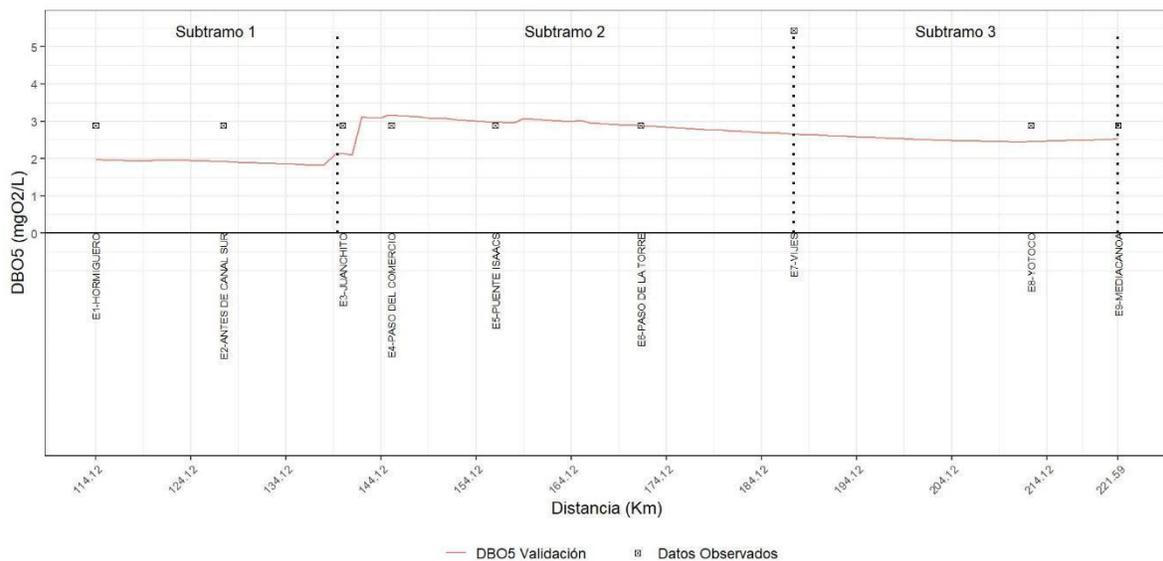


Figura 22. DBO₅ (mg/l).

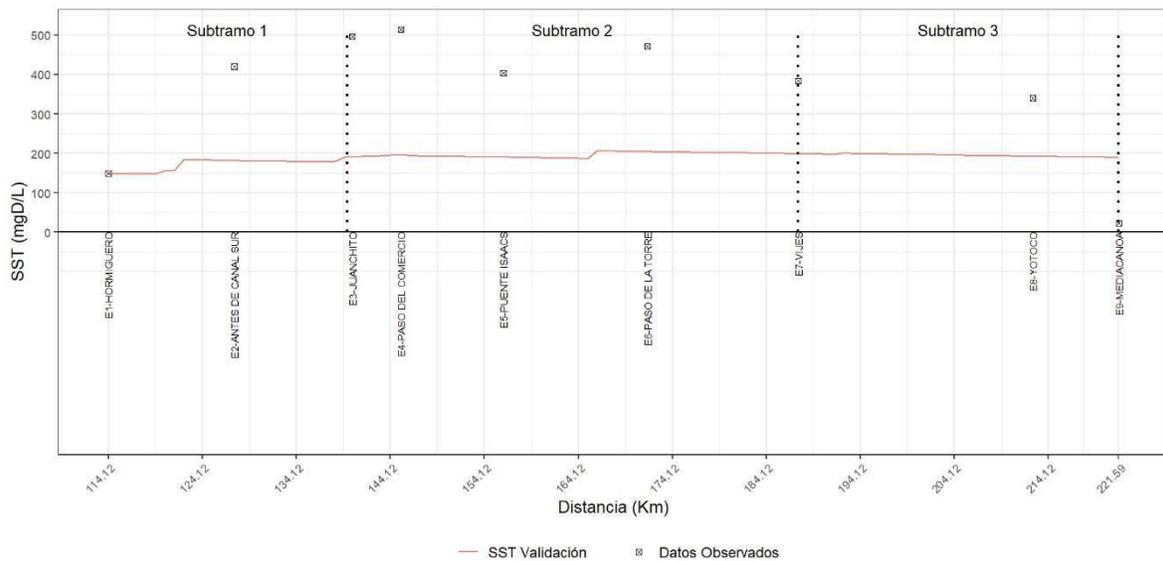


Figura 23. SST (mg/l).

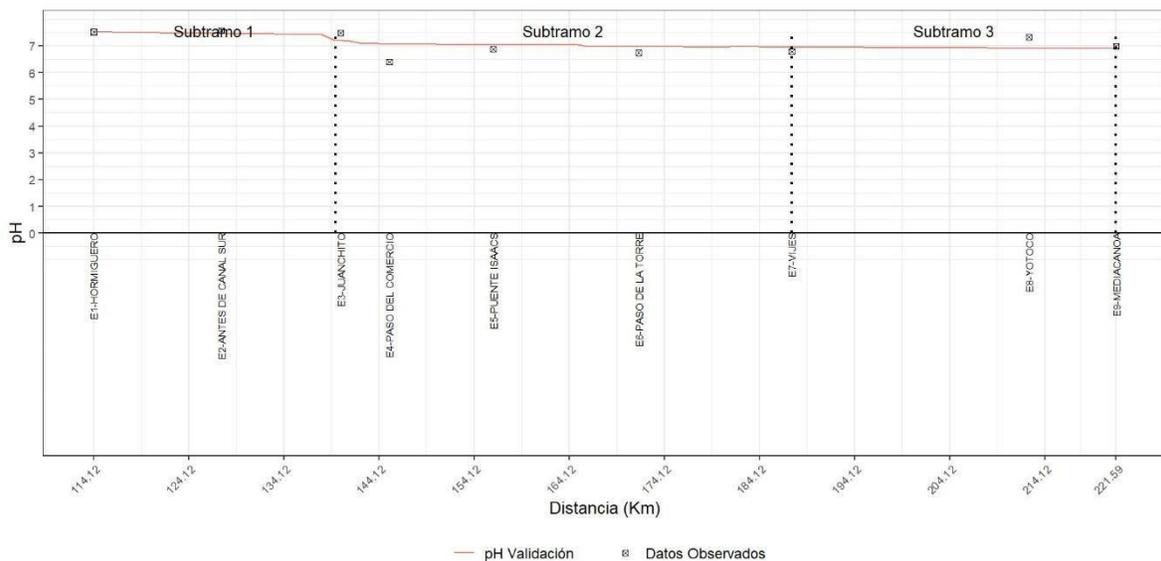


Figura 24. pH (UpH).

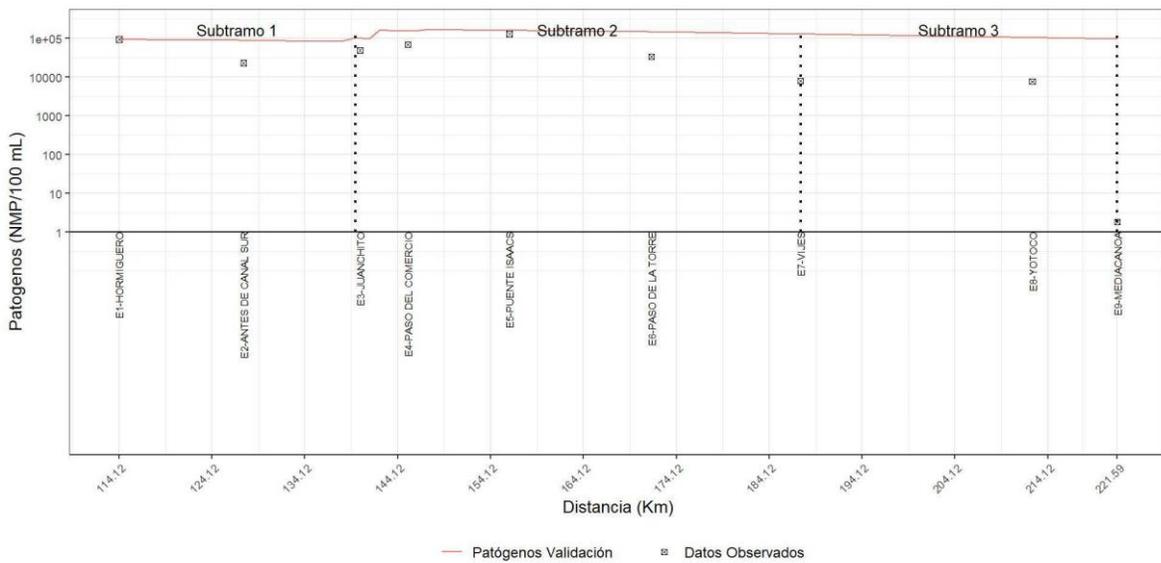


Figura 25. Coliformes fecales (NMP/100ml)

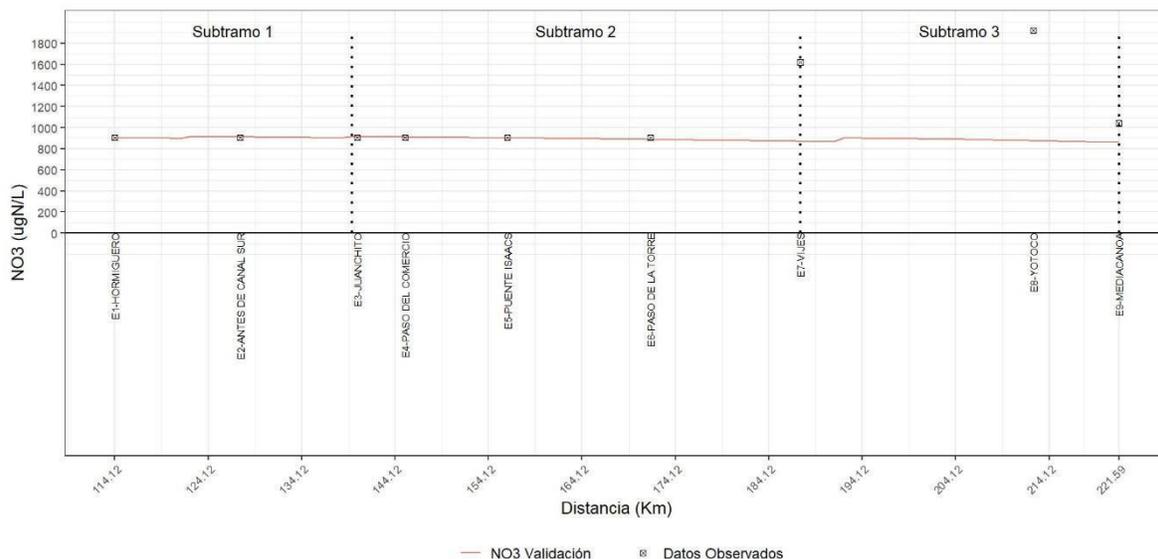


Figura 26. NO₃ (µg/l)

4.2.7. Análisis de sensibilidad e incertidumbre

El análisis de sensibilidad en un modelo permite conocer los efectos de variaciones en los valores de los parámetros sobre las variables de estado, con respecto a un valor considerado como óptimo, el cual presenta del mejor valor de una función objetivo de bondad de ajuste. Para el caso de la modelación de calidad del agua en una corriente con el modelo QUAL2Kw, se cuenta con un algoritmo genético de calibración automática (PIKAIA), que permite encontrar una combinación adecuada de valores paramétricos (constantes cinéticas) a través de mecanismos de reproducción, combinación y mutación entre conjuntos de valores (poblaciones), durante varias generaciones, buscando maximizar una función objetivo. Según Vera (2007), esta es una herramienta computacional eficiente de optimización matemática utilizada por el modelo QUAL2Kw para realizar la calibración de las variables cinéticas que intervienen en los diferentes procesos simulados. De acuerdo con lo anterior, el conjunto de combinaciones paramétricas resultante de la calibración automática con su correspondiente valor de función objetivo permite realizar a posteriori el análisis de sensibilidad e incertidumbre.

Antes de correr el algoritmo genético de calibración automática se acotó el espacio de soluciones posibles para los parámetros K_{dc} , K_{path} y V_{ss} (tasa de oxidación de la DBO carbonácea rápida, tasa de decaimiento de patógenos y velocidad de sedimentación de los sólidos en suspensión, respectivamente), con el fin de aumentar la probabilidad de convergencia del algoritmo con el número de generaciones configurado en 50, y por consiguiente, reducir la probabilidad

de que el algoritmo caiga en zonas de máximos locales. Estos parámetros se priorizaron para la realización del análisis de sensibilidad por ser los más influyentes en el comportamiento de las principales variables de estado, en función de los usos del recurso hídrico (Anexo 9).

Así, los rangos acotados se construyeron con base en las características de calidad de la corriente, experiencias previas y observación de los resultados de corridas preliminares de la simulación. Para el caso de la K_{dc} se tomó el rango entre 0 y 5 d^{-1} , el cual se ajusta a las características de la corriente con respecto a la poca disponibilidad de materia orgánica que se encontró en el río con valores cercanos al límite de cuantificación en algunos puntos de monitoreo. Para la V_{ss} , se poca variabilidad con valores ajustados en el rango entre 0 y 2 m d^{-1} , lo cual coincide con los valores sugeridos por Pelletier & Chapra (2008), mientras que para la K_{path} se realizaron corridas preliminares del modelo con diferentes valores encontrando que los mejores ajustes se lograron con valores para toda la corriente entre 0 y 5 d^{-1} .

4.2.8. Formulación y simulación de escenarios

Para estos componentes, fueron propuestos diversos escenarios de simulación de calidad, que combinaron diferentes acciones preventivas y correctivas para el control de la contaminación aportada a las corrientes por actividades antrópicas, y variaciones en las condiciones hidrológicas.

Según MADS (2018) a través de la simulación de escenarios con base en el modelo de simulación de calidad calibrado y validado es posible simular el posible efecto de la reducción de la carga contaminante vertida a un cuerpo de agua, analizar impactos de vertimientos futuros, o estimar las variaciones en la capacidad de asimilación del cuerpo de agua ante diferentes eventos hidrológicos.

Se tuvieron en cuenta acciones como la gestión de los aportes de contaminantes (principalmente materia orgánica y fecal), las metas en términos de ordenamiento del recurso hídrico de algunos tributarios con objetivos de calidad vigentes, Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, entre otros).

En total se simularon doce escenarios en el tramo simulado, partiendo por la línea base (modelo calibrado con datos correspondientes a caudal más bajo entre los encontrados en las campañas de monitoreo realizadas). Cabe aclarar que por tratarse del primer tributario aportante de carga contaminante representativo y que, para la primera campaña de monitoreo presentó valores atípicos de concentración orgánica (posiblemente asociados a un pulso de contaminación), para la formulación de los escenarios que involucran acciones

de gestión y/o saneamiento se utilizó una concentración de DBO de 34,45 mg/L en el tributario Zanjón Oscuro, correspondiente a la mediana de los datos históricos de los últimos 10 años. En las siguientes tablas se describen los escenarios planteados. El caudal de referencia para la generación de los escenarios es de 130 m³/s en la estación de referencia Puerto Mallarino.

Las condiciones definidas para cada uno de los doce escenarios modelados se presentan en el Anexo 10 , donde se especifican los caudales de referencia, reducciones de carga contaminante y demás consideraciones incluidas en el modelo.

4.2.8.1. Resultados de los escenarios proyectados al corto plazo

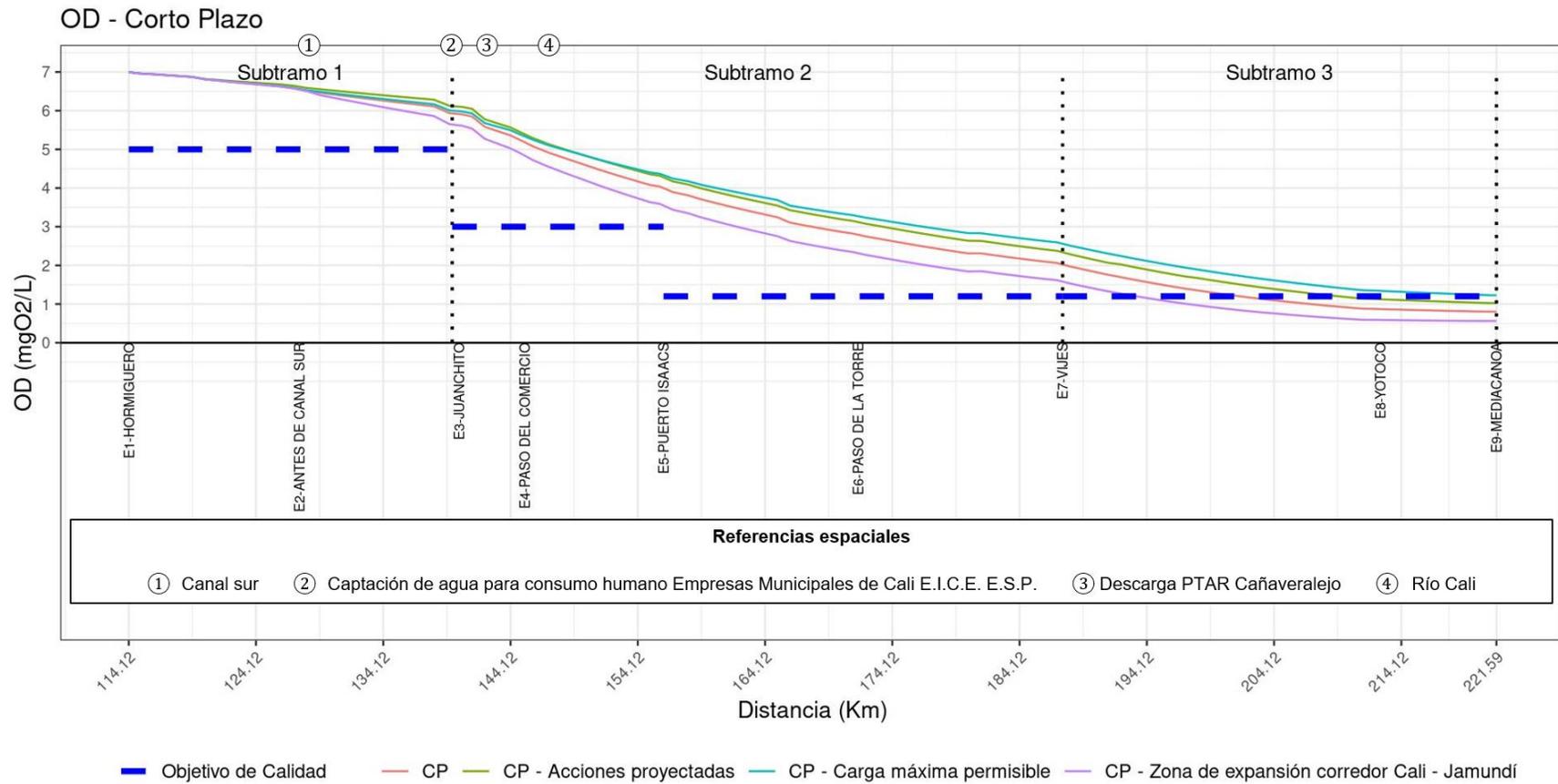


Figura 27. OD (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo

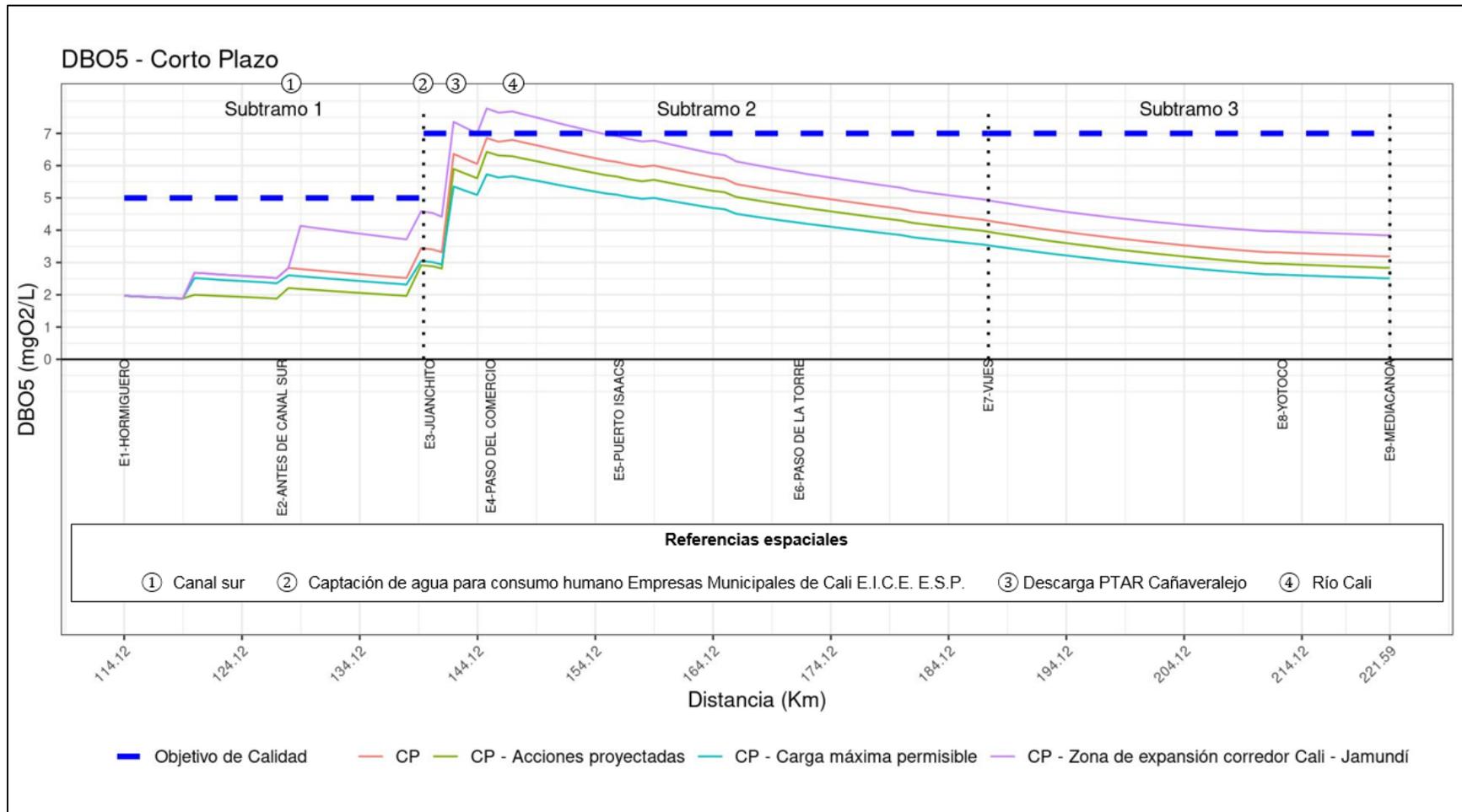


Figura 28. DBO₅ (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo

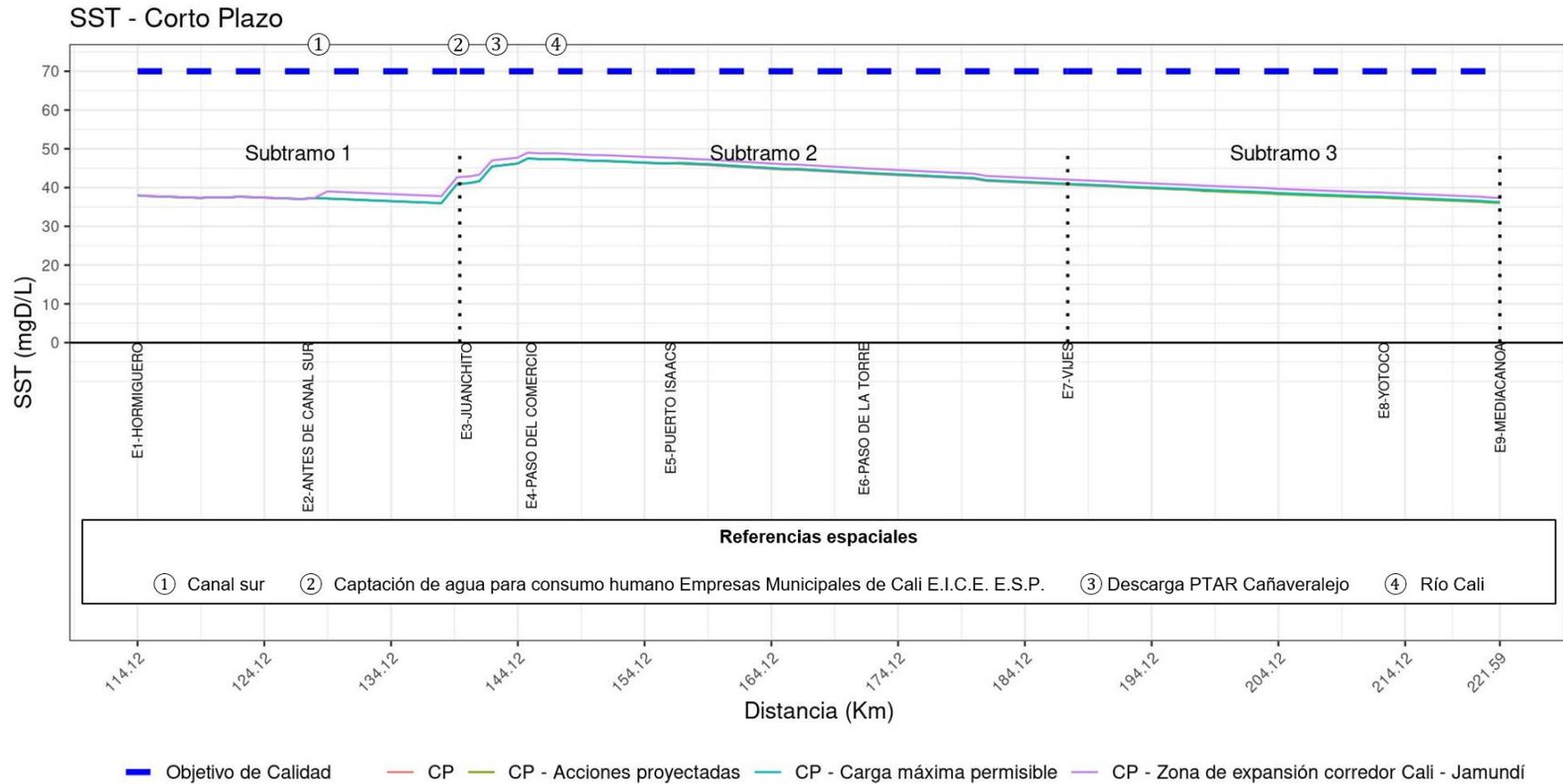


Figura 29. SST (mg/l) - Escenarios proyectados al corto plazo

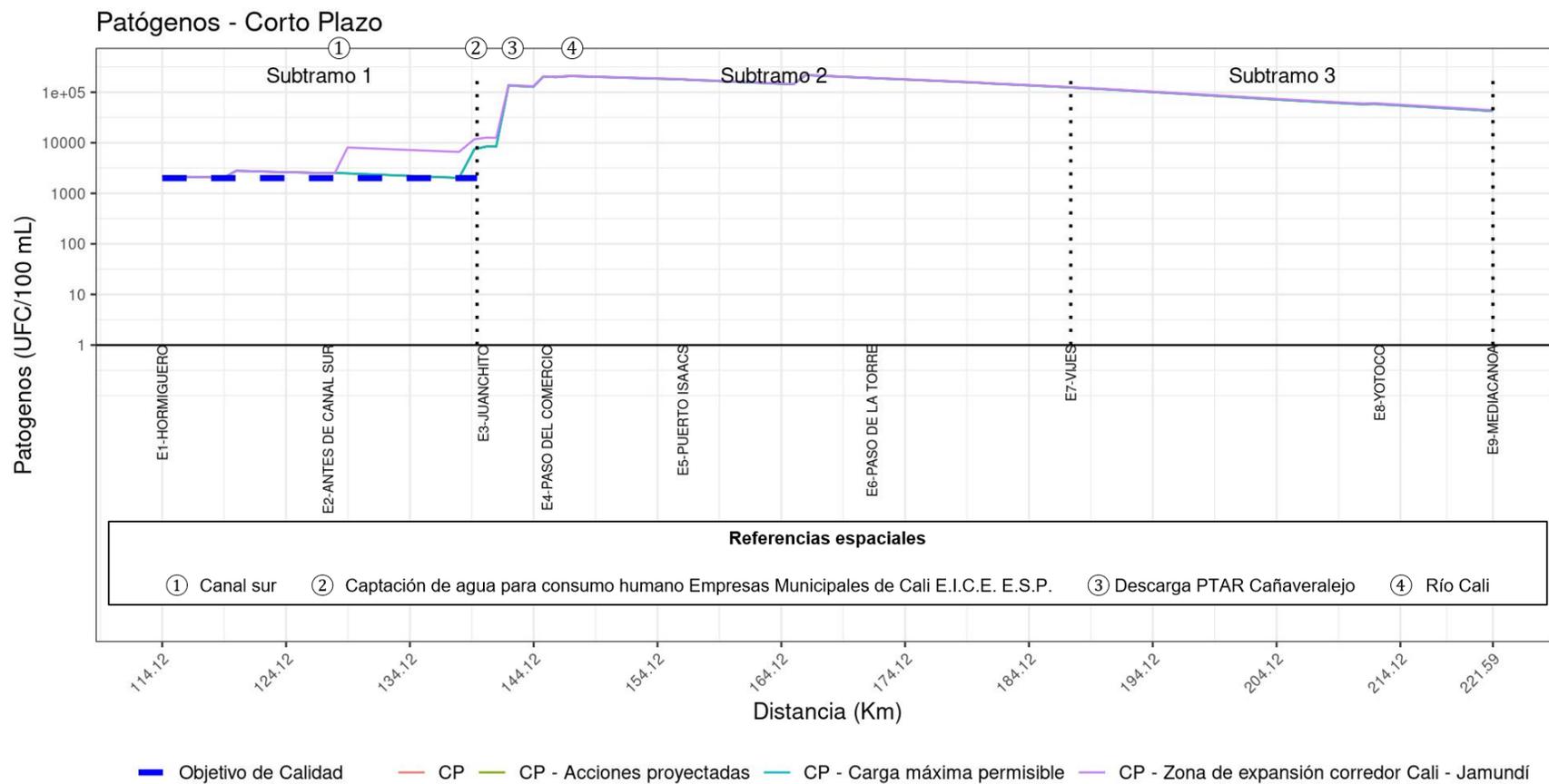


Figura 30. Patógenos (NMP/100 ml) - Escenarios proyectados al corto plazo

4.2.8.2. Resultados de los escenarios proyectados al mediano plazo

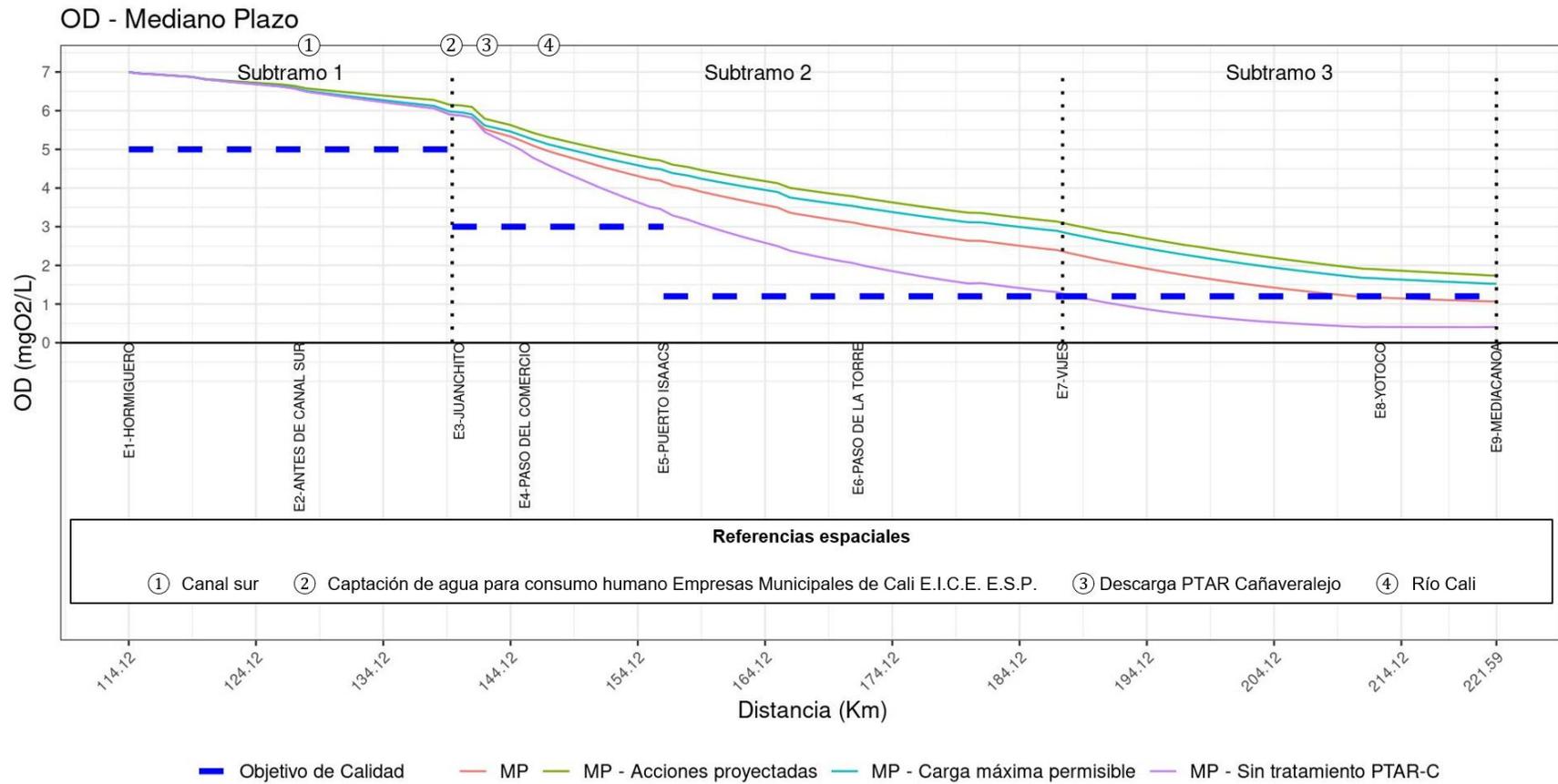


Figura 31. OD (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo

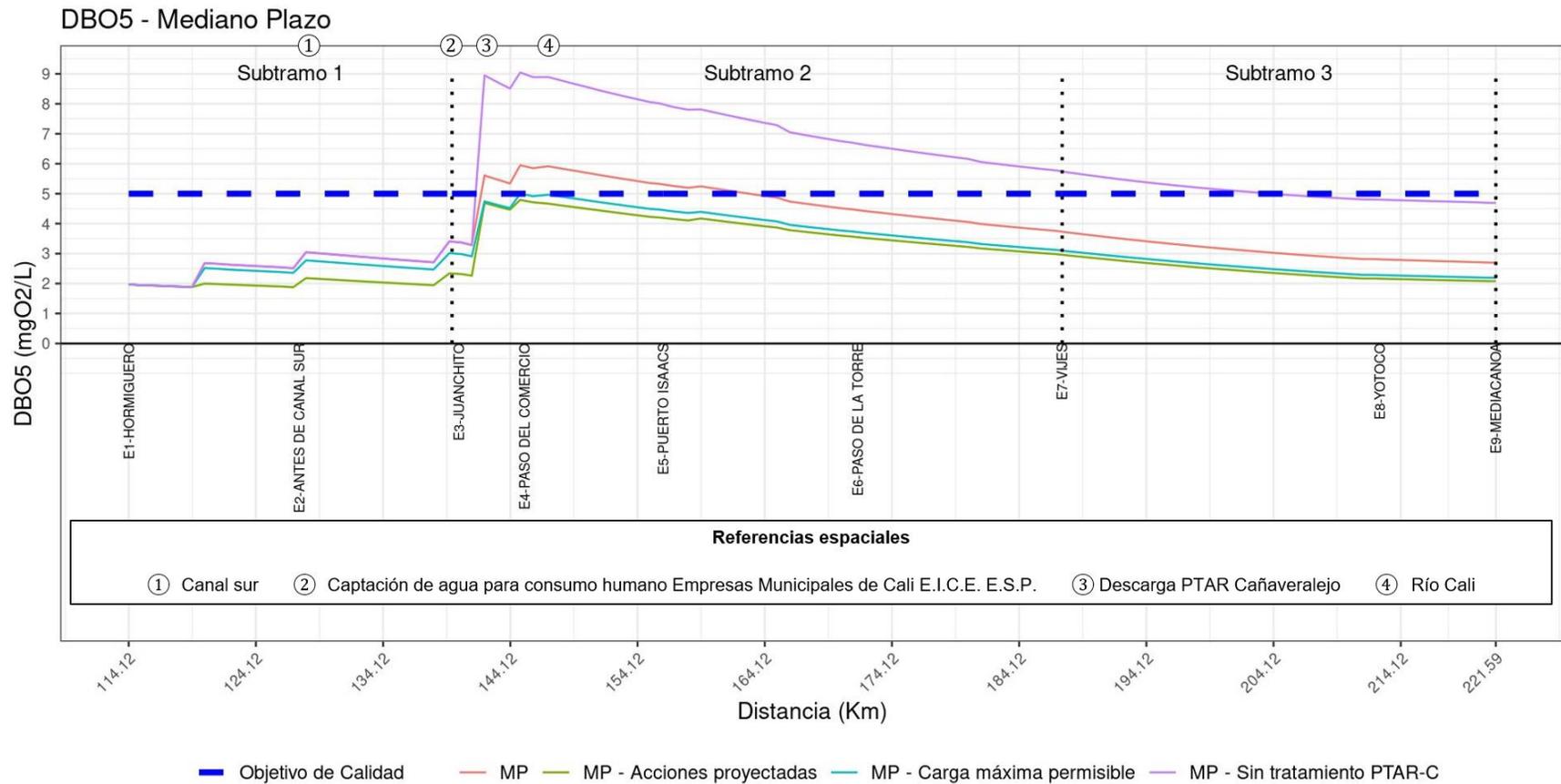


Figura 32. DBO₅ (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo

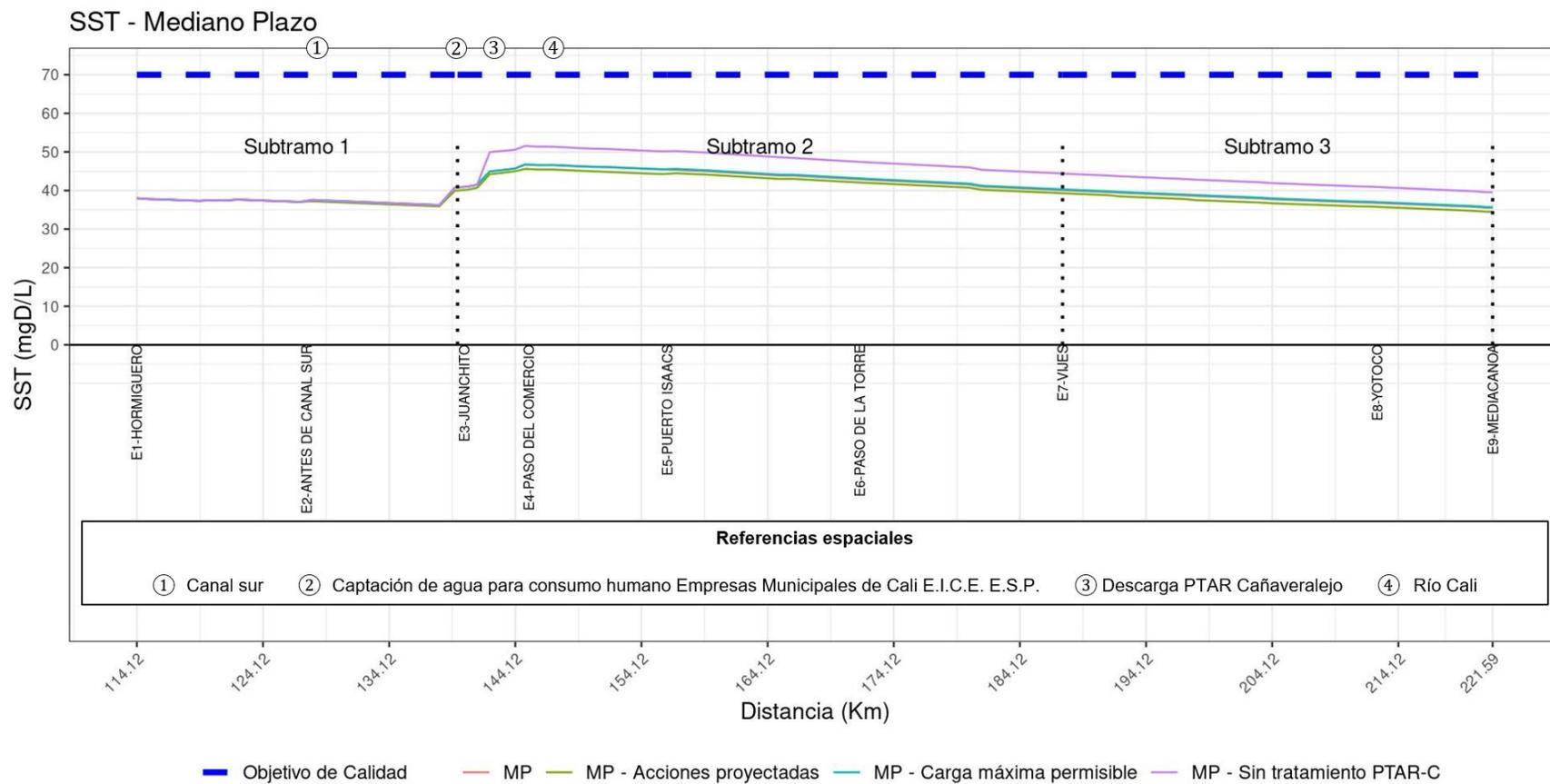


Figura 33. SST (mg/L) - Escenarios proyectados al mediano plazo

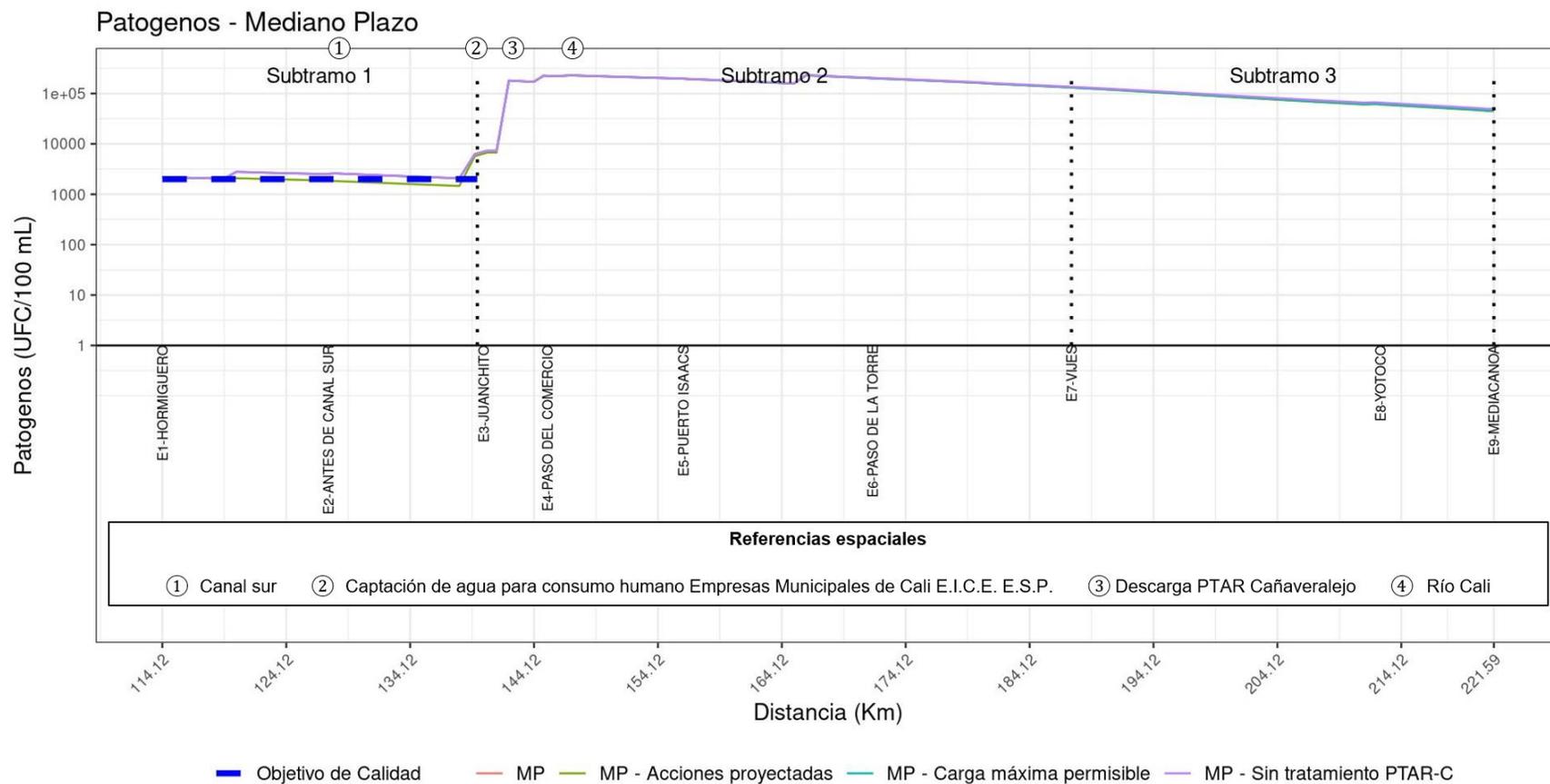


Figura 34. Patógenos (NMP/100 mL) - Escenarios proyectados al mediano plazo

4.2.8.3. Escenarios proyectados al largo plazo

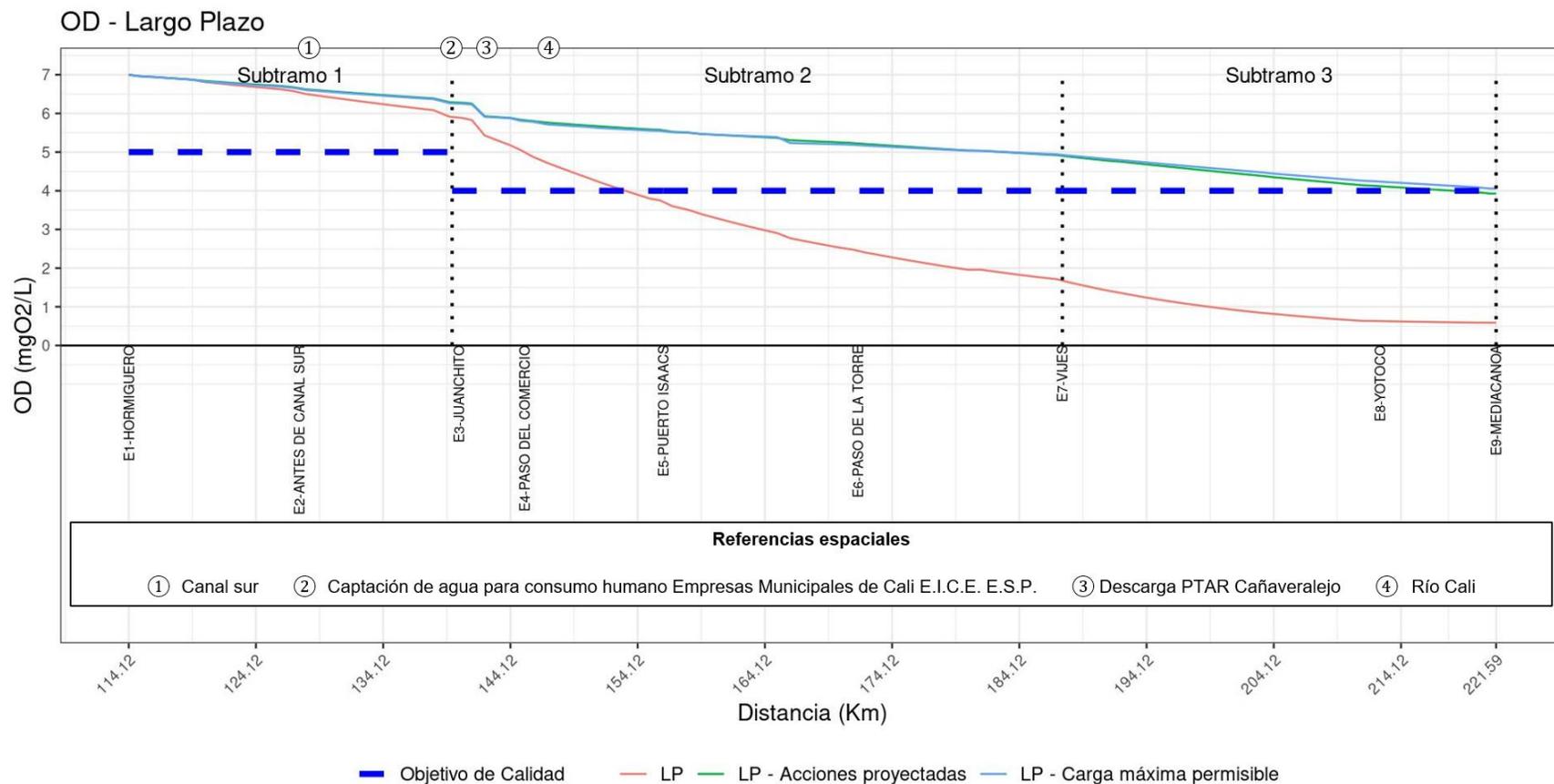


Figura 35. OD (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo

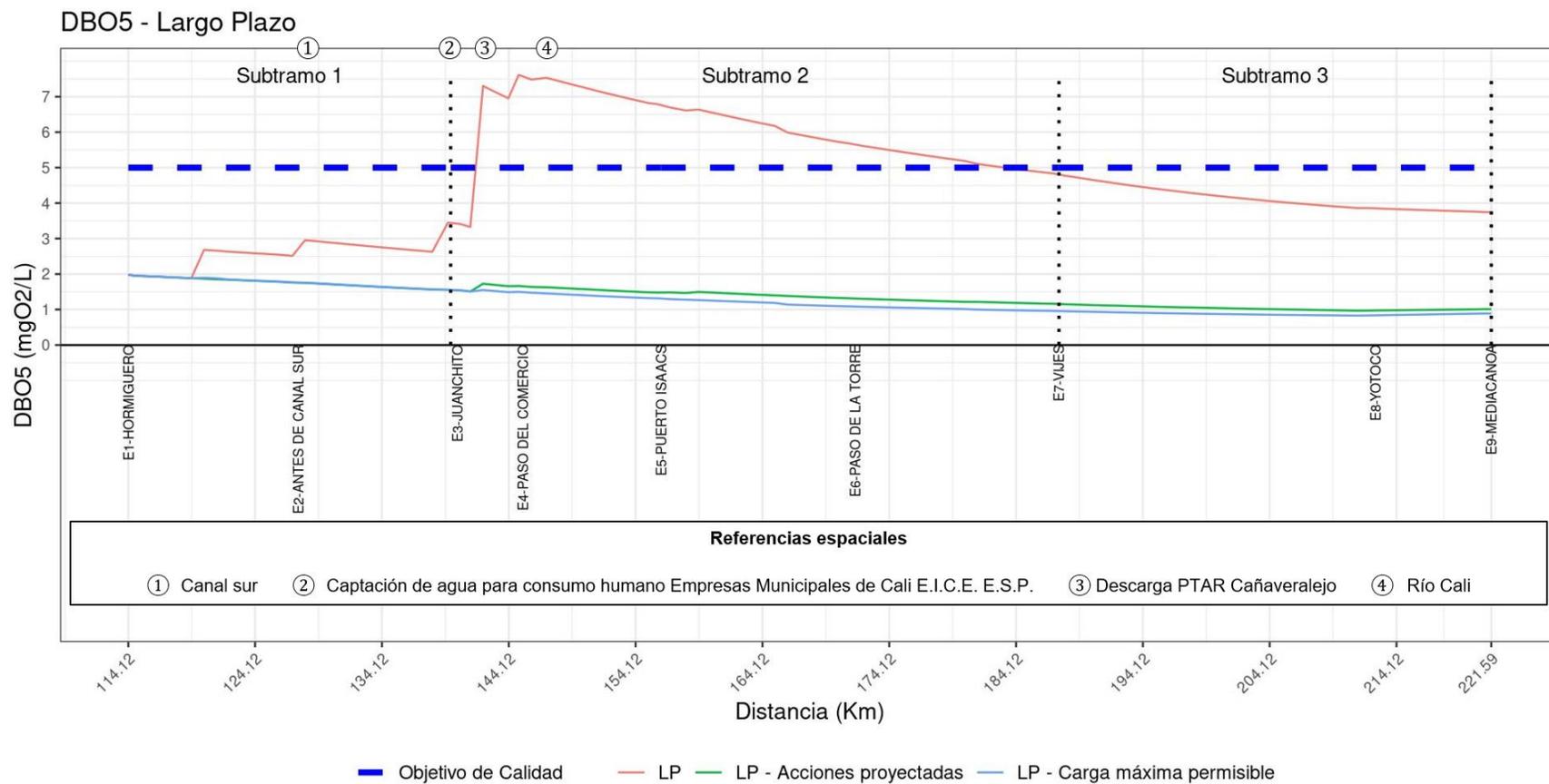


Figura 36. DBO₅ (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo

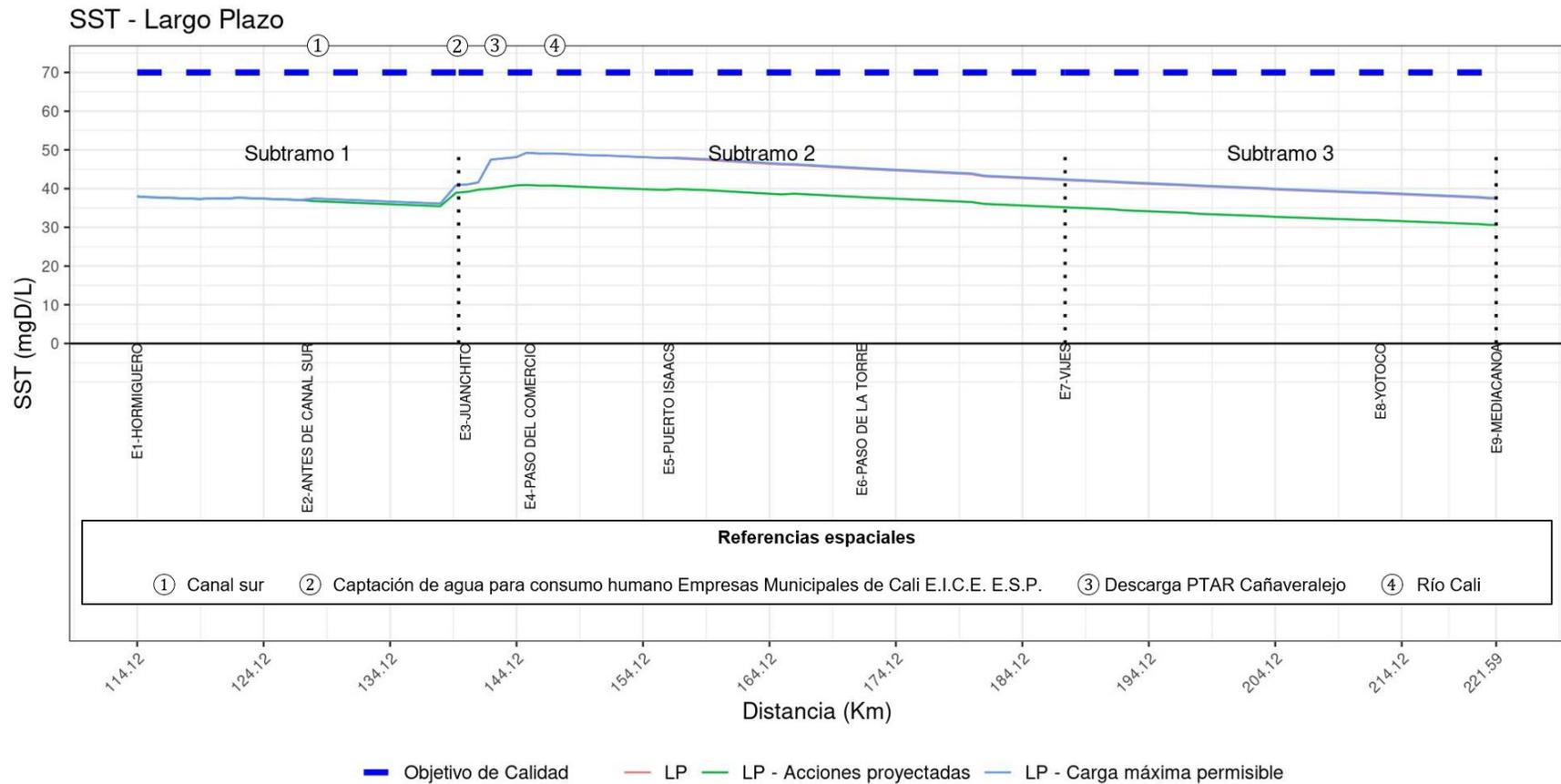


Figura 37. SST (mg/L) - Escenarios proyectados al largo plazo

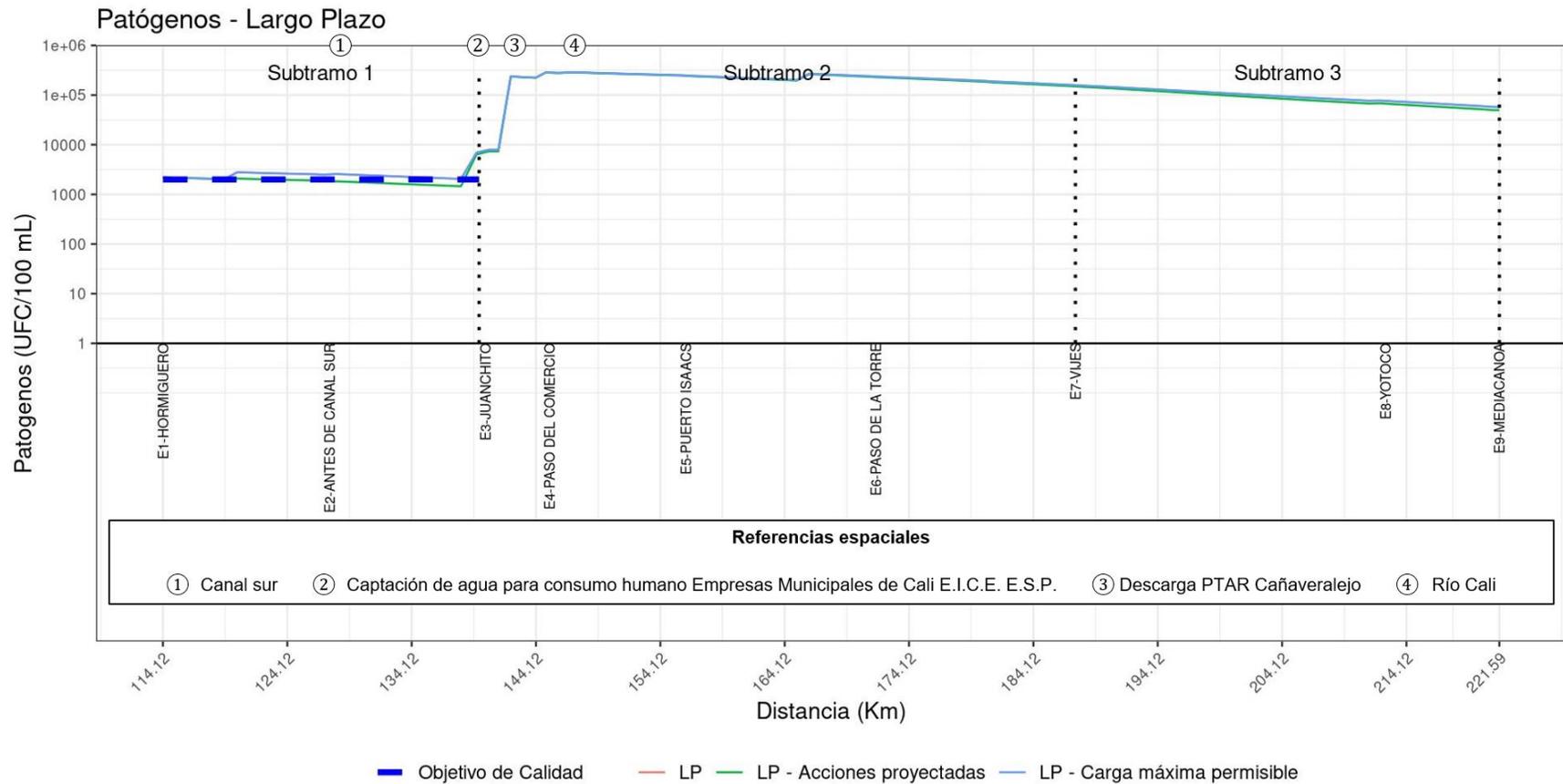


Figura 38. Patógenos (NMP/100 mL) - Escenarios proyectados al largo plazo

4.3. Tramos y usos potenciales del recurso hídrico

A partir de los resultados del estudio realizado con la Universidad Tecnológica de Pereira, se presenta la propuesta de usos potenciales, para el corto, mediano y largo plazo, definidos a partir de los usos actuales, considerando las características físicas, químicas, microbiológicas, entorno geográfico, valor escénico y paisajístico, las actividades económicas, las normas de calidad, mapa de cobertura, usos del suelo definidos en los Planes de Ordenamiento Territorial, clasificación y usos del agua estipulados en la normativa, instrumentos de ordenamiento del recurso hídrico, Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas-SINAP, Áreas de especial importancia ecosistémica y demás aspectos de la realidad regional.

El análisis de esta información conlleva a ratificar lo dispuesto en la Resolución 686 de 2006 con relación a los tramos I y III y sus usos potenciales definidos. Adicionalmente, surge la necesidad de subdividir el tramo II del río Cauca como se describen a continuación:

Tabla 27. Definición de tramos IIA, IIB Y IIC.

Tramo	Referencia
IIA	Desde estación Hormiguero hasta la captación Puerto Mallarino de la Empresa Municipal de Cali E.I.C.E. E.S.P
IIB	Desde la captación Puerto Mallarino de la Empresa Municipal de Cali E.I.C. E.S.P hasta la estación Vijes. Este subtramo cuenta con un punto de control, localizado en la estación Puerto Isaacs.
IIC	Desde la estación Vijes hasta la estación Mediacanoa

En el tramo IIA los usos del recurso hídrico actuales corresponden a la extracción de material de arrastre, lo que implica un uso de contacto secundario debido al método empleado para el desarrollo de la actividad; pesca artesanal, consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, y pese a que el uso no se encuentra dentro del actual marco normativo, el tramo también es usado como receptor de vertimientos indirectos de agua residual doméstica y no doméstica que llegan a través de Zanjón Oscuro y el Canal Sur.

En el tramo IIB los usos actuales son: industrial, agrícola, extracción de material de arrastre bajo las mismas condiciones del tramo IIA, pesca artesanal y recibe y transporta aguas residuales provenientes de vertimientos directos e indirectos del sistema de alcantarillado del casco urbano del municipio de Santiago de Cali y Yumbo y del sector industrial de ambos municipios.

Finalmente, en el tramo IIC los usos del recurso hídrico corresponden a la extracción de material de arrastre, pesca artesanal, preservación de fauna y

flora y transporte, dilución y asimilación. Es importante resaltar que en este subtramo (por la margen izquierda en el municipio de Yotoco y por la margen derecha en los municipios de Guacarí y Guadalajara de Buga) se localiza el complejo de Humedales del Alto Río Cauca Asociado a la Laguna de Sonso (Designación RAMSAR) y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Laguna de Sonso o del Chircal, los cuales dentro de sus objetos de conservación tienen la regulación del caudal del río Cauca, restaurar y conectar las coberturas vegetales asociadas a los humedales, al río Cauca y a sus tributarios.

Una vez identificados los usos actuales del agua, se procedió a identificar los usos preponderantes, a partir de los cuales se definieron los usos potenciales de los tres tramos del río Cauca (Tabla 28).

Tramo I. Posterior a la evaluación de la variación temporal y longitudinal de la calidad del agua y el índice de calidad del agua – ICAUCA, se establecieron los usos del agua definidos en la Resolución CVC No. 0686 de 2006, al no presentarse variación significativa en los parámetros analizados, por lo anterior, los usos preponderantes para el tramo I son Recreativo de Contacto Secundario y Preservación de Flora y Fauna.

Tramo IIA. El uso preponderante corresponde a consumo humano y doméstico con tratamiento convencional. De acuerdo con la información proporcionada por las Empresas Municipales de Cali - EMCALI no se tiene proyectada una fuente alterna de abastecimiento, por el contrario, EMCALI y la Alcaldía del Distrito pusieron en marcha la implementación del primer módulo piloto del Proyecto de filtración del lecho del río Cauca, agua más limpia para Cali. Este uso genera restricciones en el manejo de los vertimientos de la zona de expansión urbana de Santiago de Cali (corredor Cali – Jamundí) y los generados a través del canal Sur.

Cabe resaltar que la CVC y DAGMA, mediante las Resoluciones N° 1225, 1226 y 1227 de 2019, adoptaron los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) de los Ríos Meléndez, Lili y Cañaveralejo respectivamente, en donde se establecieron los objetivos de calidad para dichas corrientes, los cuales están direccionados al saneamiento de estas y del canal Sur, donde confluyen.

Así mismo se destaca que el uso actual y potencial del tramo corresponde a consumo humano y doméstico, razón por la cual, las acciones planteadas, deben estar dirigidas al cumplimiento inmediato (los vertimientos deben ser restringidos únicamente a aquellos que cumplan con nivel de tratamiento terciario con desinfección). Lo anterior incluye vertimientos centralizados a través de sistemas de alcantarillado municipal (Proyecto PTAR Sur) y los demás que puedan darse de forma independiente.

Tramo IIB. Los usos preponderantes de este tramo corresponden al industrial y al agrícola sin restricción; sin embargo, como ya se expuso, el tramo IIB es el receptor de los aportes de ARD y ARnD de los cascos urbanos de Santiago de Cali y Yumbo, que llegan de manera directa o indirecta a través de los tributarios (río Cali, río Arroyohondo y río Yumbo). CVC mediante las Resoluciones N° 1234 y 1235 de 2019, adoptó los PORH para los ríos Arroyohondo y Yumbo respectivamente, en donde se establecieron los objetivos de calidad para dichas corrientes, los cuales, en el último tramo, están direccionados al uso industrial para el primero y uso agrícola para el segundo. Así mismo, se tiene contemplada la construcción y puesta en marcha de la PTAR de Yumbo, donde se tratarán los vertimientos del sector industrial localizado entre el río Cali y el canal Cercar y 23 barrios del casco urbano municipal.

Tramo IIC. Bajo las figuras de conservación en que se encuentran las riberas del tramo, el uso preponderante del tramo IIC es la preservación de fauna y flora.

Tramo III. Posterior a la evaluación de la variación temporal y longitudinal de la calidad del agua y el índice de calidad del agua – ICAUCA, se establecieron los usos del agua definidos en la Resolución CVC No. 0686 de 2006, al no presentarse variación significativa en los parámetros analizados, por lo anterior, los usos preponderantes para el tramo III son Agrícola y Preservación de Flora y Fauna.

A continuación, se presentan los tramos y usos potenciales del recurso hídrico definidos para la cuenca del río Cauca en el tramo que discurre en el departamento del Valle del Cauca.

Tabla 28. Usos potenciales del recurso hídrico cuenca del río Cauca

Tramo		Coordenadas ³				Uso potencial
		Inicio del tramo		Fin del tramo		
		X	Y	X	Y	
I	Desde: Antes de Timba - Hasta: Puente Hormiguero	832605,28	1048396,05	856893,04	1066717,62	Recreativo ¹ , Preservación de flora y fauna
II A	Desde: Puente Hormiguero - Hasta: Bocatoma de EMCALI	856893,04	1066717,62	872845,00	1066927,00	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional
II B	Desde: Bocatoma de EMCALI - Hasta: Estación Vijes	872845,00	1066927,00	903930,19	1074228,09	Estético

Tramo		Coordenadas ³				Uso potencial
		Inicio del tramo		Fin del tramo		
		X	Y	X	Y	
II C	Desde: Estación Vijos - Hasta: Estación Mediacanoa	903930,19	1074228,09	922044,29	1080910,42	Agrícola ² , Preservación de flora y fauna
III	Desde: Estación Mediacanoa - Hasta: Puente La Virginia	922044,29	1080910,42	1031956,45	1133952,06	Agrícola ² , Preservación de flora y fauna

Notas de la tabla: (1) De contacto secundario de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.2.7 del Decreto 1076 de 2015 (2) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (3) Sistema de referencia MAGNA SIRGAS Oeste.

4.4. Propuesta de objetivos y criterios de calidad del agua para el río Cauca

De acuerdo con el análisis histórico de la variación de los parámetros de interés para las estaciones de monitoreo de calidad del agua de la CVC, los resultados de la modelación de calidad del agua y los escenarios expuestos en el presente documento, se plantean los objetivos de calidad del agua, las estaciones de seguimiento y control al cumplimiento de los objetivos, para la cuenca del río Cauca, en el tramo que discurre por el Valle del Cauca, con el fin para garantizar las condiciones necesarias de calidad del agua y el logro de los usos potenciales definidos.

Tabla 29. Objetivos de calidad para el tramo I de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
I Desde: Antes de Timba - Hasta: Puente Hormiguero	Recreativo ¹ , Preservación de flora y fauna	Puente Hormiguero	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥5,0	≥5,0	≥5,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			SST	(mg/L)	≤120,0	≤100,0	≤70,0
			Coliformes totales	(NMP/100ml)	≤5.000	≤5.000	≤5.000
			Coliformes fecales	(NMP/100ml)	≤1.000	≤1.000	≤1.000
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00			

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
			Temperatura	(°C)	≤24,0	≤24,0	≤24,0
			Tensoactivos (Sustancias activas de azul de metileno)	(mg/L)	≤0,5	≤0,5	≤0,5
			Compuestos Fenólicos	Fenol	≤0,002	≤0,002	≤0,002

Notas de la tabla: (1) De contacto secundario de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.2.7 del Decreto 1076 de 2015.
(2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo.

Tabla 30. Objetivos de calidad para el tramo II de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
IIA Desde: Puente Hormiguero - Hasta: Bocatoma de EMCALI	Consumo humano y doméstico con tratamiento convencional	Juanchito	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥5,0	≥5,0	≥5,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			NO ₃	(mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00
			SST	(mg/L)	≤120,0	≤100,0	≤70,0
			Temperatura	(°C)	≤26,0	≤26,0	≤26,0
			Coliformes fecales	(NMP/100ml)	≤2.000,0	≤2.000,0	≤2.000,0
			Coliformes totales	(NMP/100ml)	≤20.000,0	≤20.000,0	≤20.000,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			NO ₂	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			N (Amoniac)	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			As (Arsénico)	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Ba	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			Cd	(mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,01
Cn ⁻	(mg/L)	≤0,20	≤0,20	≤0,20			

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
			Zn	(mg/L)	≤15	≤15	≤15
			Cl ⁻	(mg/L)	≤250,00	≤250,00	≤250,00
			Cu	(mg/L)	≤1,00	≤1,00	≤1,00
			Color (Color Real)	(Unidades, escala Platino-Cobalto)	≤75,00	≤75,00	≤75,00
			Compuestos Fenólicos	Fenol	≤0,002	≤0,002	≤0,002
			Cr ⁺⁶	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Difenil Policlorados	Concentración de Agente Activo	No Detectable	No Detectable	No Detectable
			Hg	(mg/L)	≤0,002	≤0,002	≤0,002
			Ag	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Pb	(mg/L)	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Se	(mg/L)	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Sulfatos	(mg/L)	≤400,00	≤400,00	≤400,00
			Tensoactivos (Sustancias activas de azul de metileno)	(mg/L)	≤0,50	≤0,50	≤0,50
			No se aceptará película visible de grasa y aceites flotantes, materiales flotantes, radioisótopos y otros no removibles por tratamiento convencional que puedan afectar la salud humana				
IIB	Estético	Puerto Isaacs	Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥3,00	≥3,00	≥4,00
Desde: Bocatoma de EMCALI - Hasta: Estación Vijos			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00
			NO ₃	(mg/l)	≤10,00	≤10,00	≤10,00
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo		
			Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana						
			Ausencia de grasas y aceites que formen película visible						
			Ausencia de sustancias que produzcan olor						
		Vijes	Oxígeno disuelto	(mg/l)	≥1,20	≥1,20	≥4,00		
			DBO ₅	(mg/l)	≤7,00	≤5,00	≤5,00		
			NO ₃	(mg/l)	<10,00	<10,00	<10,00		
			SST	(mg/l)	≤150,0	≤120,0	≤100,0		
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00		
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00		
			Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana						
			Ausencia de grasas y aceites que formen película visible						
			Ausencia de sustancias que produzcan olor						
		IIC Desde: Estación Vijes - Hasta: Estación Mediacanoa	Agrícola ¹ , Preservación de flora y fauna	Mediacanoa	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥1,20	≥1,20	≥4,00
					DBO ₅	(mg/L)	≤7,00	≤5,00	≤5,00
					NO ₃	(mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00
SST	(mg/L)				≤150,0	≤120,0	≤100,0		
pH Min	(UpH)				6,00	6,00	6,00		
pH Max	(UpH)				9,00	9,00	9,00		
Clorofenol	(mg/L)				<0,50	<0,50	<0,50		
Difenil (Concentración de agente activo)	(mg/L)				<0,0001	<0,0001	<0,0001		
H ₂ S	(mg/L)				<0,0002	<0,0002	<0,0002		
Al	mg/L				≤5,0	≤5,0	≤5,0		
As	mg/L				≤0,1	≤0,1	≤0,1		
NH ₃	mg/L				≤0,1	≤0,1	≤0,1		
Be	mg/L				≤0,1	≤0,1	≤0,1		

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
			B	mg/L	0,3 – 4,0	0,3 – 4,0	0,3 – 4,0
			Cd	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Zn	mg/L	≤2,0	≤2,0	≤2,0
			Co	mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Cu	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Cr ⁺⁶	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			F	mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
			Fe	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			Li	mg/L	≤2,5	≤2,5	≤2,5
			Mn	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Mo	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Se	mg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02
			Pb	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			V	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Ni	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			No deben presentarse sustancias que impartan olor o sabor a los tejidos de los organismos acuáticos, ni turbiedad o color que interfieran con la actividad foto-sintética				

Notas de la tabla: (1) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo. **No detectable:** Se entenderá que es la aprobada por el Ministerio de Salud. Parágrafo 1, artículo 2.2.3.3.9.3.

Tabla 31. Objetivos de calidad para el tramo III de la cuenca del río Cauca.

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
III	Agrícola ¹ , Preservación	Puente la Virginia	Oxígeno disuelto	(mg/L)	≥2,0	≥2,0	≥4,0
			DBO ₅	(mg/L)	≤7,0	≤5,0	≤5,0

Tramo	Uso Potencial	Estación de Control ²	Parámetro	Unidades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Desde: Estación Mediacano a - Hasta: Puente La Virginia	de flora y fauna		SST	(mg/L)	≤200,0	≤200,0	≤150,0
			pH Min	(UpH)	6,00	6,00	6,00
			pH Max	(UpH)	9,00	9,00	9,00
			Temperatura	(°C)	≤28,0	≤28,0	≤28,0
			Al	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			As	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			NH ₃	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			Be	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			B	mg/L	0,3 - 4,0	0,3 - 4,0	0,3 - 4,0
			Cd	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Zn	mg/L	≤2,0	≤2,0	≤2,0
			Co	mg/L	≤0,05	≤0,05	≤0,05
			Cu	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Cr ⁺⁶	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1
			F	mg/L	≤1,0	≤1,0	≤1,0
			Fe	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0
			Li	mg/L	≤2,5	≤2,5	≤2,5
			Mn	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2
			Mo	mg/L	≤0,01	≤0,01	≤0,01
			Se	mg/L	≤0,02	≤0,02	≤0,02
Pb	mg/L	≤5,0	≤5,0	≤5,0			
V	mg/L	≤0,1	≤0,1	≤0,1			
Ni	mg/L	≤0,2	≤0,2	≤0,2			

Notas de la tabla:(1) Para riego de cultivos diferentes a frutas que se consuman sin quitar la cáscara y hortalizas de tallo corto de acuerdo con el artículo 2.2.3.3.9.5 del Decreto 1076 de 2015. (2) corresponde a la estación en la cual se realizará el seguimiento del cumplimiento de los objetivos de calidad para el tramo.

5. ACCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD

Ante la complejidad de las acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad, se requiere que estas se realicen de forma gradual. Entre las principales actividades se destacan:

- El seguimiento al cumplimiento de los objetivos de calidad actualmente definidos.
- Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico.
- Seguimiento de los PSMV municipales.
- Seguimiento a los permisos de vertimiento.
- Inclusión de los objetivos de calidad a los determinantes ambientales para ser incorporados en los instrumentos de ordenamiento territorial

Para el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos en el tramo I se requiere que la calidad agua se mantenga en condiciones similares a las que fueron consideradas para el ejercicio de modelación del tramo II. Las acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad en el tramo II, fueron producto del ejercicio prospectivo realizado con los usuarios del recurso hídrico del río Cauca para la actualización de los objetivos de calidad. Se espera que las acciones que se realicen en el tramo II repercutan de manera positiva en el mejoramiento de la calidad del agua en el tramo III, por tanto, las acciones e intervenciones propuestas fueron centradas en el tramo II que corresponde al trayecto del río que presenta el grado de intervención más intensivo.

Tabla 32. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIA.

Tramo IIA		
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Replantear los Objetivos de Calidad del río Zanjón Oscuro de forma tal que se compatibilicen con los objetivos del tramo IIA del río Cauca	Se debe cumplir con los objetivos de calidad definidos para los ríos Desbaratado, Zanjón Oscuro y para el Canal Sur	Se debe cumplir con los objetivos de calidad definidos para los ríos Desbaratado, Zanjón Oscuro y para el Canal Sur
Definir los objetivos de calidad del río Desbaratado y del Canal Sur de forma tal que se compatibilicen con los objetivos del tramo IIA del río Cauca	No incrementar los aporte de carga contaminante en el río Cauca y sus tributarios	No incrementar los aporte de carga contaminante en el río Cauca y sus tributarios
No incrementar los aporte de carga contaminante en el río Cauca y sus tributarios	No incrementar los aportes de coliformes fecales en el río Cauca y sus tributarios	No incrementar los aportes de coliformes fecales en el río Cauca y sus tributarios
No incrementar los aportes de coliformes fecales en el río Cauca y sus tributarios	Para la inclusión o proyección de nuevos aportes en el tramo IIA, deberán contar con un tratamiento terciario y desinfección previa.	Para la inclusión o proyección de nuevos aportes o usuarios en el tramo IIA, deberán contar con un tratamiento terciario y desinfección previa.
Para la inclusión o proyección de nuevos aportes en el tramo IIA, deberán contar con un tratamiento terciario y desinfección previa.		

Tabla 33. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIB.

Tramo IIB		
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
EMCALI E.S.P debe tratar el total de caudal de diseño ($7.6 \text{ m}^3/\text{s}$) con el 80% de eficiencia de remoción.	EMCALI E.S.P debe tratar el total de caudal de diseño ($7.6 \text{ m}^3/\text{s}$) con el 80% de eficiencia de remoción.	EMCALI E.S.P deberá realizar tratamiento terciario a las cargas proyectadas
Los Usuarios industriales deben cumplir con la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15	Los Usuarios industriales deben cumplir con la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15	Los Usuarios industriales deben cumplir con una reducción adicional del 20% a lo establecido en la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15
Definir los objetivos de calidad de los ríos Cali, Guachal, Cerrito y Amaime de forma tal que se compatibilicen con los objetivos del tramo IIB del río Cauca	Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el corto plazo para los ríos Cali, Guachal, El Cerrito y Amaime.	Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el mediano plazo para los ríos Cali, Guachal, El Cerrito y Amaime.
Se deben implementar acciones de control y seguimiento sobre el río Cali en las zonas que cuenten con colectores e interceptores	Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el mediano plazo para los ríos Arroyohondo y Yumbo.	Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el largo plazo para los ríos Arroyohondo y Yumbo.
Cumplir con los objetivos de calidad definidos para el corto plazo para los ríos Arroyohondo y Yumbo	Se deben implementar acciones de control y seguimiento sobre el río Cali en las zonas que cuenten con colectores e interceptores	Reformular o ajustar los objetivos de calidad de los ríos Arroyohondo y Yumbo

Tramo IIB		
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
La Empresa de Servicios Públicos de Yumbo - ESPY S.A. E.S.P debe tener en funcionamiento la PTAR Cencar con un tratamiento secundario donde se colecten y traten los aportes del Canal Acopi, Carrera 22 y el 40% de los aportes que descargan en la quebrada La Rafaela.	La Empresa de Servicios Públicos de Yumbo - ESPY S.A. E.S.P deberá incluir en su tratamiento los aportes generados en el canal PROPAL. Y no incrementar los aportes sobre la quebrada La Rafaela	La PTAR Cencar debe estar en funcionamiento con una eficiencia mínima de remoción del 80%.
Se deben realizar acciones de saneamiento sobre el río Guachal de acuerdo con lo establecido en el PSMV del municipio de Palmira.		Para la inclusión o proyección de nuevos aportes o usuarios en el tramo IIB, deberán contar con un tratamiento terciario y desinfección previa.
EMCALI E.S.P no debe superar las cargas proyectadas para el año 2026 como base para este ejercicio	EMCALI E.S.P no debe superar las cargas proyectadas para el año 2034 como base para este ejercicio	
EMCALI E.S.P deberá poner en marcha la PTAR del Sur	EMCALI E.S.P deberá realizar tratamiento secundario a las cargas proyectadas	

Tabla 34. Acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos de calidad tramo IIC.

Tramo IIC		
Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
Los Usuarios industriales deben cumplir con la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15	Los Usuarios industriales deben cumplir con la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15	Los Usuarios industriales deben cumplir con una reducción adicional del 20% a lo establecido en la norma de vertimientos Resolución 0631 de 2016 Artículo 15

<p>Definir los objetivos de calidad de los ríos Guabas, Sabaletas y Sonso de forma tal que se compatibilicen con los objetivos de calidad del IIC del río Cauca</p>	<p>Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el corto plazo para los ríos Guabas, Sabaletas y Sonso</p>	<p>Se debe cumplir con los objetivos de calidad establecidos para el largo plazo para los ríos Guabas, Sabaletas y Yotoco</p>
<p>Se debe redistribuir los caudales del proceso de reglamentación de los ríos Sabaletas y Guabas</p>	<p>Definir los objetivos de calidad del río Yotoco de forma tal que se compatibilicen con los objetivos de calidad del IIC del río Cauca</p>	<p>Se debe cumplir con la redistribución de caudales de los ríos Sabaletas y Guabas</p>
	<p>Se debe cumplir con la redistribución de caudales de los ríos Sabaletas y Guabas</p>	

6. CONCLUSIONES

- Basados en los análisis de los reportes históricos del Laboratorio Ambiental de la Corporación y los resultados del índice de calidad del agua presentados, se concluye que la variación que presentan los parámetros de interés desde el 2006 hasta el 2022 no es significativa o representa un cambio en la calidad del agua para los tramos I y III del río Cauca, por lo cual se determina que la calidad del agua del río Cauca en los tramos en mención se mantiene, por lo cual los objetivos de calidad del agua establecidos para los tramos I y III mediante la resolución CVC No. 0686 del 2006, deben ser tenidos en cuenta para la actualización de los objetivos de calidad del agua del río Cauca.
- Para las variables de calidad más representativas del tramo II del río Cauca, en función de los usos del recurso hídrico y los objetivos de calidad existentes y propuestos, el modelo de simulación de calidad presentó un excelente nivel de ajuste en términos de calibración y validación.
- Las principales fuentes de incertidumbre para la herramienta aplicada en este estudio se relacionan con aspectos propios de la herramienta Qual2K que difieren con los estándares manejados comúnmente en Colombia, como la magnitud – escala de la información asociada a los nutrientes (el modelo requiere $\mu\text{g/L}$, mientras que en nuestro país el estándar es mg/L), unidades CF (el modelo requiere UFC/100mL, mientras que en Colombia el estándar es NMP/100 mL), procesos simulados para la materia orgánica en función de la información disponible y las unidades en las cuales se encuentra planteada la legislación vigente (el modelo simula la DBOC rápida degradación, en Colombia estándar es la DBO_5 , lo que obliga a realizar transformaciones cinéticas), entre otros. Así mismo, características y limitaciones de información para el tramo en estudio como la alta variabilidad de caudales para los diferentes momentos de realización de las actividades de campo.
- Los resultados de la comparación de los resultados obtenidos con otros modelos existentes para el mismo tramo en análisis demuestran coherencia y similitud de los resultados, demostrando la predictibilidad de estos, por supuesto en el marco contextual y temporal respectivo.
- No se presenta un escenario óptimo debido a la magnitud de los aportes de carga contaminante, en especial doméstica urbana y a la complejidad y costo de las posibles alternativas de gestión basadas en infraestructura para el saneamiento; este aspecto debe continuar siendo analizado en detalle por parte de todos los actores sociales involucrados.
- Es recomendable actualizar el estudio con resultados de simulación de calidad del agua de ríos Guachal y Cali, además de armonizar los esfuerzos futuros que en términos de ordenación y ordenamiento del recurso hídrico de las corrientes tributarias se realice por parte de las autoridades ambientales para dar prioridad y armonización al mejoramiento sistemático de la calidad del río Cauca, considerando su importancia estratégica.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

- Dentro de la Gestión Integral para el logro de los objetivos de calidad propuestos para el tramo II del Río Cauca, es necesaria la implementación de las medidas de manejo arrojadas por la zonificación propuesta desde el Proyecto Articulación de los instrumentos de ordenamiento territorial, del modelo propuesto para el Corredor del Río Cauca, debido a que el objetivo de calidad propuesto en el tramo IIC (Preservación de flora y fauna), está
- directamente relacionado con el Complejo de Humedales del Alto río Cauca Asociado a la Laguna de Sonso (Designación RAMSAR).
- Dentro de los compromisos de saneamiento para el logro de los objetivos de calidad en los tres horizontes de tiempo, se encuentra la restricción de aportes contaminantes (incluyendo coliformes fecales) desde el inicio del Tramo II del río Cauca, lo que implica que para el desarrollo de la zona de expansión del casco urbano del municipio Santiago de Cali, así como el Corredor Cali – Jamundí, se debe contar con diferentes medidas que garanticen las condiciones de calidad para el consumo humano y doméstico que tienen lugar en el tramo IIA, tales como el tratamiento terciario , rehúso, tecnologías evaporativas, entre otros.
- Para alcanzar los objetivos de calidad propuestos, adicionalmente se tienen otros condicionantes, como son lo relativo a la calidad en la estación Antes Timba, puesto que el río aguas arriba cuentan con aportes de cargas contaminantes vertidas en el Departamento del Cauca, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca- CRC y de otra parte, está el caudal de río, dado que los escenarios modelaros corresponden a un caudal igual o superior a 130 m³/s en la estación de referencia de Puerto Mallarino.
- Es importante el ejercicio conjunto entre las autoridades ambientales con jurisdicción en el tramo II del río Cauca, en donde de manera articulada definan los objetivos de calidad de los cuerpos de agua tributarios, así como las diferentes acciones conducentes a su cumplimiento en los periodos de tiempo establecidos.
- Todos los usuarios del tramo II del río Cauca, deben encaminar sus esfuerzos en los próximos 30 años al saneamiento de este cuerpo de agua, lo que implicará una planificación efectiva, temprana y articulada no solo de los procesos adelantados en términos de saneamiento sino de planificación del territorio.
- Con el fin de tener mejor conocimiento de la manera como las acciones de saneamiento y la reducción de aportes de carga contaminante en el tramo de estudio afectan el consumo de oxígeno por el sedimento de fondo, se recomienda realizar estudios periódicos que permitan estimar las posibles variaciones en la demanda béntica y de los fenómenos hidrodinámicos que puedan afectar la resuspensión del material de fondo en el tramo II del río Cauca.



7. REFERENCIAS

CVC – CINARA. (2001). Calibración y aplicaciones del modelo de calidad del agua del río Cauca. Caracterización y modelación matemática del río Cauca – PMC, Fase 2. Cali, Colombia.

CVC – CINARA. (2001). Modelación matemática del río Cauca tramo Salvajina – La Virginia. Proyecto de Modelación del Río Cauca – PMC, Fase 1. Cali, Colombia.

Resolución 0686 de 2006 [Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca]. Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río Cauca. 30 de noviembre de 2006.

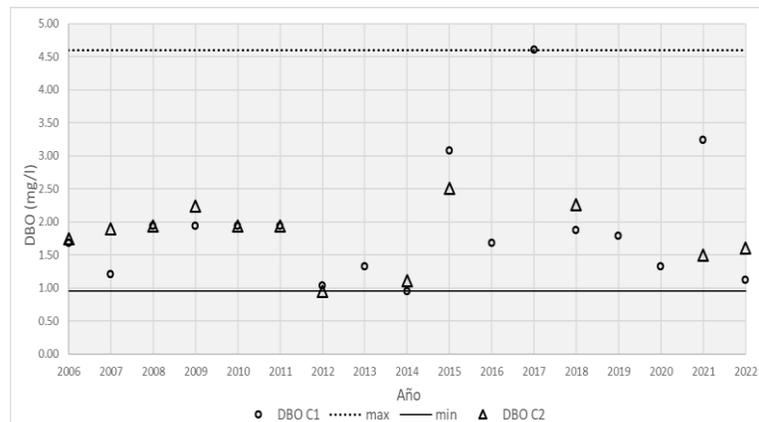
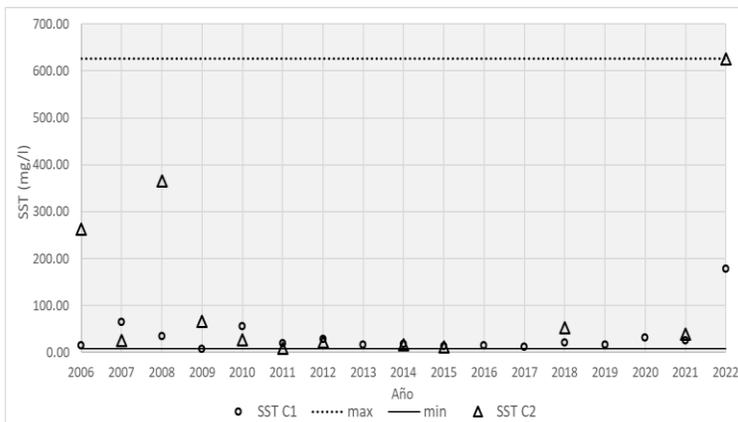
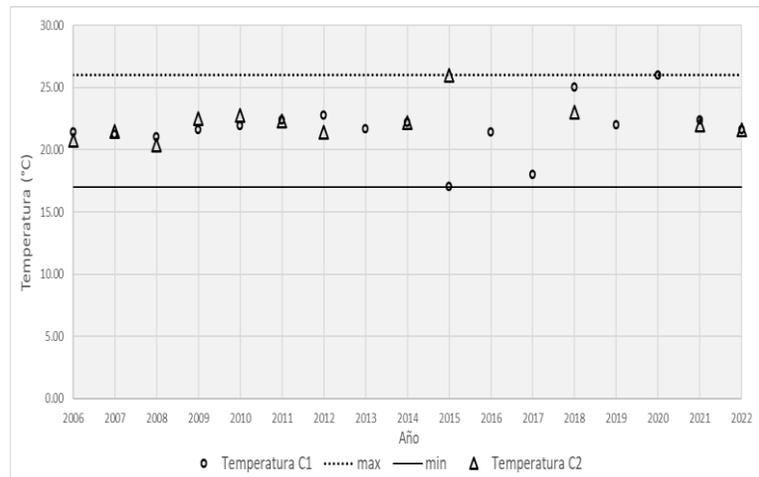
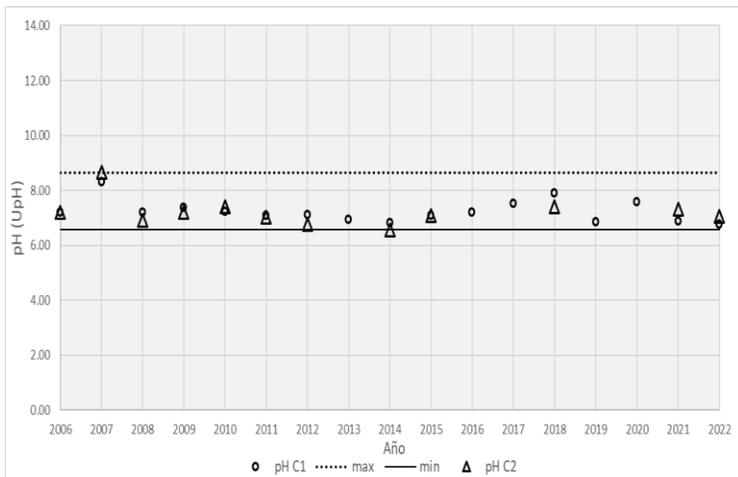
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca; Universidad Tecnológica de Pereira (2022). Documento técnico 6 “Actualización de los objetivos de calidad del río Cauca”.

E, Torres, P., Cruz, C. H., Patiño, P., Carlos Escobar, J., & Pérez, A. (2010). *Aplicación de índices de calidad de agua-ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano* (Vol. 30, Issue 3). En español.

8. ANEXOS

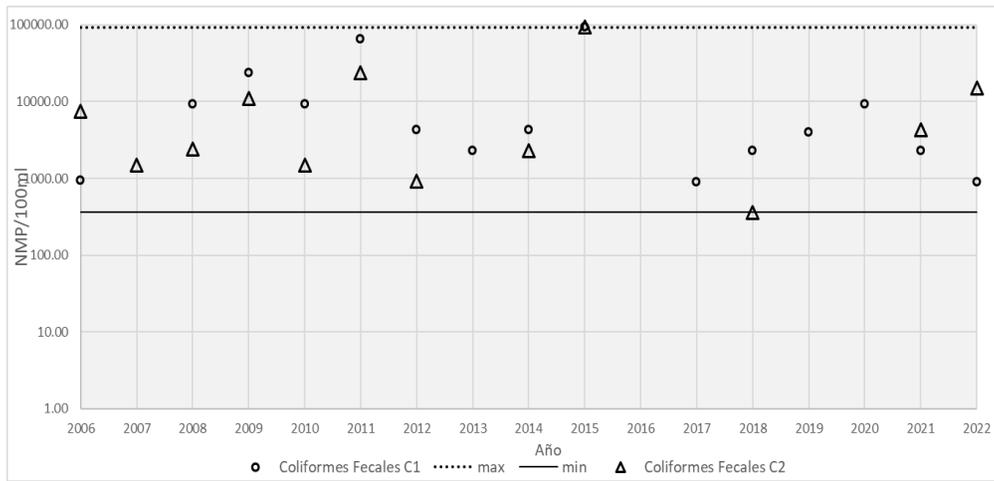
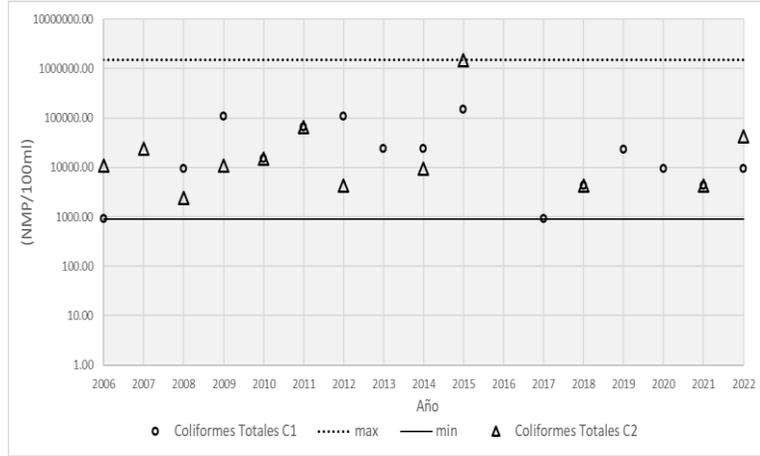
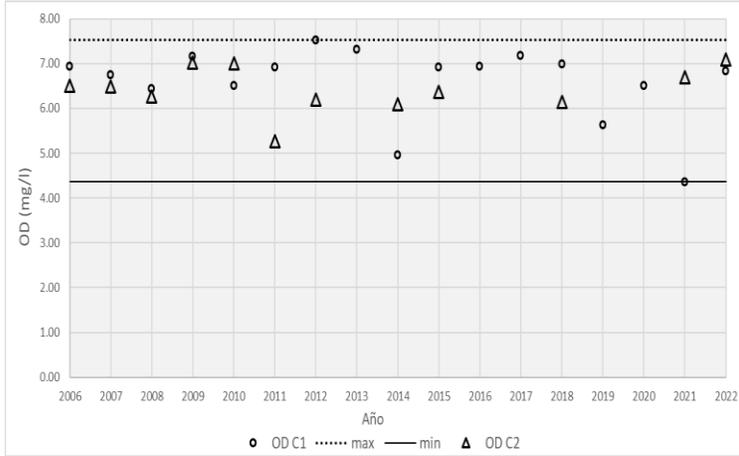
Anexo 1. VARIACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA PARA LOS TRAMOS I Y III

Perfiles de variación temporal para los parámetros de interés en la estación Paso de la Balsa.

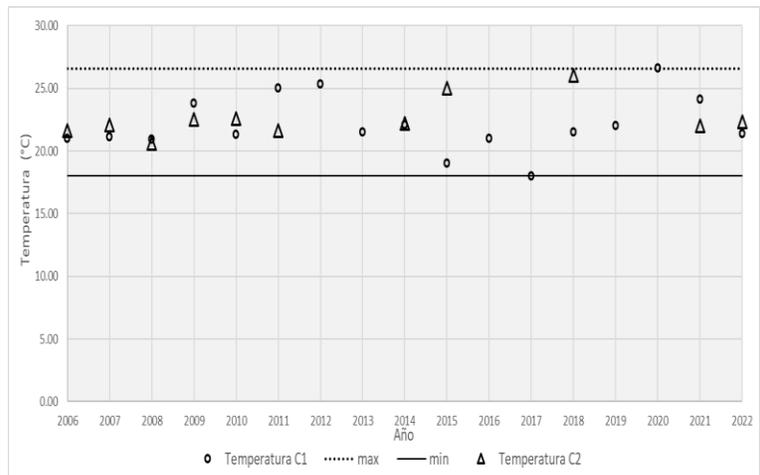
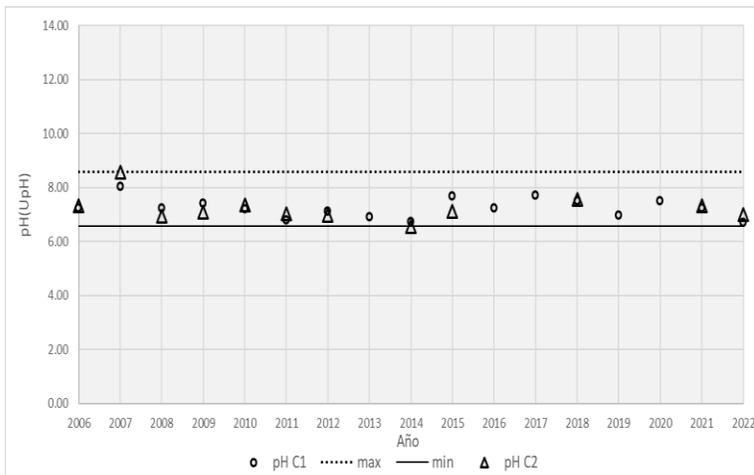


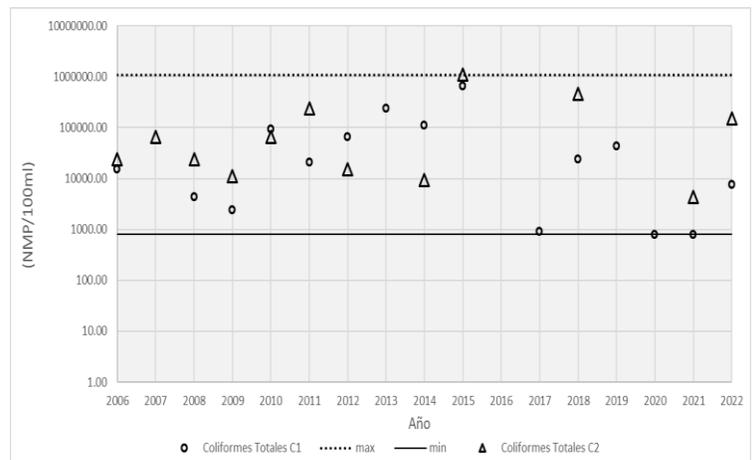
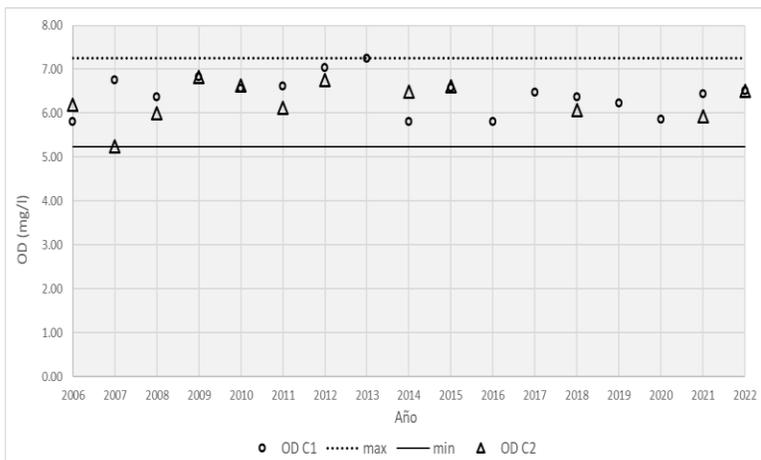
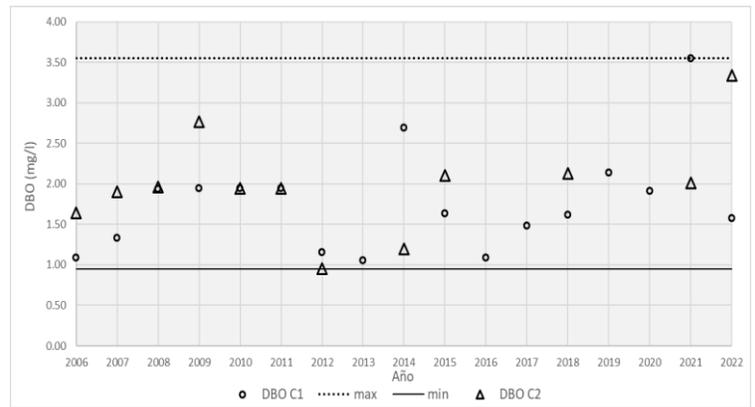
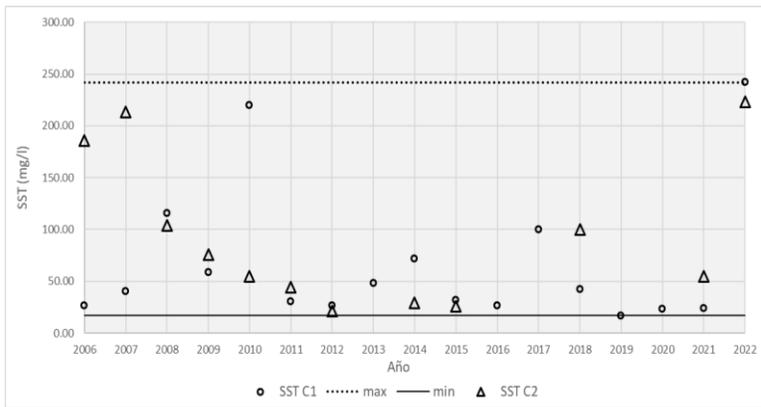


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca



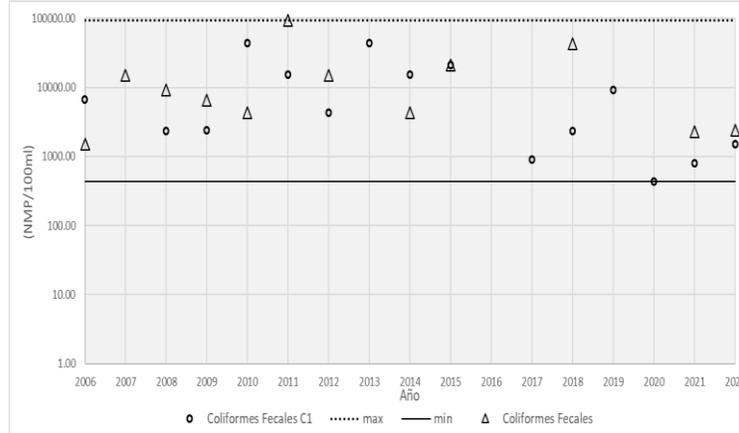
Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Paso de la Bolsa.



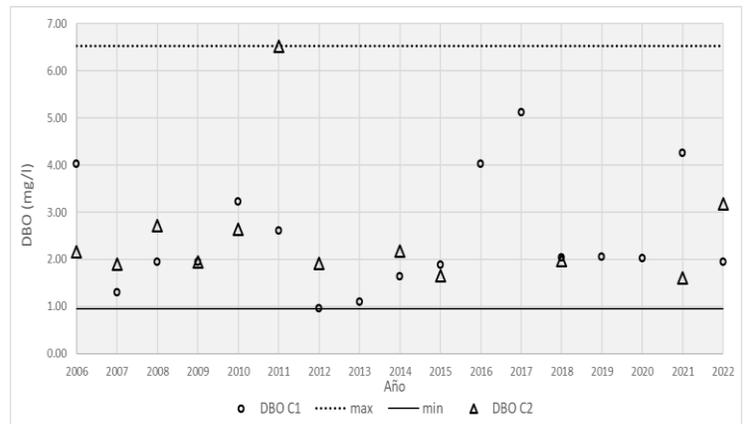
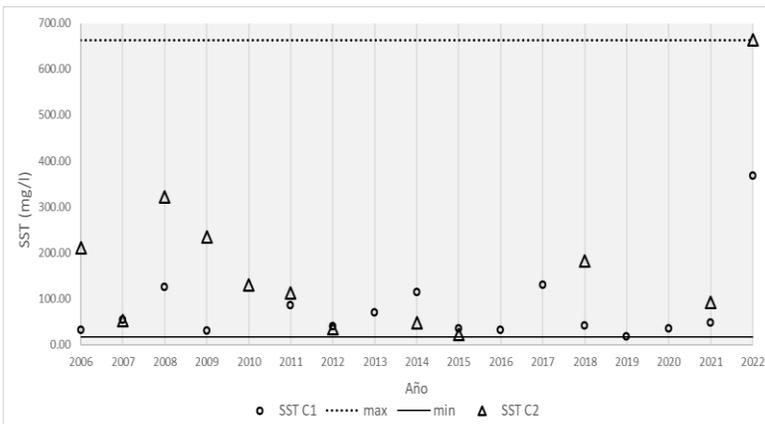
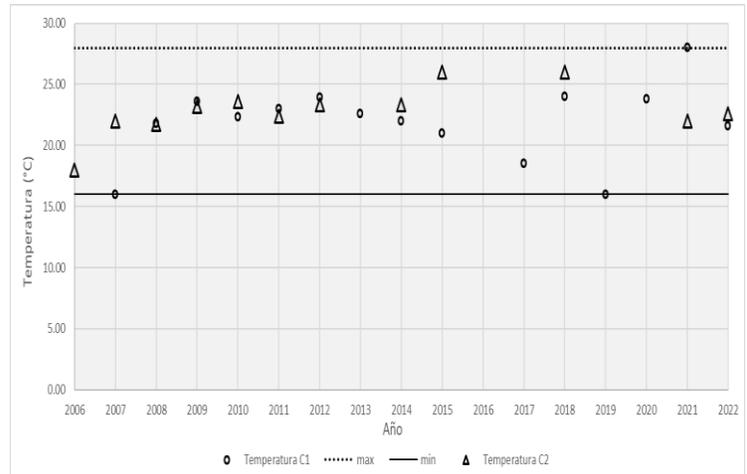
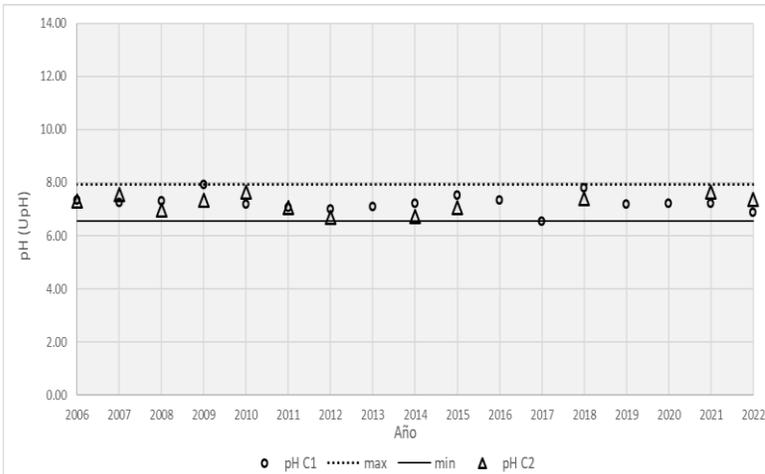




Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

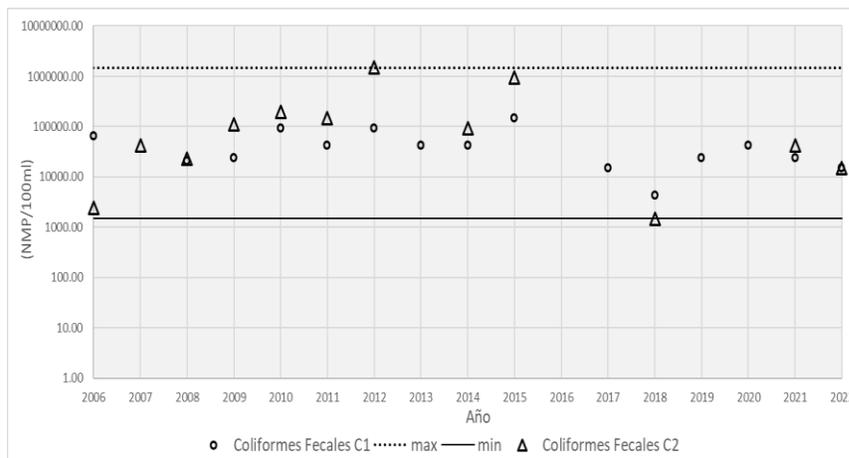
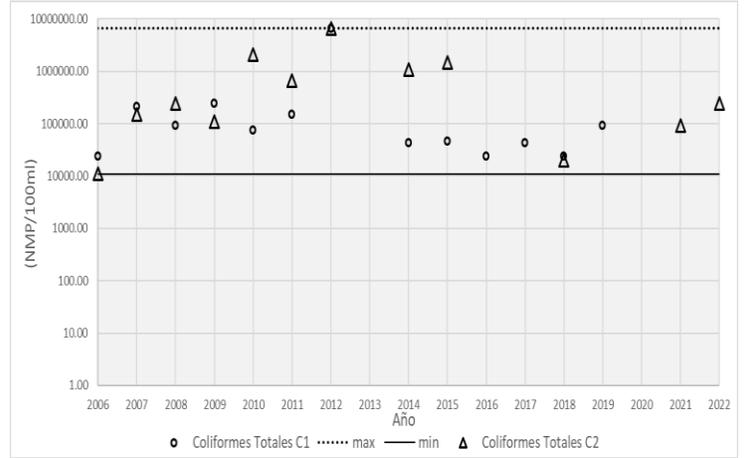
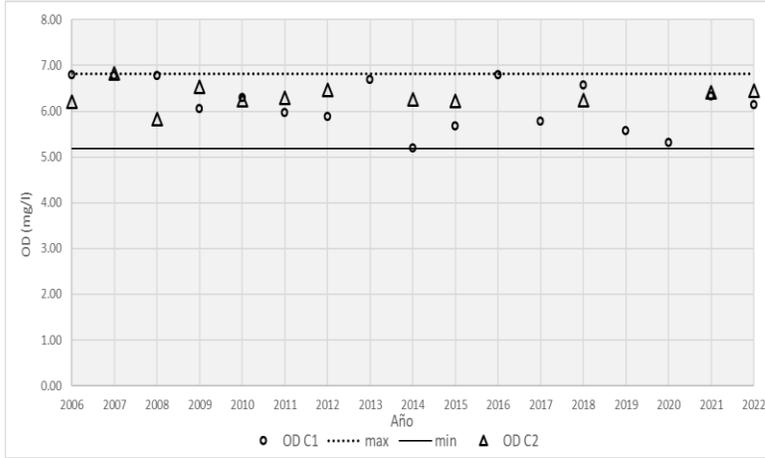


Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Puente Hormiguero.

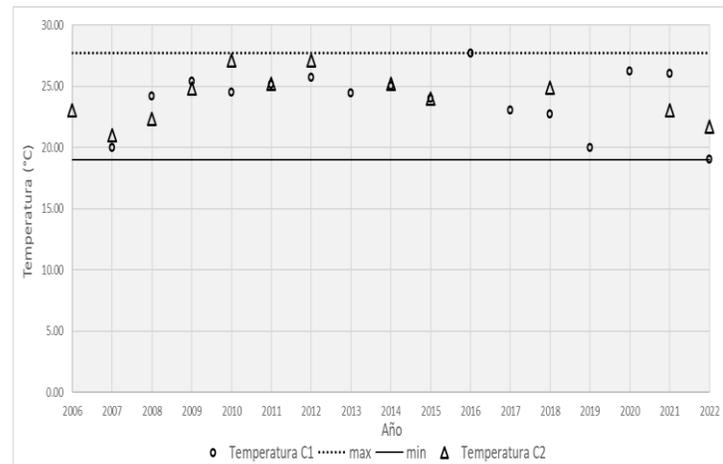
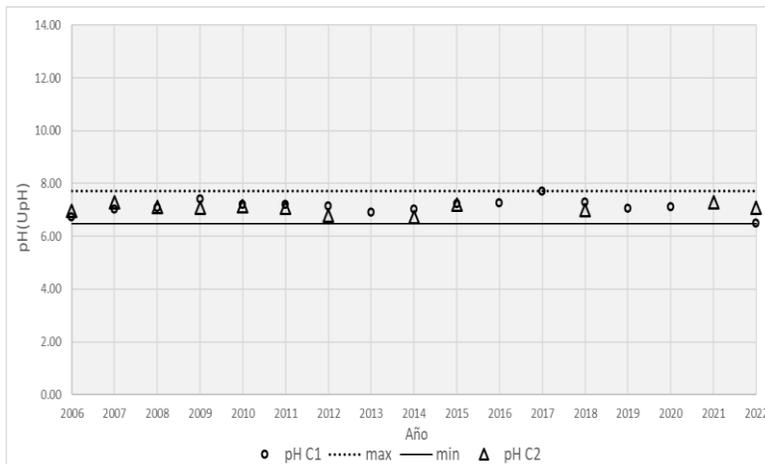


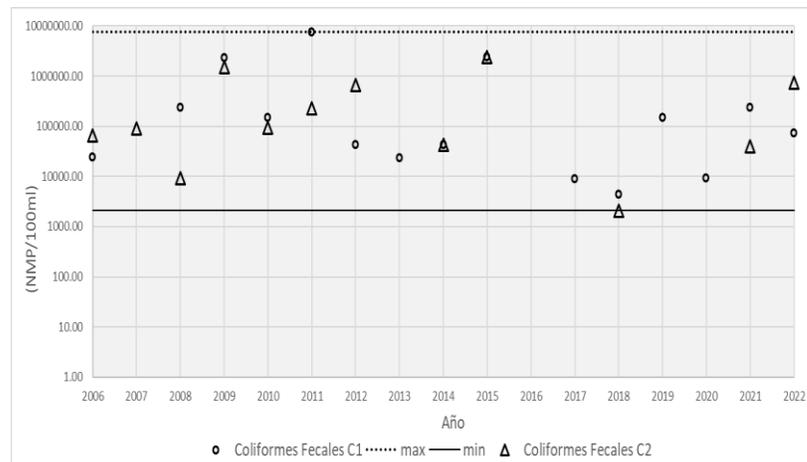
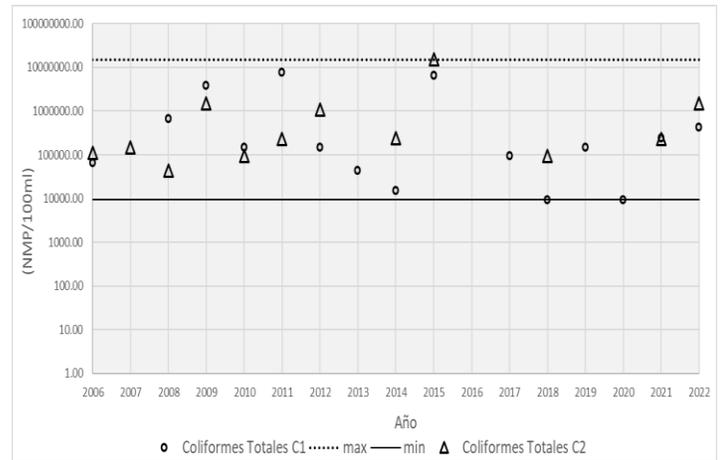
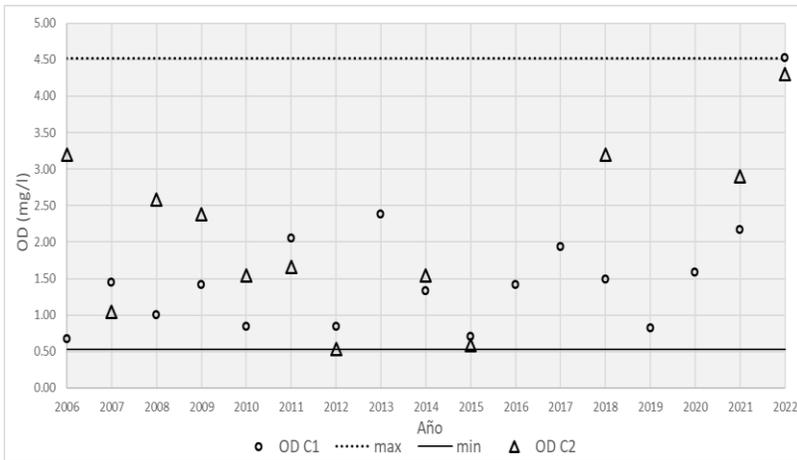
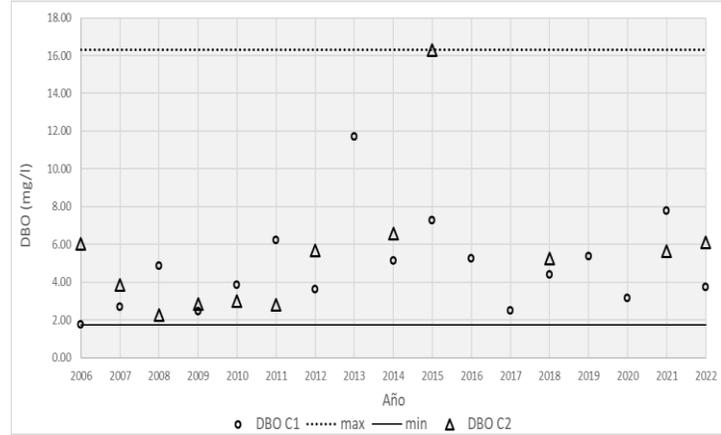
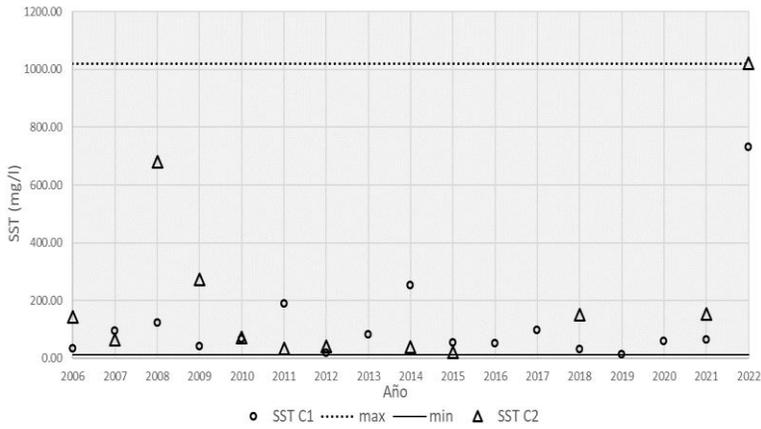


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca



Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Mediacanoa.

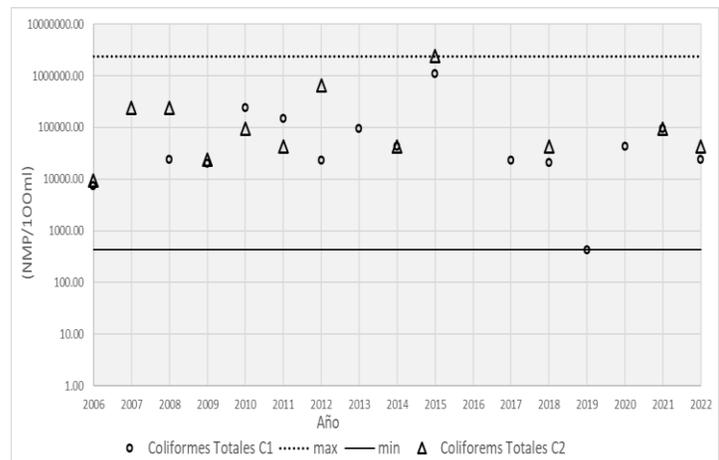
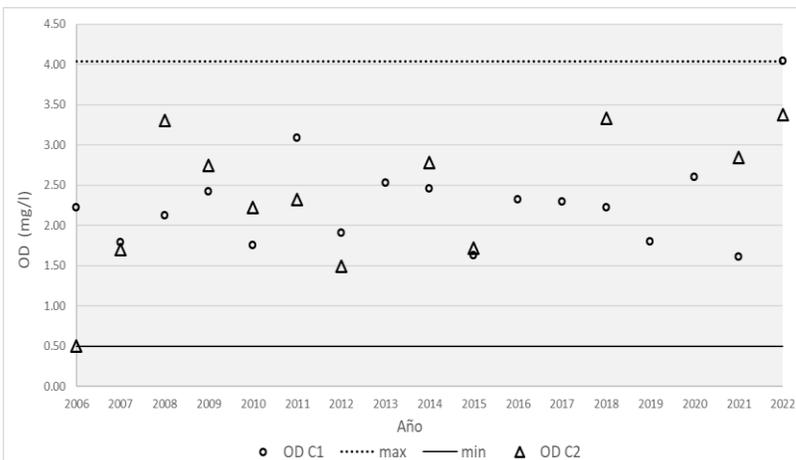
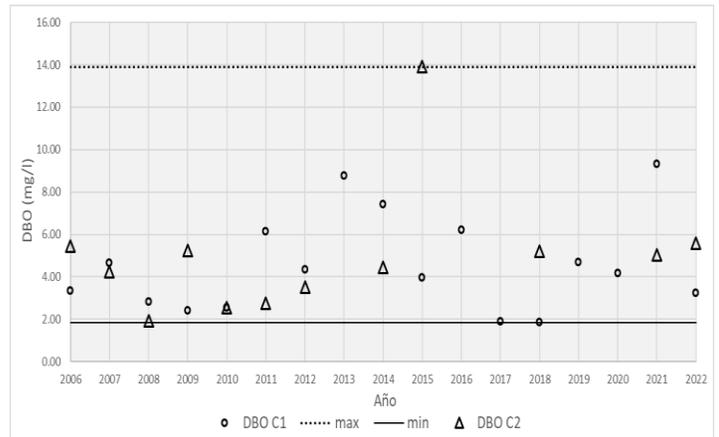
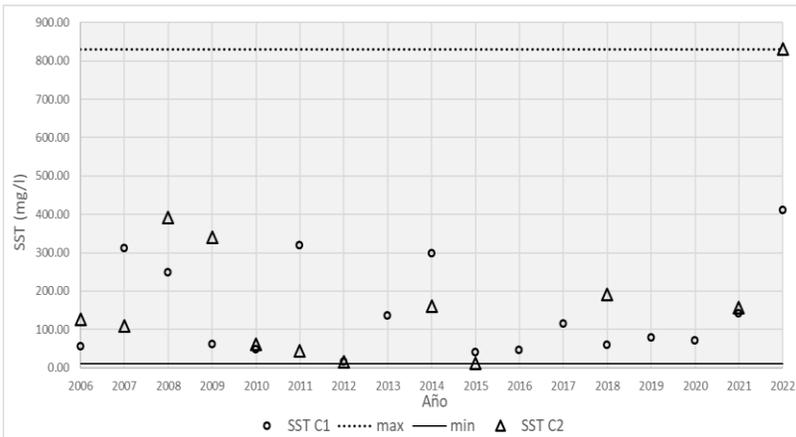
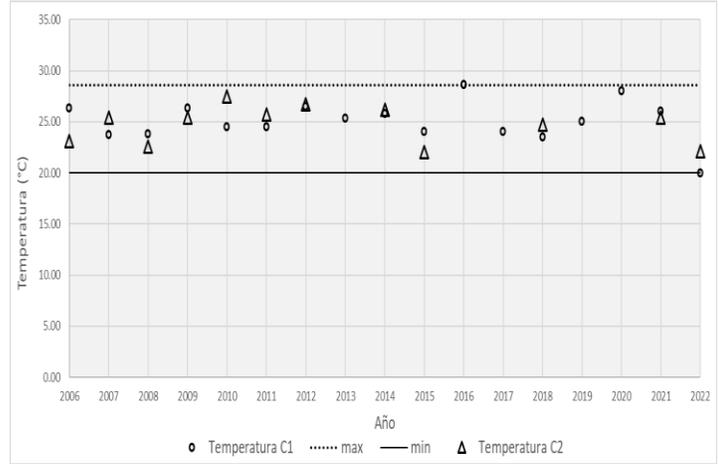
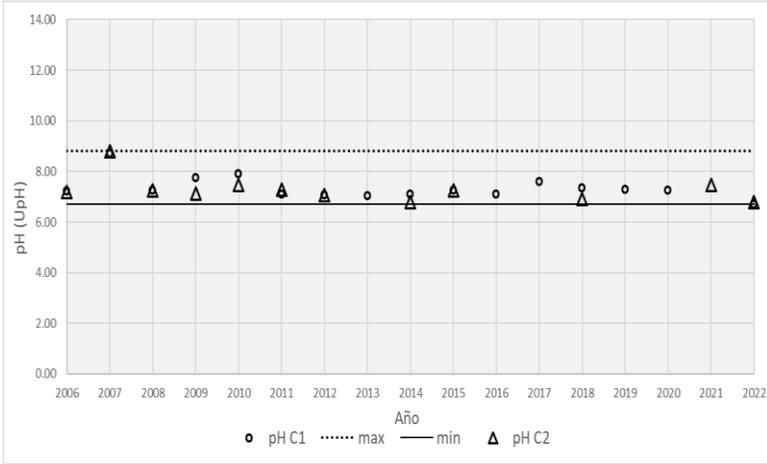




Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Riofrío.

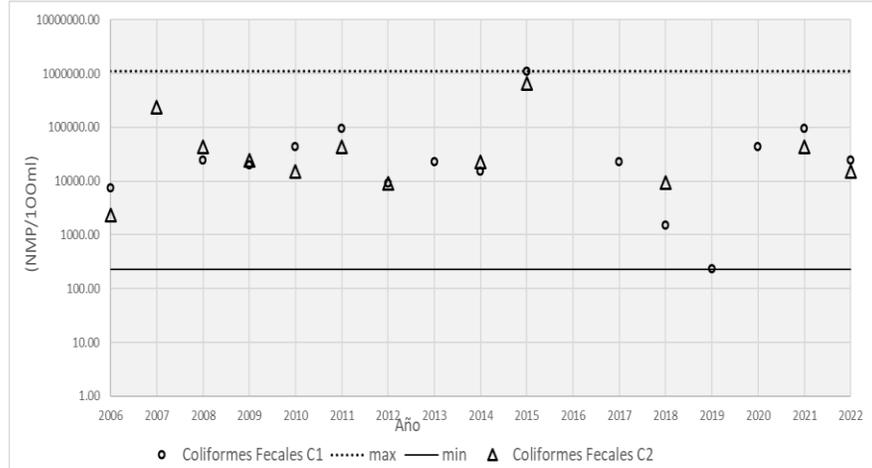


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

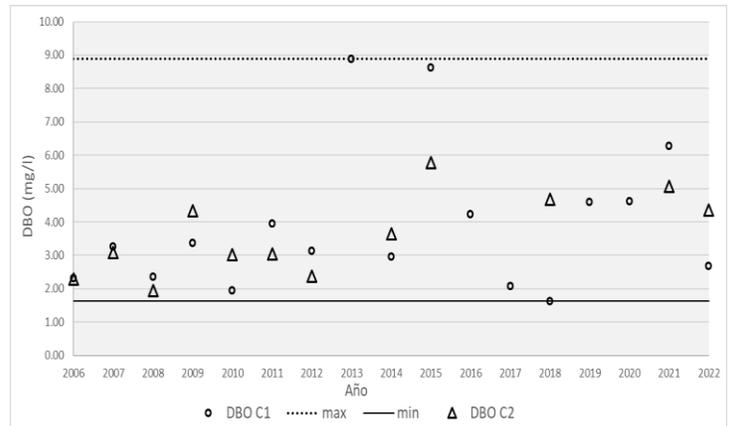
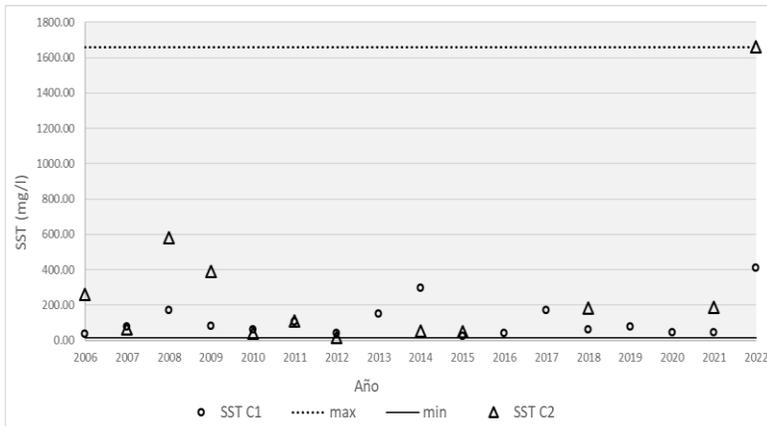
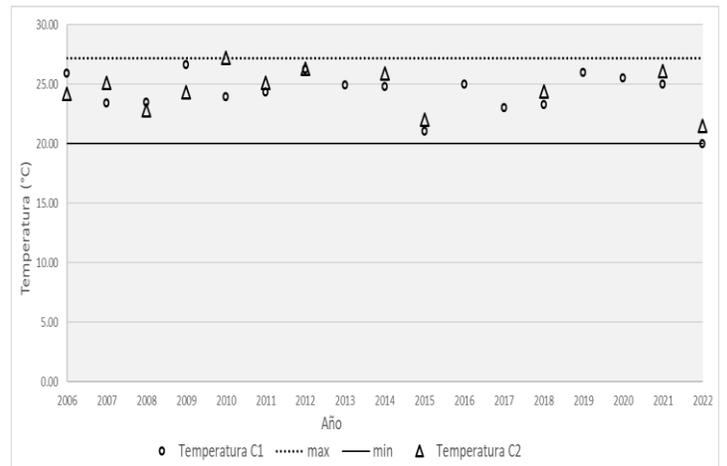
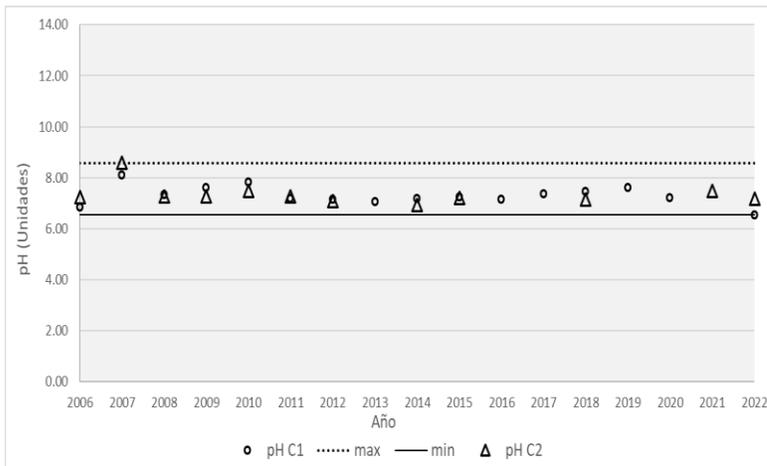




Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

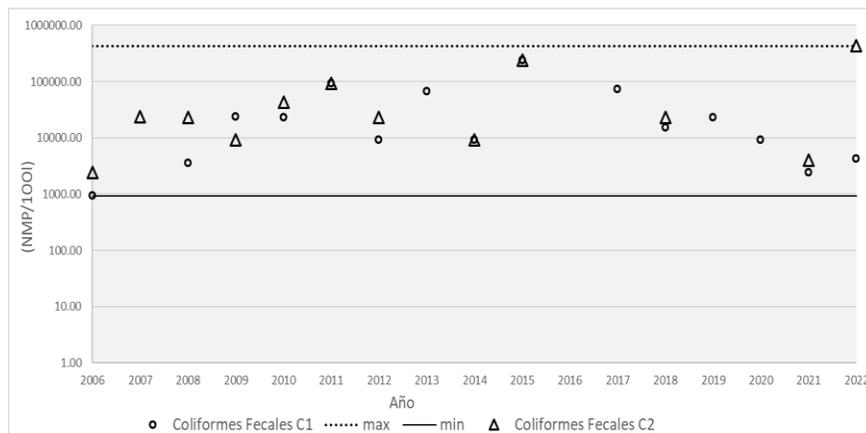
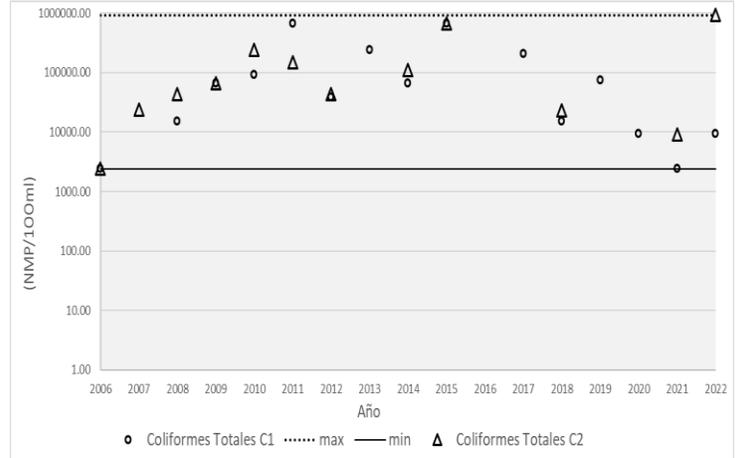
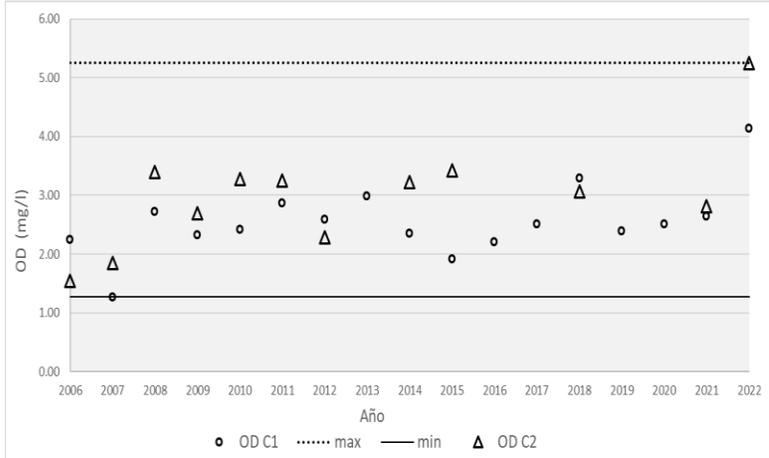


Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Puente Guayabal.

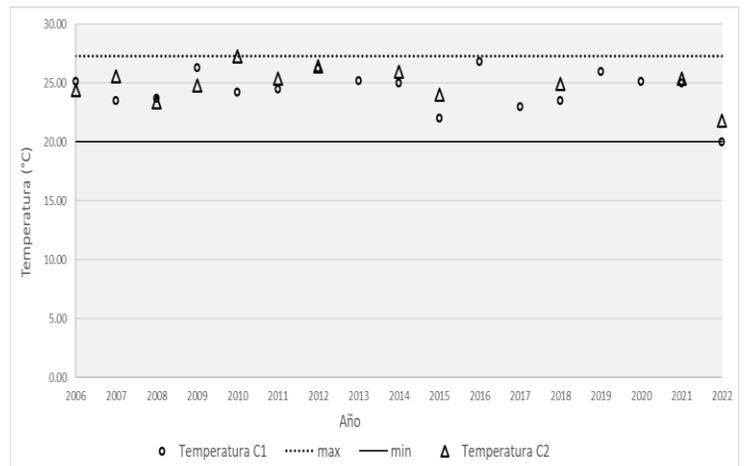
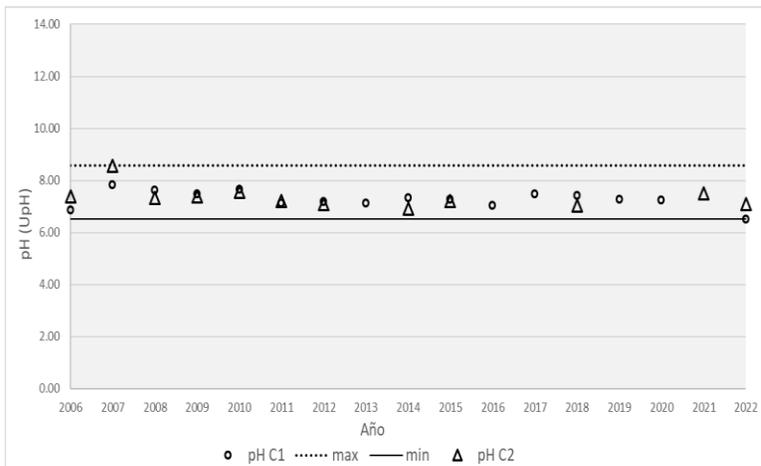


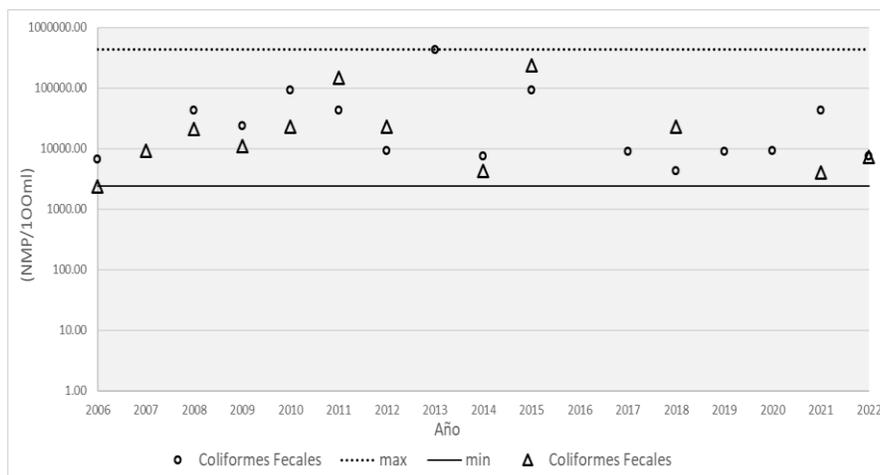
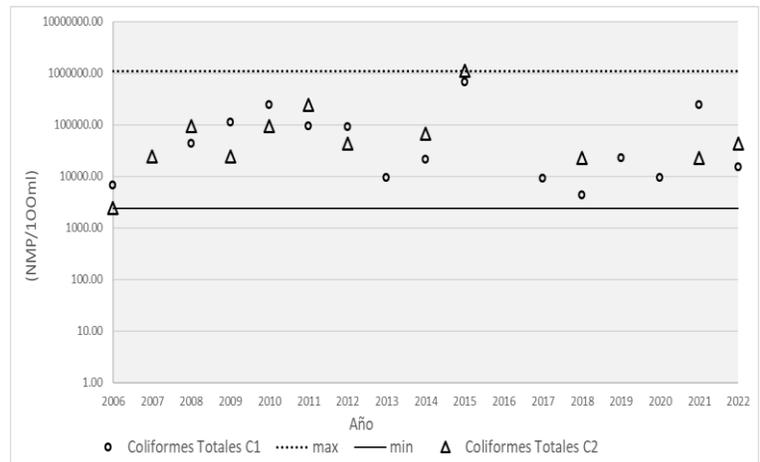
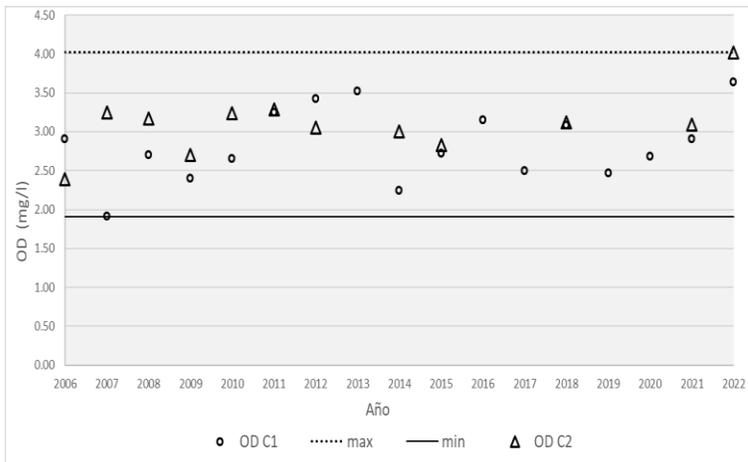
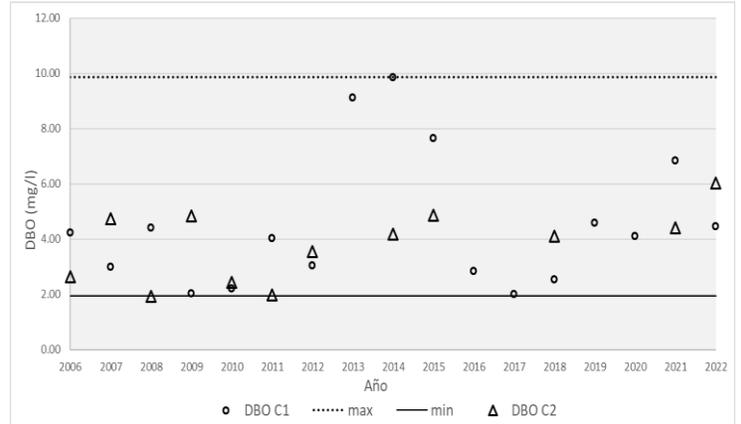
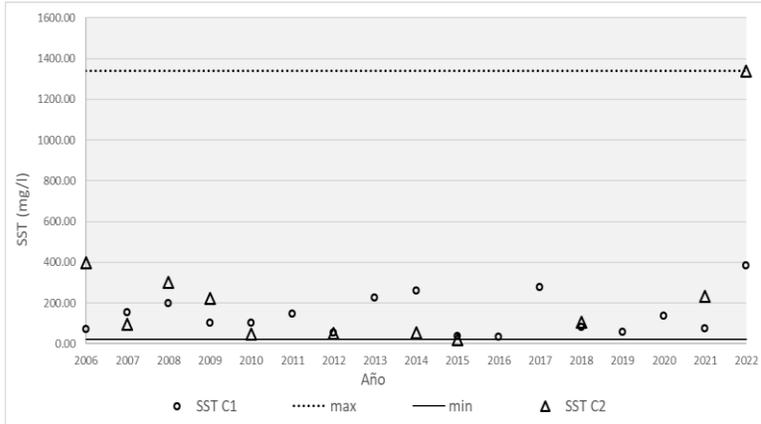


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca



Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Puente La Victoria.

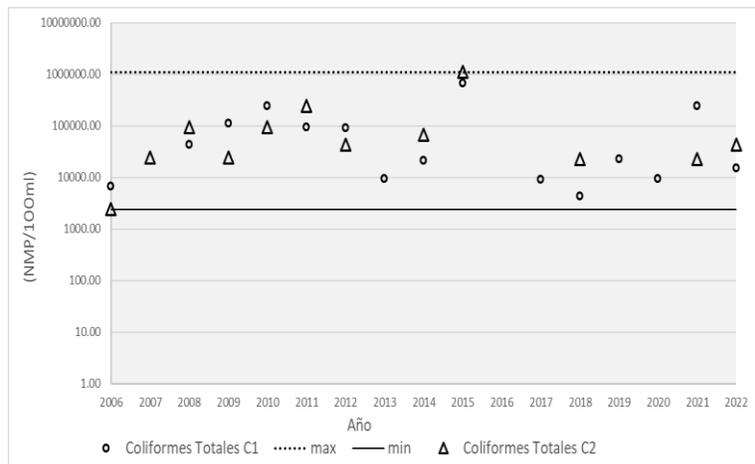
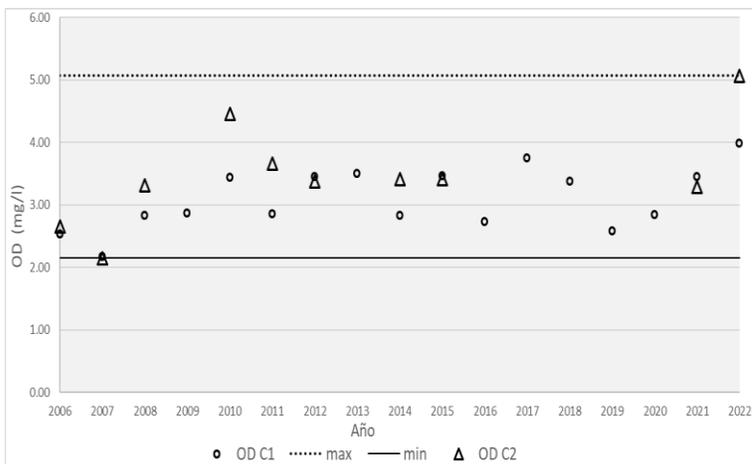
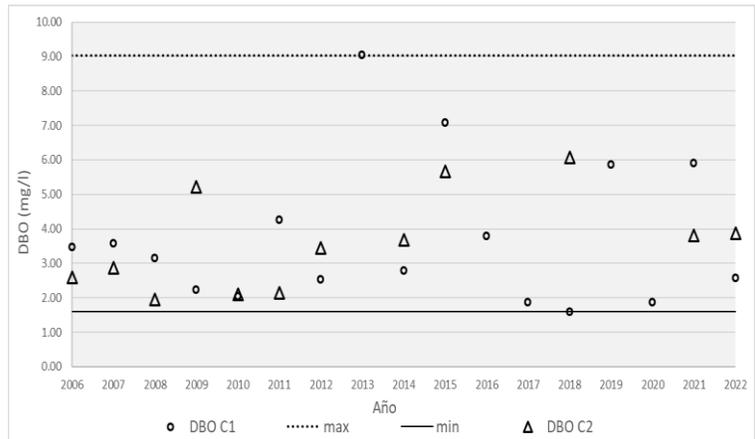
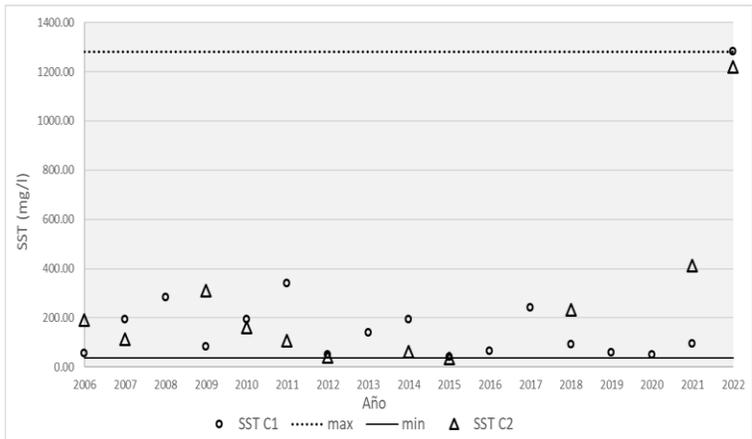
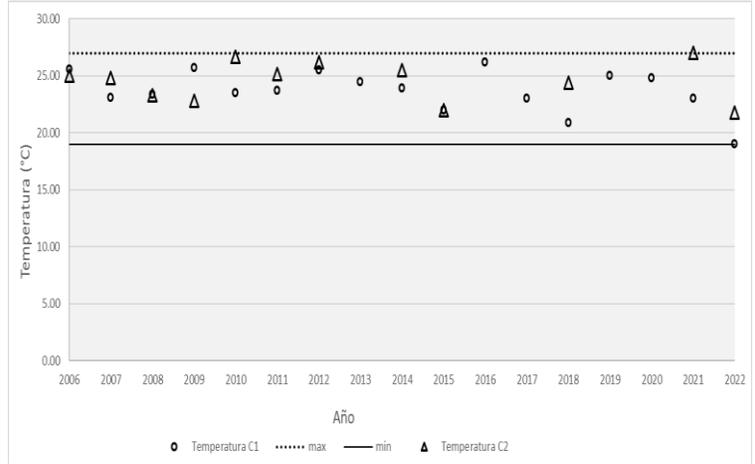
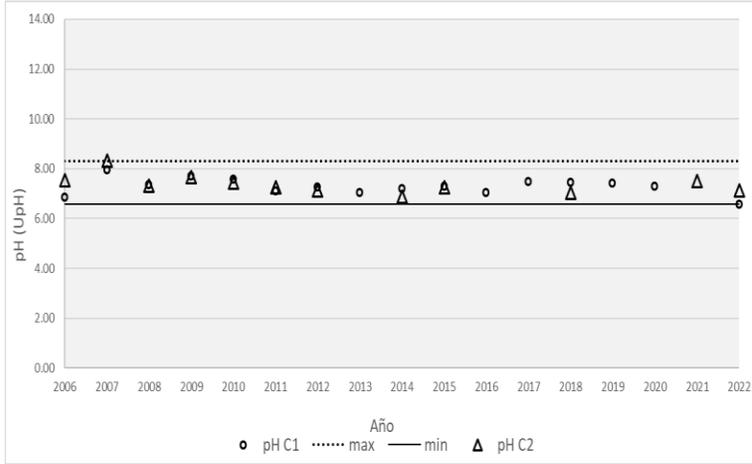




Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Anacaro.

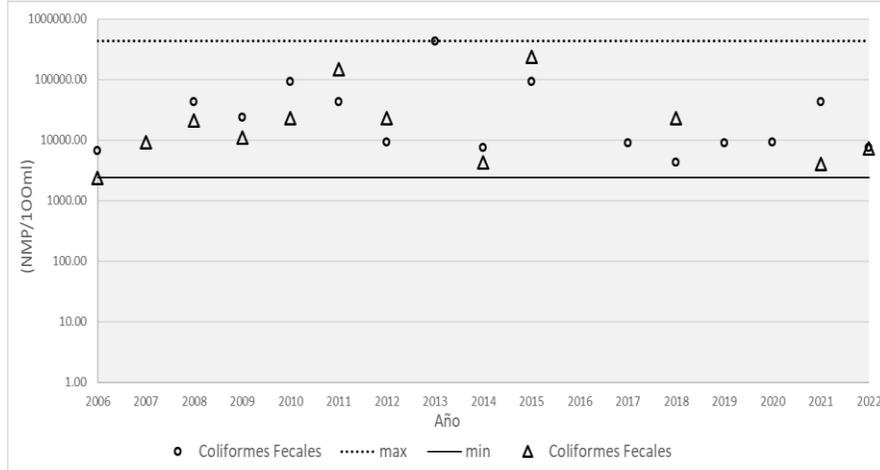


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

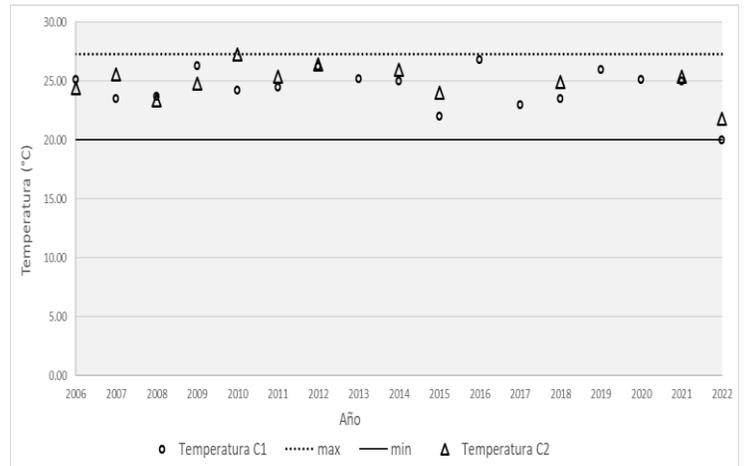
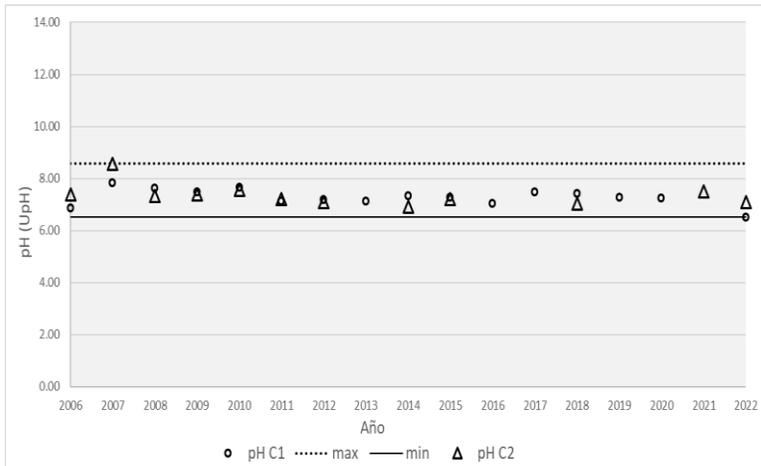




Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

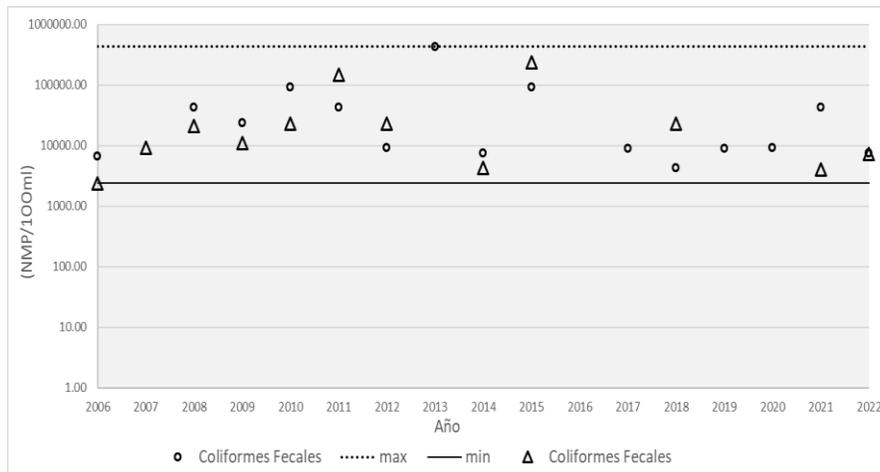
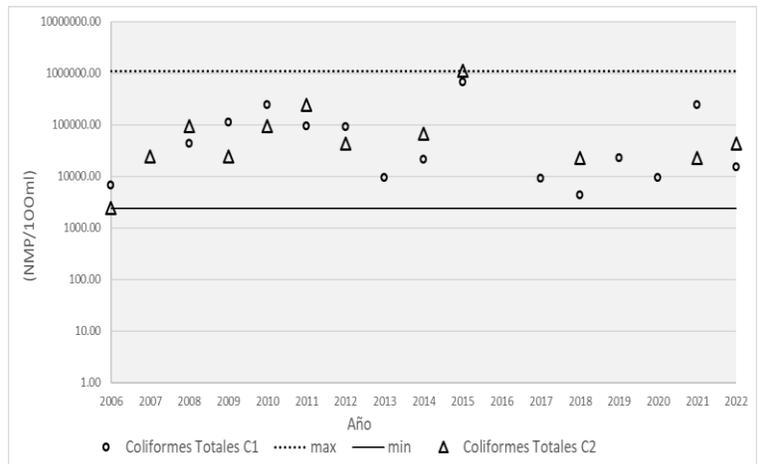
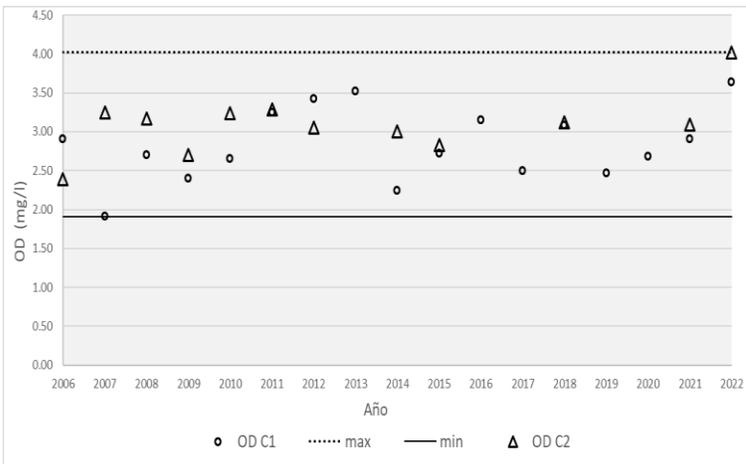
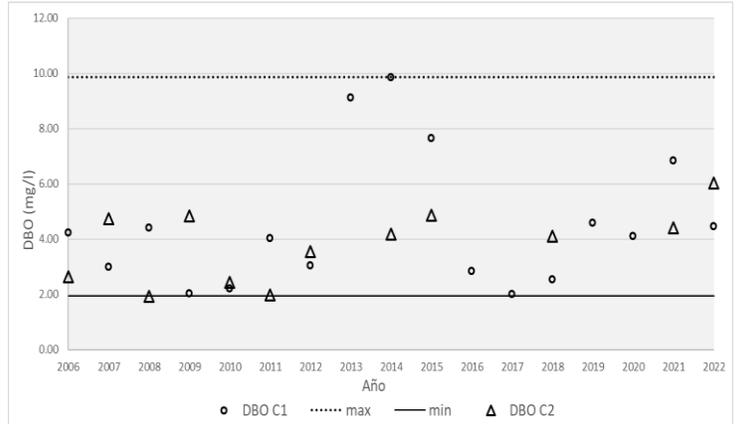
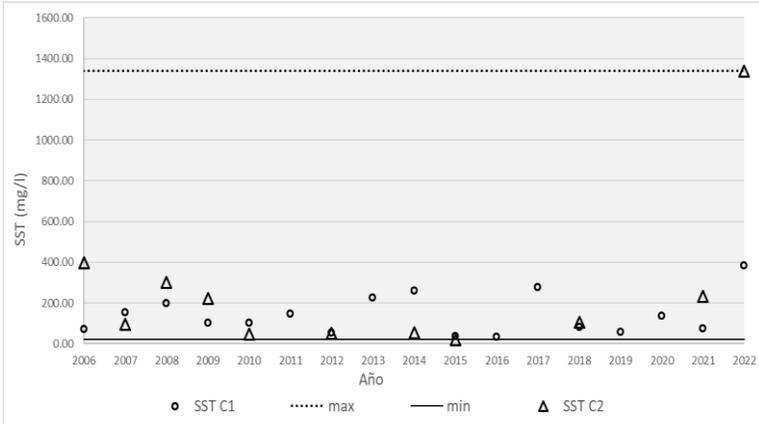


Variación temporal para los parámetros de interés en la estación Puente La Virginia.





Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca





Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Anexo 2. INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN REVISADOS PARA LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE OBJETIVOS DE CALIDAD

Tipo de Instrumento	Instrumento	Área de Influencia	Documento Soporte	Información Revisada	
Planificación	Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas - POMCA	Ríos Lili, Meléndez y Cañaveralejo	Resolución 1215 de 2019. Soportes Técnicos	Estimación de Oferta y Demanda: localización del punto de cierre y métodos.	
		Ríos Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijes, Yotoco, Mediacanoa y Piedras	Documentos técnicos		
		Río Cali	Resolución 474 de 2014. Inicio del proceso de revisión y ajuste. Soportes Técnicos		
		Río Amaime	Resolución 849 de 2011. Soportes Técnicos		Base cartográfica: Usos del suelo e inventario de usuarios y captaciones
		Río Guadalajara	Resolución 950 de 2011. Soportes Técnicos		
		Río Guabas	Resolución 743 de 2009. Soportes Técnicos		
		Río El Cerrito	Resolución 853 de 2012. Soportes Técnicos		
	Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico. PORH	Río Lili	Resolución 1227 de 2019. Soportes Técnicos	Estimación de Oferta y Demanda: localización de puntos de cierre y métodos. Usuarios del recurso Hídrico: Inventario de Obras Hidráulicas	
		Río Meléndez	Resolución 1225 de 2019. Soportes Técnicos		
		Río Cañaveralejo	Resolución 1226 de 2019.		



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Tipo de Instrumento	Instrumento	Área de Influencia	Documento Soporte	Información Revisada
			Soportes Técnicos	(IOH), Registro de usuarios del recurso Hídrico (RURH) Modelación de calidad Base cartográfica: Usos del suelo, IOH
		Río Yumbo	Resolución 1235 de 2019. Soportes Técnicos	
		Río Arroyohondo	Resolución 1234 de 2019. Soportes Técnicos	
		Río Vijes	Resolución 697 de 2016. Declaratoria de ordenamiento. Soportes Técnicos	
		Ríos Bolo y Fraile	Elaboración de los insumos técnicos a ser considerados en la formulación del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico de los ríos Bolo y Frayle	
Comando y Control	PSMV	Cali - Cabecera	Resolución 1484 de 2016. Soportes Técnicos	Localización de los vertimientos generados a cuerpos de agua superficiales
		Guacarí - Sonso	Resolución 740-0014 de 2016. Soportes Técnicos	
		Guacarí - Guabas	Resolución 741-0563 de 2015. Soportes Técnicos	
		Buga - Cabecera	Resolución 550-0237 de 2013. Soportes Técnicos	



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Tipo de Instrumento	Instrumento	Área de Influencia	Documento Soporte	Información Revisada
		Candelaria - Cabecera	Resolución 720-1037 de 2011. Soportes Técnicos	
		Candelaria - San Joaquín y El Carmelo	Resolución 660-0713 de 2012".	
		Candelaria - Brisas del Frayle	Resolución 720-0430 de 2015". Soportes Técnicos	
		Palmira - Cabecera	Resolución 720-421 de 2018. Soportes Técnicos	
		Palmira - Roza la Torre	Resolución 0720-815 de 2015. Soportes Técnicos	
		Palmira - La Pampa	Resolución 720-611 de 2019	
		Palmira - Agua Clara	Resolución 720-216 de 2019	
		Palmira - La Acequia	Resolución 721-0634 de 2015. Soportes Técnicos	
		Yumbo - Cabecera	Resolución 097 de 2016. Soportes Técnicos	
		Yumbo - Dapa	Resolución 710-0428 de 2017. Soportes Técnicos	
		Yumbo - Mulaló	Resolución 710-0496 de 2016. Soportes Técnicos	



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Tipo de Instrumento	Instrumento	Área de Influencia	Documento Soporte	Información Revisada	
		Yumbo - Zona Industrial de Yumbo	Resolución 710-0278 de 2016. Soportes Técnicos		
		Yumbo - Pedregal	Resolución 710-0309 de 2015. Soportes Técnicos		
		Candelaria - Villagorgona	Resolución 780-0286 de 2018. Soportes Técnicos		
		Candelaria - El Tiple	Resolución 720-0174 de 2015. Soportes Técnicos		
		Candelaria - La Regina	Resolución 721-753 de 2011. Soportes Técnicos		
	Expedientes	Usuarios		Permisos de vertimientos	Usuarios generadores de vertimientos al Tramo II del río Cauca Tipo de vertimiento Localización del vertimiento Caracterizaciones
				Concesiones	Usuarios que captan del Tramo II del río Cauca Uso del recurso hídrico Localización de las captaciones Caudal captado
	Caracterización de vertimientos		Usuarios	Programa de caracterización de vertimientos con carga	Localización de los vertimientos caracterizados



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Tipo de Instrumento	Instrumento	Área de Influencia	Documento Soporte	Información Revisada
			menor o igual a 625 Kg/día DBO ₅	Resultados de la caracterización de los últimos 4 años
Económicos	Tasa Retributiva	Usuarios	Base de datos Usuarios Generadores de > 500 DBO ₅ Kg/mes	Localización de los vertimientos realizados por los usuarios Resultados de la caracterización de los últimos 4 años
	Tasa por Uso	Usuarios	Reporte de datos clientes por servicio	Localización de las captaciones realizadas por los usuarios
De Información	GeoCVC	Geoportal de la CVC	Visor Geográfico Avanzado	Cobertura y usos del suelo Red Hidroclimatológica
	RURH Registro de Usuarios del Recurso Hídrico	Río Lili	PORH 2019	Localización de usuarios que realizan captaciones Localización de usuarios que realizan vertimientos
		Río Meléndez	PORH 2019	
		Río Cañaveralejo	PORH 2019	
		Río Yumbo	PORH 2019	
		Río Vijes	Insumos generados para PORH 2019	
Ríos Bolo y Frayle	Insumos generados para PORH 2015			

Otras fuentes de información identificadas y Revisadas

Tipo de Información	Información	Área de Influencia	Fuente
Hidroclimatológica	Boletines Red de Monitoreo hidroclimatológica	Cuencas que integran el Tramo II del Río Cauca	Portal Hidroclimatológico CVC http://ecopedia.cvc.gov.co/content/boletin-hidrometeorologico

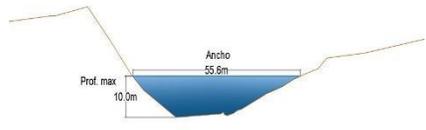
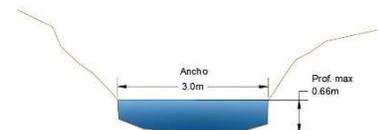
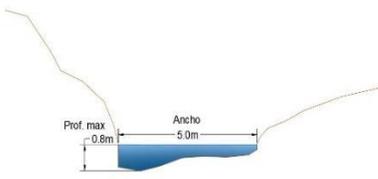
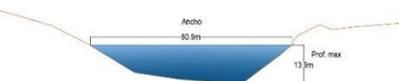
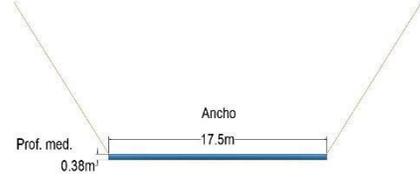
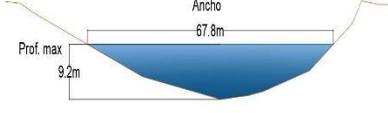
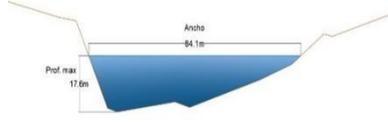


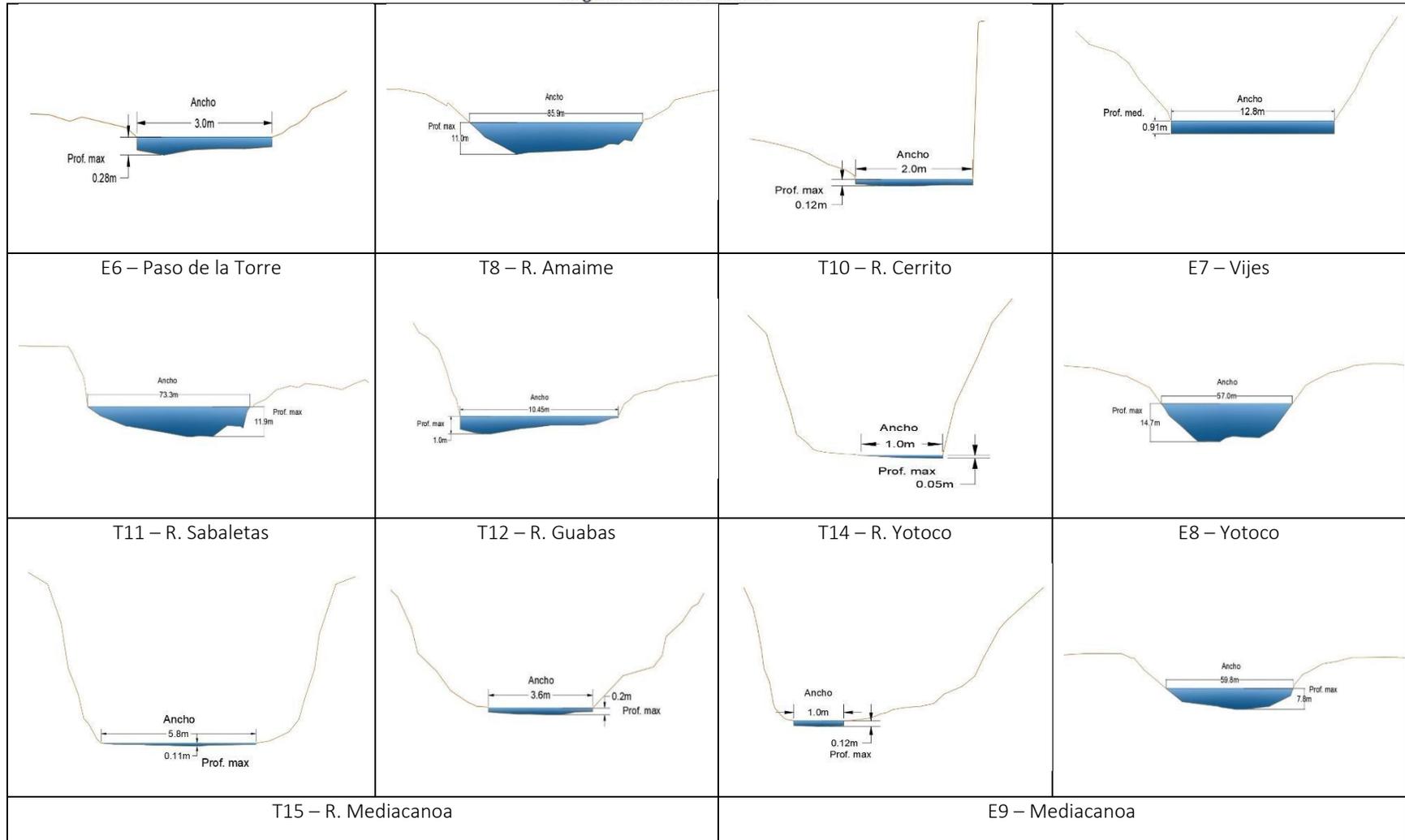
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

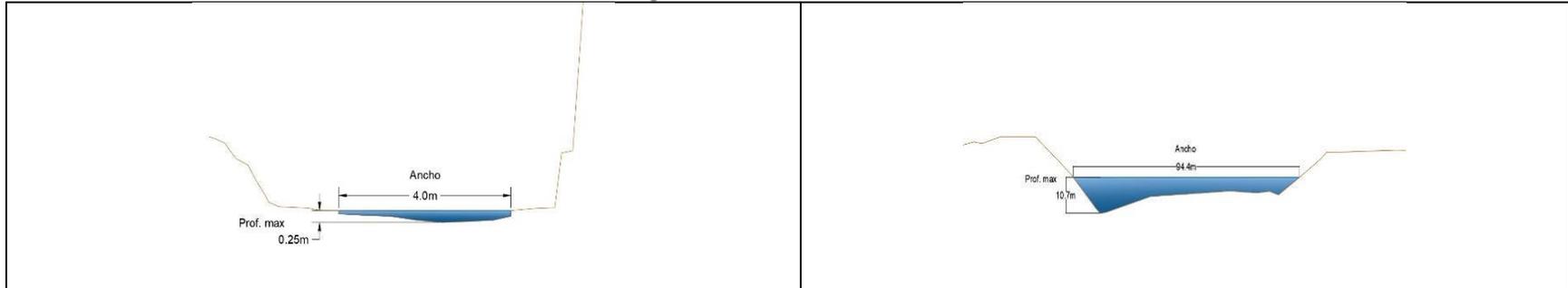
Calidad de Agua Superficial	Red de monitoreo de calidad de agua	Resultados obtenidos desde 1996 hasta 2019. Estaciones sobre el Tramo II del río Cauca y tributarios	Laboratorio Ambiental CVC
Balances Hídricos	Balances Oferta - Demanda	Cuencas de los ríos: Amaime, Arroyohondo, Bolo, Cali, Cañaveralejo, Desbaratado, Cerrito, Fraile, Guabas, Guachal, Meléndez, Mulaló, Lili, Mediacanoa, Sonso, Sabaleta, Vijes, Yumbo y Yotoco	Página web CVC https://www.cvc.gov.co/documentos/normatividad/recursos-hidrico/balances-ofertas-demanda
Ordenamiento Territorial	Planes de Ordenamiento territorial	Candelaria, El Cerrito, Florida, Pradera, Cali, Yumbo, Palmira, Yotoco, Buga	Acuerdos de POT o EOT municipales
Componente hidráulico - hidrodinámico	Esquema tránsito río Cauca (modelo HBV)	Río Cauca	Universidad del Valle - CVC
	Modelo hidráulico (modelo SOBEK)	Río Cauca	CVC
	Estudio con trazadores	Río Cauca	Modelación del río Cauca - PMC, fases I a III (2007). Estudio del proceso de reaeración en el río Cauca (2004)

Anexo 3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD Y CANTIDAD

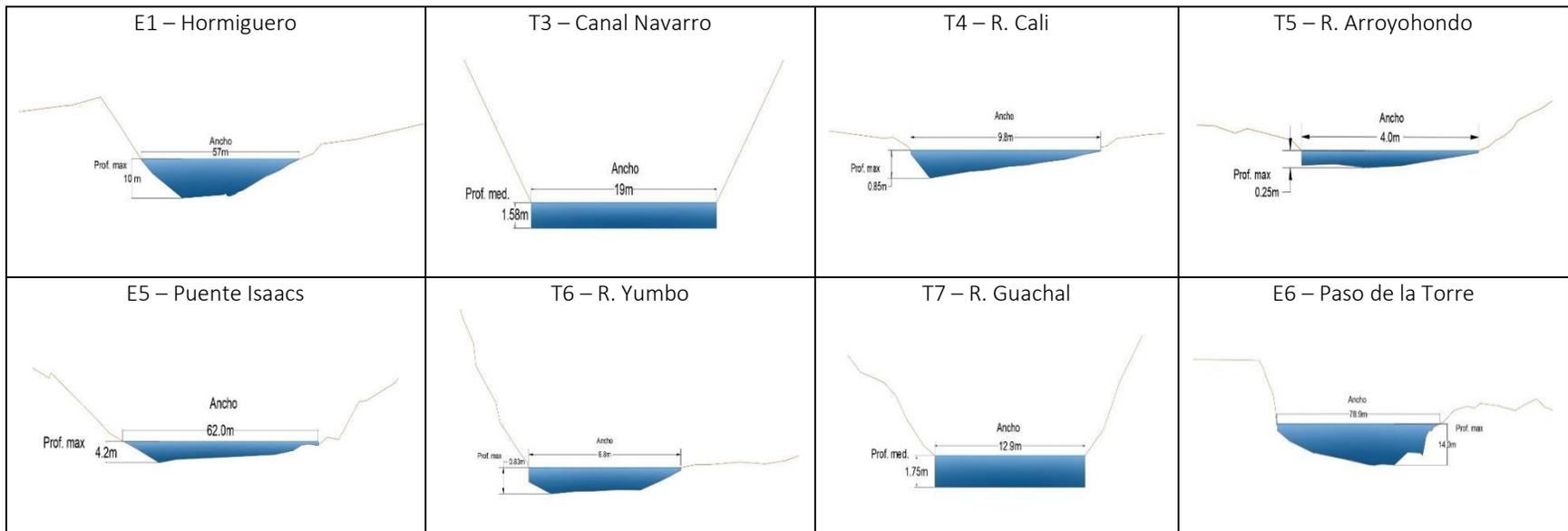
SECCIONES TOPOBATIMÉTRICAS PARA EL MODELO DE SIMULACIÓN CAMPAÑA 1

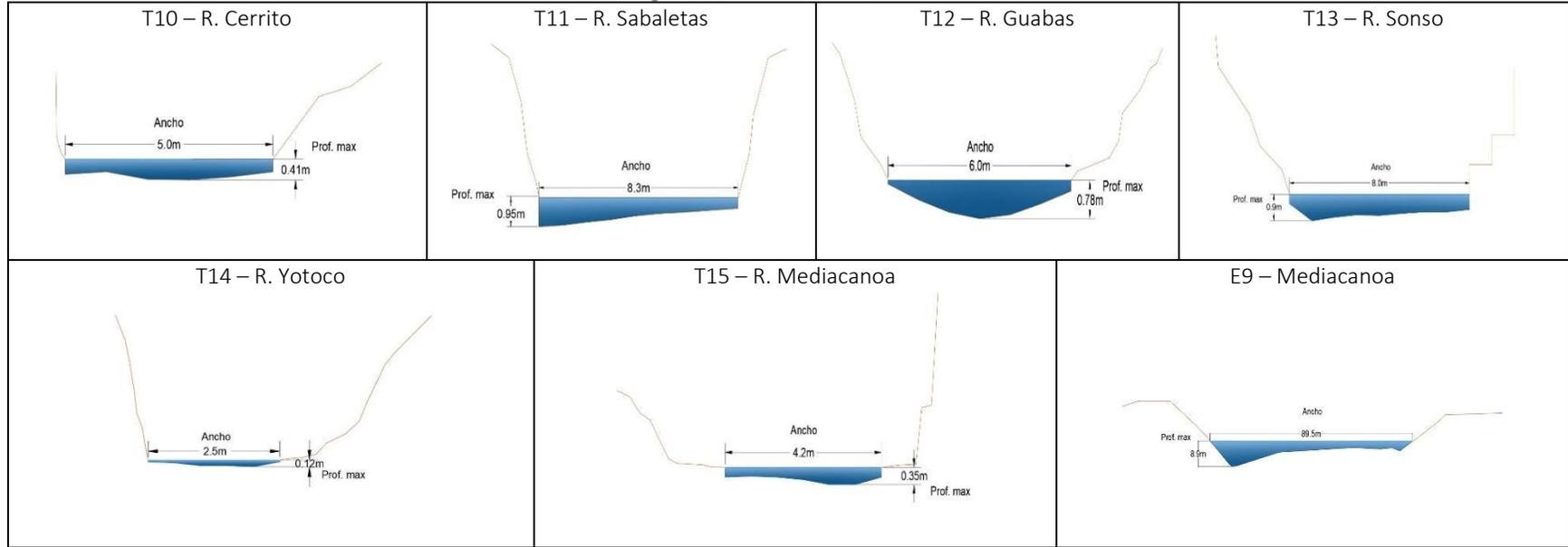
<p>E1 – Hormiguero</p>  <p>Ancho 55.8m Prof. max 10.0m</p>	<p>T1 – R. Zanjón Oscuro</p>  <p>Ancho 3.0m Prof. max 0.65m</p>	<p>T2 – R. Desbaratado</p>  <p>Ancho 5.0m Prof. max 0.8m</p>	<p>E2 – Antes Canal Navarro</p>  <p>Ancho 80.8m Prof. max 13.9m</p>
<p>T3 – Canal Navarro</p>  <p>Ancho 17.5m Prof. med. 0.38m</p>	<p>E3 – Juanchito</p>  <p>Ancho 67.8m Prof. max 9.2m</p>	<p>E4 – Paso del Comercio</p>  <p>Ancho 84.1m Prof. max 17.8m</p>	<p>T4 – R. Cali</p>  <p>Ancho 10.5m Prof. max 0.39m</p>
<p>T5 – R. Arroyohondo</p>	<p>E5 – Puente Isaacs</p>	<p>T6 – R. Yumbo</p>	<p>T7 – R. Guachal</p>





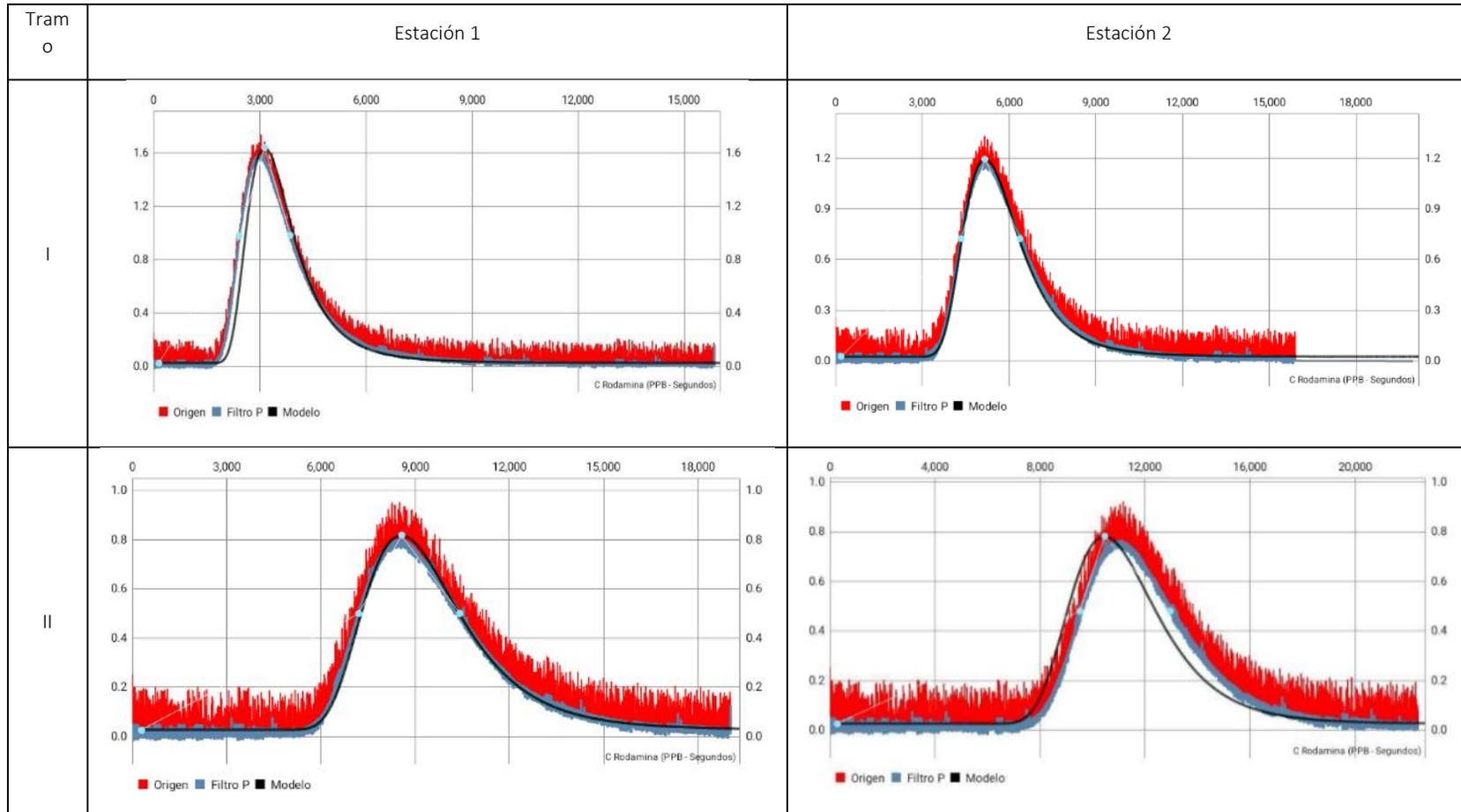
SECCIONES TOPOBATIMÉTRICAS PARA EL MODELO DE SIMULACIÓN CAMPAÑA 2





ANEXO 4. CURVAS DE TRAZADORES

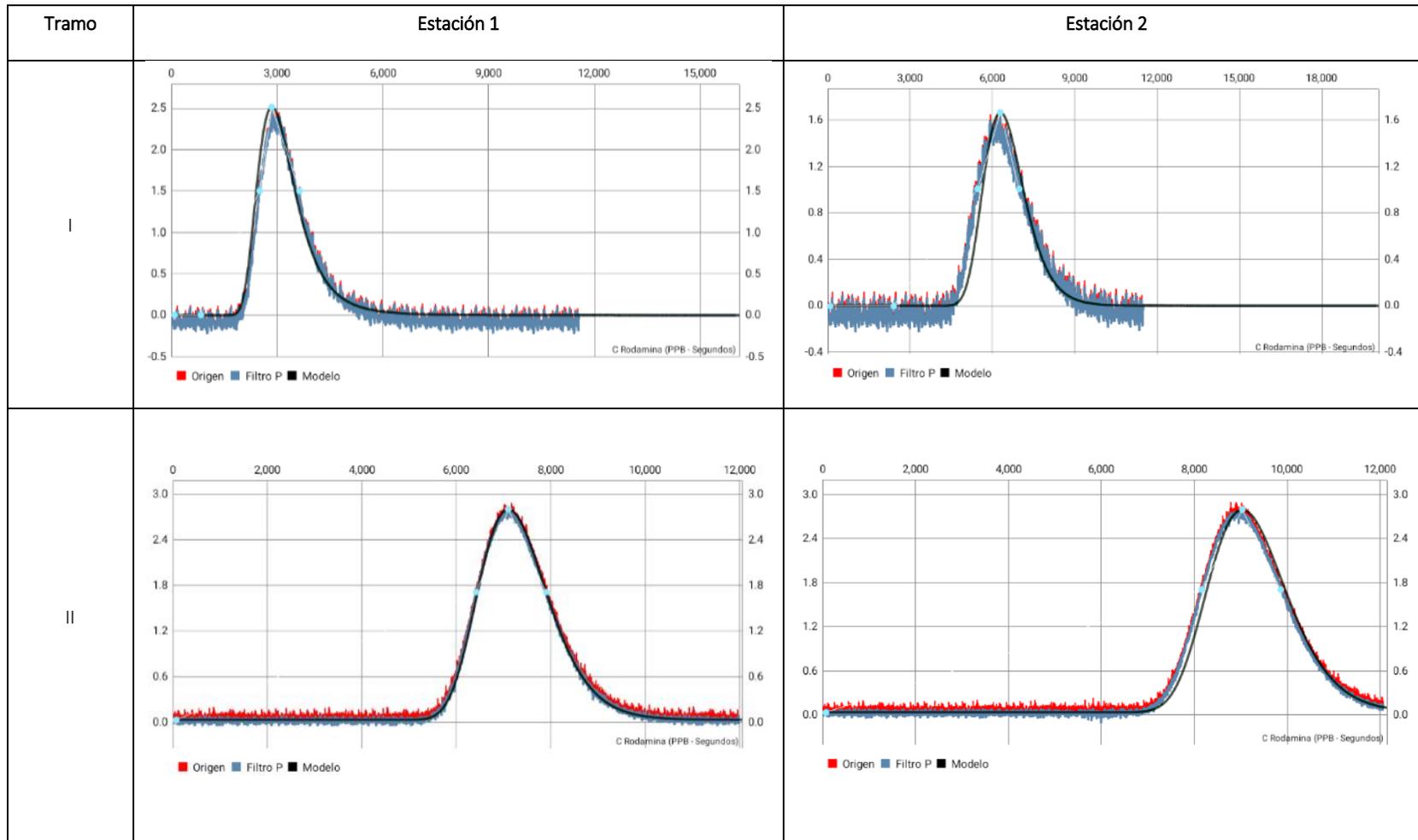
CURVAS DE TRAZADOR OBTENIDAS EN LA PRIMERA CAMPAÑA DE MONITOREO





Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

CURVAS DE TRAZADOR OBTENIDAS EN LA SEGUNDA CAMPAÑA DE MONITOREO



Anexo 5. RESULTADOS ENSAYOS DE CAMPO Y PRUEBAS DE LABORATORIO

Resultados ensayos determinados en campo en las estaciones del río Cauca.

Punto de monitoreo/Variable	Caudal (m ³ /s)		pH (UpH)		Conductividad eléctrica (μS/cm)		Temperatura (°C)		HR (%)		Temperatura ambiente (°C)		Nubosidad (%)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Campaña	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Hormiguero	153,24	414,81	7,30	7,52	70,7	92,2	21,3	22,7	72	74	17,5	18,4	>50	>50
Rio Zanjón Oscuro	0,94	Sin aforo (**)	6,8	6,94	403	148,7	23,5	22,1	75	85	18,9	22,6	>50	>50
Rio Desbaratado	1,694	Sin aforo (**)	6,46	7,52	273	139,2	22	23,1	73	68	24	30	>50	>50
Antes Canal Navarro	Caudal de Puerto Mallarino		5,93	7,57	104	91,7	22,6	24,3	74	85	28	24,3	>50	>50
Canal Navarro	1,61	2,69	5,96	7,4	289	228	25,4	27,5	56	72	26,4	29	>50	>50
Juanchito	148,23	318,9	7,16	7,48	123,1	89,7	22,7	24,4	53	72	30	28	<50	<50
Paso del Comercio	181	311,53	7,80	6,40	165,2	110,7	24,6	24,1	55	70	31	28	<50	<50
Rio Cali	1,428	3,39	6,77	7,76	474	253,1	26	23,4	-	57	-	29	>50	>50
Rio Arroyohondo	0,269	0,189	5,8	7,94	533	420	25,2	23,7	-	82	-	22	<50	<50

Punto de monitoreo/Variable	Caudal (m ³ /s)		pH (UpH)		Conductividad eléctrica (μS/cm)		Temperatura (°C)		HR (%)		Temperatura ambiente (°C)		Nubosidad (%)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Campaña														
Puente Isaacs	171,34	361,83	6,69	6,87	131,9	118,9	22,4	23,7	77	70	23	26	<50	<50
Rio Yumbo	0,087	0,462	7,29	7,01	457	654	23,8	25,7	89	69	23	23	<50	<50
Rio Guachal	6,29**	15,742	7,42	6,68	342	337	22,9	23,6	92	70	23	23	<50	<50
Paso de La Torre	180,54	375,83	6,97	6,75	151,7	158,2	22,3	22,1	94	68	22	23	<50	<50
Rio Amaime	2,18	Sin aforo	6,16	7,3	349	308	22,5	21,9	53	70	26,2	21	<50	<50
Rio Cerrito	0,02	0,403	8,19	7,36	869	259	25	23,3	59	68	29	22	>50	>50
Vijes	Se asocia a Paso de la Torre		6,92	6,79	178,1	165,7	24,7	22,5	53	93	27,7	19	>50	>50
Rio Sabaletas	0,176	3,42	9,01	7,48	588	250,1	24,5	22	59	81	29	20	<50	<50
Rio Guabas	0,168	1,913	7,76	7,44	480	364	25,5	22,7	54	68	26,8	23	<50	<50
Rio Sonso	Sin aforo (*)	1,128	7,28	6,96	441	280,6	23,2	24,5	75	50	20	25	<50	<50
Rio Yotoco	0,037	0,046	7,04	7,59	641	708	23,6	24	75	47	20	29	<50	<50

Punto de monitoreo/Variable	Caudal (m ³ /s)		pH (UpH)		Conductividad eléctrica (μS/cm)		Temperatura (°C)		HR (%)		Temperatura ambiente (°C)		Nubosidad (%)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Yotoco	Se asocia a Mediacanoa		6,83	7,33	169	165	21	24	53	47	27,7	29	<50	<50
Río Mediacanoa	0,324	0,406	7,36	7,33	259	165	23,3	24	75	49	20	28	<50	<50
Mediacanoa	172**	403,67	6,74	6,99	167	174	22,8	23	53	56	27,7	23	>50	>50

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales.

Estación/Variable	Alcalinidad total (mg/l)		Cloruros (mg/l)		Color verdadero (UPC)		DBO ₅ (mg/l)		DBO ₅ (s) (mg/l)	
	LC=25		LC=4		LC=5		LC=1,98		LC=1,98	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1. Río Cauca. Hormiguero	26,8	28,4	4,65	< 4,00	50	50	2,03	4,78	< 1,98	< 1,98
T1. Zanjón Oscuro	65,1	33,4	15,7	< 4,00	50	400	501	13,4	453	6,85
T02 - Río Desbaratado	117	52,3	< 4,00	4,84	20	200	3,53	13,8	< 1,98	2,95
E2. Río Cauca. Antes canal Navarro	32,3	26,9	5,14	< 4,00	40	70	< 1,98	7,86	< 1,98	< 1,98
T03 - Canal Navarro	67,2	61,6	9,03	9,41	80	20	5,29	5,88	2,71	2,47
E3. Río Cauca. Juanchito	34,1	29,9	4,95	5,52	50	20	2,72	6,87	< 1,98	< 1,98
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	44,4	29,4	8,48	< 4,00	40	40	8,91	12,8	3,48	< 1,98

Estación/Variable	Alcalinidad total (mg/l)		Cloruros (mg/l)		Color verdadero (UPC)		DBO ₅ (mg/l)		DBO ₅ (s) (mg/l)	
	LC=25		LC=4		LC=5		LC=1,98		LC=1,98	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T04 - Río Cali	120	58	30,9	< 4,00	60	10	57,0	8,6	17,9	2,04
T05 - Río Arroyohondo	66,0	128,0	34,6	7,3	50	15	218	5	206	< 1,98
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	44,8	33	8,82	< 4,00	30	40	11,7	11,2	2,87	< 1,98
T06 - Río Yumbo	166	196	32,2	< 4,00	40	50	77,1	173	33,0	44,5
T07 - Río Guachal	180	114	15,9	25,8	50	40	10,4	11,2	2,74	< 1,98
E6. Río Cauca. Paso de la torre	54,3	38,3	8,72	< 4,00	60	40	5,23	11,3	2,16	< 1,98
T8 - Río Amaime	148	117	8,51	< 4,00	20	10	< 1,98	4,55	< 1,98	< 1,98
T10 - Río Cerrito	385	218	26,9	20,6	15	10	2,41	7,36	< 1,98	2,76
E7. Río Cauca. Vijos	50,5	38,2	11,4	8,72	30	30	6,64	12,7	< 1,98	3,72
T11 - Río Sabaleta	255	<25,0	8,55	9,33	20	50	< 1,98	17,6	< 1,98	2,91
T12 - Río Guabas	351	135	8,11	< 4,00	25	10	< 1,98	3,32	< 1,98	< 1,98
T13 - Río Sonso	233	119	6,92	4,69	40	25	4,81	4,87	< 1,98	< 1,98
T14 - Río Yotoco	276	259	31,7	26,8	50	40	96,1	60,4	48,2	26,8
E8. Río cauca - Yotoco	59,6	45,6	8,91	8,67	40	50	4,16	11,7	< 1,98	< 1,98
T15 - Río Mediacanoa	138	45,2	< 4,00	8,81	20	50	< 1,98	11,6	< 1,98	< 1,98
E9. Río Cauca. Mediacanoa	60,8	110	8,85	< 4,00	30	10	3,56	6,33	< 1,98	< 1,98

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	DQO (mg/l)		DQO(s) (mg/l)		Detergentes (mg/l)		Dureza Total (mg/l)		Fósforo Total (mg/l)	
	LC=13,5		LC=13,5		LC=0,45		LC=20		LC=0,03	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1. Río Cauca. Hormiguero	< 13,5	< 13,5	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	49,9	83,9	< 0,03	0,13
T1. Zanjón Oscuro	669	163	638	37,3	< 0,45	<0,45	165	204	2,24	2,24
T02 - Río Desbaratado	< 13,5	149	< 13,5	27,8	< 0,45	<0,45	136	320	0,23	0,23
E2. Río Cauca. Antes canal Navarro	< 13,5	35,8	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	49,0	82	0,03	0,17
T03 - Canal Navarro	16,1	16,1	< 13,5	< 13,5	0,53	0,85	102	81,5	0,17	0,31
E3. Río Cauca. Juanchito	< 13,5	33,9	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	61,7	91,1	0,05	0,38
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	23,8	45,8	15,8	< 13,5	< 0,45	<0,45	64,4	122	0,21	0,22
T04 - Río Cali	118	< 13,5	37,4	< 13,5	2,08	<0,45	127	84,9	1,52	0,11
T05 - Río Arroyohondo	304	< 13,5	300	18,2	0,63	<0,45	201	198	0,09	0,17
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	36,4	47,1	17,4	< 13,5	< 0,45	0,69	64,1	69,8	0,16	0,24
T06 - Río Yumbo	138	333	64,3	87,9	3,63	8,46	140	132	2,18	2,78
T07 - Río Guachal	28,3	47,4	16,2	< 13,5	< 0,45	2,9	164	486	0,68	0,71
E6. Río Cauca. Paso de la torre	20,3	37,2	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	62,6	112	0,17	0,24
T8 - Río Amaime	< 13,5	< 13,5	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	166	90,8	0,17	0,24
T10 - Río Cerrito	< 13,5	14,6	< 13,5	< 13,5	< 0,45	<,45	339	225	0,35	0,26
E7. Río Cauca. Vijes	28,4	31,7	15,5	13,9	< 0,45	<0,45	69,4	101	0,24	0,22
T11 - Río Sabaletas	< 13,5	55,7	< 13,5	18,9	< 0,45	11,4	180	143	0,35	0,47

Estación/Variable	DQO (mg/l)		DQO(s) (mg/l)		Detergentes (mg/l)		Dureza Total (mg/l)		Fósforo Total (mg/l)	
	LC=13,5		LC=13,5		LC=0,45		LC=20		LC=0,03	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T12 - Río Guabas	< 13,5	< 13,5	<13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	334	140	0,14	0,10
T13 - Río Sonso	22,0	15,2	15,1	< 13,5	< 0,45	<0,45	220	118	0,64	0,41
T14 - Río Yotoco	200	118	86,0	47,1	3,66	2,98	210	181	1,63	2,02
E8. Río Cauca - Yotoco	25,2	43,7	18,3	< 13,5	0,60	<0,45	76,6	78,7	0,22	0,30
T15 - Río Mediacanoa	< 13,5	40,6	<13,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	124	113	0,05	0,07
E9. Río Cauca. Mediacanoa	17,0	< 13,5	14,5	< 13,5	< 0,45	<0,45	71,5	86,4	0,21	0,27

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	Fósforo Reactivo Total (mg/l)		Grasas & Aceites (mg/l)		OD (mg/l)		Ssed (ml/L)		SST (mg/l)	
	LC=0,03		LC=10		LC=0,2		LC=0,5		LC=3	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1. Río Cauca. Hormiguero	< 0,03	0,03	< 10,0	< 10,0	7,02	6,4	< 0,5	0,7	38,0	149,0
T1. Zanjón Oscuro	1,02	0,71	11,8	< 10,0	< 0,20	3,01	< 0,5	1,6	90,0	1422,0

Estación/Variable	Fósforo Reactivo Total (mg/l)		Grasas & Aceites (mg/l)		OD (mg/l)		Ssed (ml/L)		SST (mg/l)	
	LC=0,03		LC=10		LC=0,2		LC=0,5		LC=3	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T02 - Río Desbaratado	0,21	0,95	24,0	< 10,0	6,45	3,13	< 0,5	5	72,5	2408
E2. Río Cauca. Antes canal Navarro	< 0,03	0,15	15,5	< 10,0	6,42	6,45	< 0,5	1,2	13,5	420
T03 - Canal Navarro	0,16	0,27	< 10,0	< 10,0	2,08	3,04	< 0,5	<0,5	68,8	132
E3. Río Cauca. Juanchito	0,04	0,16	17,4	< 10,0	5,99	5,78	< 0,5	1,2	34,2	496,0
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	0,12	0,20	15,6	< 10,0	5,15	4,96	< 0,5	1,5	38,4	514
T04 - Río Cali	0,86	0,09	29,3	< 10,0	0,38	5,06	0,8	<0,5	59,2	13,6
T05 - Río Arroyohondo	0,06	0,13	15,7	< 10,0	1,18	3,09	< 0,5	<0,5	35,0	3,3
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	0,16	0,19	16,4	< 10,0	1,74	3,17	< 0,5	1,2	66,8	404
T06 - Río Yumbo	1,50	0,82	25,4	93,6	0,38	10	0,7	0,7	47,6	144
T07 - Río Guachal	0,50	0,54	19,1	< 10,0	1,14	2,74	< 0,5	1,8	49,3	657

Estación/Variable	Fósforo Reactivo Total (mg/l)		Grasas & Aceites (mg/l)		OD (mg/l)		Ssed (ml/L)		SST (mg/l)	
	LC=0,03		LC=10		LC=0,2		LC=0,5		LC=3	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E6. Río Cauca. Paso de la Torre	0,16	0,20	18,8	< 10,0	0,72	3,57	< 0,5	0,5	22,8	472
T08 - Río Amaime	0,17	0,21	19,6	< 10,0	6,22	6,77	< 0,5	<0,5	8,62	231
T10 - Río Cerrito	0,27	0,22	15,6	< 10,0	6,79	3,68	< 0,5	<0,5	<3,00	15,2
E7. Río Cauca. Vijes	0,17	0,21	16,7	< 10,0	3,27	3,82	0,5	1	68,2	384
T11 - Río Sabaletas	0,21	0,43	12,6	< 10,0	6,76	6,62	< 0,5	<0,5	3,62	482
T12 - Río Guabas	0,12	0,08	< 10,0	< 10,0	4,09	7,71	< 0,5	<0,5	< 3,00	81,7
T13 - Río Sonso	0,62	0,33	21,5	< 10,0	2,23	6,94	< 0,5	<0,5	4,36	37,1
T14 - Río Yotoco	1,30	1,82	27,0	13,0	< 0,20	< 0,20	1	<0,5	248	34
E8. Río Cauca - Yotoco	0,14	0,20	23,6	< 10,0	0,57	1,55	< 0,5	1,7	37,1	340
T15 - Río Mediacanoa	0,05	0,05	20,9	< 10,0	5,05	0,73	< 0,5	1,7	5,50	390,00

Estación/Variable	Fósforo Reactivo Total (mg/l)		Grasas & Aceites (mg/l)		OD (mg/l)		Ssed (ml/L)		SST (mg/l)	
	LC=0,03		LC=10		LC=0,2		LC=0,5		LC=3	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E9. Río Cauca. Mediacanoa	0,14	0,24	14,3	< 10,0	0,79	4,93	< 0,5	<0,5	38,3	22,6

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	SSV (mg/L)		SDT (mg/L)		SO ₄ (mg/L)		Turbiedad (UNT)		Calcio (mg/L)	
	LC=3		LC=25		LC=5		LC=0.1		LC=0.1	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1 Río Cauca. Hormiguero	6,10	27,00	87,0	80,0	16	21,4	27,0	144,0	10	13
T1. Zanjón Oscuro	64,2	274	540	184	15	52,6	34,2	1771	52	33
T02 - Río Desbaratado	< 3,00	292	186	100	18	15,3	26,2	1450	46	50
E2. Río Cauca. Antes canal Navarro	< 3,00	67	81,0	81,5	14	29,9	19,3	299	12	14
T03 - Canal Navarro	8,70	14,00	216	130	58	40,7	70,2	48	26	20
E3. Río Cauca. Juanchito	4,10	86,00	82,5	98	16	30,2	30,8	340	10	18
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	7,20	82,00	98,0	114,0	18	52,8	35,6	354	12	20
T04 - Río Cali	43,8	8,42	283	134	67	31,1	38,0	9,5	31	21

Estación/Variable	SSV (mg/L)		SDT (mg/L)		SO ₄ (mg/L)		Turbiedad (UNT)		Calcio (mg/L)	
	LC=3		LC=25		LC=5		LC=0.1		LC=0.1	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T05 - Río Arroyohondo	19,4	<3,00	392	310	76	83,2	22,7	4,32	47,0	47
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	3,10	59,00	104	122	20	28,3	27,7	302	11	14
T06 - Río Yumbo	35,0	124,0	288	352	42	32,5	36,8	101	37	47
T07 - Río Guachal	7,40	113,00	255	146	27	31,3	21,8	700	40	80
E6. Río Cauca. Paso de la torre	< 3,00	80	114	128	21,0	24,4	15,8	354	17	21
T8 - Río Amaime	< 3,00	27	218	211	35,8	29,6	7,14	87,4	47	41
T10 - Río Cerrito	< 3,00	7,04	516	336	34	31,4	0,18	9,22	91	59
E7 - Río Cauca. Vijes	13,1	46	134	180	23,3	31,4	35,7	308	16	19
T11 - Río Sabaleta	< 3,00	86	346	237	15	30,5	4,78	444	62	34
T12 - Río Guabas	<3,00	11,3	398	170	16	7,8	2,72	44,2	82,0	35
T13 - Río Sonso	< 3,00	13,3	282	166	10	11,7	3,26	28,8	44	28
T14 - Río Yotoco	40,0	29,3	380	350	31	16,2	108	17,2	49	49
E8. Río Cauca - Yotoco	5,60	50,00	112	124	21	20,9	27,6	226	15	19
T15 - Río Mediacanoa	< 3,00	60	170	122	8,3	22,5	4,84	248	27	26
E9. Río Cauca. Mediacanoa	7,40	8,70	112	138	21	9,55	20,2	26,3	19	20

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	Hierro (mg/L)		Magnesio (mg/L)		Manganeso (mg/L)		Sodio (mg/L)		COT (mg C/L)		Clorofila (mg/m ³)	
	LC=0.3		LC=0.02		LC=0.15		LC=0.1		LC=3		LC=0	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1 Río Cauca. Hormiguero	1,16	19,6	4,3	7,7	< 0,15	0,72	9,6	6,6	3	27	0,000	0,000
T1. Zanjón Oscuro	5,62	80,4	20	31	1,00	2,53	34	13	21	36	0,000	0,000
T02 - Río Desbaratado	3,31	87,9	14	47	< 0,15	2,53	13	6,3	3	38	0,000	0,000
E2. Río Cauca. Antes Canal Navarro	2,13	14,5	4,5	7,9	< 0,15	0,58	6,8	6,7	3	24	0,000	0,000
T03 - Canal Navarro	9,73	2,66	11	7,4	0,45	0,2	13	10	3	30	0,000	0,000
E3. Río Cauca. Juanchito	1,69	25,6	8,80	15	< 0,15	1,19	10	9,5	3	39	0,000	0,000
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	3,15	48,5	5,1	15	0,16	2,93	13	11	3	29	0,000	0,000
T04 - Río Cali	1,56	20,7	15	9,3	0,30	0,16	41	9,9	21	30	0,000	0,000
T05 - Río Arroyohondo	1,36	<0,30	21	25	3,67	<0,15	33	16	14	20	0,000	0,000
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	2,02	16,9	4,8	8,3	0,17	0,42	13	8,4	11	33	0,000	0,070
T06 - Río Yumbo	0,54	1,56	15	14	< 0,15	<0,15	49	83	9,6	48	0,000	0,180
T07 - Río Guachal	1,22	146	17	75	0,37	6,08	31	26	3	31	0,000	0,000
E6. Río Cauca. Paso de la torre	1,55	30	7,1	15	0,29	1,11	16	13	3	19	0,000	0,000
T8 - Río Amaime	0,86	9,84	18	18	< 0,15	0,31	12	10	3	13	0,000	0,000
T10 - Río Cerrito	< 0,30	0,71	49	28	< 0,15	0,24	36	31	3	61	0,000	0,000
E7 - Río Cauca. Vijes	2,23	25,2	6,7	12	0,19	0,67	14	14	3	33	0,000	0,040
T11 - Río Sabaleta	< 0,30	24,2	36,0	21	< 0,15	0,52	16	8,1	4,6	49	0,000	0,000

Estación/Variable	Hierro (mg/L)		Magnesio (mg/L)		Manganeso (mg/L)		Sodio (mg/L)		COT (mg C/L)		Clorofila (mg/m ³)	
	LC=0.3		LC=0.02		LC=0.15		LC=0.1		LC=3		LC=0	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T12 - Río Guabas	<0,30	2,57	44	21	0,31	0,43	18	9,5	3	25	0,000	0,270
T13 - Río Sonso	< 0,30	1,84	29,0	15	0,21	<0,15	24	13	3	33	0,000	0,320
T14 - Río Yotoco	6,54	0,69	27	22	0,48	0,26	67	48	10	48	0,000	0,040
E8. Río Cauca - Yotoco	1,58	15,8	6,6	10	0,20	0,41	16	9,7	3	29	0,000	0,000
T15 - Río Mediacanoa	0,31	1,64	17	14	< 0,15	<0,15	13	11	3	30	0,000	0,000
E9. Río Cauca. Mediacanoa	2,17	19,8	6,8	11	0,21	0,47	15,0	13	3	21	0,000	0,000

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	Coliformes Fecales (UFC)		Coliformes Totales (UFC)		Coliformes Fecales (NMP)		Coliformes Totales (NMP)		DBO ₂₀ (mg O ₂ /L)	
	LC=0		LC=0		LC=0		LC=0		LC=5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1 Río Cauca. Hormiguero	201	1700	2000	1900	2200	94000	24000	2,2E+05	3,5	11
T1. Zanjón Oscuro	311	1600	2000	1700	1,3E+05	7900	2,3E+05	11000	9,5	66,7
T02 - Río Desbaratado	0	1700	184	2100	790	2,3E+05	1700	5,4E+06	1,8	67,4
E2. Río Cauca. Antes Canal Navarro	408	1600	2000	1600	22000	23000	79000	94000	7,3	11
T03 - Canal Navarro	2000	1800	2000	2200	24000	6100	35000	9200	5	10,5

Estación/Variable	Coliformes Fecales (UFC)		Coliformes Totales (UFC)		Coliformes Fecales (NMP)		Coliformes Totales (NMP)		DBO ₂₀ (mg O ₂ /L)	
	LC=0		LC=0		LC=0		LC=0		LC=5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E3. Río Cauca. Juanchito	2000	1900	2000	2400	13000	49000	17000	1,3E+05	9,45	13,9
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	2000	1600	2000	2000	49000	70000	1,3E+05	5,4E+05	27,4	9,7
T04 - Río Cali	2000	2000	2000	2300	1,3E+06	4,7E+03	1,7E+07	4,7E+03	199	8,6
T05 - Río Arroyohondo	2000	1900	2000	2200	7800	4700	33000	28000	314	13,5
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	2000	1800	2000	2400	34000	1,3E+05	1,3E+05	3,5E+05	15,3	7,77
T06 - Río Yumbo	0	1900	201	2100	68000	2,1E+05	1,1E+05	2,4E+05	163	173
T07 - Río Guachal	0	1800	115	2000	2,4E+06	2,4E+05	3,5E+06	3,5E+05	13,8	11,5
E6. Río Cauca. Paso de la torre	2000	1600	2000	1700	4,9E+05	34000	1,3E+06	1,3E+05	13,6	8,5
T8 - Río Amaime	0	2100	98	2300	450	28000	2300	92000	9,4	<4,2
T10 - Río Cerrito	0	1900	252	2300	1400	70000	2200	1,7E+05	8,7	<4,2
E7 - Río Cauca. Vijos	81	1600	164	1900	23000	7900	49000	35000	16	15,4
T11 - Río Sabaletas	2000	1800	2000	2300	780	1,1E+05	3300	3,3E+05	7,7	18,1
T12 - Río Guabas	390	1600	2000	1700	7900	1300	11000	2300	8,83	<4,2
T13 - Río Sonso	2000	1900	2000	2000	17000	2000	54000	11000	14,3	10,7
T14 - Río Yotoco	2000	1800	2000	2300	1,3E+07	2,3E+05	1,3E+07	7,0E+05	197	61,5
E8. Río Cauca - Yotoco	366	1600	2000	1800	49000	7800	79000	3,5E+05	13,6	14,3
T15 - Río Mediacanoa	2000	1700	2000	2100	7900	14000	13000	49000	7,2	13,3

Estación/Variable	Coliformes Fecales (UFC)		Coliformes Totales (UFC)		Coliformes Fecales (NMP)		Coliformes Totales (NMP)		DBO ₂₀ (mg O ₂ /L)	
	LC=0		LC=0		LC=0		LC=0		LC=5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E9. Río Cauca. Mediacanoa	128	1700	2000	1900	17000	<1,8	21000	46000	14,2	7,5

Ensayos determinados en laboratorio fuentes superficiales (continuación).

Estación/Variable	Fenoles Totales (mg/L)		Nitratos (mg N-NO ₃ /L)		Nitritos (mg N-NO ₂ /L)		Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH ₃ /L)		Nitrógeno Kjeldahl (mg N-N/L)	
	LC=0.01		LC=0.904		LC=0.0152		LC=5		LC=5.00	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E1 Río Cauca. Hormiguero	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	0,0662	<5,00	<5,00	6,44	<5,00
T1. Zanjón Oscuro	<0,010	<0,010	<0,904	0,962	0,015	0,0426	<5,00	<5,00	8,59	<5,00
T02 - Río Desbaratado	<0,010	<0,010	<0,904	2,31	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	5,0	<5,00
E2. Río Cauca. Antes Canal Navarro	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	7,87	<5,00
T03 - Canal Navarro	<0,010	<0,010	<0,904	0,928	0,015	0,0884	<5,00	<5,00	8,11	<5,00
E3. Río Cauca. Juanchito	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	0,866	<5,00	<5,00	5,25	<5,00

Estación/Variable	Fenoles Totales (mg/L)		Nitratos (mg N-NO ₃ /L)		Nitritos (mg N-NO ₂ /L)		Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH ₃ /L)		Nitrógeno Kjeldahl (mg N-N/L)	
	LC=0.01		LC=0.904		LC=0.0152		LC=5		LC=5.00	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
E4. Río Cauca. Paso del Comercio	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	0,0334	<5,00	<5,00	5,52	5,55
T04 - Río Cali	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	16,7	5,72
T05 - Río Arroyohondo	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	9,54	5,42
E5. Río Cauca. Puente Isaacs	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	7,99	7,1
T06 - Río Yumbo	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	21,6	26,6	27
T07 - Río Guachal	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	1,34	<0,0152	<5,00	<5,00	8,83	9,07
E6. Río Cauca. Paso de la Torre	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,024	<0,0152	<5,00	<5,00	6,8	5,62
T8 - Río Amaime	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	7,75	8,08
T10 - Río Cerrito	<0,010	<0,010	<0,904	<0,904	0,015	<0,0152	<5,00	<5,00	5,0	<5,00
E7 - Río Cauca. Vijes	<0,010	<0,010	<0,904	1,620	0,394	0,119	<5,00	<5,00	5,0	6,01
T11 - Río Sabaleta	<0,010	<0,010	<0,904	4,980	0,015	0,111	<5,00	<5,00	5,0	10,1
T12 - Río Guabas	<0,010	<0,010	<0,904	1,190	0,036	0,0635	<5,00	<5,00	5,0	6,31

Estación/Variable	Fenoles Totales (mg/L)		Nitratos (mg N-NO ₃ /L)		Nitritos (mg N-NO ₂ /L)		Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH ₃ /L)		Nitrógeno Kjeldahl (mg N-N/L)	
	LC=0.01		LC=0.904		LC=0.0152		LC=5		LC=5.00	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
T13 - Río Sonso	<0,010	<0,010	<0,904	1,260	0,220	0,0839	<5,00	<5,00	5,0	8,67
T14 - Río Yotoco	<0,010	<0,010	<0,904	<0,90 4	0,015	<0,015 2	<5,00	<5,00	25,4	5,62
E8. Río Cauca - Yotoco	<0,010	<0,010	<0,904	1,92	0,225	0,0876	<5,00	<5,00	5,84	<5,00
T15 - Río Mediacanoa	<0,010	<0,010	<0,904	<0,90 4	0,023	0,066	<5,00	<5,00	5,0	<5,00
E9. Río Cauca. Mediacanoa	<0,010	<0,010	<0,904	1,040	0,226	<0,015 2	<5,00	<5,00	7,99	<5,00

Ensayos determinados en campo vertimientos directos - Rio Cauca

Estación/Variable	Caudal		pH		Conductividad eléctrica		Temperatura	
	(m ³ /s)		(UpH)		(μS/cm)		(°C)	
Campaña(s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de Bombeo Paso del Comercio	0,997	1,00	6,87	6,89	611,3	550,1	26,6	25,77
Canal Cra. 22	0,100	0,03 5	7,33	7,13	545,8	1,096	24,5	25,8
Canal ACOPI	0,341	0,12 5	7,42	6,87	779,11	660,7	25,3	24,9
Quebrada Rafaela	0,069	7,28	7,33	7,28	859,08	947,2	25,6	26,3
PTAP Puerto Mallarino	0,396	0,82 6	6,16	5,54	143,04	118,55	22,2	23,02
Estación de Bombeo Puerto Mallarino	2,962	1,90 9	7,14	6,26	758	709	23,2	25,2
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	5,68 *	NM	6,84	NM	593,3	NM	26
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	1,22 5	NM	7,23	NM	601	NM	25,5
Rebose PTAR Cañaveralejo*	NM	N/R	-	N/R	NM	N/R	NM	N/R
Smurfit Cartón de Colombia	0,714	NM	7,23	NM	1445,4	NM	36	NM
Papelera ATA LTDA.	0,001	NM	7,16	NM	667,77	NM	28,7	NM
Empaques Industriales de Colombia S.A.S.	0,010	NM	7,64	NM	1146,2	NM	36,9	NM
Cartones y Plásticos La Dolores Ltda	0,007	NM	7,7	NM	595,7	NM	30,3	NM
Carvajal Pulpa y Papel	NM	0,34 2	NM	6,68	NM	1,527,7	NM	34,9
PTAR Serbacol	NM	0,03 1	NM	7,38	NM	646,5	NM	25,7
Tintuvalle	NM	0,01 5	NM	7,24	NM	12,463	NM	36



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca

Estación/Variable	Alcalinidad total (mg/l)		Cloruros (mg/l)		DBO (mg/l)		DBO(s) (mg/l)		DQO (mg/l)	
	LC=25		LC=4		LC=1,98		LC=1,98		LC=13,5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	189	164	47,0	45,6	66,5	76,8	46,1	41,3	147	144
Canal Carrera 22	177	296	14,6	<4,00	138	101	108	100	196	159
Canal Acopi	205	172	54,2	47,4	190	140	51,2	51,8	380	264
Quebrada Rafaela	246	255	57,5	<4,00	258	264	90,6	83,4	499	490
PTAP Puerto Mallarino	< 25,0	<25	19,8	22,7	4,53	4,26	<1,98	< 1,98	215	317
Estación de bombeo Puerto Mallarino	194	206	50,0	<4,00	202	439	42,4	62,5	257	984
Smurfit Cartón de Colombia	383	NM	52	NM	110	NM	74,1	NM	406	NM
Papelera ATA Ltda	264	NM	69,1	NM	20,1	NM	14,8	NM	131	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	542	NM	44,7	NM	224	NM	27,9	NM	525	NM
Empaques Industriales de Colombia	314	NM	77,1	NM	1326	NM	1124	NM	2362	NM
Tintuvalle	NM	441	NM	<4,00	NM	186	NM	142	NM	426
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	163,00	NM	<4,00	NM	94,7	NM	49,00	NM	155
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	140	NM	69,2	NM	169	NM	81,9	NM	298
Carvajal Pulpa y Papel	NM	462	NM	35,9	NM	9,77	NM	3,88	NM	199



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Alcalinidad total (mg/l)		Cloruros (mg/l)		DBO (mg/l)		DBO(s) (mg/l)		DQO (mg/l)	
	LC=25		LC=4		LC=1,98		LC=1,98		LC=13,5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
PTAR Serbacol	NM	206	NM	<4,00	NM	78,4	NM	19,7	NM	174

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)

Estación/Variable	DQO(s) (mg/L)		Detergentes (mg/L)		Fósforo Total (mg/L)		Fósforo Reactivo Total (mg/L)		Grasas & Aceites (mg/L)	
	LC=13,5		LC=0,45		LC=0,03		LC=0,03		LC=10	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	76.8	55.3	5.02	4.09	1.71	1.34	0.83	0.86	20.7	10.9
Canal Carrera 22	165	110	< 0,45	0.94	0.10	0.16	< 0,03	0.12	19.8	<10,0
Canal Acopi	100	84.9	5.16	3.23	4.15	2.93	2.09	1.88	46.7	32.9
Quebrada Rafaela	176	131	9.00	8.25	4.83	4.06	2.37	3.49	66.6	49.3
PTAP Puerto Mallarino	<13,5	< 13,5	< 0,45	< 0.45	1.36	0.97	0.69	0.87	15.3	25.2
Estación de bombeo Puerto Mallarino	69.1	90.4	4.49	7.76	3.29	3.65	2.11	1.17	36.0	204.0
Smurfit Cartón de Colombia	260	NM	0.93	NM	0.18	NM	0.04	NM	14.8	NM
Papelera ATA Ltda	72.1	NM	< 0,45	NM	0.29	NM	0.24	NM	< 10,0	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	81.8	NM	1.38	NM	1.44	NM	0.54	NM	16.5	NM
Empaques Industriales de Colombia	1824	NM	1.09	NM	0.62	NM	0.04	NM	10.6	NM

Tintuvalle	NM	311.0	NM	1.86	NM	4.64	NM	4.03	NM	22.5
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	78.4	NM	4.47	NM	1.6	NM	1.37	NM	84.6
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	100	NM	3.88	NM	1.97	NM	1.54	NM	33.2
Carvajal Pulpa y Papel	NM	141	NM	< 0.45	NM	1.03	NM	0.93	NM	< 10,0
PTAR Serbacol	NM	57	NM	6.81	NM	3.35	NM	2.55	NM	15.4

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)

Estación/Variable	OD (mg/L)		Ssed (mL/L)		SST (mg/L)		SSV (mg/L)		SDT (mg/L)	
	LC=0,2		LC=0.5		LC=3		LC=3		LC=25	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	< 0,20	2,88	< 0,5	<0,5	49,8	40,4	22,6	26,8	300	296
Canal Carrera 22	0,67	< 0,20	< 0,5	<0,5	19,5	10,7	9,40	10,70	389	706
Canal Acopi	< 0,20	< 0,20	3	1,7	139	106	105	90,1	366	339
Quebrada Rafaela	< 0,20	9,5	3	3	238	250	148	180	480	484
PTAP Puerto Mallarino	7,24	7,18	42	72	1342	4076	215	486	112	114
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,36	2,17	< 0,5	10	105	810	64,4	492	323	334
Smurfit Cartón de Colombia	0,4	NM	< 0,5	NM	65,0	NM	46,8	NM	1026	NM
Papelera ATA Ltda	0,64	NM	< 0,5	NM	102	NM	42,2	NM	466	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	< 0,20	NM	42	NM	700	NM	332	NM	519	NM



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	OD (mg/L)		Ssed (mL/L)		SST (mg/L)		SSV (mg/L)		SDT (mg/L)	
	LC=0,2		LC=0.5		LC=3		LC=3		LC=25	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Empaques Industriales de Colombia	1,13	NM	8,5	NM	430	NM	362	NM	1758	NM
Tintuvalle	NM	< 0,20	NM	<0,5	NM	45,5	NM	40,8	NM	5090
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	3,19	NM	<0,5	NM	46,5	NM	32,3	NM	297,00
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	3,56	NM	2	NM	112	NM	90,5	NM	336
Carvajal Pulpa y Papel	NM	0,37	NM	0,7	NM	97,8	NM	65,8	NM	480
PTAR Serbacol	NM	0,43	NM	<0,5	NM	70,6	NM	55,6	NM	332

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)

Estación/Variable	SO ₄ (mg/L)		Turbiedad (UNT)		Cobre (mg/L)		Cromo (mg/L)		Hierro (mg/L)	
	LC=5		LC=0,1		LC=0,2		LC=0,4		LC=0,3	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	33,9	41,7	53,4	44,2	< 0,20	<0,20	< 0,40	<0,40	3,37	<0,30
Canal Carrera 22	79	124	24,1	35,6	< 0,20	<0,20	< 0,40	<0,40	0,98	0,42
Canal Acopi	65	73,4	107	71,4	< 0,20	<0,20	< 0,40	<0,40	1,99	2,6
Quebrada Rafaela	109	116	270	121	< 0,20	<0,20	< 0,40	<0,40	3,58	2,79
PTAP Puerto Mallarino	19	27,2	74,8	> 4000	< 0,20	0,36	< 0,40	0,79	189	296



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	SO ₄ (mg/L)		Turbiedad (UNT)		Cobre (mg/L)		Cromo (mg/L)		Hierro (mg/L)	
	LC=5		LC=0,1		LC=0,2		LC=0,4		LC=0,3	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Puerto Mallarino	38	44,7	83,5	412	< 0,20	<0,20	< 0,40	<0,40	3,76	5,89
Smurfit Cartón de Colombia	302	NM	106	NM	< 0,20	NM	< 0,40	NM	1,77	NM
Papelera ATA Ltda	18	NM	76,0	NM	< 0,20	NM	< 0,40	NM	0,60	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	33	NM	767	NM	< 0,20	NM	< 0,40	NM	1,92	NM
Empaques Industriales de Colombia	50	NM	257	NM	< 0,20	NM	< 0,40	NM	0,84	NM
Tintuvalle	NM	<5,00	NM	103,0	NM	<0,20	NM	<0,40	NM	0,73
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	41,7	NM	41,1	NM	<0,20	NM	<0,40	NM	2,14
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	50,2	NM	83,2	NM	<0,20	NM	<0,40	NM	2,81
Carvajal Pulpa y Papel	NM	< 5,00	NM	71,9	NM	<0,20	NM	<0,40	NM	2,25
PTAR Serbacol	NM	56,3	NM	56,4	NM	<0,20	NM	<0,40	NM	3,17

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Manganeso (mg/L)		Mercurio (ug/L=1x10-3mg/L)		Níquel (mg/L)		Zinc (mg/L)		Cadmio (mg/L)	
	LC=0,15		LC=1x10-3mg/L		LC=0,35		LC=0,1		LC=0,002	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	0,43	0,46	< 1,00	< 1,00	< 0,35	<0,35	0,17	0,1	0,002	<0,001
Canal Carrera 22	< 0,15	0,25	< 1,00	< 1,00	< 0,35	<0,35	< 0,10	<0,10	0,002	0,003
Canal Acopi	0,19	0,22	< 1,00	< 1,00	< 0,35	<0,35	0,18	0,19	0,003	0,002
Quebrada Rafaela	0,21	0,2	< 1,00	< 1,00	< 0,35	<0,35	0,27	0,24	0,003	0,003
PTAP Puerto Mallarino	1,77	4,55	< 1,00	1,20E-03	< 0,35	<0,35	0,22	0,49	0,008	0,011
Estación de bombeo Puerto Mallarino	0,91	0,38	< 1,00	< 1,00	< 0,35	<0,35	0,11	0,21	0,002	0,002
Smurfit Cartón de Colombia	0,27	NM	< 1,00	NM	< 0,35	NM	< 0,10	NM	0,002	NM
Papelera ATA Ltda	0,30	NM	< 1,00	NM	< 0,35	NM	< 0,10	NM	0,002	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,33	NM	< 1,00	NM	< 0,35	NM	< 0,10	NM	0,002	NM
Empaques Industriales de Colombia	0,44	NM	< 1,00	NM	< 0,35	NM	0,12	NM	0,003	NM
Tintuvalle	NM	0,16	NM	< 1,00	NM	<0,35	NM	0,11	NM	0,002
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	0,2	NM	< 1,00	NM	<0,35	NM	0,14	NM	0,001



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Manganeso (mg/L)		Mercurio (ug/L=1x10-3mg/L)		Níquel (mg/L)		Zinc (mg/L)		Cadmio (mg/L)	
	LC=0,15		LC=1x10-3mg/L		LC=0,35		LC=0,1		LC=0,002	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	0,21	NM	< 1,00	NM	<0,35	NM	0,2	NM	0,001
Carvajal Pulpa y Papel	NM	0,37	NM	< 1,00	NM	<0,35	NM	<0,10	NM	0,001
PTAR Serbacol	NM	0,95	NM	< 1,00	NM	<0,35	NM	0,12	NM	<0,001

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)

Estación/Variable	Coliformes Fecales (UFC)		Coliformes Totales (UFC)		Coliformes Fecales (NMP)		Coliformes Totales (NMP)		DBO ₂₀ (mg O ₂ /L)	
	LC=0		LC=0		LC=0		LC=0		LC=5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	2000	1700	2000	1800	6,8E+06	3,4E+05	1,1E+07	1,3E+06	131	118
Canal Carrera 22	211	20	2000	1800	7,8E+02	3,3E+05	1,1E+03	4,9E+05	165	95,4
Canal Acopi	180	40	2300	2300	1,1E+06	7,9E+06	2,3E+06	2,4E+06	275	173
Quebrada Rafaela	2000	40	2000	2000	2,2E+06	4,9E+06	7,9E+06	7,9E+06	397	196
PTAP Puerto Mallarino	2000	40	2000	1800	1700	7900	2100	24000	145	205
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2000	20	2000	1900	4,5E+05	3,3E+06	3,3E+06	4,9E+06	213	191
Smurfit Cartón de Colombia	208	NM	2000	NM	35000	NM	54000	NM	246	NM



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Coliformes Fecales (UFC)		Coliformes Totales (UFC)		Coliformes Fecales (NMP)		Coliformes Totales (NMP)		DBO ₂₀ (mg O ₂ /L)	
	LC=0		LC=0		LC=0		LC=0		LC=5	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Papelera ATA Ltda	29	NM	2000	NM	330	NM	790	NM	91,3	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	164	NM	2000	NM	4,9E+05	NM	7,0E+05	NM	71,2	NM
Empaques Industriales de Colombia	412	NM	2000	NM	14000	NM	14000	NM	3150	NM
Tintuvalle	NM	20	NM	1800	NM	2,2E+05	NM	1,3E+06	NM	325
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	1600	NM	1800	NM	2,4E+06	NM	3,5E+06	NM	116
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	40	NM	1700	NM	7,0E+06	NM	9,4E+06	NM	160
Carvajal Pulpa y Papel	NM	1600	NM	1800	NM	13000	NM	54000	NM	149
PTAR Serbacol	NM	1900	NM	2200	NM	4,9E+06	NM	7,9E+06	NM	150

Ensayos determinados en laboratorio vertimientos directos - Rio Cauca (continuación)



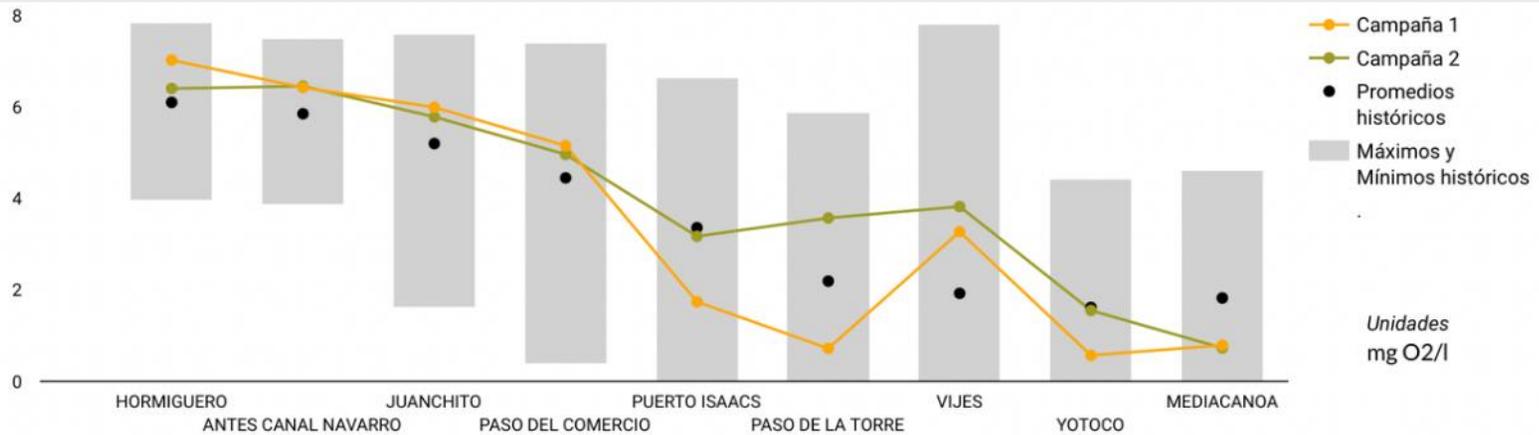
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Fenoles Totales (mg/L)		Nitratos (mg N-NO ₃ /L)		Nitritos (mg N-NO ₂ /L)		Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH ₃ /L)		Nitrógeno Kjeldahl (mg N-N/L)		Plomo (mg Pb/L)	
	LC=0,01		LC=0,904		LC=0,0152		LC=5		LC=5,00		LC=0,01	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Estación de bombeo Paso del Comercio	0,01 0	<0,01 0	0,904	<0,90 4	0,01 5	<0,015 2	20,2	16,1	26,6	14,6	0,025	0,02
Canal Carrera 22	0,01 3	<0,01 0	0,206	<0,90 4	0,01 5	<0,015 2	5,0	<5,00	5,49	7,29	0,031	0,032
Canal Acopi	0,02 3	<0,01 0	0,904	<0,90 4	0,01 5	<0,015 2	22,1	15,1	37,6	21,2	0,027	0,03
Quebrada Rafaela	0,01 0	<0,01 0	0,904	<0,90 4	0,01 5	<0,015 2	16,9	36,3	45,6	40,2	0,049	0,032
PTAP Puerto Mallarino	0,01 0	0,017	2,02	3,73	0,01 5	<0,015 2	5,0	<5,00	5,73	<5,0 0	0,020	0,032
Estación de bombeo Puerto Mallarino	0,01 5	<0,01 0	0,904	2,09	0,01 5	<0,015 2	16,5	<5,00	29,1	<5,0 0	0,029	0,026
Smurfit Cartón de Colombia	0,01	NM	1,95	NM	0,01 5	NM	5,0	NM	13	NM	0,018	NM
Papelera ATA Ltda.	0,01	NM	0,904	NM	0,01 5	NM	5,0	NM	8,59	NM	0,027	NM
Cartones y plásticos La Dolores Ltda.	0,01 0	NM	0,904	NM	0,01 5	NM	5,0	NM	15,7	NM	0,053	NM
Empaques Industriales de Colombia	0,01 0	NM	0,904	NM	0,01 5	NM	5,0	NM	13,4	NM	0,036	NM
Tintuvalle	NM	<0,01 0	NM	<0,90 4	NM	<0,015 2	NM	<5,00	NM	13	NM	<0,010



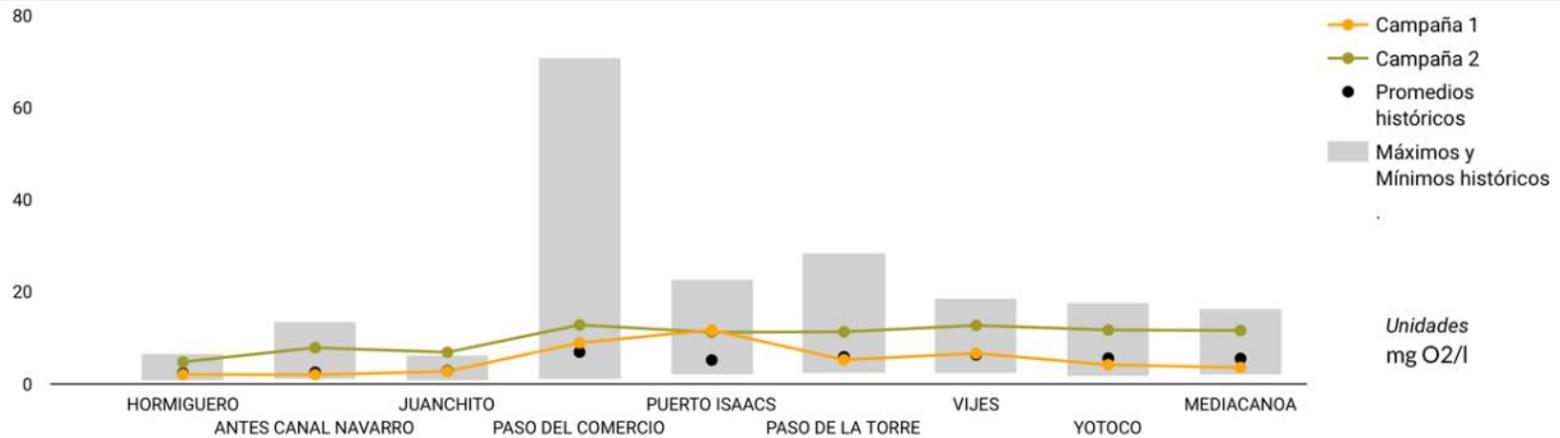
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación/Variable	Fenoles Totales (mg/L)		Nitratos (mg N-NO ₃ /L)		Nitritos (mg N-NO ₂ /L)		Nitrógeno Amoniacal (mg N-NH ₃ /L)		Nitrógeno Kjeldahl (mg N-N/L)		Plomo (mg Pb/L)	
	LC=0,01		LC=0,904		LC=0,0152		LC=5		LC=5,00		LC=0,01	
Campaña (s)	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Descarga PTAR Cañaveralejo	NM	0,013	NM	<0,90 4	NM	<0,015 2	NM	<5,00	NM	<5,0 0	NM	0,013
Colector Central PTAR Cañaveralejo	NM	<0,01 0	NM	<0,90 4	NM	<0,015 2	NM	10,2	NM	13,7	NM	0,014
Carvajal Pulpa y Papel	NM	0,015	NM	1,24	NM	<0,015 2	NM	<5,00	NM	8,67	NM	0,045
PTAR Serbacol	NM	0,013	NM	<0,90 4	NM	<0,015 2	NM	21,3	NM	29,8	NM	0,029



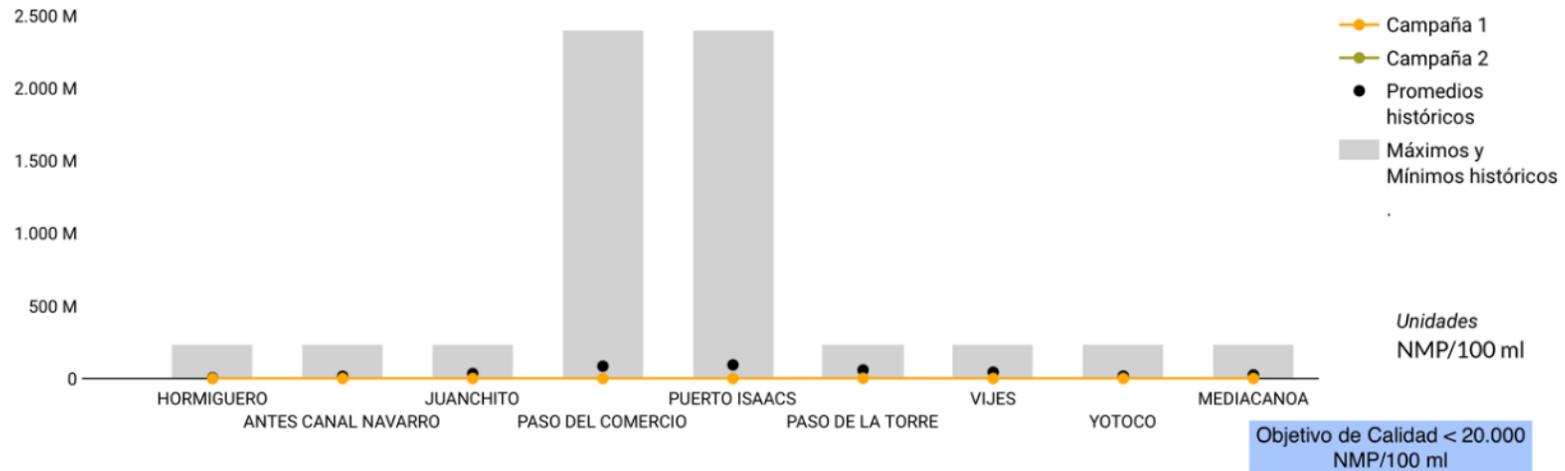
ESTACION	Localización de la estación (km) ^	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	7,02	6,40	6,10	7,84	3,95
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	6,42	6,45	5,85	7,50	3,87
JUANCHITO	25,95	5,99	5,78	5,20	7,60	1,62
PASO DEL COMERCIO	31,08	5,15	4,96	4,45	7,40	0,39
PUERTO ISAACS	42,02	1,74	3,17	3,36	6,65	0
PASO DE LA TORRE	57,32	0,72	3,57	2,19	5,87	0
VIJES	73,38	3,27	3,82	1,92	7,80	0
YOTOCO	98,33	0,57	1,55	1,62	4,42	0
MEDIACANOA	107,47	0,79	0,73	1,82	4,62	0

Perfil Longitudinal OD tramo II Río Cauca.



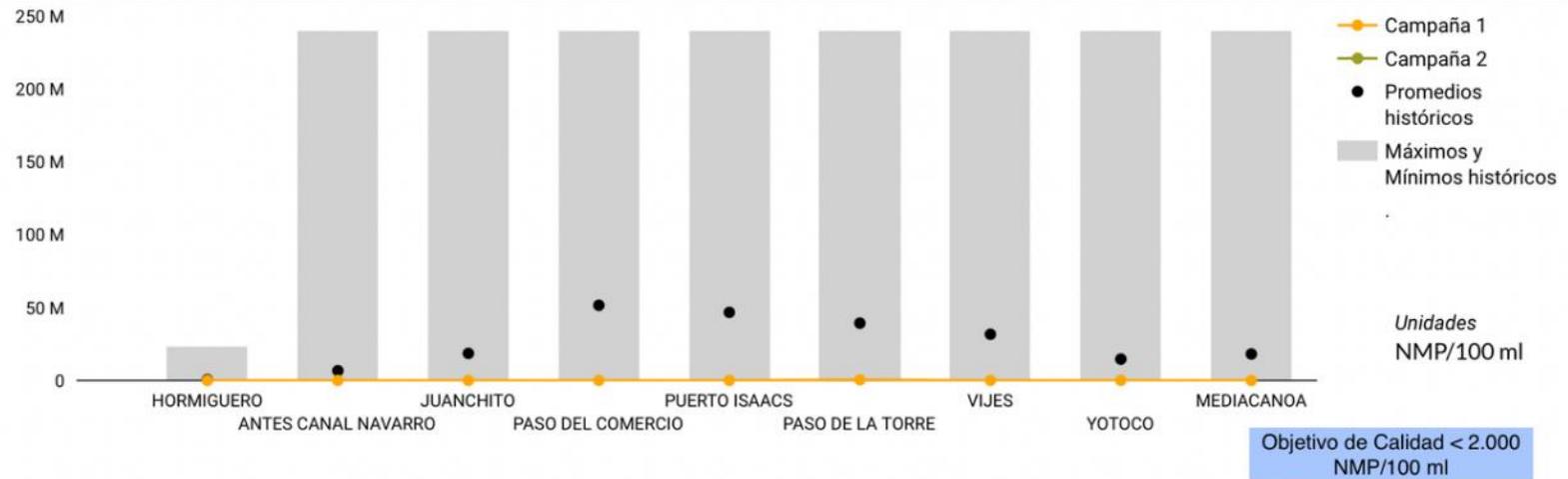
ESTACION	Localización de la estación (km) ^	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	2,03	4,78	2,35	6,52	0,7
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	1,98	7,86	2,53	13,50	0,9
JUANCHITO	25,95	2,72	6,87	2,85	6,48	0,7
PASO DEL COMERCIO	31,08	8,91	12,80	6,92	70,90	1,06
PUERTO ISAACS	42,02	11,70	11,20	5,18	22,70	1,89
PASO DE LA TORRE	57,32	5,23	11,30	5,88	28,60	2,2
VIJES	73,38	6,64	12,70	6,33	18,70	2,13
YOTOCO	98,33	4,16	11,70	5,58	17,60	1,6
MEDIACANO	107,47	3,56	11,60	5,52	16,30	1,75

Perfil Longitudinal DBO₅ tramo II Río Cauca.



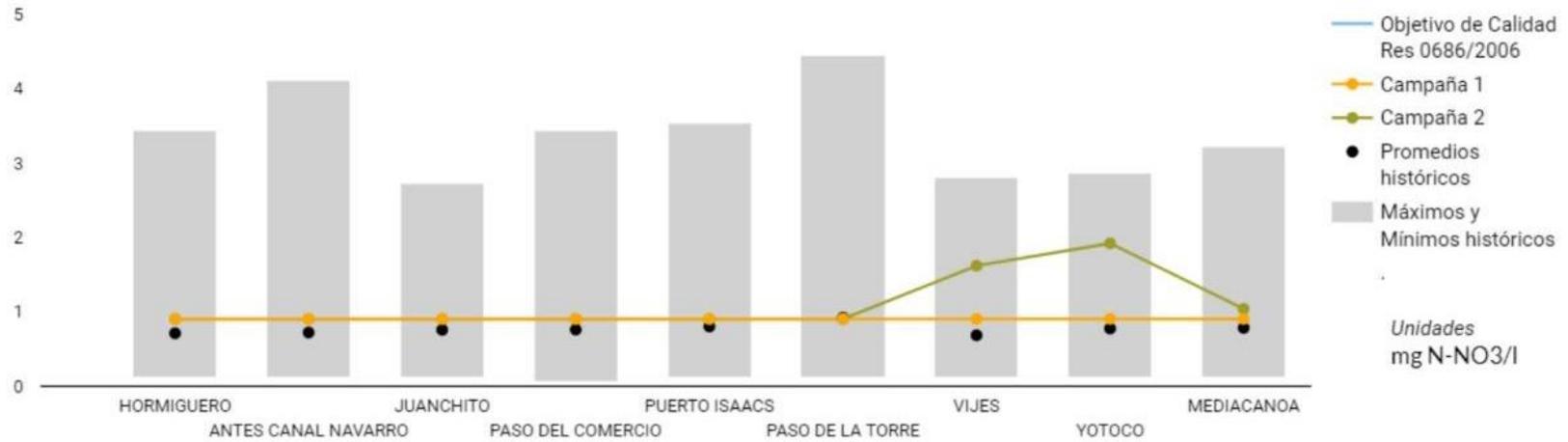
ESTACION	Localización de la estación (km) ^	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	24.000,00	-	5.055.597,44	240.000.000,00	2.000
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	79.000,00	-	15.451.263,29	240.000.000,00	2.400
JUANCHITO	25,95	17.000,00	-	33.929.351,90	240.000.000,00	2.400
PASO DEL COMERCIO	31,08	130.000,00	-	85.243.463,41	2.400.000.000,00	23.000
PUERTO ISAACS	42,02	130.000,00	-	94.218.679,49	2.400.000.000,00	43.000
PASO DE LA TORRE	57,32	1.300.000,00	-	58.701.637,50	240.000.000,00	15.000
VIJES	73,38	49.000,00	-	43.541.699,24	240.000.000,00	240
YOTOCO	98,33	79.000,00	-	16.767.623,29	240.000.000,00	0
MEDIACANOA	107,47	21.000,00	-	24.944.000,00	240.000.000,00	2.400

Perfil Longitudinal Coliformes Totales tramo II Río Cauca.

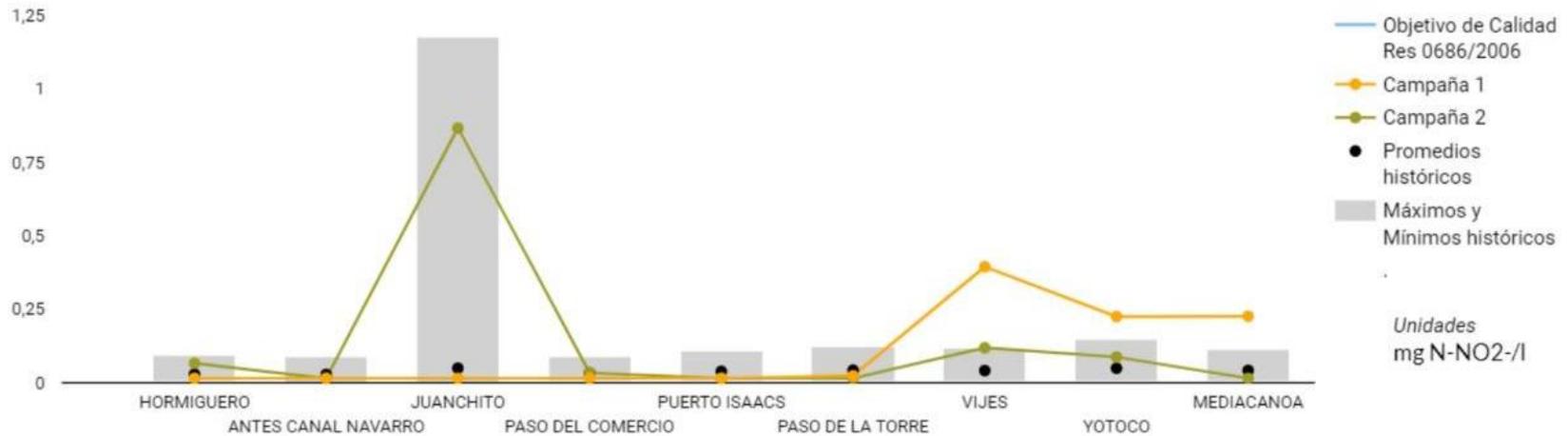


ESTACION	Localización de la estación (km) -	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	2.200,00	-	612.115,00	24.000.000,00	240
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	22.000,00	-	6.729.481,28	240.000.000,00	240
JUANCHITO	25,95	13.000,00	-	18.569.024,87	240.000.000,00	240
PASO DEL COMERCIO	31,08	49.000,00	-	51.548.131,65	240.000.000,00	2.400
PUERTO ISAACS	42,02	34.000,00	-	46.692.942,08	240.000.000,00	240
PASO DE LA TORRE	57,32	490.000,00	-	39.291.008,86	240.000.000,00	2.400
VIJES	73,38	23.000,00	-	31.685.990,26	240.000.000,00	240
YOTOCO	98,33	49.000,00	-	14.643.291,65	240.000.000,00	240
MEDIACANOA	107,47	17.000,00	-	18.149.657,34	240.000.000,00	230

Perfil Longitudinal Coliformes Fecales tramo II Río Cauca



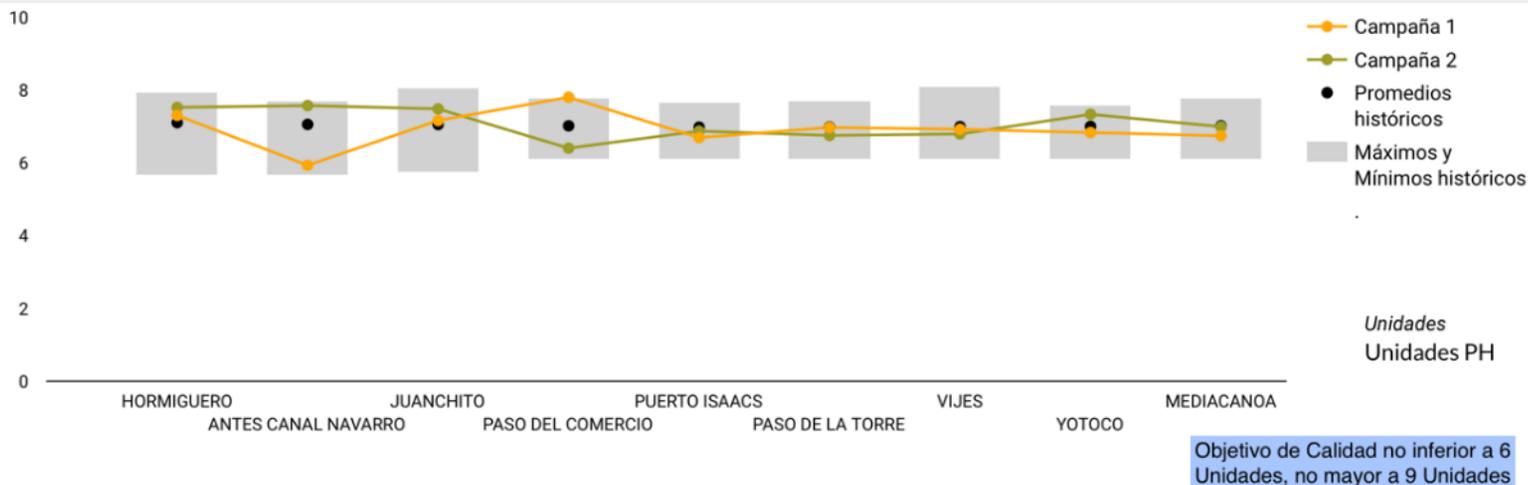
Perfil Longitudinal Nitratos tramo II Río Cauca





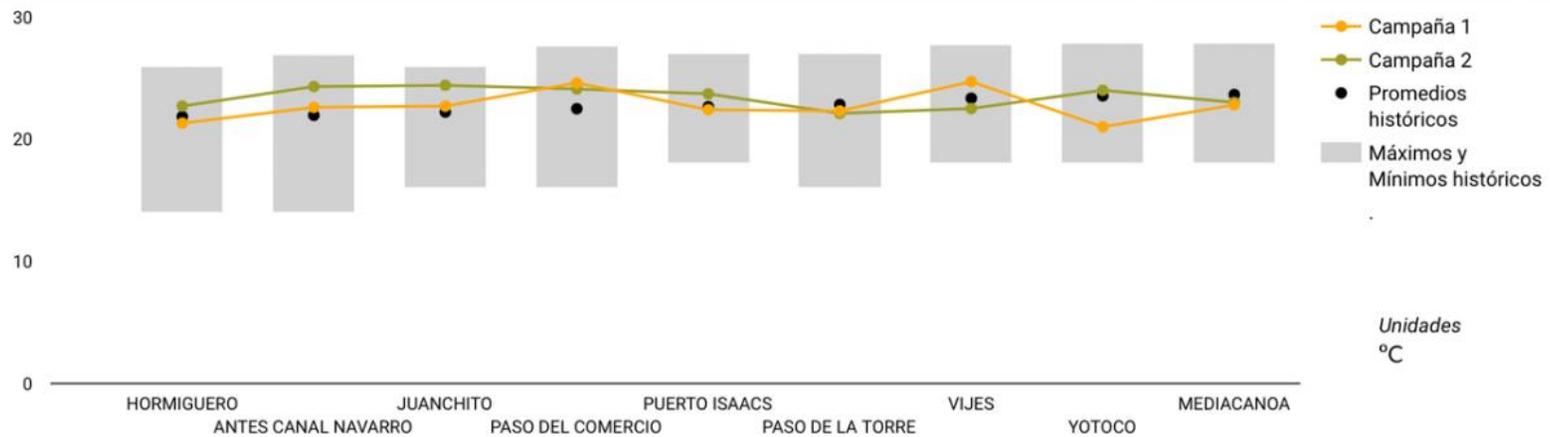
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Figura 1. Perfil Longitudinal Nitritos tramo II Río Cauca



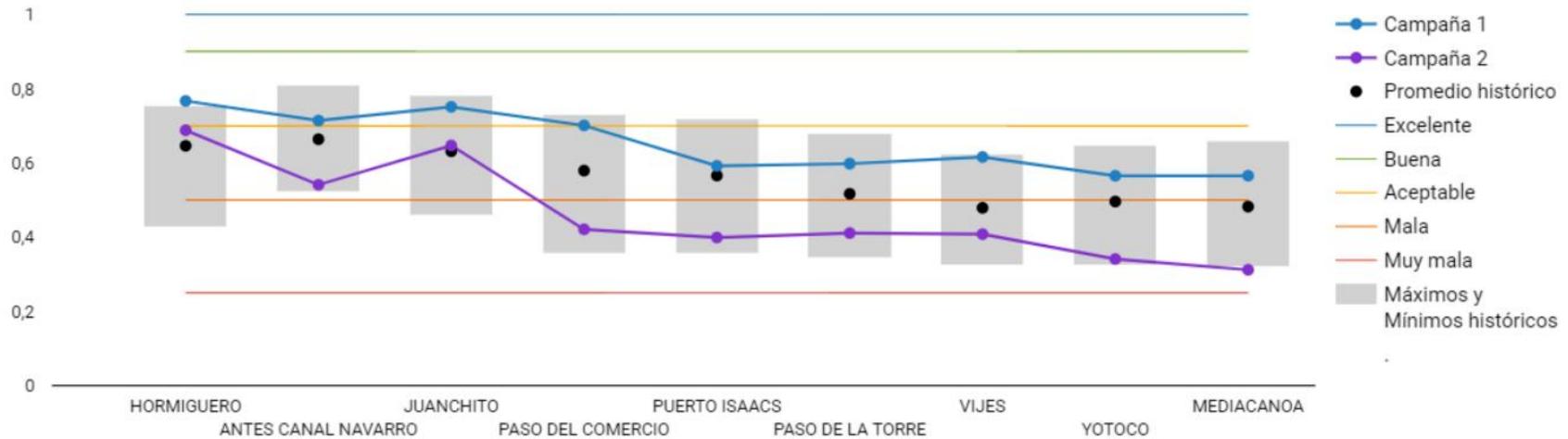
ESTACION	Localización de la estación (km) ^	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	7,30	7,52	7,10	7,93	5,65
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	5,93	7,57	7,05	7,70	5,65
JUANCHITO	25,95	7,16	7,48	7,05	8,07	5,72
PASO DEL COMERCIO	31,08	7,80	6,40	7,01	7,78	6,1
PUERTO ISAACS	42,02	6,69	6,87	6,98	7,68	6,1
PASO DE LA TORRE	57,32	6,97	6,75	6,98	7,70	6,1
VIJES	73,38	6,92	6,79	6,99	8,10	6,1
YOTOCO	98,33	6,83	7,33	7,00	7,60	6,1
MEDIACANOA	107,47	6,74	6,99	7,02	7,78	6,1

Perfil Longitudinal Nitratos tramo II Río Cauca

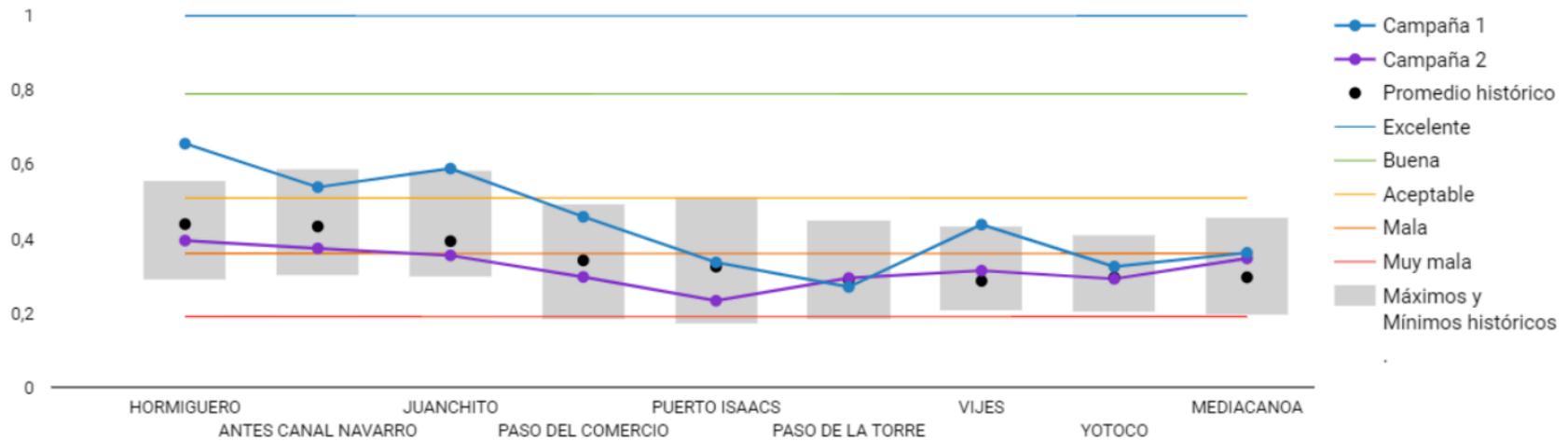


ESTACION	Localización de la estación (km) ^	Campaña 1	Campaña 2	Promedio histórico	Máximo histórico	Mínimo histórico
HORMIGUERO	0,00	21,30	22,70	21,84	26,00	14
ANTES CANAL NAVARRO	13,41	22,60	24,30	21,95	26,90	14
JUANCHITO	25,95	22,70	24,40	22,21	26,00	16
PASO DEL COMERCIO	31,08	24,60	24,10	22,49	27,60	16
PUERTO ISAACS	42,02	22,40	23,70	22,65	27,00	18
PASO DE LA TORRE	57,32	22,30	22,10	22,83	27,00	16
VIJES	73,38	24,70	22,50	23,34	27,70	18
YOTOCO	98,33	21,00	24,00	23,54	27,90	18
MEDIACANOA	107,47	22,80	23,00	23,65	27,90	18

Perfil Longitudinal Temperatura tramo II Río Cauca



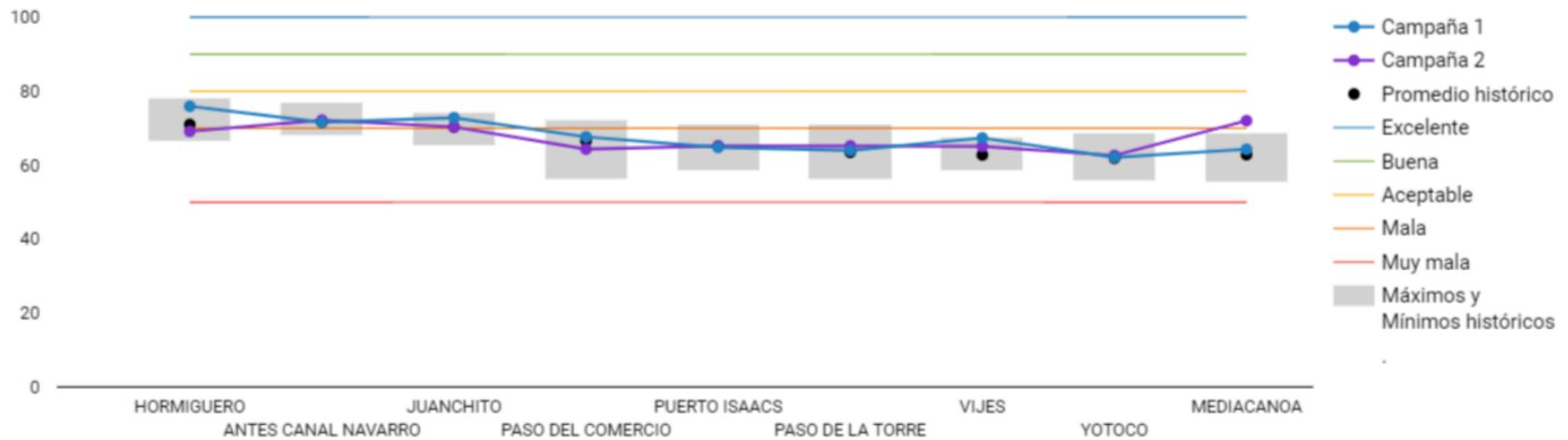
Índice de calidad ICA IDEAM en contraste con información histórica del periodo 1996-2019



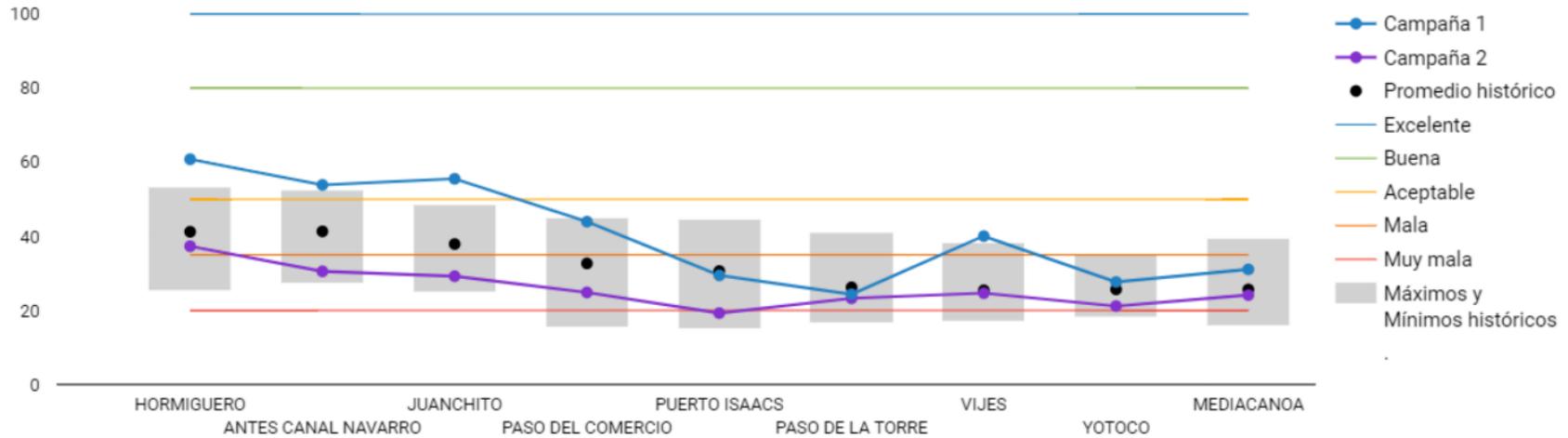


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

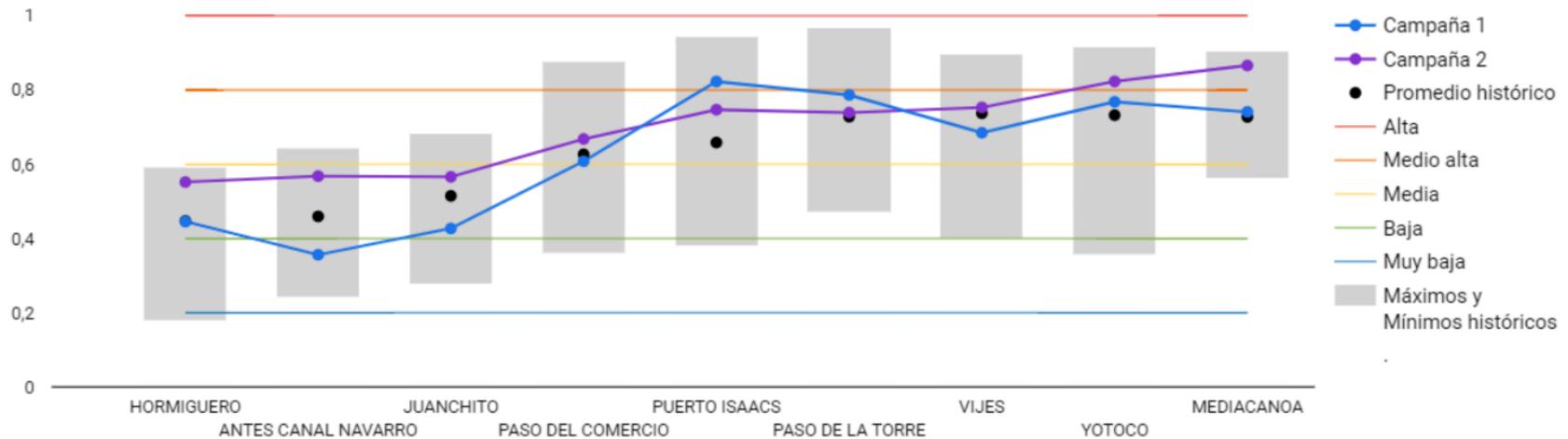
Índice de calidad ICA CETESB en contraste con información histórica del periodo 1996-2019



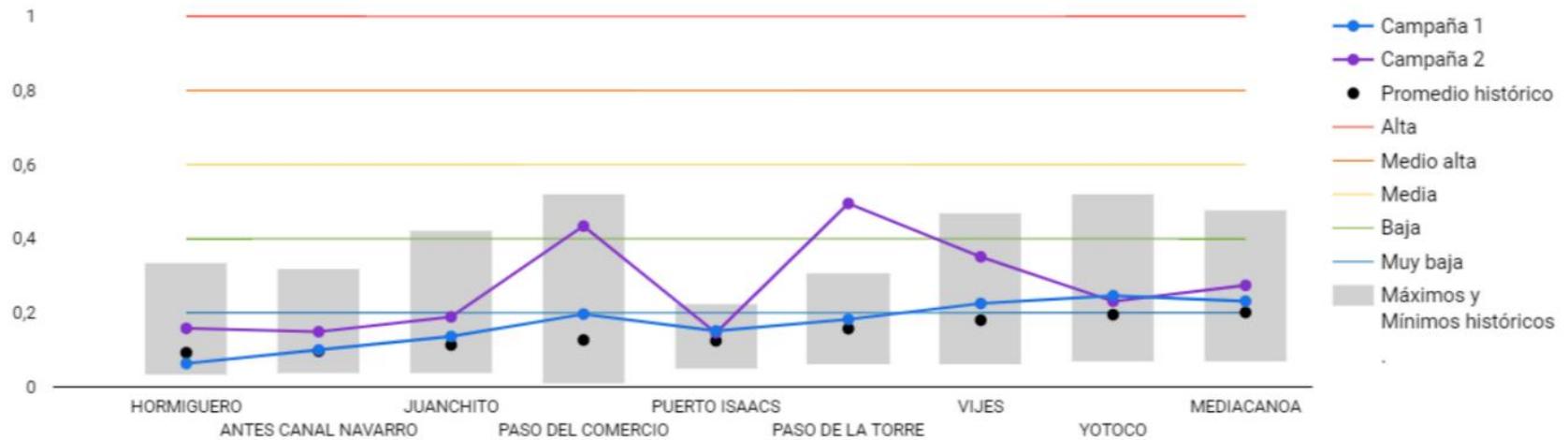
Índice de calidad ICA DINIUS en contraste con información histórica del periodo 1996-2019



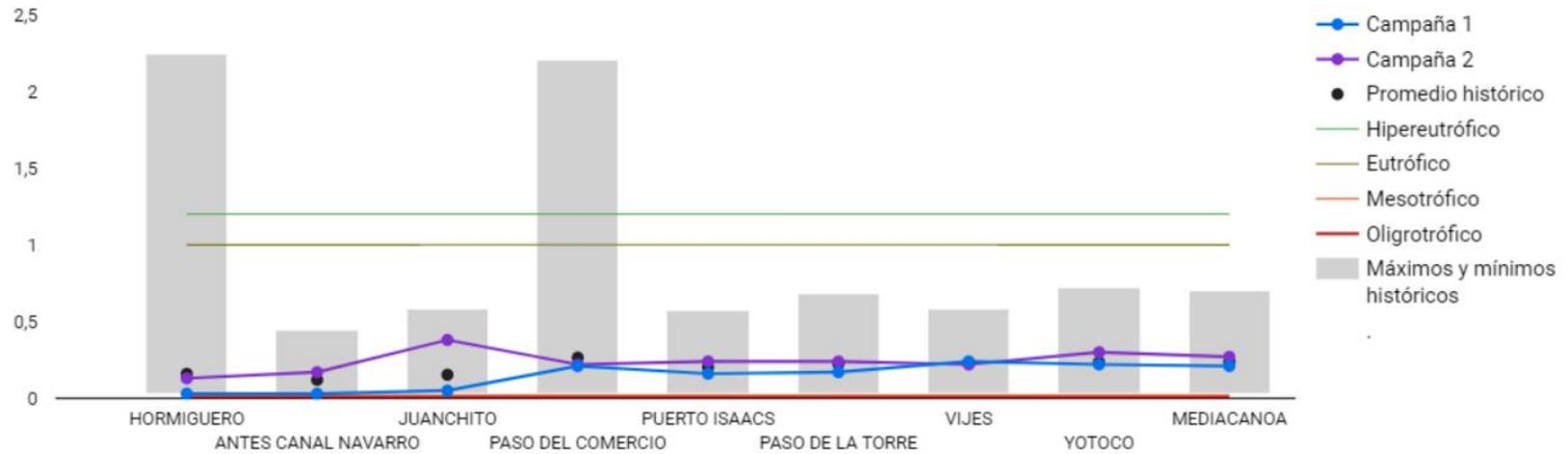
Índice de calidad ICAUCA en contraste con información histórica del periodo 1996-2019



Índice de contaminación ICOMO en contraste con información histórica del periodo 1996 - 2019



Índice de contaminación ICOMI en contraste con información histórica del periodo 1996 – 2019



Índice de contaminación ICOTRO en contraste con información histórica del periodo 1996 - 2019

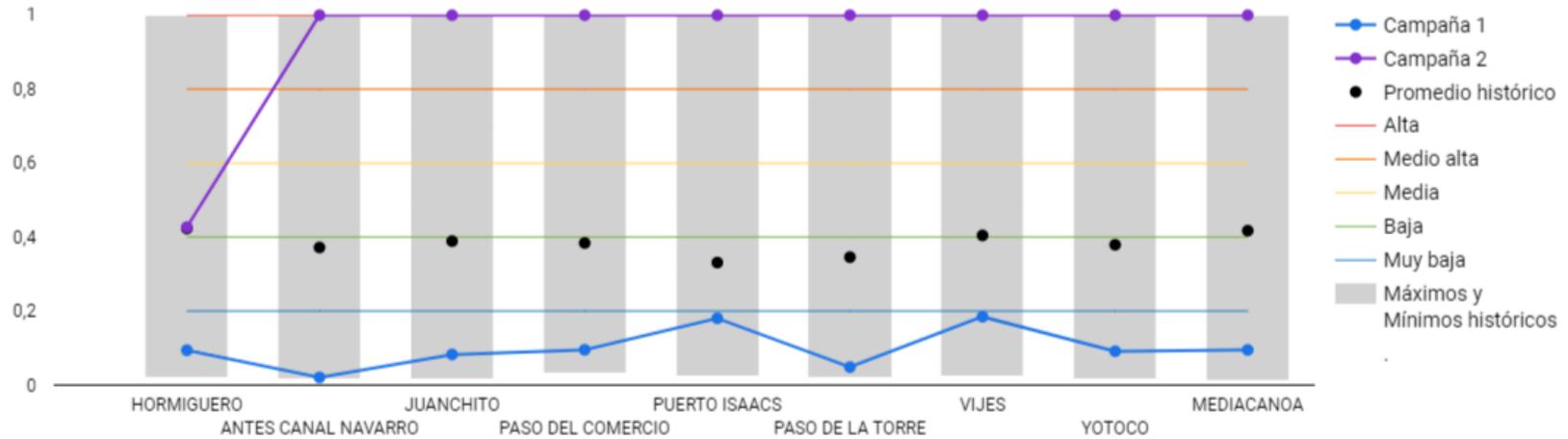


Figura 2. Índice de contaminación ICOSUS en contraste con i histórica del periodo 1996 – 2019

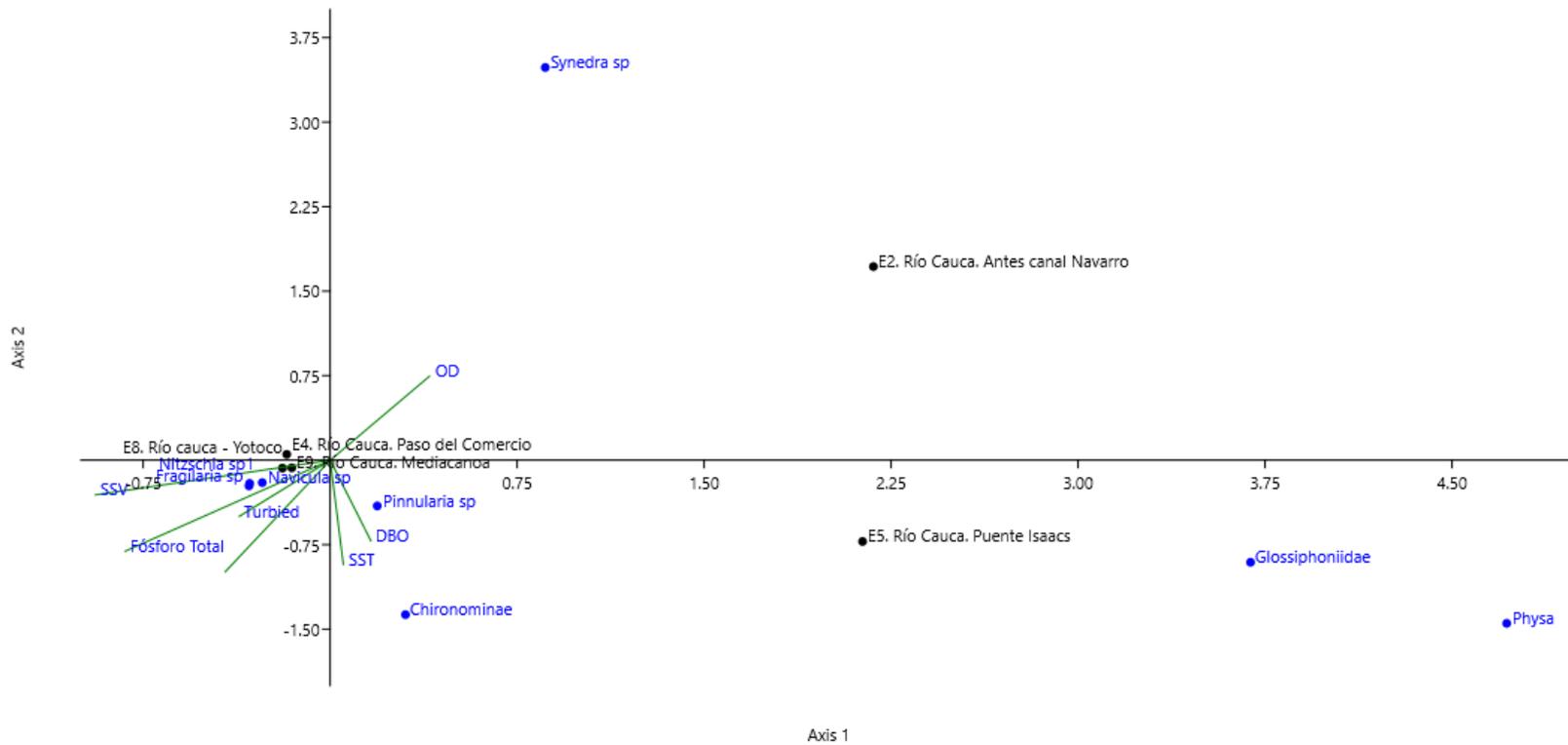


Figura 1. Correlación canónica variables fisicoquímicas e hidrobiológicas (macroinvertebrados y perifiton) en las estaciones sobre el río Cauca, temporada seca

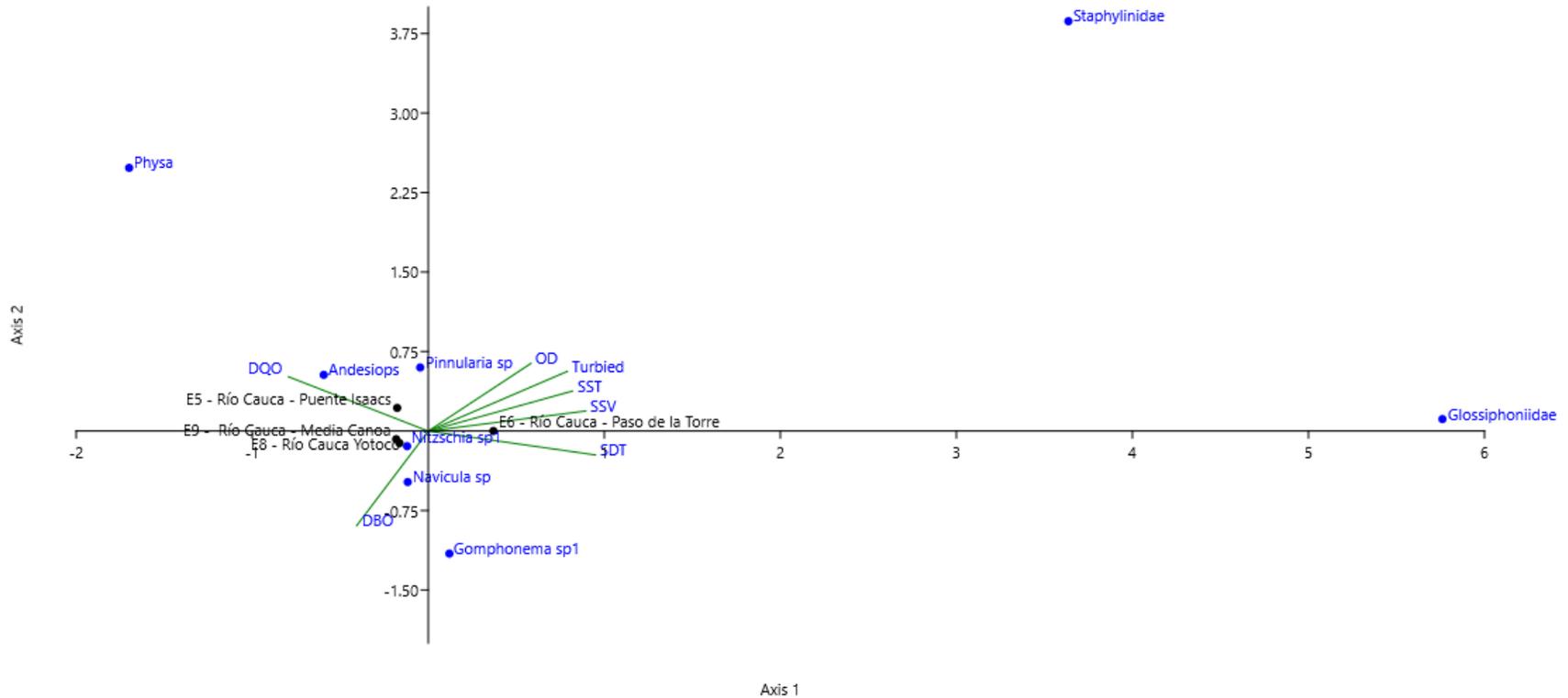


Figura 2. Correlación canónica variables fisicoquímicas e hidrobiológicas (macroinvertebrados y perifiton) en las estaciones sobre el río Cauca, temporada de lluvia.

Anexo 6 RELACIÓN DE VARIABLES DE ESTADO DEL MODELO QUAL2KW Y VARIABLES OBSERVADAS.

Variable del modelo	Unidades	Relación con datos observados
Temperatura	°C	Temperatura
Conductividad	µmhos	Conductividad específica
Sólidos inorgánicos	mgD/L**	SST-SSV*
Oxígeno disuelto	mg/L	Oxígeno disuelto
DBOC	mgO ₂ /L	DBOC ₅ o COD
Nitrógeno orgánico	µgN/L	NT-NO ₃ -NH ₄ - <i>r_{da}</i> CHLA
Nitrógeno (NH ₄)	µgN/L	Nitrógeno (NH ₄)
Nitrógeno (NO ₃)	µgN/L	Nitrógeno (NO ₃ +NO ₂)
Fósforo orgánico	µgP/L	PT-SRP- <i>r_{pa}</i> CHLA
Fósforo inorgánico (SRP)	µgP/L	Fósforo inorgánico (SRP)
Fitoplancton	µgA/L	Clorofila a
<i>Detritus</i> (MOP)	mgD/L**	SSV* - <i>r_{da}</i> CHLA
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /L	Alcalinidad total
pH	s.u.	pH

Fuente: Pelletier y Chapra (2008).

*Puede ser estimada por rdc (TOC-COD) o rd:N,P N,P orgánico particulado (total - disuelto)

** D representa peso seco

DBOC5: demanda bioquímica de oxígeno carbonácea

COD: carbono orgánico disuelto

MOP: materia orgánica particulada

NT: nitrógeno total

PT: fósforo total

rda, rd:N,P, rpa: constantes derivadas de las relaciones estequiométricas de la materia orgánica

SST: sólidos suspendidos totales

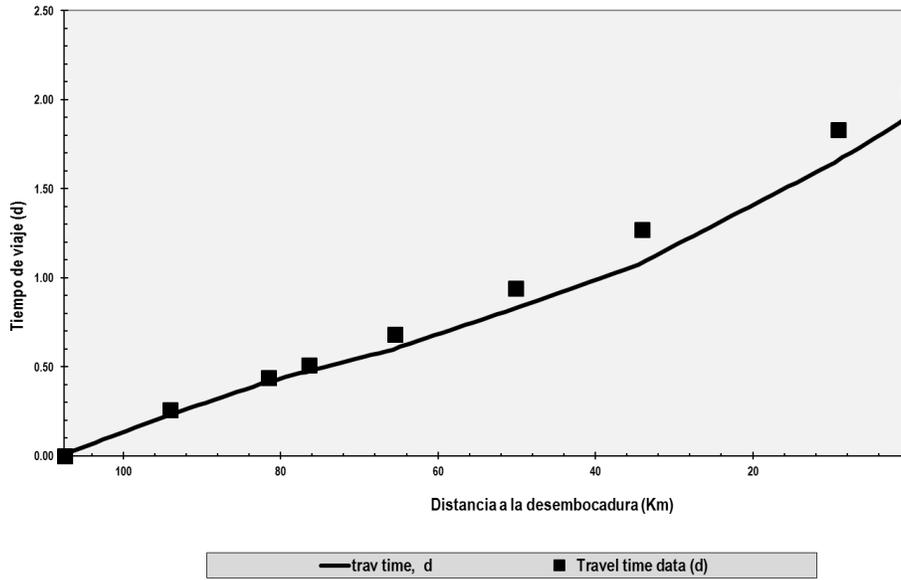
SSV: sólidos suspendidos volátiles



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

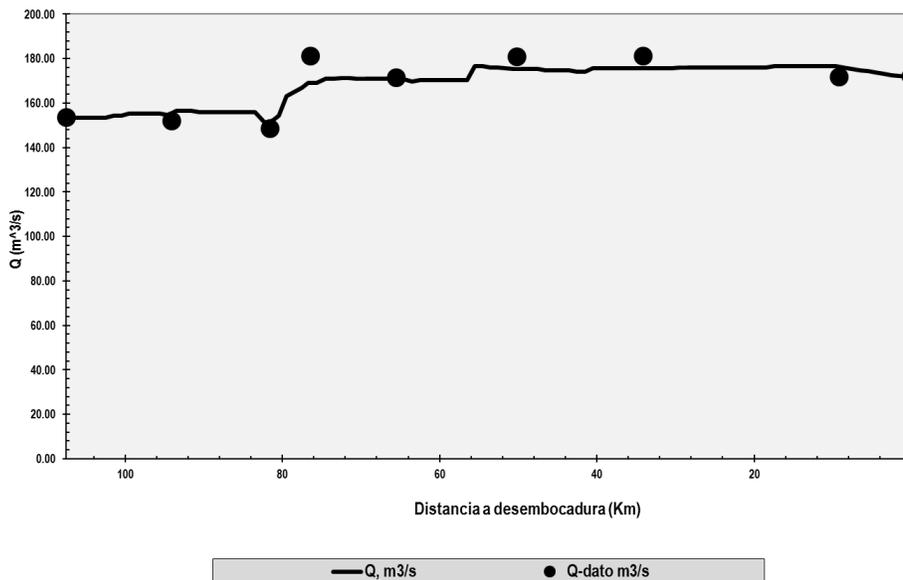
Anexo 7. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN DEL MODELO DE CALIDAD

Rio Cauca Tramo II (8/9/2021)



Tiempo de viaje (d).

Rio Cauca Tramo II (8/9/2021)

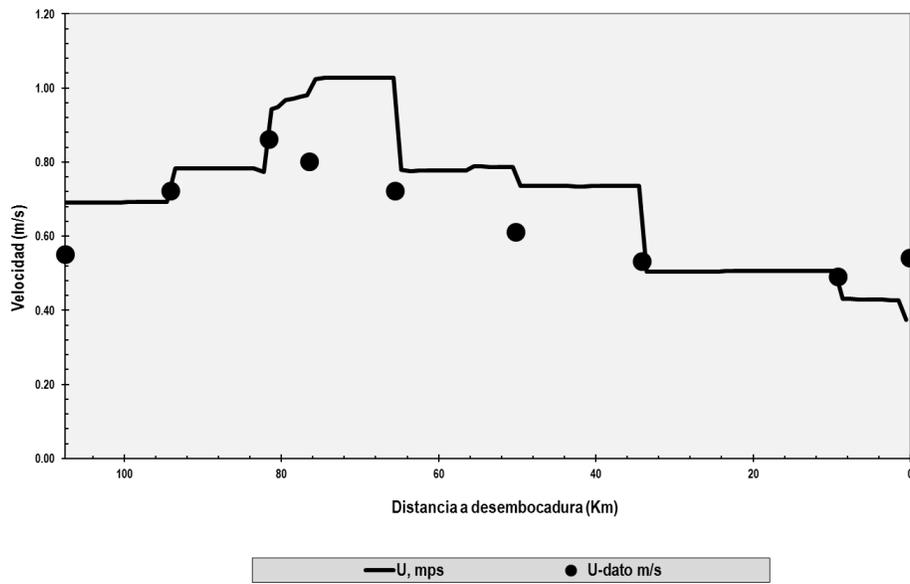


Caudal (m³/s).



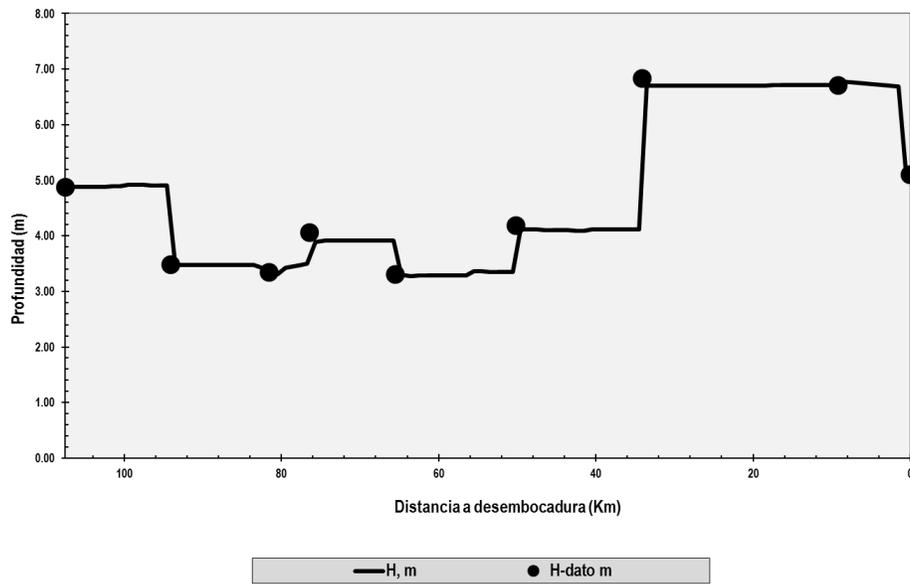
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Río Cauca Tramo II (8/9/2021)

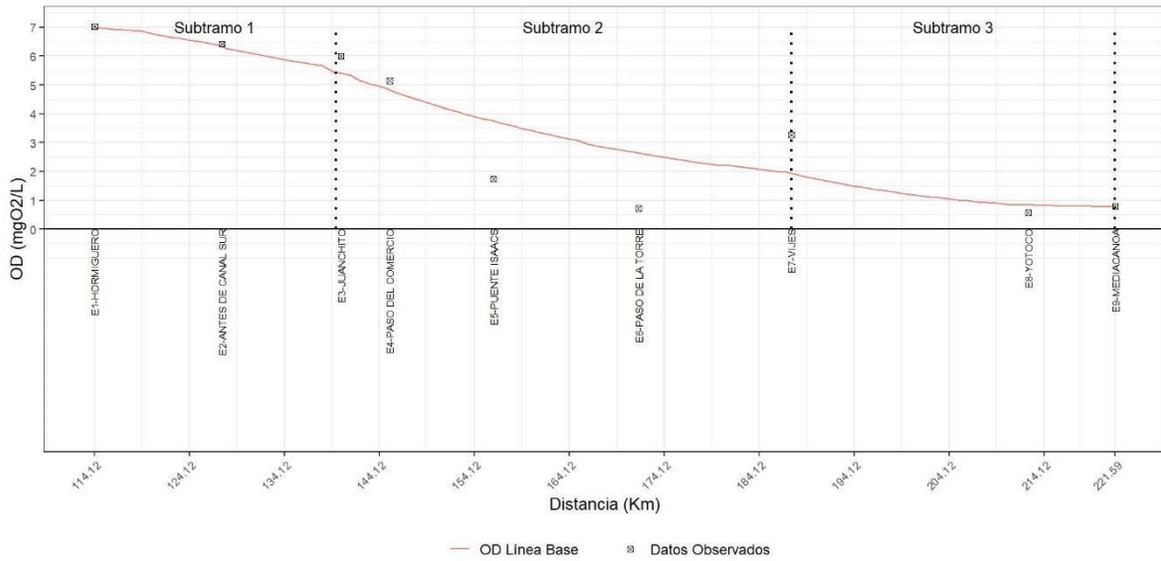


Velocidad (m/s).

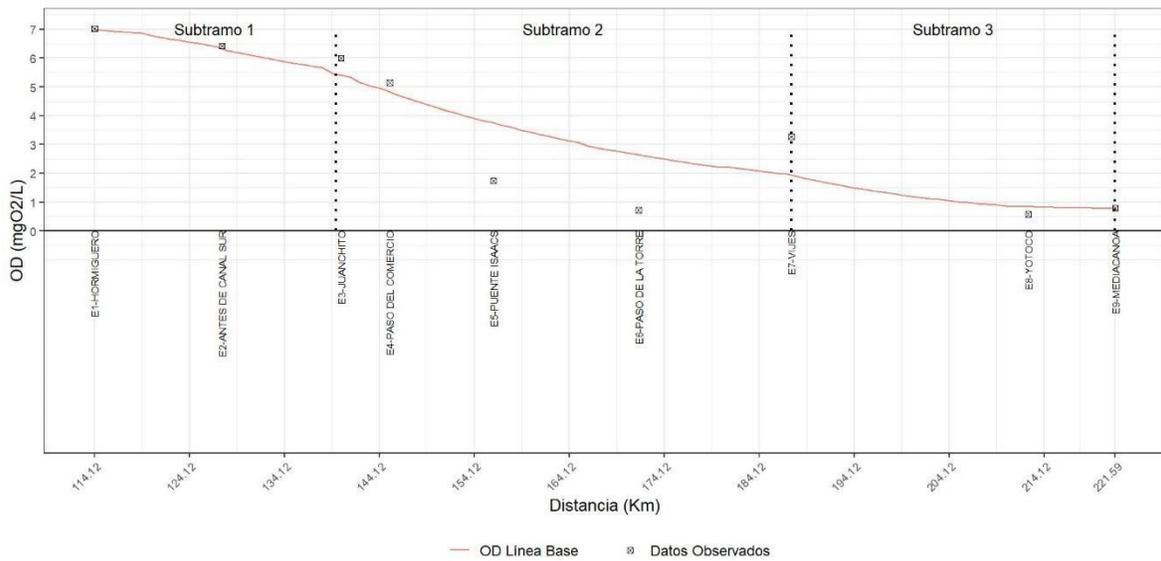
Río Cauca Tramo II (8/9/2021)



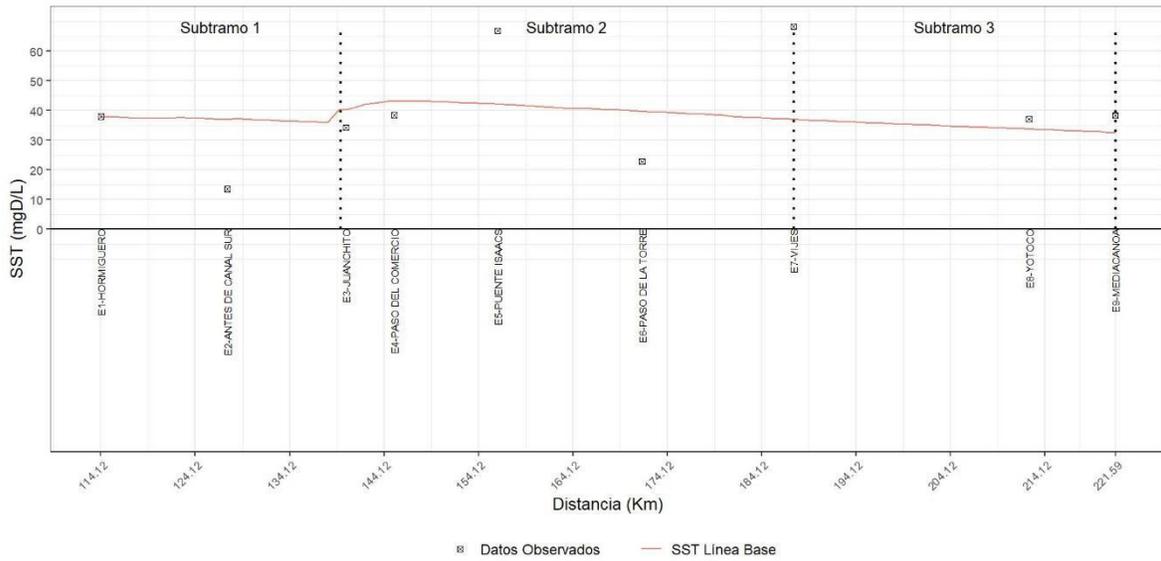
Profundidad (m).



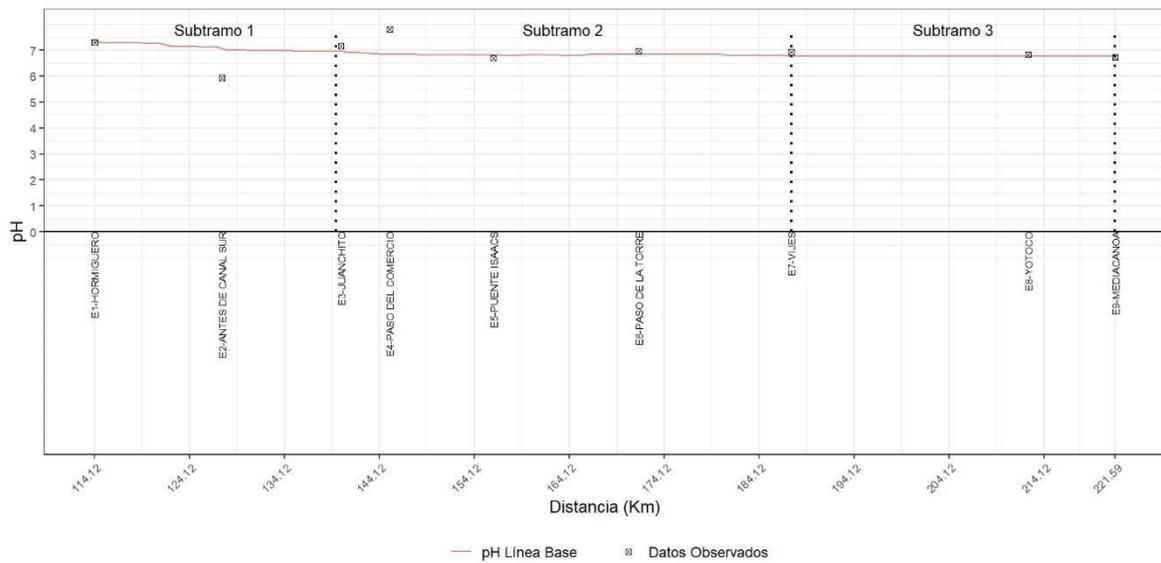
Oxígeno disuelto (mg/L).



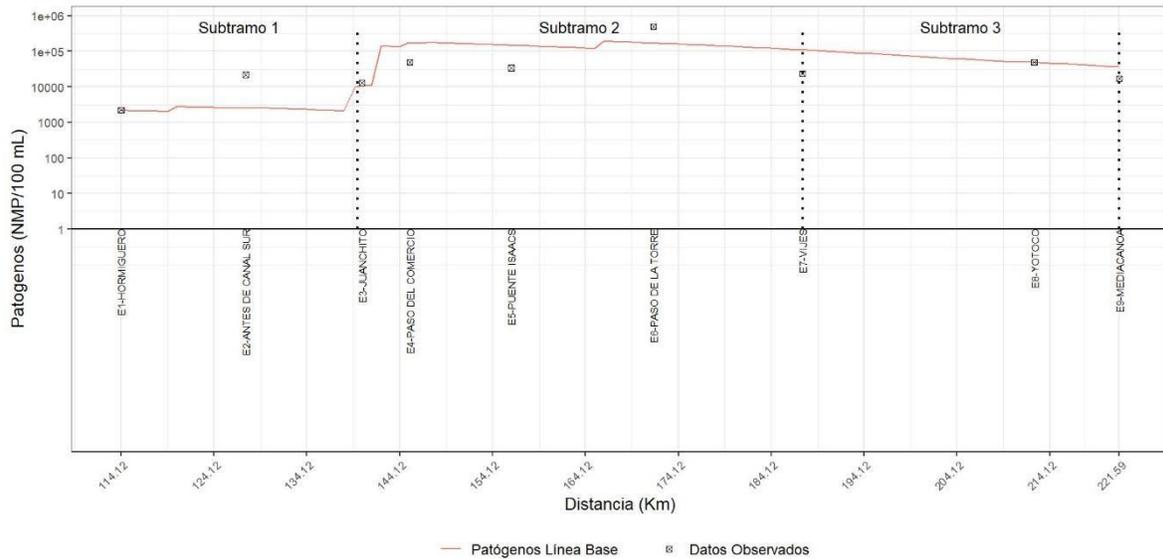
DBO (mg/L).



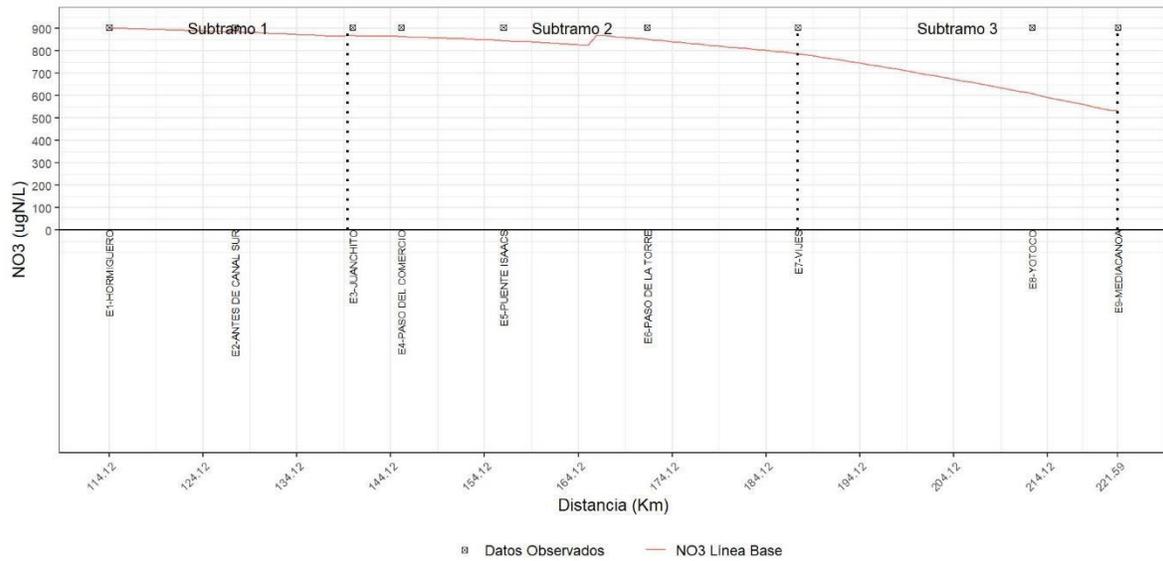
SST (mg/L).



pH (UpH).



Coliformes fecales (NMP/100mL)

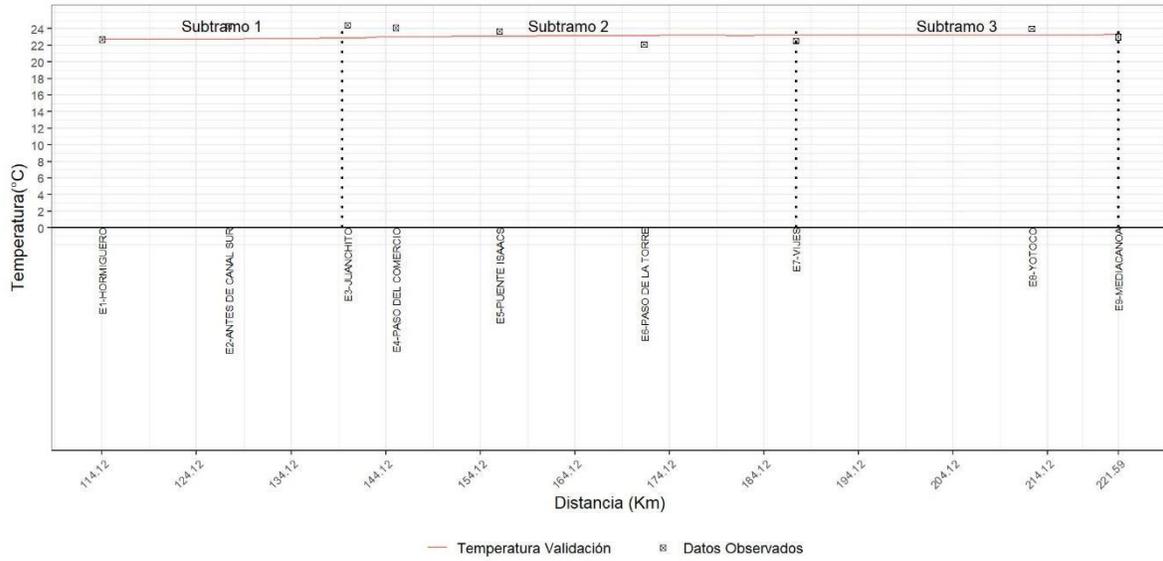


NO₃ (µg/L)

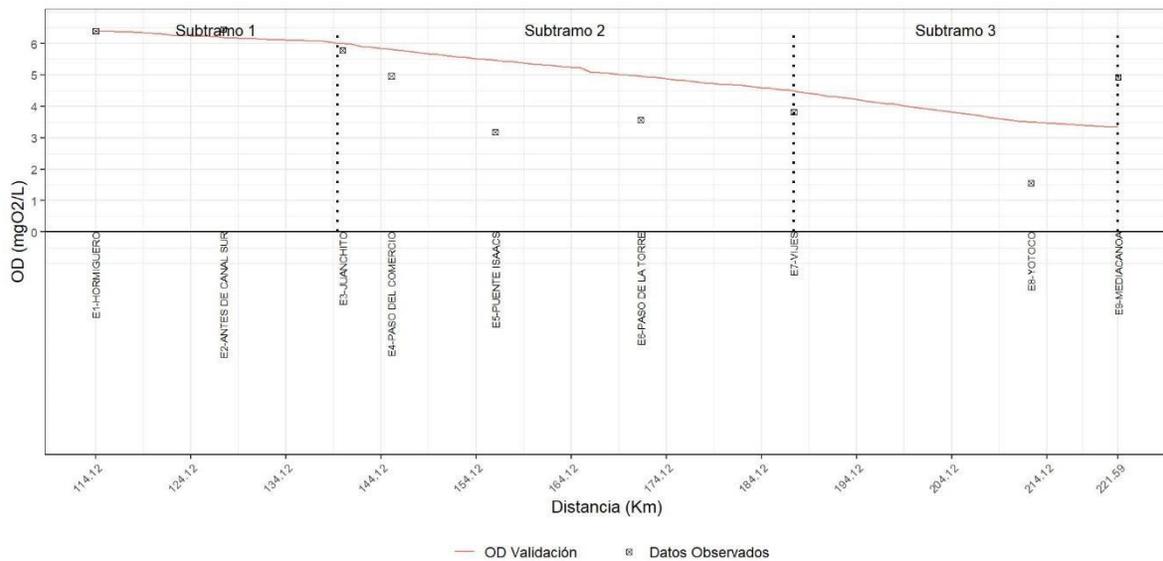


Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

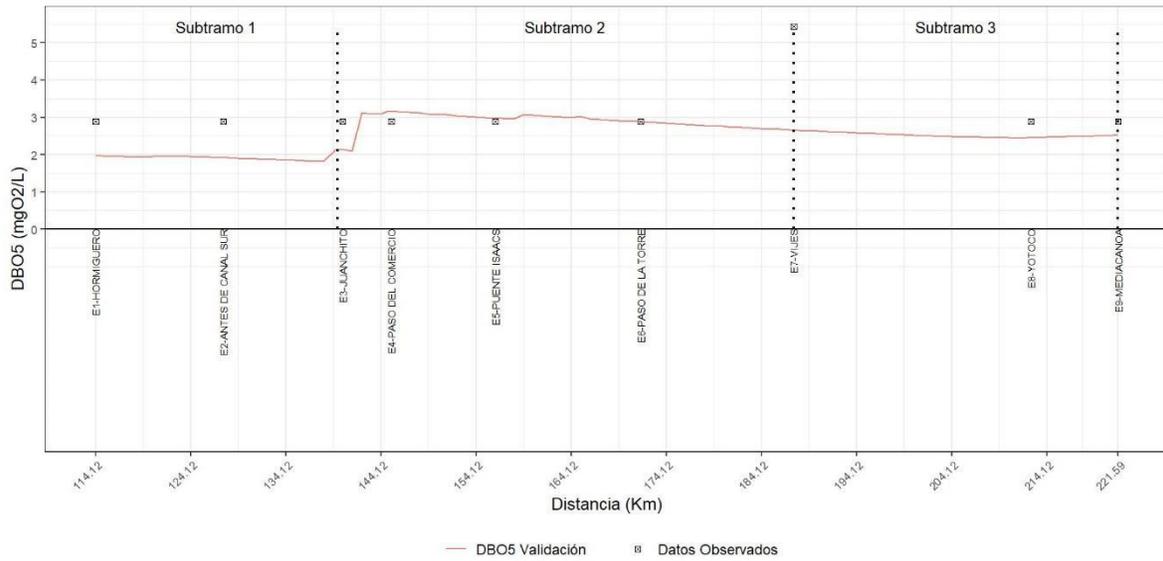
Anexo 8. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DEL MODELO DE CALIDAD



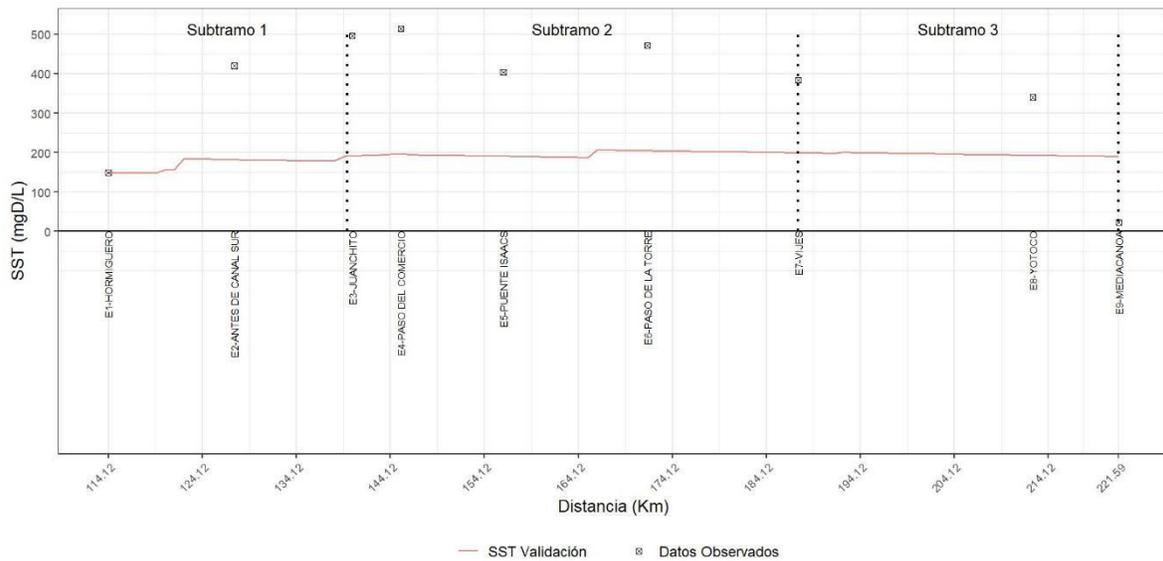
Temperatura (°C).



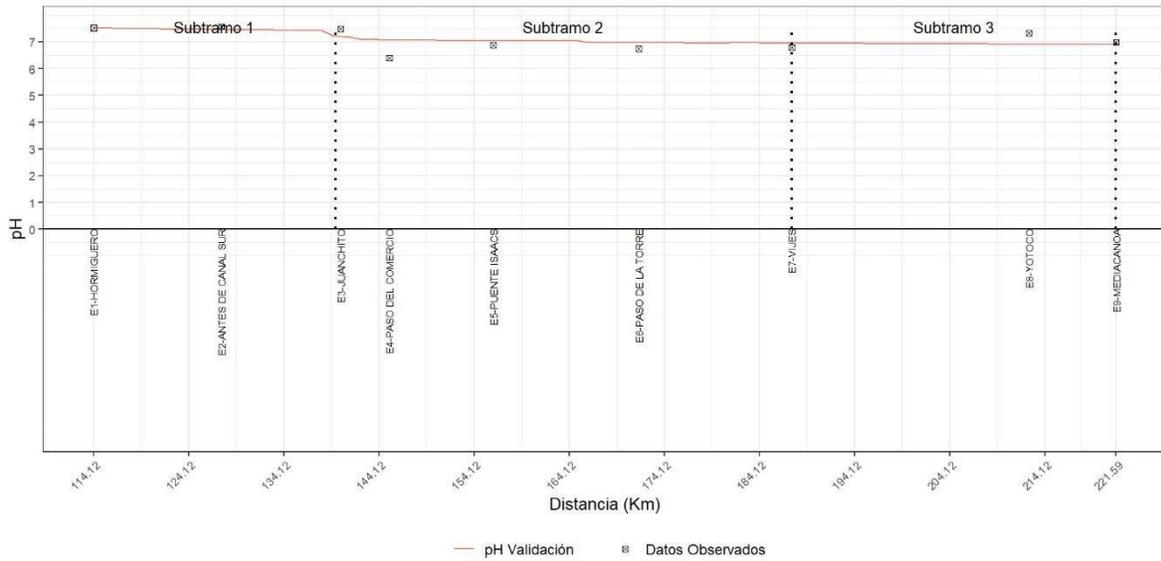
Oxígeno disuelto (mg/l).



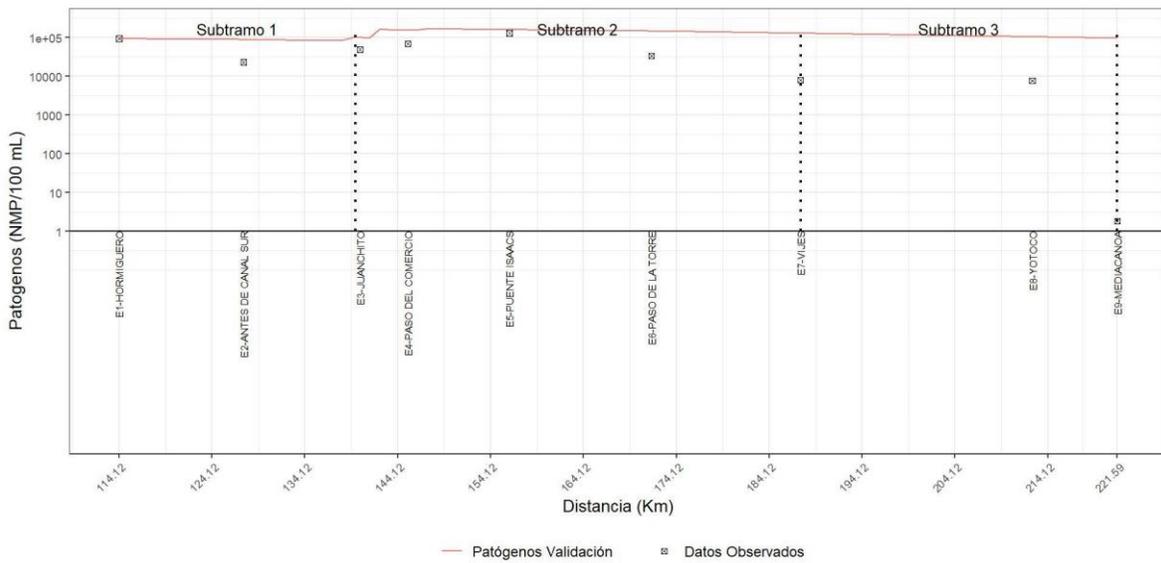
DBO (mg/l).



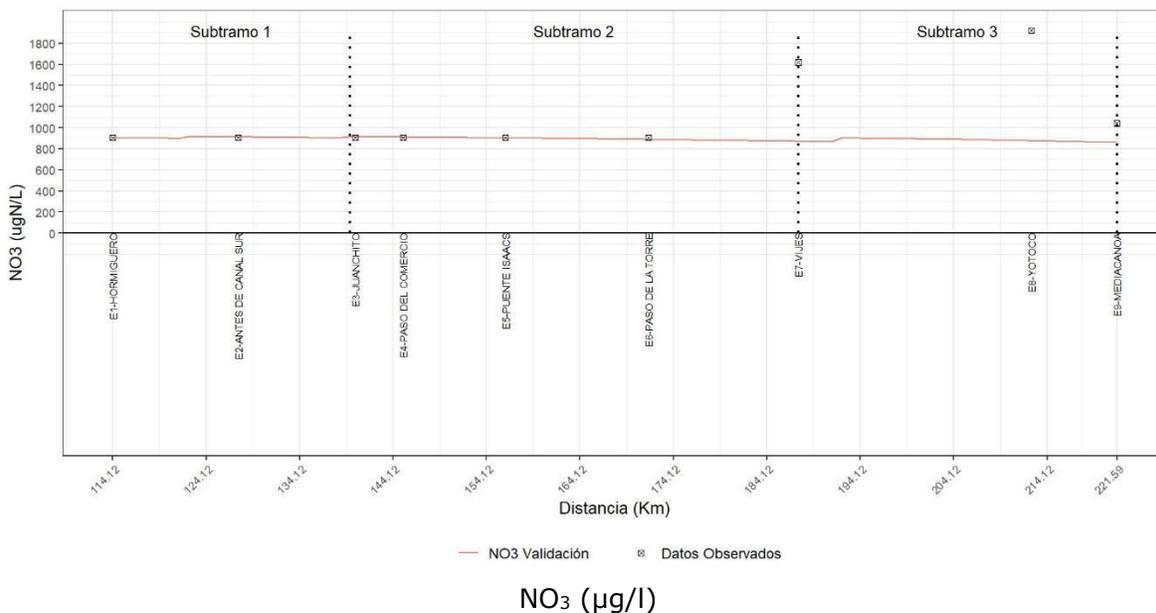
SST (mg/l).



pH (UpH).

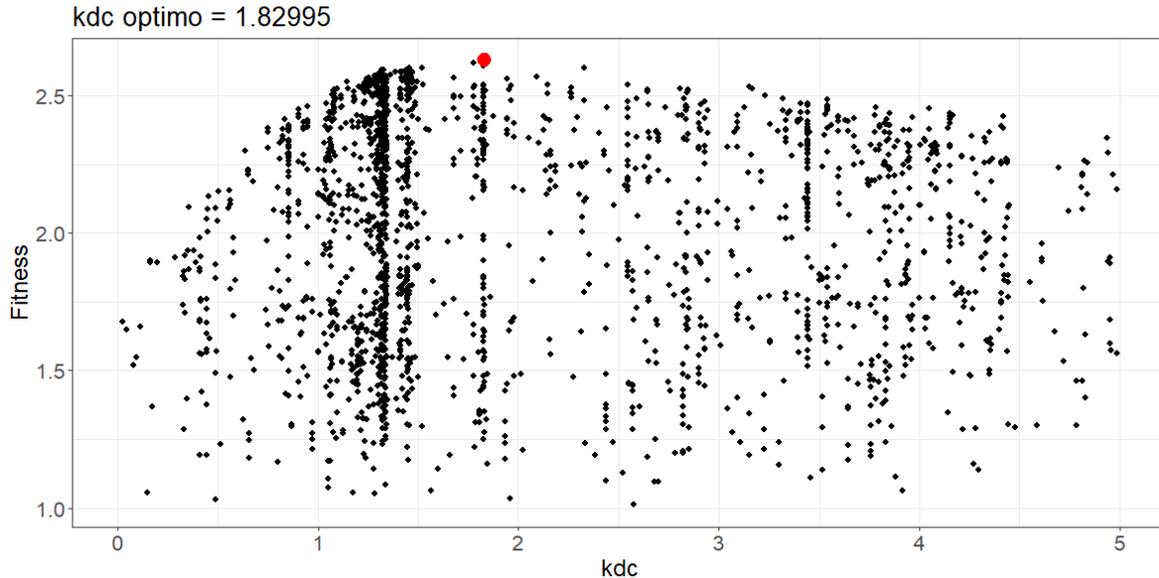


Coliformes fecales (NMP/100ml)



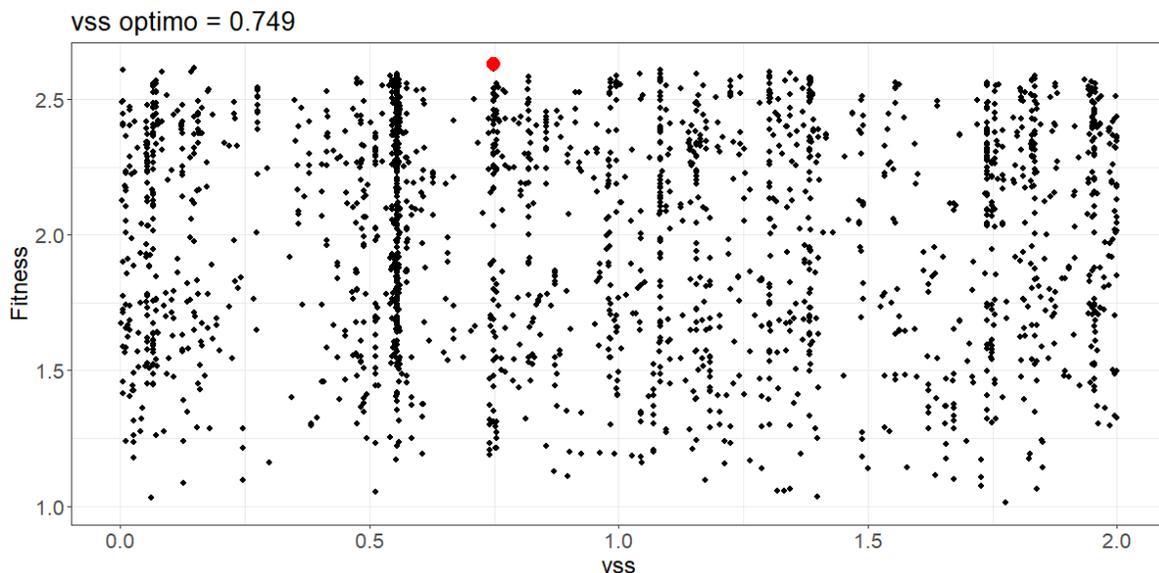
Anexo 9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD E INCERTIDUMBRE DEL MODELO DE CALIDAD

El valor máximo obtenido de la función objetivo fue de 2,63 y se obtuvo por primera vez en la generación 49 de las 50 producidas por el algoritmo, es decir, los valores óptimos para los parámetros de calibración fueron obtenidos en la simulación número 2.451 de las 2.500 programadas para el algoritmo. Los resultados del proceso de calibración automática del parámetro K_{dc} se observan en el eje y indica el valor de la función objetivo (*fitness*) mientras que el eje x representa los valores que tomó el parámetro en el proceso de auto calibración, el punto rojo indica el valor de K_{dc} que maximiza la función objetivo.



Resultados calibración automática parámetro Kdc

Los resultados del proceso de calibración automática del parámetro V_{ss} se observan en la siguiente figura. El eje y indica el valor de la función objetivo (*fitness*) mientras que el eje x representa los valores que tomó el parámetro en el proceso de auto calibración, el punto rojo indica el valor de V_{ss} que maximiza la función objetivo.



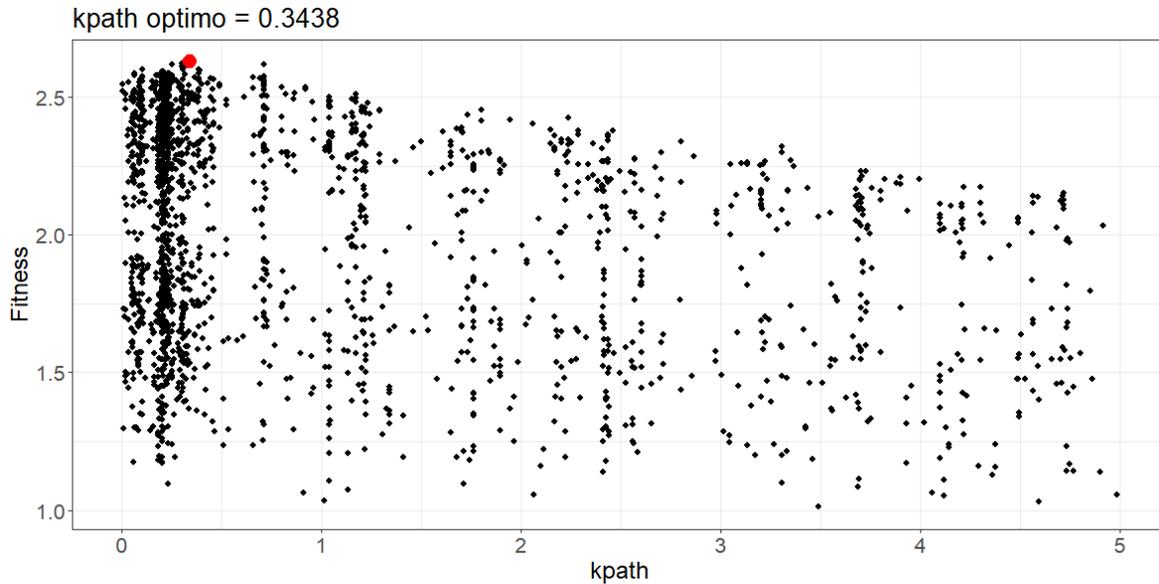
Resultados calibración automática parámetro Vss

Los resultados del proceso de calibración automática del parámetro K_{path} se observan en la siguiente figura. El eje y indica el valor de la función objetivo (*fitness*) mientras que el eje x representa los valores que tomó el parámetro en



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

el proceso de auto calibración, el punto rojo indica el valor de K_{path} que maximiza la función objetivo.

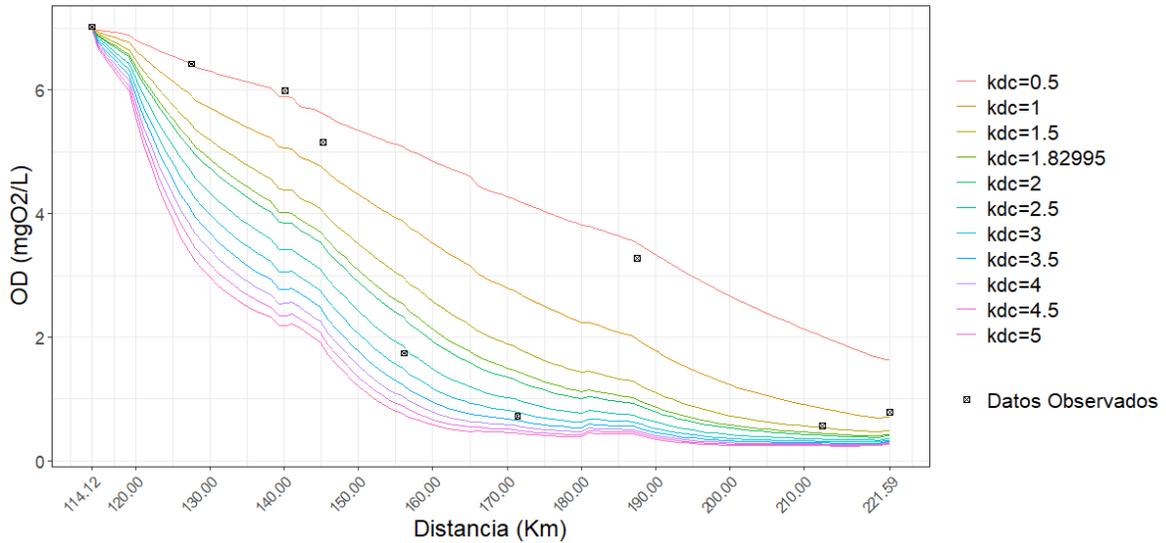


Resultados calibración automática parámetro Kpath

Se realizó análisis de sensibilidad de las variables de estado OD (Oxígeno disuelto) y CBDO_f (DBO Carbonácea rápida), con respecto al parámetro K_{dc} , ISS (Sólidos suspendidos inorgánicos) y TSS (Sólidos suspendidos totales) con respecto al parámetro V_{ss} , Patógenos con respecto al parámetro K_{path} , Nitrógeno total y NO_3 con respecto al parámetro K_i , Nitrógeno orgánico con respecto al parámetro K_{hn} , NH_3 con respecto al parámetro K_n y Fósforo total con respecto al parámetro K_{hp} . Adicionalmente se evaluó la sensibilidad del oxígeno disuelto con respecto al modelo de reaireación. Para el análisis de sensibilidad se generaron para cada parámetro 10 simulaciones variando los valores en el rango especificado para la autocalibración.

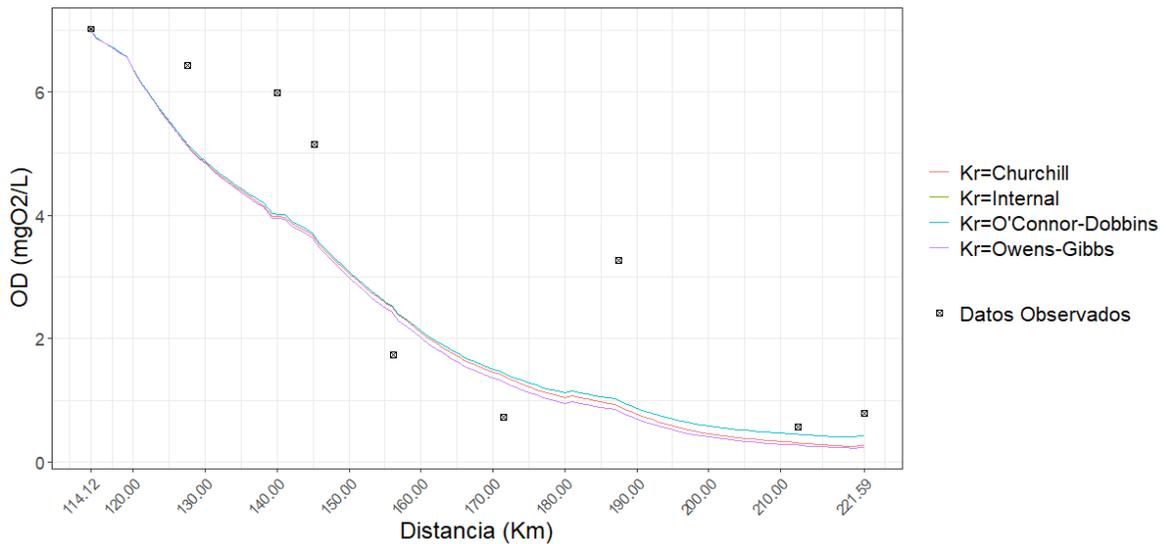
Con respecto al oxígeno disuelto, se observa que desde el inicio del tramo evaluado esta variable es sensible a las variaciones del parámetro K_{dc} , generando diferencias incluso superiores al 50% en la mayor parte del tramo, sin embargo, hacia el final para valores entre menores de 4 d-1 las diferencias en el oxígeno disuelto son menores al 10% ,mientras que la influencia del modelo de re-aireación es menor con una variación menor al 1% a excepción del tramo final en el que la variación llega a ser cercana al 10%.

Análisis de Sensibilidad



Sensibilidad del oxígeno disuelto con respecto a la K_{dc}

Análisis de Sensibilidad



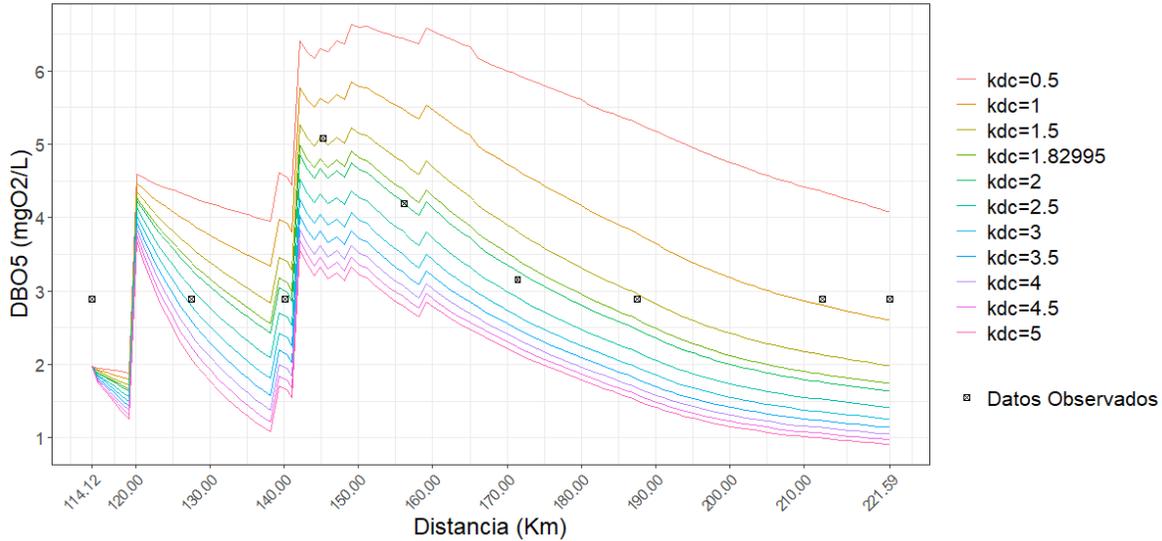
Sensibilidad del oxígeno disuelto con respecto al modelo de reaireación

El análisis de sensibilidad de la DBO_5 con respecto al parámetro K_{dc} indica que la hacia el final del tramo se presentan diferencias incluso mayores al 50% para los valores del parámetro estudiados (entre $0,5$ y 5 d^{-1}), aunque es claro que la mayoría de los valores simulados y observados en esta sección final se encuentran por debajo de los límites de cuantificación.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

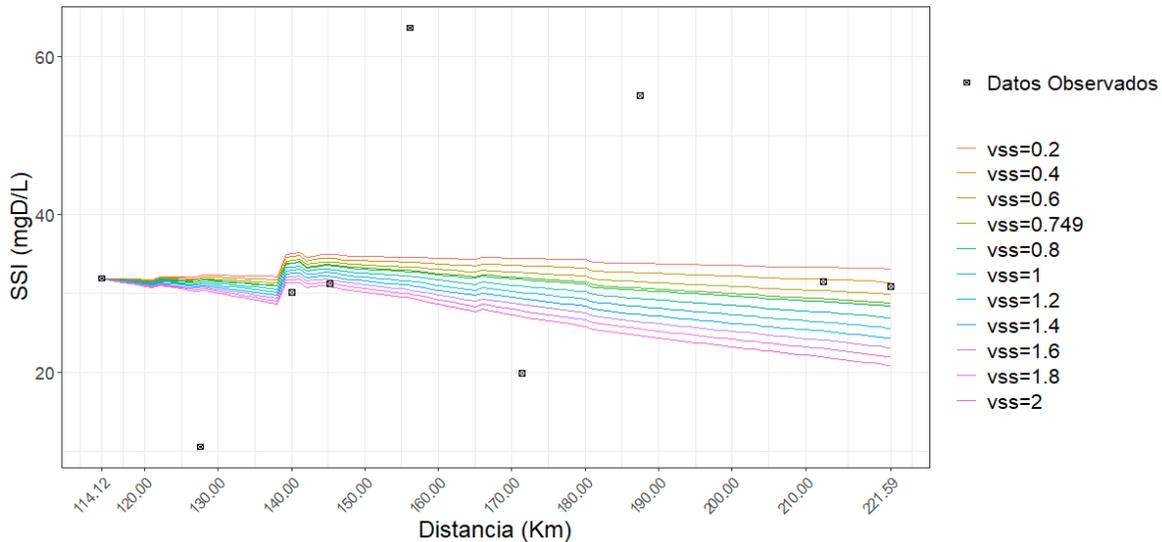
Análisis de Sensibilidad



Sensibilidad DBO Carbonácea rápida con respecto a la Kdc

Con respecto al parámetro V_{ss} , se encontró que en el rango acotado entre 0,2 y 2 m d⁻¹, la variable de estado ISS (Sólidos suspendidos inorgánicos) refleja variaciones cercanas al 40% hacia el final del tramo evaluado comportamiento similar al de los sólidos suspendidos totales

Análisis de Sensibilidad

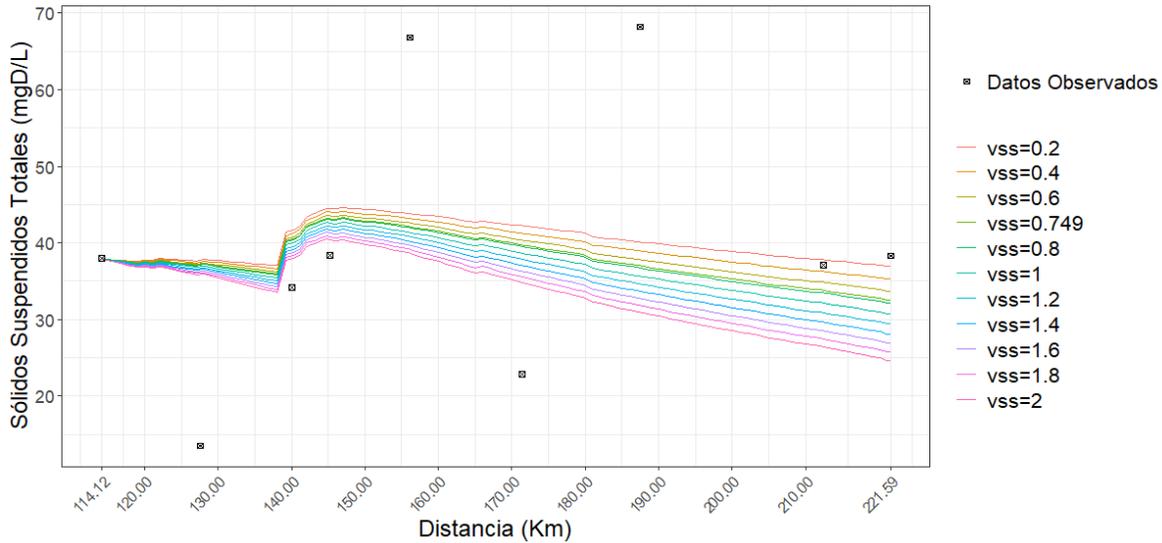


Sensibilidad de sólidos suspendidos inorgánicos con respecto a la Vss.



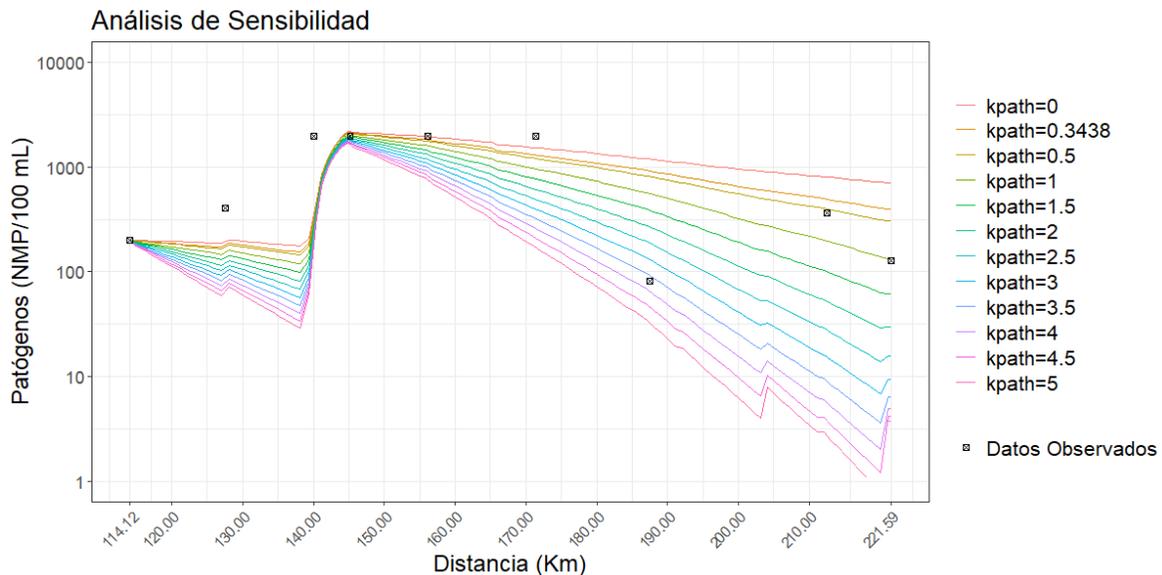
Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Análisis de Sensibilidad



Sensibilidad de sólidos suspendidos totales con respecto a la Vss.

En cuanto a los patógenos, el análisis de sensibilidad con respecto al parámetro K_{path} indica que con un rango de variación del parámetro entre 0 y 5 d^{-1} se genera una variación hacia el final del tramo con valores entre cerca de 0 y 740 NMP/100 ml.

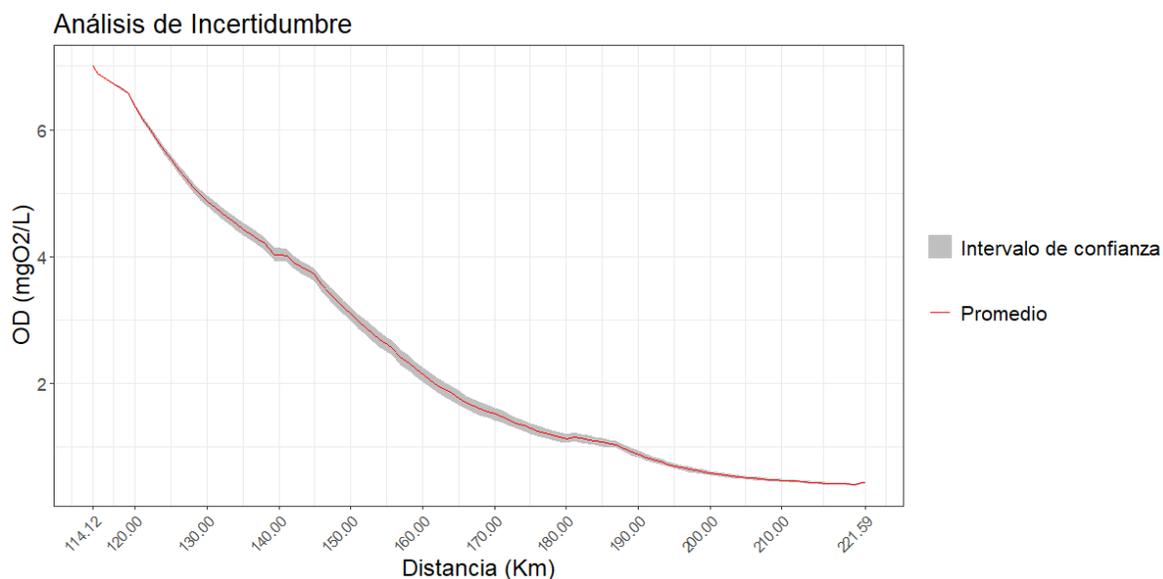


Sensibilidad de los patógenos con respecto al parámetro Kpath

Para el análisis de incertidumbre de las variables de estado se siguió el siguiente algoritmo:

- Con base en los resultados del proceso de calibración automática, se seleccionaron los valores de ajuste por encima del cuantil 95.
- En los registros seleccionados se ubicaron valores máximos y mínimos para los parámetros K_{dc} , K_{path} y V_{ss} , de tal forma que estuvieran a una distancia inferior al 20% del valor óptimo de cada parámetro.
- Para cada parámetro se seleccionaron aleatoriamente de acuerdo con una distribución uniforme de probabilidad 20 valores dentro del rango de variación calculado y se corrió el modelo con cada uno de esos valores.
- Los resultados de las variables de estado Oxígeno disuelto, DBO y Patógenos fueron extraídos y para cada segmento se calculó el promedio y la incertidumbre se asumió como el intervalo de confianza con una confiabilidad del 95% ($\text{Alpha} = 0,05$).

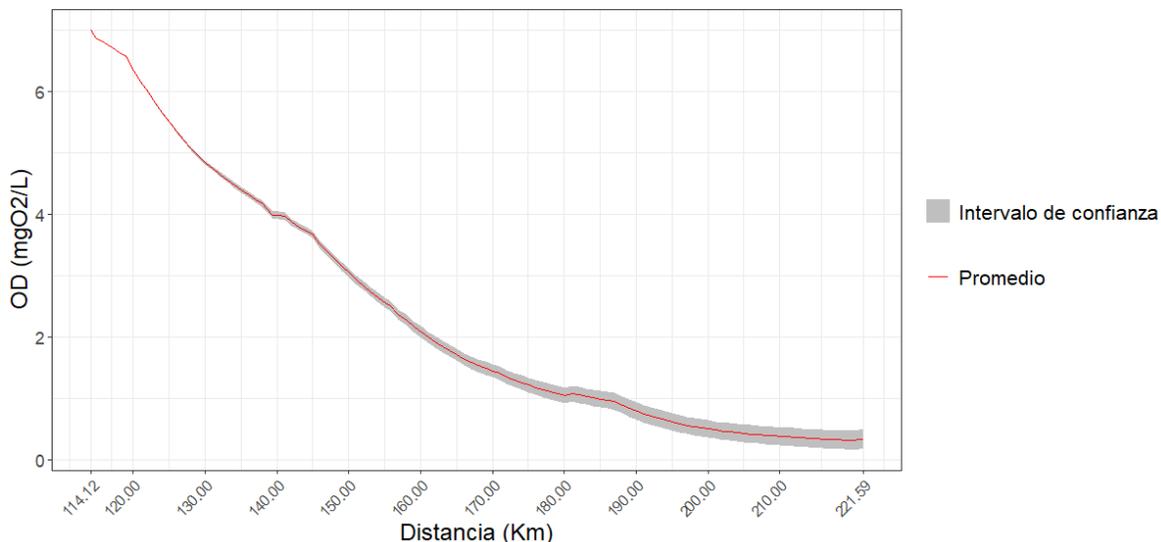
En la siguiente figura se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado oxígeno disuelto como resultado de la influencia de la K_{dc} , con los datos de calibración del modelo.



Incertidumbre Oxígeno disuelto con respecto a la K_{dc} .

En la se observa la siguiente figura el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado para la variable de estado oxígeno disuelto como resultado de la influencia del modelo de re-aireación, con los datos de calibración del modelo.

Análisis de Incertidumbre



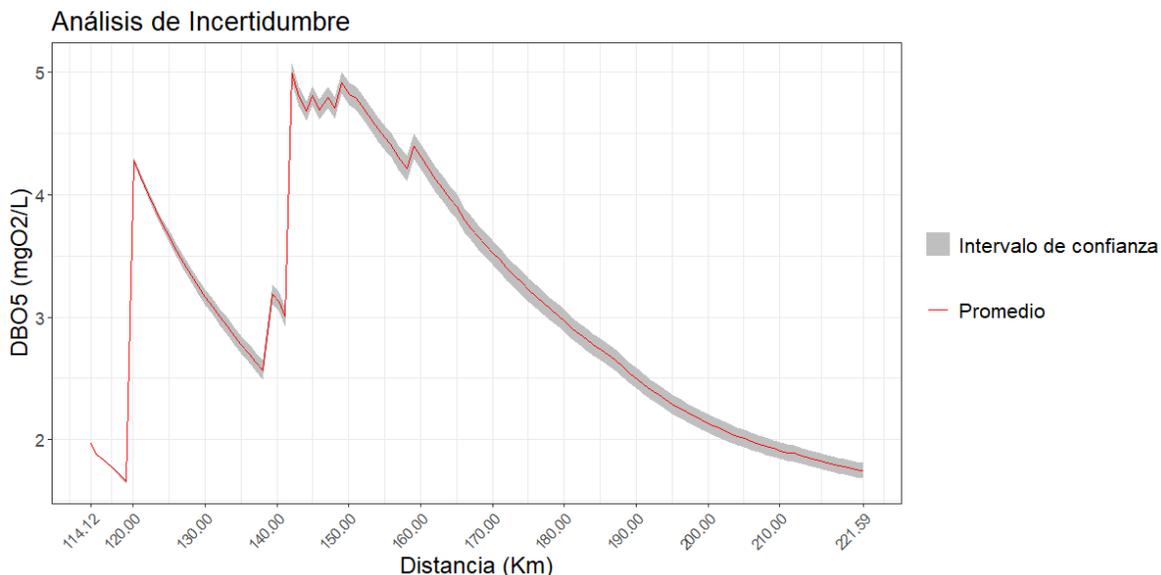
Incertidumbre Oxígeno disuelto con respecto al modelo de reaeración.

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable Oxígeno disuelto, se presentan en la siguiente tabla.

Incertidumbre Oxígeno Disuelto.

Estación	Distancia	Por K_{dc}			Por Modelo de Reaeración		
		Prom	Mín	Máx	Prom	Mín	Máx
E1-HORMIGUERO	107,47	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	5,23	5,16	5,31	5,22	5,19	5,24
E3-JUANCHITO	81,52	4,03	3,93	4,13	3,99	3,93	4,05
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	3,72	3,62	3,82	3,68	3,62	3,74
E5-PUENTE ISAACS	65,45	2,56	2,44	2,68	2,52	2,44	2,60
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	1,48	1,39	1,58	1,42	1,31	1,53
E7-VIJES	34,09	1,04	0,978	1,10	0,96	0,82	1,10
E8-YOTOCO	9,14	0,46	0,435	0,478	0,37	0,23	0,52
E9-MEDIACANOA	0,00	0,43	0,413	0,44	0,34	0,18	0,50

En la figura a continuación, se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado DBO_5 , con los datos de calibración del modelo.



Incertidumbre DBO_5 .

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable DBO_5 con los datos de calibración se presentan a continuación.

Incertidumbre DBO_5

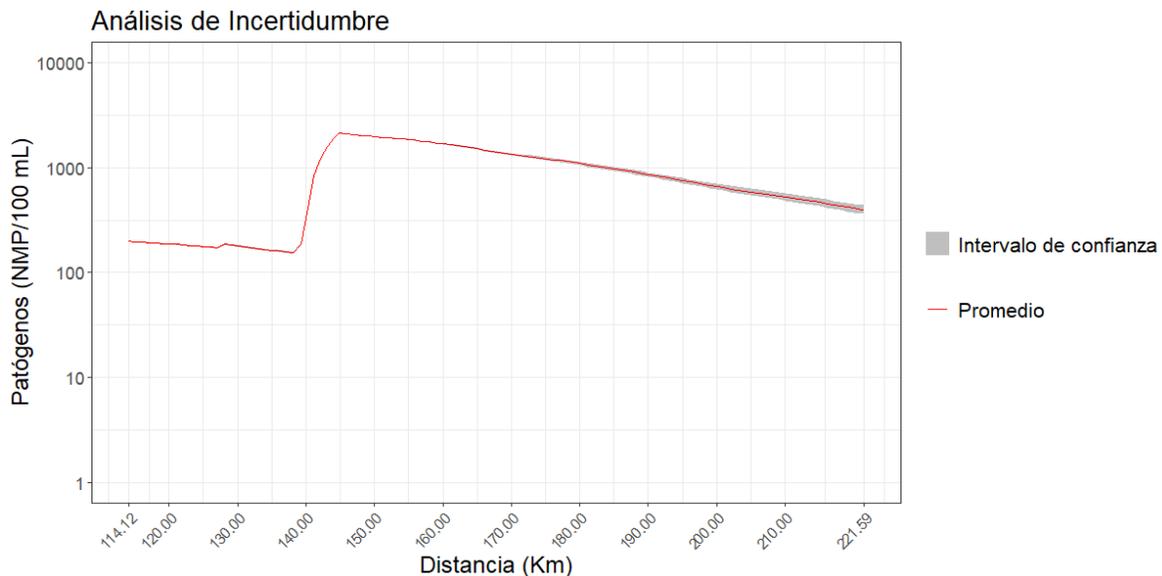
Estación	Distancia	CALIBRACION		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E1-HORMIGUERO	107,47	1,97	1,97	1,97
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	3,44	3,39	3,49
E3-JUANCHITO	81,52	3,13	3,05	3,20
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	4,81	4,73	4,89
E5-PUENTE ISAACS	65,45	4,41	4,31	4,51
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	3,47	3,37	3,57
E7-VIJES	34,09	2,66	2,57	2,74



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación	Distancia	CALIBRACION		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E8-YOTOCO	9,14	1,89	1,82	1,96
E9-MEDIACANOA	0,00	1,75	1,69	1,81

En la siguiente figura se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado Patógenos, con los datos de calibración del modelo.



Incertidumbre Patógenos (Calibración).

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable Patógenos con los datos de calibración se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Incertidumbre Patógenos (NMP/100 ml).

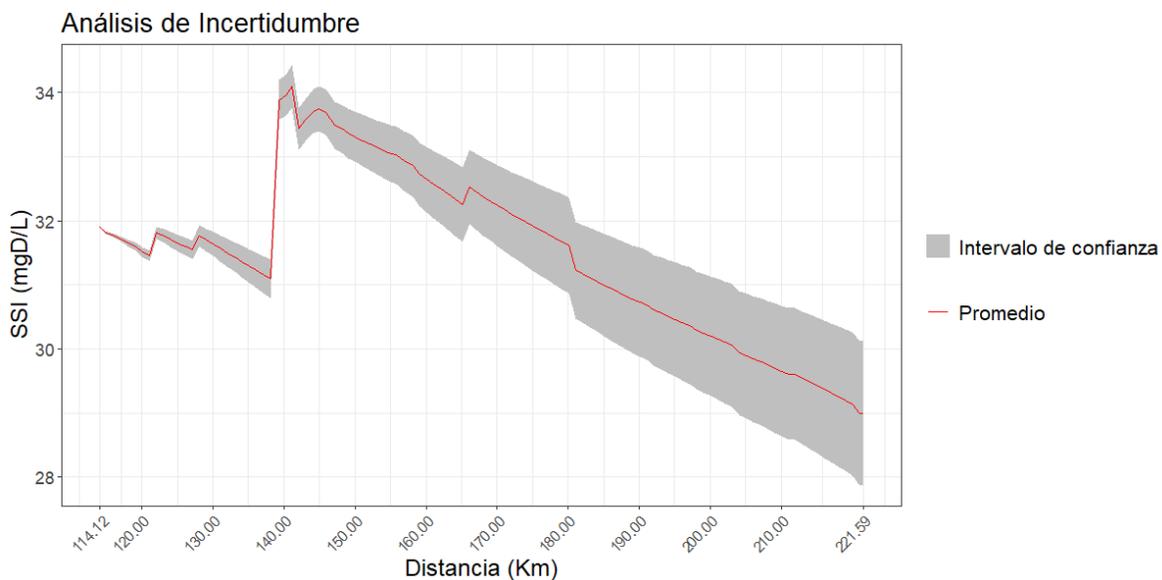
Estación	Distancia	CALIBRACION		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E1-HORMIGUERO	107,47	201,00	201,00	201,00
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	171,92	169,52	174,31
E3-JUANCHITO	81,52	417,54	413,88	421,21



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación	Distancia	CALIBRACION		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	2139,11	2131,15	2147,07
E5-PUENTE ISAACS	65,45	1848,41	1826,74	1870,09
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	1323,90	1288,78	1359,02
E7-VIJES	34,09	935,44	895,05	975,82
E8-YOTOCO	9,14	509,19	467,90	550,48
E9-MEDIACANOA	0,00	405,01	365,70	444,31

En la siguiente figura, se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado Sólidos suspendidos inorgánicos, con los datos de calibración del modelo.



Incertidumbre Sólidos suspendidos inorgánicos (Calibración).

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable Sólidos suspendidos inorgánicos con los datos de calibración se presentan a continuación.

Incertidumbre Sólidos suspendidos inorgánicos.

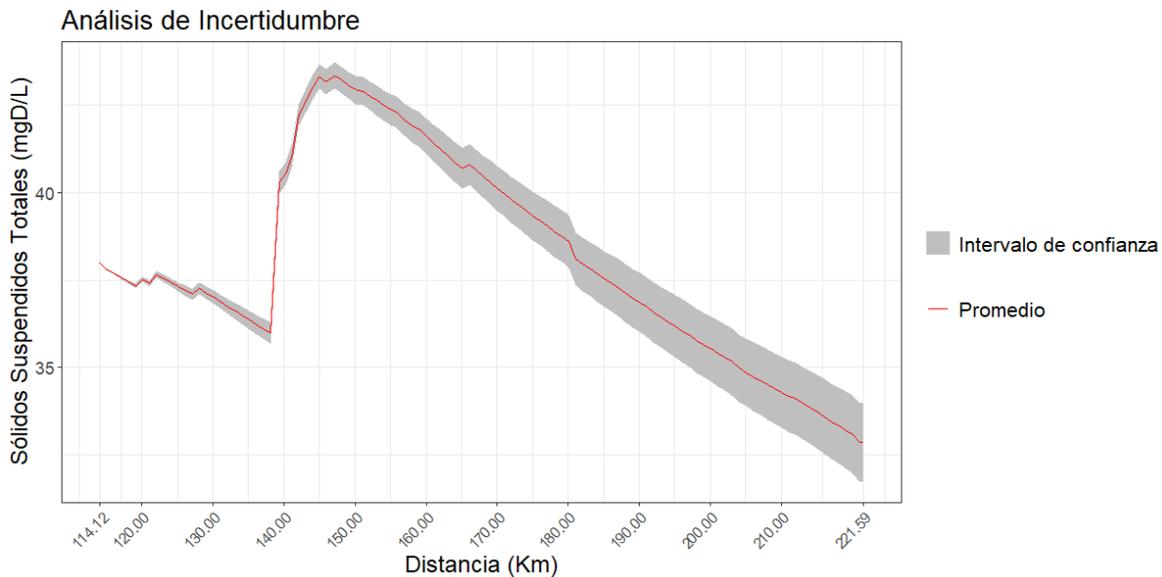
Estación	Distancia	CALIBRACIÓN		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E1-HORMIGUERO	107,47	31,90	31,90	31,90



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación	Distancia	CALIBRACIÓN		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	31,55	31,39	31,70
E3-JUANCHITO	81,52	33,96	33,64	34,28
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	33,75	33,40	34,09
E5-PUENTE ISAACS	65,45	33,02	32,58	33,47
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	32,17	31,52	32,82
E7-VIJES	34,09	30,88	30,06	31,70
E8-YOTOCO	9,14	29,61	28,58	30,64
E9-MEDIACANOA	0,00	29,00	27,87	30,13

En la siguiente figura se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado Sólidos suspendidos totales, con los datos de calibración del modelo.



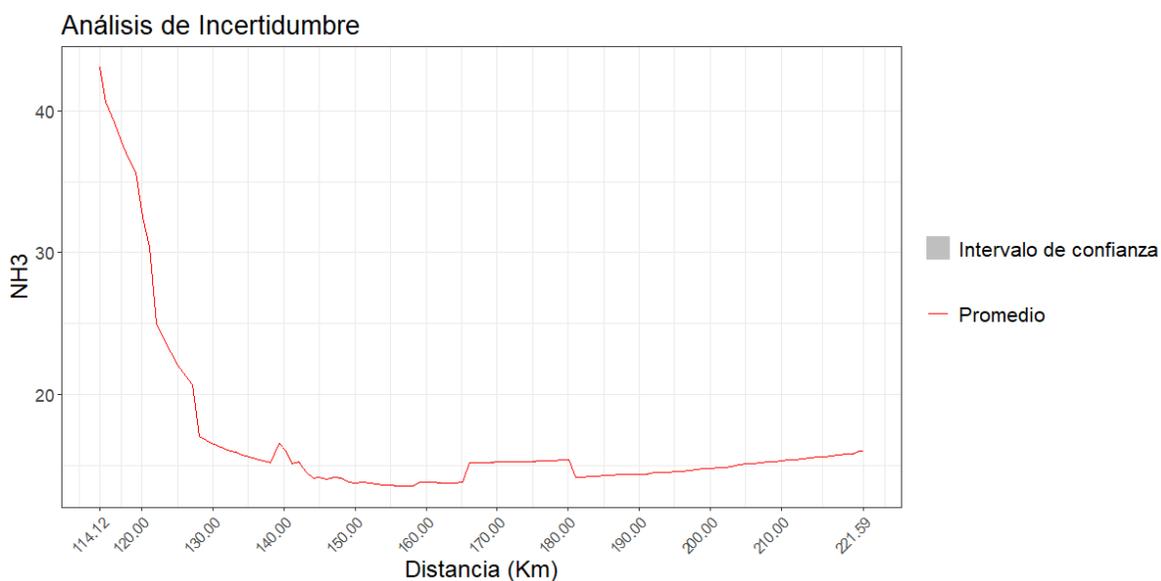
Incertidumbre Sólidos suspendidos totales (Calibración).

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable Sólidos suspendidos totales con los datos de calibración se presentan a continuación.

Incertidumbre Sólidos suspendidos totales.

Estación	Distancia	CALIBRACIÓN		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E1-HORMIGUERO	107,47	38,00	38,00	38,00
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	37,09	36,94	37,24
E3-JUANCHITO	81,52	40,57	40,25	40,89
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	43,33	42,98	43,67
E5-PUENTE ISAACS	65,45	42,30	41,86	42,75
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	39,97	39,33	40,62
E7-VIJES	34,09	37,28	36,46	38,10
E8-YOTOCO	9,14	34,13	33,10	35,16
E9-MEDIACANOA	0,00	32,86	31,73	33,99

En la siguiente figura, se observa el intervalo de confianza calculado para todo el tramo evaluado, para la variable de estado NH3, con los datos de calibración del modelo.



Incertidumbre NH3 (Calibración).

Los datos de intervalo de incertidumbre para la variable NH3 con los datos de calibración se presentan a continuación.

Incertidumbre NH3.

Estación	Distancia	CALIBRACIÓN		
		Promedio	Mínimo	Máximo
E1-HORMIGUERO	107,47	43,03	43,03	43,03
E2-ANTES DE CANAL NAVARRO	94,06	20,72	20,71	20,73
E3-JUANCHITO	81,52	16,02	16,01	16,03
E4-PASO DEL COMERCIO	76,39	14,16	14,15	14,17
E5-PUENTE ISAACS	65,45	13,59	13,59	13,60
E6-PASO DE LA TORRE	50,15	15,29	15,29	15,30
E7-VIJES	34,09	14,41	14,40	14,41
E8-YOTOCO	9,14	15,45	15,44	15,45
E9-MEDIACANOA	0,00	16,01	16,00	16,01

Además de la función objetivo utilizada para la autocalibración del modelo mediante su maximización a través del algoritmo PIKAIA, la eficiencia del modelo en términos de su capacidad predictiva se evaluó a través del criterio de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE por sus siglas en inglés). Este criterio ha sido ampliamente usado para evaluar el desempeño de diversos modelos, entre ellos los modelos hidrológicos, con un rango de respuesta en el intervalo $[-\infty, 1]$ (Legates & McCabe, 1999). En general, se considera que los valores menores a 0,2 reflejan una respuesta insuficiente del modelo, los valores entre 0,2 y 0,4 son satisfactorios, entre 0,4 y 0,6 son buenos, entre 0,6 y 0,8 muy buenos y mayores a 0,8 excelentes. Los resultados del NSE para el modelo de auto calibración se observan en la siguiente tabla:

NSE para modelo de autocalibración.

Variables	Ponderación	NSE Individual	NSE Ponderado
Conductividad	0,01	0,10	0,007
Oxígeno Disuelto	0,36	0,78	0,28
DBO Rápida	0,15	0,93	0,14



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Variab les	Ponderación	NSE Individual	NSE Ponderado
Nitrógeno Orgánico	0,007	0,99	0,007
NO ₃	0,007	0,10	0,007
Patógenos	0,362	0,93	0,34
Alcalinidad	0,007	0,10	0,007
pH	0,007	0,10	0,007
Nitrógeno total	0,007	0,10	0,007
Fósforo total	0,007	0,97	0,007
Sólidos suspendidos totales	0,072	0,96	0,069
NH ₃	0,007	0,21	0,002
NSE GLOBAL			0,872

Los resultados del NSE para el modelo de línea base se observan a continuación:

NSE para modelo de línea base (calibración automática con ajuste manual).

Variab les	Ponderación	NSE Individual	NSE Ponderado
Conductividad	0,007	0,997	0,007
Oxígeno Disuelto	0,362	0,774	0,281
DBO Rápida	0,145	0,890	0,129
Nitrógeno Orgánico	0,007	0,990	0,007
NO ₃	0,007	0,998	0,007
Patógenos	0,362	0,977	0,354
Alcalinidad	0,007	0,999	0,007
pH	0,007	0,996	0,007
Nitrógeno total	0,007	0,999	0,007
Fósforo total	0,007	0,972	0,007
Sólidos suspendidos totales	0,072	0,959	0,070
NH ₃	0,007	0,258	0,002



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Variab les	Ponderación	NSE Individual	NSE Ponderado
NSE GLOBAL			0,885

Los resultados del NSE para el modelo de validación se observan a continuación

NSE para modelo de Validación.

Variab les	Ponderación	NSE Individual	NSE Ponderado
Conductividad	0,007	0,999	0,007
Oxígeno Disuelto	0,362	0,882	0,320
DBO Rápida	0,145	0,895	0,130
Nitrógeno Orgánico	0,007	0,986	0,007
NO ₃	0,007	0,995	0,007
Patógenos	0,362	0,740	0,268
Alcalinidad	0,007	0,980	0,007
pH	0,007	0,999	0,007
Nitrógeno total	0,007	1,000	0,007
Fósforo total	0,007	0,994	0,007
Sólidos suspendidos totales	0,072	0,936	0,068
NH ₃	0,007	0,374	0,003
NSE GLOBAL			0,838



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Anexo 10. DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS

Descripción Escenario E1.

E1 - Línea Base: Obedece a la línea base a partir de los datos medidos en la primera campaña de monitoreo					
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	0,20	661,38	130.000
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790
Canal Sur	1,61	60,10	2,08	3,96	24.000
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1.127,00	7,24	2,89	1.700
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,96	40,60	1,36	61,90	450.000
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000
Papelera ATA Ltda	0,00	59,80	0,64	21,61	330
Colector Central	1,23	21,50	3,56	119,57	7.000.000
Descarga PTAR Cañaveralejo	5,68	14,20	3,19	71,54	2.400.000
Empaques Industriales de Colombia	0,01	68,00	1,13	1.641,04	14.000
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,00	27,20	0,20	67,31	6.800.000
Tintuvalle	0,02	4,70	0,20	207,32	220.000
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	368,00	0,20	40,73	490.000
Río Cali	1,77	18,99	0,35	35,51	1.261.447
Río Arroyohondo	0,27	15,60	1,18	300,76	7.800
Canal Carrera 22	0,10	10,10	0,67	157,68	780
Carvajal Pulpa y Papel	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000
Quebrada Rafaela	0,07	90,00	0,20	132,28	2.200.000
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	108,19	35.000
Río Yumbo	0,09	12,6	0,38	48,18	68.000
Río Guachal	6,29	41,9	1,14	4,00	2.400.000
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,89	450
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,89	1.400
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	0	0	0	0
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,89	780
Río Guabas	0,17	3	4,09	2,89	7.900
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,89	17.000

Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,37	13.000.000
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,89	7.900

Tabla 35. Descripción Escenario E2-1.

E2.1 - CMP CP: Este escenario obedece al establecimiento de la Carga Máxima Permisible sobre el Escenario 3 (E3) Escenario 3: escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo. La afectación de la calidad del tramo analizado se presenta desde el inicio hasta el final de este. Los parámetros que mayor afectación presentan para el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos son la DBO y el OD, razón por la cual se aplicó un factor de reducción adicional (0,2) de manera iterativa para cada uno de los aportes incorporados, hasta lograr el cumplimiento de los objetivos de calidad.					
Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	160,00	130.000
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,31	790
Canal Sur	0,69	118,00	2,08	96,00	24.000
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,31	1.700
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,01	118,00	1,36	96,00	450.000
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	23,01	4.900.000
Papelera ATA Ltda	0,00	50,00	0,64	40,00	330
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones				
Descarga PTAR Cañaveralejo	8,90	71,00	3,19	72,00	2.400.000
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	40,00	14.000
Estación de bombeo Paso del Comercio	2,01	118,00	0,20	96,00	6.800.000
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	40,00	220.000
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	40,00	490.000
Estación de bombeo Floralia	0,11	118,00	0,20	96,00	6.800.000
Río Cali	1,43	15,40	0,38	20,91	1.261.447
Río Arroyohondo	0,27	12,50	4,00	12,80	7.800
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR				
Carvajal Pulpa y Papel	0,34	32,00	0,37	4,53	13.000
CENCAR	0,48	90,00	0,30	15,49	192.851
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	105,82	2.200.000
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,20	0,40	40,00	35.000

Río Yumbo	0,09	12,60	1,20	64,00	68.000
Río Guachal	6,29	41,90	1,14	3,20	2.400.000
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,31	450
Río Cerrito	0,02	3,00	6,79	2,31	1.400
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0,00	40,00	0
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,31	780
Río Guabas	0,17	3,00	4,09	2,31	7.900
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,31	17.000
Río Yotoco	0,04	208,00	0,20	56,30	13.000.000
Río Mediacanoa	0,32	2,50	5,05	2,31	7.900

Descripción Escenario E2-2.

E2.2 - CMP MP: Este escenario obedece al establecimiento de la Carga Máxima Permisible sobre el Escenario 4 (E4)

Escenario 4: escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo.

La afectación de la calidad del tramo analizado se presenta desde el inicio hasta el final de este. Los parámetros que mayor afectación presentan para el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos son la DBO y el OD, razón por la cual se aplicó un factor de reducción adicional (0,2) de manera iterativa para cada uno de los aportes incorporados, hasta lograr el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	160,00	130.000
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,31	790
Canal Sur	1,12	118,00	2,08	96,00	24.000
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1.127,00	7,24	2,31	1.700
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,56	118,00	1,36	96,00	450.000
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	23,01	4.900.000
Papelera ATA Ltda	0,00	50,00	0,64	40,00	330
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones				
Descarga PTAR Cañaveralejo	12,34	50,42	3,19	42,40	2.400.000
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	40,00	14.000
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,56	118,00	0,20	96,00	6.800.000
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	40,00	220.000
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	40,00	490.000



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Estación de bombeo Floralia	0,10	118,00	0,20	96,00	6.800.000
Río Cali	1,43	15,40	0,38	20,91	1.261.447
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	8,00	7.800
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR				
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	0,34	32,00	0,37	4,53	13.000
CENCAR	0,48	90,00	0,30	15,49	192.851
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	105,82	2.200.000
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,20	0,40	40,00	35.000
Río Yumbo	0,09	12,60	1,20	16,00	68.000
Río Guachal	6,29	41,90	1,14	3,20	2.400.000
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,31	450
Río Cerrito	0,02	3,00	6,79	2,31	1.400
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0,00	40,00	0
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,31	780
Río Guabas	0,17	3,00	4,09	2,31	7.900
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,31	17.000
Río Yotoco	0,04	208,00	0,20	56,30	13.000.000
Río Mediacanoa	0,32	2,50	5,05	2,31	7.900

Descripción Escenario E2-3.

E2.3 - CMP LP: Este escenario obedece al establecimiento de la Carga Máxima Permissible sobre el Escenario 5 (E5)
Escenario 5: escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo.
La afectación de la calidad del tramo analizado se presenta desde el inicio hasta el final de este. Los parámetros que mayor afectación presentan para el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos son la DBO y el OD, razón por la cual se aplicó un factor de reducción (0,95) de manera iterativa para cada uno de los aportes incorporados, hasta lograr el cumplimiento de los objetivos de calidad.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	10,00	130.000
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	0,14	790
Canal Sur	0,94	118,00	2,08	6,00	24.000
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1.127,00	7,24	0,14	1.700
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,81	118,00	1,36	6,00	450.000
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	1,44	4.900.000
Papelera ATA Ltda	0,00	50,00	0,64	2,50	330
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones				
Descarga PTAR Cañaveralejo	16,71	65,39	3,19	3,33	2.400.000
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	2,50	14.000
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,81	118,00	0,20	6,00	6.800.000
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	2,50	220.000
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	2,50	490.000
Estación de bombeo Floralia	0,15	118,00	0,20	6,00	6.800.000
Río Cali	1,43	15,40	0,38	1,31	1.261.447
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	0,45	7.800
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR				
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	0,34	32,00	0,37	0,28	13.000



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

CENCAR	0,48	90,00	0,30	0,97	192.851
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	6,61	2.200.000
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,20	0,40	2,50	35.000
Río Yumbo	0,09	12,60	1,20	1,00	68.000
Río Guachal	6,29	41,90	1,14	0,20	2.400.000
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	0,14	450
Río Cerrito	0,02	3,00	6,79	0,14	1.400
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0,00	2,50	0
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	0,14	780
Río Guabas	0,17	3,00	4,09	0,14	7.900
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	0,14	17.000
Río Yotoco	0,04	208,00	0,20	3,52	13.000.000
Río Mediacanoa	0,32	2,50	5,05	0,14	7.900

Descripción Escenario E3.

E3 - CP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	200,00	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	0,69	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1.127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,01	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E3 - CP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	8,90	71,00	3,19	90,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	2,01	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E3 - CP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,11	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	26,13	1.261.447	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	12,50	4,00	16,00	7.800	Objetivos de calidad corto plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
CENCAR	0,48	6,75	0,30	19,36	192.851	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E3 - CP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,20	0,40	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,60	1,20	80,00	68.000	Objetivo de calidad corto plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,90	1,14	4,00	2.400.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,89	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3,00	6,79	2,89	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0,00	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,89	780	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	0,17	3,00	4,09	2,89	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,89	17.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo

E3 - CP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el corto plazo como las siguientes:
Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Río Yotoco	0,04	208,00	0,20	70,37	13.000.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,50	5,05	2,89	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo

Descripción Escenario E4.

E4 - MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo como las siguientes:
Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	200,00	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para DBO y OD. El acuerdo define valores de % remoción para la DBO de un vertimiento (10 años), no da más información al respecto. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	1,12	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E4 - MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,56	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	12,34	50,00	3,19	53,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo

E4 - MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,56	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,10	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	26,13	1.261.447	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	10,00	7.800	Objetivos de calidad mediano plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

<p>E4 - MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.</p>						
Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
CENCAR	0,48	6,75	0,30	19,36	192.851	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. Los demás datos fueron obtenidos

E4 - MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones previstas en el mediano plazo como las siguientes:
Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	20	68.000	Objetivo de calidad mediano plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	1,14	4,0004	2.400.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,8908	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,8908	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,8908	780	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	0,17	3	4,09	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,8908	17.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,372	1.3000.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E5.

<p>E5 - LP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.</p>						
Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	200,00	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para DBO y OD. El acuerdo define valores de % remoción para la DBO de un vertimiento (10 años), no da más información al respecto. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	0,94	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2052, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	1,81	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,25	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2052, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

<p>E5 - LP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.</p>						
Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	16,71	65,39	3,19	66,53	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2052, asumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,81	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2052, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los

E5 - LP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,15	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2052, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	26,13	1.261.447	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo. Estación ubicada aguas arriba del canal ACOPI
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	9,00	7.800	Objetivos de calidad Largo plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
CENCAR	0,48	6,75	0,30	19,36	192.851	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

<p>E5 - LP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.</p>						
Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	20	68.000	Objetivo de calidad largo plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	1,14	4,0004	2.400.000	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,8908	450	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.

E5 - LP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones previstas en el largo plazo como las siguientes: Resoluciones de objetivos de calidad vigentes, cargas proyectadas y entregadas por los usuarios (EMCALI), infraestructura para saneamiento en proceso de arranque (PTAR CENCAR), perspectivas de gestión para corrientes en proceso de ordenamiento y/o reglamentación por usos y legislación vigente; para el plazo correspondiente.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,8908	1.400	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,8908	780	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Guabas	0,17	3	4,09	2,8908	7.900	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,8908	17.000	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,372	13.000.000	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,8908	7.900	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E6.

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	34,45	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para OD. Valor de mediana de los datos históricos (CVC) de los últimos 10 años para DBO Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	0,69	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2026, asumiendo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,01	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	8,90	71,00	3,19	90,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	2,01	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,11	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	10,00	1.261.447	DBO producto de mejoras en la gestión de vertimientos aportados a esta corriente.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	12,50	4,00	16,00	7.800	Objetivos de calidad corto plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel - Canal Propal	Se traslada a la PTAR CENCAR					
CENCAR	0,82	65,91	0,33	11,79	118.160	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI, canal Propal y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	80	68.000	Objetivo de calidad corto plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	2	4,00	2.400.000	DBO producto de acciones de gestión de vertimientos



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						provenientes de Palmira y en el marco del PORH actualmente en formulación. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,89	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,89	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	1,00	0,62	6,76	2,89	780	Q Producto de restricciones aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E6 - Acc Proy CP: Obedece al escenario planteado sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Corto Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
Río Guabas	1,00	3	4,09	2,89	7.900	Q Producto de restricciones aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,89	17.000	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,00	13.000.000	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,89	7.900	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E7.

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	34,45	13.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para OD. Valor de mediana de los datos históricos (CVC) de los últimos 10 años para DBO Reducción de un orden log en CF Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	1,12	70,00	2,08	70,00	2.400	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de Q, año 2036



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						asumiendo concentraciones constantes. Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST Reducción de un orden log en CF. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,56	70,00	1,36	70,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de Q, año 2036 asumiendo concentraciones constantes. Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST Los demás



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	12,34	50,00	3,19	53,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,56	70,00	0,20	70,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,10	70,00	0,20	70,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	2,00	5,23	1.261.447	Se asume una remoción del 80% de la carga actualmente transportada para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	10,00	7.800	Objetivos de calidad mediano plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel - Canal Propal	Se traslada a la PTAR CENCAR					
CENCAR	0,82	65,91	0,33	11,79	118.160	Recoge lo actualmente transportado y



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI, canal Propal y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	20	68.000	Objetivo de calidad corto plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	2	4,00	2.400.000	DBO producto de acciones de gestión de vertimientos provenientes de Palmira y en el marco del PORH actualmente en formulación. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,8908	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,8908	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	1,00	0,62	6,76	2,8908	780	Q Producto de restricciones aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	1,00	3	4,09	2,8908	7.900	Q Producto de restricciones aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,8908	17.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,372	13.000.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E7 - Acc Proy MP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad en el Mediano Plazo						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E8.

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	5,00	3,00	13.000	Se asumen acciones de gestión y saneamiento enfocadas al OD, DBO y CF, motivadas por el uso prioritario aguas abajo de su desembocadura (CHD). Se conservan el Q y SST obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	0,94	5,88	2,08	6,00	2.400	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario año 2052. Se asumen



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						acciones de gestión y saneamiento (tratamiento terciario) motivadas por el uso prioritario aguas abajo de su desembocadura (CHD).
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,81	5,88	2,00	6,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario año 2052. Se asumen acciones de gestión y saneamiento (tratamiento terciario) para el cumplimiento de Objetivos de calidad aguas abajo (PFYF)



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	40,00	0,64	20,00	330	Reducción del 20% adicional al cumplimiento de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	16,71	5,88	3,19	6,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario año 2052. Se asumen acciones de gestión y saneamiento (tratamiento terciario) para el cumplimiento de Objetivos de



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						calidad aguas abajo (PFYF)
Empaques Industriales de Colombia	0,01	40,00	1,13	20,00	14.000	Reducción del 20% adicional al cumplimiento de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,81	5,88	2,00	6,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario año 2052. Se asumen acciones de gestión y saneamiento (tratamiento terciario) para el cumplimiento de Objetivos de calidad aguas abajo (PFYF)
Tintuvalle	0,02	40,00	0,20	20,00	220.000	Reducción del 20% adicional al cumplimiento



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	40,00	0,20	20,00	490.000	Reducción del 20% adicional al cumplimiento de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,15	5,88	2,00	6,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario año 2052. Se asumen acciones de gestión y saneamiento (tratamiento terciario) para



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						el cumplimiento de Objetivos de calidad aguas abajo (PFYF)
Río Cali	1,43	15,40	4	4	1.261.447	Se asumen acciones de saneamiento hídrico integrales de las áreas aferentes de Cali para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	4	7.800	Objetivos de calidad largo plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	Se traslada a la PTAR CENCAR					



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
CENCAR	0,824	65,91	0,33	11,79	118.160	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22, canal ACOPI, canal Propal y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	4	4	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Se asumen acciones de saneamiento hídrico integrales del municipio de Yumbo para DBO y OD Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo.
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	20,00	35000	Reducción del 20% adicional al cumplimiento



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	4	4	68000	Reformulación o ajuste a Objetivo de calidad largo plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	4,00	2,00	2400000	Se asumen efectos del proceso de ordenamiento que se desarrolla actualmente, enfocando al cumplimiento de los OC en el río Cauca para



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m3/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						el OD. Reducción del 50% de la carga transportada actualmente DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,89	450	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,89	1400	Datos provenientes de la primera campaña de monitoreo.
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	40,00	0	20,00	0	Reducción del 20% adicional al cumplimiento de Resolución 0631 de 2015 para DBO y SST. Los demás son datos históricos
Río Sabaletas	1,00	0,62	6,76	2,89	780	Q Producto de restricciones



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	1,00	3	4,09	2,89	7900	Q Producto de restricciones aplicadas a través de reglamentación por usos. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,89	17000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	4	4	13000000	Se asumen acciones de gestión integral al largo plazo (ordenamiento y saneamiento).



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E8 - Acc Proy LP: Obedece a escenarios planteados sobre la línea base y las acciones proyectadas para el logro de los objetivos de calidad						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,89	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E9.

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	200,00	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para OD y DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Aportes corredores Cali-Jamundí sin tto	0,90	350,00	0,20	350,00	1.000.000	Producto del aporte correspondiente a 650000 nuevos habitantes vertiendo al canal sur.
Canal Sur	0,69	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	2,01	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						primera campaña de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	8,90	71,00	3,19	90,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						sumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	2,01	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Estación de bombeo Floralia	0,11	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2026, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	26,13	1.261.447	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	12,50	4,00	16,00	7.800	Objetivos de calidad corto plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo
CENCAR	0,48	6,75	0,30	19,36	192.851	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22 y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						nivel 2° (80% de remoción). La estimación se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO. No se aplica la referencia para los SST ya que presenta valores medidos inferiores a los de la resolución. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	80	68.000	Objetivo de calidad corto plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. No se aplica la referencia de objetivo de calidad para los



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						SST ya que presenta valores medidos inferiores a los de la resolución. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	1,14	4,0004	2.400.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,8908	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,8908	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. El

E9 - Corredor Cali - Jamundí Sin tto CP: Obedece al escenario planteado sobre el E3 de manera que se pueda ver el efecto del desarrollo urbanístico del sector del Corredor Cali - Jamundí, donde se proyecta un incremento de la población en 650.000 habitantes y cómo puede afectar el cumplimiento de los objetivos de calidad. El escenario muestra la incidencia de los vertimientos generados, asumiendo que la carga estimada llega de manera puntual al río Cauca, 250 m aguas arriba del Canal Sur.

Aporte	Caudal (m ³ /s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						Q es un dato histórico
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,8908	780	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	0,17	3	4,09	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,8908	17.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,372	13.000.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

Descripción Escenario E10.

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
Zanjón Oscuro	0,94	25,80	2,00	200,00	130.000	Objetivo de calidad corto plazo Acuerdo 0019 del 7 de diciembre de 2019 CRC para OD y DBO. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Desbaratado	1,69	69,50	6,45	2,89	790	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Sur	1,12	118,00	2,08	120,00	24.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
PTAP Puerto Mallarino	0,40	1127,00	7,24	2,89	1.700	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo
Estación de bombeo Puerto Mallarino	1,56	118,00	1,36	120,00	450.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
PTAR Serbacol	0,03	15,00	0,43	28,76	4.900.000	Datos obtenidos en la primera campana de monitoreo
Papelera ATA Ltda	0,001	50,00	0,64	50,00	330	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						campana de monitoreo
Colector Central	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	12,34	118,00	3,19	120,00	2.400.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes sumiendo concentraciones constantes. Se tienen en cuenta las remociones calculadas a partir de lo presentado por el usuario. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campana de monitoreo
Empaques Industriales de Colombia	0,01	50,00	1,13	50,00	14.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Paso del Comercio	1,56	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Tintuvalle	0,02	50,00	0,20	50,00	220.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	0,01	50,00	0,20	50,00	490.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						SST. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Estación de bombeo Floralia	0,10	118,00	0,20	120,00	6.800.000	Estimado a partir de las cargas proyectadas y presentadas por el usuario de DBO, SST y Q, año 2036, asumiendo concentraciones constantes. Los demás datos fueron replicados de la estación de bombeo Paso del Comercio
Río Cali	1,43	15,40	0,38	26,13	1.261.447	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Arroyohondo	0,27	9,00	4,00	10,00	7.800	Objetivos de mediano corto plazo Res. 0600-1234 de 2019 para DBO, SST y OD. Los demás datos



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Canal Carrera 22	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	0,34	32,00	0,37	5,66	13.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
CENCAR	0,48	6,75	0,30	19,36	192.851	Recoge lo actualmente transportado y vertido a través del canal Carrera 22 y el 40% de la carga vertida a la quebrada La Rafaela, proveniente del casco urbano de Yumbo (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.), y tratarlo con nivel 2° (80% de remoción). La estimación



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						se realiza a través de balance de masas
Quebrada Rafaela	0,03	90,00	0,20	132,28	2.200.000	Se reduce el caudal correspondiente al 40% de los aportes urbanos de Yumbo, asumiendo que corresponde a 10000 suscriptores localizados en las respectivas áreas aferentes (a partir de valores estimados en reuniones realizadas con funcionarios de Yumbo ESPY S.A. E.S.P.). Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Smurfit Cartón de Colombia	0,71	18,2	0,4	50,00	35.000	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO.



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yumbo	0,09	12,6	1,2	20	68.000	Objetivo de calidad corto plazo Res. 0600-1235 de 2019, para DBO y OD. Los demás datos fueron obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guachal	6,29	41,9	1,14	4,0004	2.400.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Amaime	2,18	5,62	6,22	2,8908	450	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Cerrito	0,02	3	6,79	2,8908	1.400	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,01	50,00	0	50,00	0	Resolución 0631 de 2015 artículo 15 para DBO y



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

E10 - PTAR C Sin tto MP: Obedece a un escenario planteado sobre el E4 de manera que se pueda ver el efecto del vertimiento de la PTAR Cañaveralejo, durante los días que realice mantenimiento y deba realizar vertimientos sin tratamiento						
Aporte	Caudal (m³/s)	Concentración SST (mg/l)	Concentración OD (mg/l)	Concentración DBO (mg/l)	Concentración CF (mg/l)	Observación
						SST. El Q es un dato histórico
Río Sabaletas	0,18	0,62	6,76	2,8908	780	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Guabas	0,17	3	4,09	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Sonso	0,46	1,36	2,23	2,8908	17.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Yotoco	0,04	208	0,2	70,372	13.000.000	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo
Río Mediacanoa	0,32	2,5	5,05	2,8908	7.900	Datos obtenidos en la primera campaña de monitoreo

CARGAS CONTAMINANTES DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS

Carga máxima permisible por tramos y plazos.

APOORTE	E.1. LÍNEA BASE (2021)		E2.1. CMP CORTO PLAZO (2026)		E2.2. CMP MEDIANO PLAZO (2036)		E2.3. CMP LARGO PLAZO (2052)	
	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)
Zanjón Oscuro	2.095,37	53.714,64	2.095,37	12.994,56	2.095,37	12.994,56	2.095,37	812,16
Río Desbaratado	10.148,11	421,99	10.172,13	338,48	10.172,13	338,48	10.172,13	21,16
Canal Sur	8.360,15	550,85	7.033,24	5.721,96	11.444,54	9.310,82	9.582,74	487,26
TOTAL CARGA ACUMULADA TRAMO IIA	20.603,64	54.687,48	19.300,75	19.055,00	23.712,05	22.643,86	21.850,25	1.320,57
PTAP Puerto Mallarino	38.949,12	99,88	38.559,63	79,13	38.559,63	79,13	38.559,63	4,95
Estación de bombeo Puerto Mallarino	10.383,21	15.830,55	20.513,62	16.689,05	15.922,84	12.954,18	18.435,43	937,39
PTAR Serbacol	38,88	74,55	40,18	61,63	40,18	61,63	40,18	3,85
Papelera ATA Ltda	0,00	0,00	4,32	3,46	4,32	3,46	4,32	0,22

APOORTE	E.1. LÍNEA BASE (2021)		E2.1. CMP CORTO PLAZO (2026)		E2.2. CMP MEDIANO PLAZO (2036)		E2.3. CMP LARGO PLAZO (2052)	
	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)
Colector Central	2284,85	12706,94	El usuario lo excluye de sus proyecciones					
Descarga PTAR Cañaveralejo	6.968,68	35.108,40	54.579,63	55.348,35	53.741,56	45.196,52	94.396,28	4.801,96
Empaques Industriales de Colombia	58,75	1.417,86	43,20	34,56	43,20	34,56	43,20	2,16
Estación de bombeo Paso del Comercio	2.350,08	5.815,58	20.513,62	16.689,05	15.922,84	12.954,18	18.435,43	937,39
Tintuvalle	8,12	358,25	64,80	51,84	64,80	51,84	64,80	3,24
Cartones y plásticos La Dolores Ltda	317,95	35,19	30,24	24,19	30,24	24,19	30,24	1,51
Estación de bombeo Floralia	N.A.		1.172,21	1.172,21	953,66	995,18	809,64	1.482,19
Río Cali	2.904,10	5.430,47	1.900,04	2.579,51	1.900,04	2.579,51	1.900,04	161,22



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

APOORTE	E.1. LÍNEA BASE (2021)		E2.1. CMP CORTO PLAZO (2026)		E2.2. CMP MEDIANO PLAZO (2036)		E2.3. CMP LARGO PLAZO (2052)	
	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)
Río Arroyohondo	363,92	7016,13	290,52	297,49	209,17	185,93	209,17	10,46
Canal Carrera 22	87,26	1362,36	Se traslada a la PTAR CENCAR					
Carvajal Pulpa y Papel (Canal Propal)	940,03	166,27	945,56	133,91	945,56	133,91	945,56	8,37
CENCAR	N.A.		3.744.22	644.43	3.744.22	644.43	3.744.22	40.28
Quebrada Rafaela	544,32	800,03	221,54	260,49	221,54	260,49	221,54	16,28
Smurfit Cartón de Colombia	1.116,46	6.636,81	1.122,75	2.467,58	1.122,75	2.467,58	1.122,75	154,22
Río Yumbo	97,98	374,65	94,71	481,08	94,71	120,27	94,71	7,52
Río Guachal	22.770,81	2.173,82	22.770,81	1.739,23	22.770,81	1.739,23	22.770,81	108,70

APORTE	E.1. LÍNEA BASE (2021)		E2.1. CMP CORTO PLAZO (2026)		E2.2. CMP MEDIANO PLAZO (2036)		E2.3. CMP LARGO PLAZO (2052)	
	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)
Río Amaime	1.058,54	544,34	1.058,54	435,59	1.058,54	435,59	1.058,54	27,22
Río Cerrito	5,18	4,99	5,18	4,00	5,18	4,00	5,18	0,25
TOTAL CARGA ACUMULADA TRAMO IIB	91.248,24	95.957,07	167.675,32	98.978,23	157.397,31	80.740,26	203.564,23	7.302,56
Interaseo del Valle S.A. E.S.P.	0,00	0,00	23,89	19,11	23,89	19,11	23,89	1,19
Río Sabaletas	9,64	44,95	9,43	35,17	9,43	35,17	9,43	2,20
Río Guabas	44,06	42,45	43,55	33,57	43,55	33,57	43,55	2,10
Río Sonso	54,05	114,86	54,39	92,49	54,39	92,49	54,39	5,78
Río Yotoco	718,85	243,20	664,93	179,97	664,93	179,97	664,93	11,25



Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca

APOORTE	E.1. LÍNEA BASE (2021)		E2.1. CMP CORTO PLAZO (2026)		E2.2. CMP MEDIANO PLAZO (2036)		E2.3. CMP LARGO PLAZO (2052)	
	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)	Carga Contaminante SST (Kg/día)	Carga Contaminante DBO (Kg/día)
Río Mediacanoa	69,12	79,90	69,98	64,74	69,98	64,74	69,98	4,05
TOTAL CARGA ACUMULADA TRAMO IIC	895,73	525,36	866,17	425,05	866,17	425,05	866,17	26,57