Plan De Ordenamiento Del Recurso Hídrico PORH del río Orito, departamento del Putumayo

FASE 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES

CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
CORPOAMAZONIA
DEL SUR DE LA AMAZONIA

ASONOP
ASOCIACIÓN DE PROFESIONALES NUEVA OPCIÓN

Río Orito
fuente de vida

DIRECTIVOS CORPOAMAZONIA

LUIS ALEXANDER MEJÍA BUSTOS
Director General

CLAUDIA ELIZABETH GUEVARA
Subdirectora Administrativa y Financiera

ROSA EDILMA AGREDA CHICUNQUE
Subdirectora de Planificación y Ordenamiento Ambiental

IVÁN DARÍO MELO CUELLAR
Subdirector de Administración Ambiental

MARIO ÁNGEL BARÓN CASTRO
Director Territorial Caquetá

ARGENIS OBDULIA LASSO OTAYA
Directora Territorial Putumayo

LUIS FERNANDO CUEVA TORRES
Director Territorial Amazonas

EMPRESA CONSULTORA
ASOCIACIÓN DE PROFESIONALES NUEVA OPCIÓN - ASONOP

MAURICIO GAITAN ESCOBAR
Representante Legal

EMPRESA INTERVENTORA
SERVICIOS INTEGRALES AMBIENTALES FYS

FABIAN HUMBERTO BELTRAN OTAYA
Representante Legal

COORDINACIÓN

MSc. MIRIAN DEL ROSARIO GUAPUCAL CUASANCHIR
Coordinadora técnica proyecto ASONOP

Esp. SOENDRA CARDONA BETANCOURT
Coordinadora técnica proyecto Servicios Integrales Ambientales FYS

EQUIPO TÉCNICO ASONOP

Esp. CARLOS MARIO ARTEAGA SANCHEZ
Profesional área hidrológica y de modelación

Esp. CARLOS CHINDOY JACANAMIJOY
Profesional área Jurídica

Esp. CARLOS HERNAN CASTRO ALMARIO
Profesional área social

Esp. MARIA ALEJANDRA LOPEZ MANIOS
Profesional área financiera

Esp. JAVIER ARVELAEZ CLAVIJO
Profesional área ambiental

Esp. MABELL MOLINA NARVÁEZ
Profesional área ambiental

Esp. CESAR ORLANDO JAMAUCA MASUERA
Profesional área de formulación

MSc. WILLIAM ANTONIO APONTE
Profesional área cartográfica y de SIG

Lic. Antrop. JOSE ANTONIO JAJOY PAI
Profesional área social

Ing. MAIRETH JANIXA ERAZO CABRERA
Técnico de apoyo en campo (Q.E.P.D)

JOSÉ GIRALDO TORO ROSERO
Técnico de apoyo en Campo

PROFESIONALES DE APOYO

MSc. YUDY ANDREA ALVAREZ SIERRA
Profesional de Apoyo CORPOAMAZONIA

Biol. AURA ISABEL AGREDA AGREDA
Profesional de Apoyo ASONOP, empresa Consultora

Ing. ALEYDA MARCELA BRAVO OTAYA
Profesional de Apoyo Servicios Integrales Ambientales FYS, empresa interventora

TABLA DE CONTENIDO

I. FASE IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES 10

1.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA 10

1.1.1 Proyección de la población urbana y rural 11

1.1.2 Proyección de población del municipio de Orito para el año 2030 13

1.1.3 Proyección de la demanda bruta de agua urbana y rural del municipio de Orito. 14

1.1.4 Proyección de la demanda hídrica total del municipio de Orito. 16

1.2 MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS 19

1.2.1 Modelación de la calidad del recurso hídrico 19

1.2.2 Simulación de escenarios futuros 37

1.3 CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA E IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES 58

1.3.1 Clasificación del cuerpo de agua 58

1.3.2 Identificación de usos potenciales 65

1.4 ESTIMACIÓN CUALITATIVA DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE LA OFERTA Y DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO 73

1.4.1 Riesgos asociados a la reducción de la oferta (Índice de escasez) 73

1.4.2 Riesgos asociados a la reducción de la disponibilidad de agua (Índice de uso del agua, IUA). 73

REFERENCIAS 76

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Población del municipio de Orito, según resultados censales del DANE 11
Cuadro 2. Demanda bruta proyectada al año 2030 para los sectores urbano y rural en la unidad hidrográfica del río Orito 17
Cuadro 3. Parámetros analizados en el Modelo 20
Cuadro 4. Parámetros analizados en época húmeda 23
Cuadro 5. Parámetros analizados en época seca 27
Cuadro 6. Escenarios prospectivos del río Orito desde la perspectiva social 39
Cuadro 7. Valores de concentración en la cabecera del río Orito asignados como condición de frontera en los escenarios formulados 46
Cuadro 8. Proyección de población urbana del municipio de Orito 48
Cuadro 9. Proyección de cargas contaminantes en Cabeceras 48
Cuadro 10. Proyección de cargas contaminantes en el sector rural del municipio de Orito 49
Cuadro 11. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Quebradon 50
Cuadro 12. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Quebradon 50
Cuadro 13. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Quebradon 52
Cuadro 14. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Caldero 53
Cuadro 15. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Caldero 53
Cuadro 16. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Caldero 54
Cuadro 17. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Yarumo 55

Cuadro 18. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Yarumo 55
Cuadro 19. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Yarumo 56
Cuadro 20. Clasificación de las aguas del río Orito, con respecto a los vertimientos 58
Cuadro 21. Clasificación de los usos por tramos del río Orito 64
Cuadro 22. Resultados por sectores del Índice de uso del agua en la cuenca del río Orito 73
Cuadro 23. Indicadores por Subzona Hidrográfica Alta del río Putumayo 74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Demanda hídrica total, cuenca del río Orito 18
Figura 2. Hoja de trabajo inicial del QUAL2Kw..... 21
Figura 3. Clasificación del cuerpo de agua..... 62
Figura 4. Usos potenciales del río Orito por tramos 67

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Proyección de la población urbana municipio de Orito al año 2030 13
Gráfica 2. Proyección de la población rural municipio de Orito al año 2030 14
Gráfica 3. Proyección demanda bruta de agua urbana municipio de Orito al año 2030 15
Gráfica 4. Proyección demanda bruta de agua rural municipio de Orito al año 2030 15
Gráfica 5. Resultados de caudal Temporada Húmeda 29
Gráfica 6. Resultados de caudal en época de Estiaje 29
Gráfica 7. Resultados de Temperatura Temporada Húmeda 30
Gráfica 8. Resultados de Temperatura Temporada de Estiaje 31
Gráfica 9. Resultados de Oxígeno Disuelto Temporada Húmeda 32
Gráfica 10. Resultados de Oxígeno Disuelto Temporada seca 32
Gráfica 11. Resultados de DBO Rápida Temporada Húmeda..... 33
Gráfica 12. Resultados de DBO Rápida Temporada de Estiaje 34
Gráfica 13. Resultados de Solidos Suspendido Totales Temporada Húmeda..... 36
Gráfica 14. Resultados de Solidos Suspendido Totales Temporada de Estiaje ... 36

INTRODUCCIÓN

La presente fase tiene como propósito plantear los usos potenciales del agua del río Orito y diseñar los escenarios futuros de dichos usos, sin perder de vista que tiene que ser de manera sostenible para garantizar este preciado recurso a todos los seres vivos que dependen de él.

Esta fase inicia con la proyección de la demanda de agua para cada uno de los usos que se presentan en la cuenca, centrándose en el uso doméstico que es el más representativo a nivel del área de estudio, por lo cual se hizo una proyección de la población del municipio de Orito, principalmente la población urbana.

Posteriormente se presentarán los resultados de la modelación de la calidad del agua y la simulación de escenarios.

El siguiente capítulo que se presenta en esta fase corresponde a la clasificación del cuerpo de agua e identificación de usos potenciales, para ello se tuvo en cuenta la normatividad vigente en Colombia (Decreto 1541 de 1978 y artículo 9 del capítulo IV, de la Resolución 3930 de 2010, respectivamente).

El último tema a abordar en esta fase fue la estimación cualitativa de los riesgos asociados a la reducción de la oferta y disponibilidad del recurso hídrico, principalmente representado en el Índice de Uso del Agua, mas no se determinó el Índice de Vulnerabilidad de Agua por cuanto no se disponía información sobre el grado de fragilidad del sistema hídrico.

I. FASE IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES

1.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA

Teniendo en cuenta que el plan de ordenamiento del recurso hídrico se centra en definir los objetivos de calidad y usos potenciales en el cauce principal del río Orito, y siendo consistentes con el análisis realizado en el capítulo de diagnóstico, sobre los usuarios del recurso hídrico, encontramos que no existen mayor presión por parte de los beneficiarios directos del cauce principal de esta fuente hídrica superficial, los cuales corresponden únicamente a 6 captaciones para uso industrial, por un total de 18,86 l/s, siendo este un valor no significativo si se tiene en cuenta la oferta hídrica neta del río Orito que es de 42.000 L/s.

Por otro lado, el uso que representa mayor influencia en la unidad hidrográfica es el doméstico, el cual alcanza una captación total de 100 L/s, pero es de aclarar que estos no son tomados directamente del cauce principal del río Orito, sino de corrientes de tercer orden, como la quebrada Sábalo, que es un afluente del rio El Yarumo, quien a su vez es tributario del río Orito.

Sin embrago, para analizar un posible escenario a futuro, en el cual el sector doméstico, puede ser un deficitario directo del cauce principal del rio Orito, se realiza la proyección de la demanda de aguas del río Orito a partir de la proyección del crecimiento poblacional urbano y rural del municipio de Orito, realizado con los datos poblacionales del DANE para los años 1985,1993 y 2005

1.1.1 Proyección de la población urbana y rural

A fin de generar una proyección de crecimiento poblacional lo más ajustado a la realidad, el presente estudio se apoyó en 2 modelos matemáticos que simulan crecimientos con ritmos ajustados a una dinámica social y económica definida. Para alimentar estos modelos se utilizó la información de los tres últimos censos de población colombiana realizados por el DANE en los años 1985,1993 y 2005.

Cuadro 1. Población del municipio de Orito, según resultados censales del DANE

AÑO	TOTAL	CABECERA	RESTO
1985	20.092	7.364	12.728
1993	24.147	8.167	15.980
2005	39.519	17.731	21.788

- **Método Aritmético**

Es el más sencillo de los supuestos de ritmo de crecimiento ya que considera un crecimiento absoluto constante en el número de individuos en una población año con año o bien periodo con periodo, dicho de otro modo, este método sugiere que la población crece con una tasa constante de crecimiento aritmético y se puede aplicar a pequeñas localidades. Para su aplicación se requiere de la información de los últimos 2 censos.

$$p = p_2 + \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1}(t - t_2)$$

Donde,

P: Población proyectada para el año t

P_1: Población del año t_1 (penúltimo censo)

P_2: Población del año t_2 (último censo)

t_1: Año del censo P_1

t_2: Año del censo P_2

- **Método Geométrico**

Este método de proyección crece más rápido que el lineal ya que en cada caso se puede decir que la población existente o inicial se va a estar reinvirtiendo cada intervalo de tiempo, esto indica que supone una población de crecimiento variable, pero aceleración constante. Aplicable a poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y que crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido en los periodos pasados.

$$P = P_2 + \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{t-t_2}{t_2-t_1}\right)}$$

Donde,

P: Población proyectada para el año t

P_1: Población del año t_1 (penúltimo censo)

P_2: Población del año t_2 (último censo)

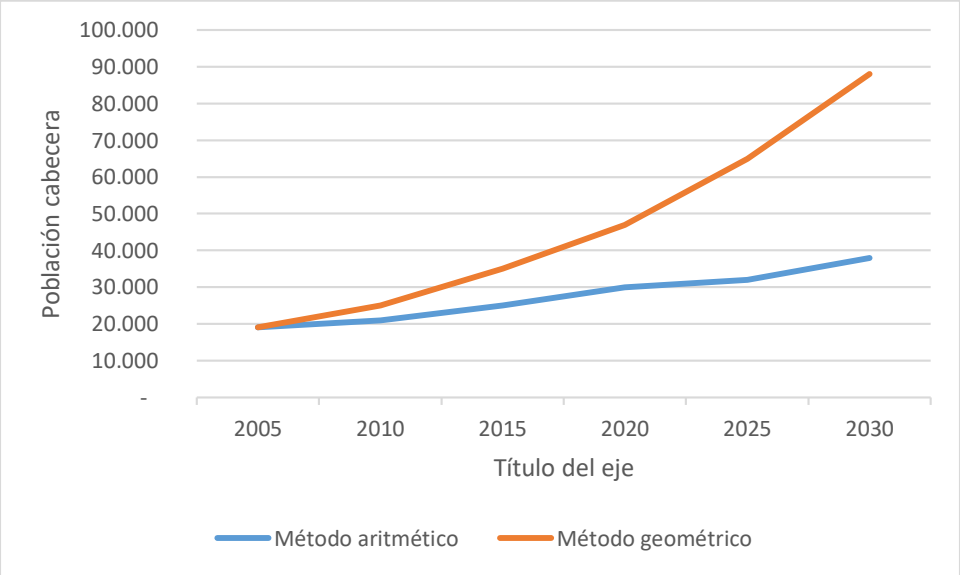
t_1: Año del censo P_1

t_2: Año del censo P_2

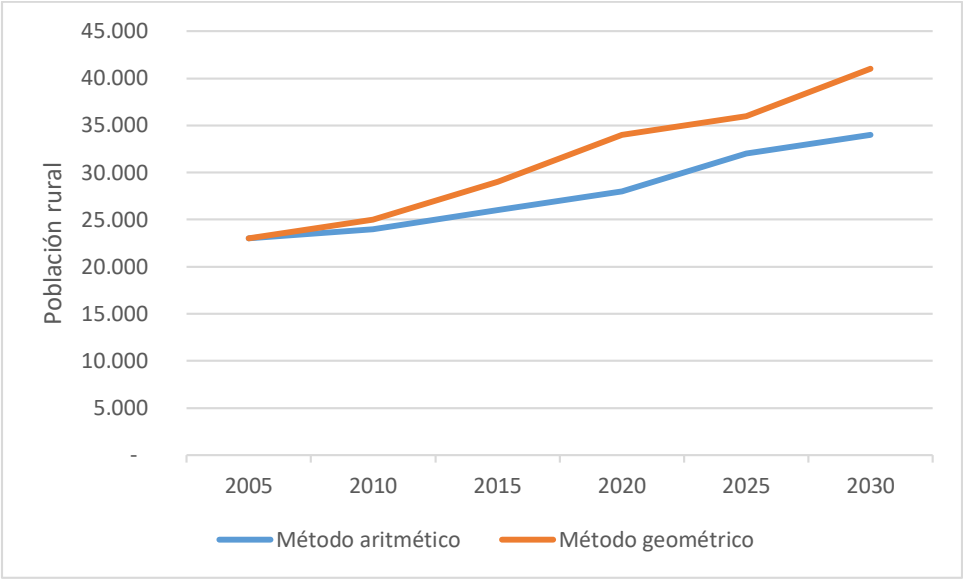
1.1.2 Proyección de población del municipio de Orito para el año 2030

Como se puede apreciar en las gráficas 1 y 2, la tendencia del crecimiento poblacional del municipio de Orito presenta características positivas tanto en la cabecera municipal como en el sector rural, sin embargo, en ambas proyecciones se evidencia que la población urbana tiene una tasa de crecimiento mayor que la del sector rural, motivo por el cual al final de la proyección, la población urbana es mayor que la rural.

De igual manera, se evidencia que el método geométrico arroja tendencias mucho más altas que las del método aritmético, lo que podría deberse a la lógica del mismo, el cual asume que la población tiene un crecimiento variado, pero con aceleración constante, que se ve muy influenciado por el fuerte cambio poblacional entre los datos de cabecera del censo de 1993 y 2005, en donde esta población se aumenta en más del 50%.



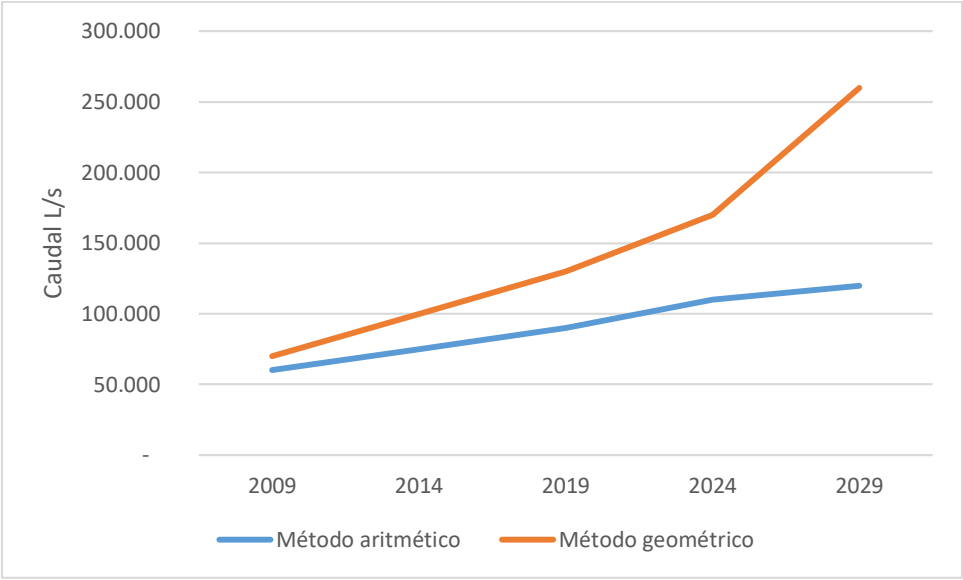
Gráfica 1. Proyección de la población urbana municipio de Orito al año 2030



Gráfica 2. Proyección de la población rural municipio de Orito al año 2030

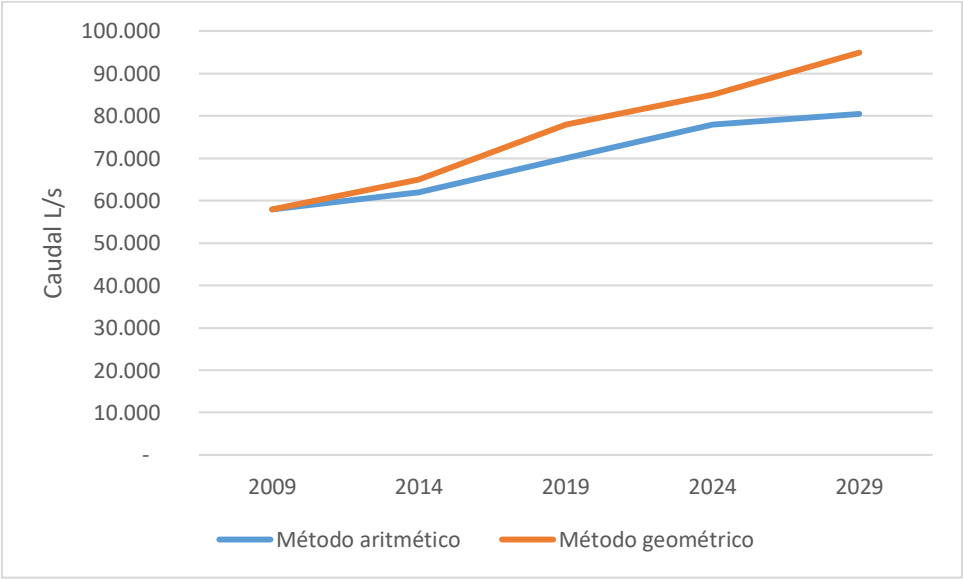
1.1.3 Proyección de la demanda bruta de agua urbana y rural del municipio de Orito.

A partir de los resultados de proyección de la población del municipio de Orito al año 2030, se estimó un caudal de demanda, para ello, se empleó la tendencia de crecimiento resultante de los censos de 1985, 1993 y 2005, en cada uno de los métodos de estimación empleados. Como se observa en la gráfica 3, para el año 2030 según proyección aritmética, para una población de 29.000 habitantes, la demanda urbana será de 107.760 L/s, volumen que la entidad encargada de prestar el servicio de acueducto debe garantizar a la población para solventar sus necesidades.



Gráfica 3. Proyección demanda bruta de agua urbana municipio de Orito al año 2030

En el caso de la proyección de la demanda rural, según la proyección aritmética, para una población de 38.000 habitantes, la demanda será de 77.452 L/s, agua que será solventada de las fuentes hidricas superficiales cercanas a las comunidades ya sea por conexión directa o a través de un tratamiento previo.



Gráfica 4. Proyección demanda bruta de agua rural municipio de Orito al año 2030

1.1.4 Proyección de la demanda hídrica total del municipio de Orito.

Teniendo los datos de la proyección de población estimada, se procedió a realizar el cálculo de la demanda bruta urbana y rural de agua para uso doméstico del municipio de Orito.

Para el cálculo de la demanda bruta se partió de la estimación de la demanda neta siguiendo los parámetros establecidos en la Resolución 2320 de noviembre 27 del año 2009, la cual modificó la Resolución 1096 del año 2000 en estos aspectos. La Resolución 1096 del año 2000, adoptó el reglamento interno para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se realiza una asignación de volumen persona/día a partir del nivel de complejidad del sistema de acueducto y de las condiciones de humedad de la zona, este nivel de complejidad según el RAS, depende del número de usuarios de la zona urbana, y de la humedad de la zona (templado y frio o cálido). Siguiendo esta lógica se establece un volumen persona/día de 135 litros.

Una vez estimada la demanda neta se procedió al cálculo de la demanda bruta, cuadro 2, considerando una eficiencia del sistema de 85%, siendo este un buen valor, superior al 75% exigido por la Resolución 2320 de 2009 (Reglamento técnico para el Sector de agua potable y Saneamiento Básico- RAS). Esto se debe a que el sistema de acueducto del municipio ha recibido constantes mejoras en los últimos años, tal como se evidenció en los informes anuales de EMPORITO, además éste es un sistema relativamente nuevo, pues inicio funciones el 10 de diciembre de 1996.

Cuadro 2. Demanda bruta proyectada al año 2030 para los sectores urbano y rural en la unidad hidrográfica del río Orito

Proyección de la demanda bruta de agua en L/s Año 2030 municipio de Orito				
Año	Población Urbana		Población Rural	
	Aritmética	Geométrica	Aritmética	Geométrica
2010	62,144	70,087	45,110	46,199
2015	73,548	96,809	49,619	52,569
2016	75,829	103,269	50,521	53,945
2017	78,110	110,161	51,423	55,357
2018	80,391	117,512	52,325	56,805
2019	82,671	125,354	53,227	58,292
2020	84,952	133,719	54,129	59,818
2021	87,233	142,643	55,031	61,383
2022	89,514	152,162	55,933	62,990
2023	91,794	162,316	56,834	64,638
2024	94,075	173,148	57,736	66,330
2025	96,356	184,703	58,638	68,066
2026	98,637	197,029	59,540	69,847
2027	100,917	210,177	60,442	71,675
2028	103,198	224,203	61,344	73,551
2029	105,479	239,165	62,246	75,476
2030	107,760	255,125	63,148	77,452

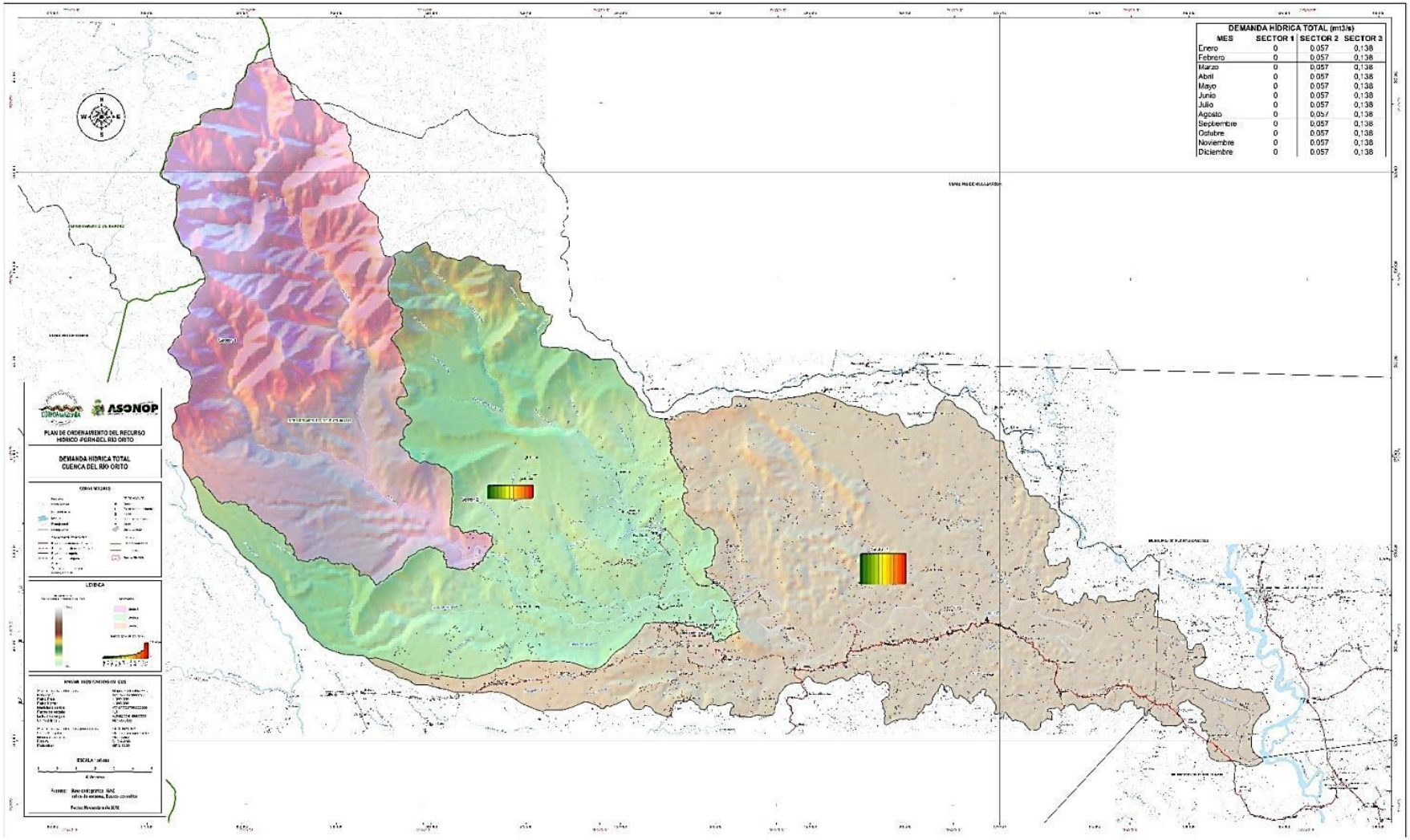


Figura 1. Demanda hídrica total, cuenca del río Orito

1.2 MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS

1.2.1 Modelación de la calidad del recurso hídrico

Antes de presentar los resultados de la modelación, se explicará el proceso realizado para obtener los datos requeridos por el modelo, esto debido a que como se mencionó en la metodología, algunos de los datos de entrada no son entregados directamente por el laboratorio, sino que son el resultado de la aplicación de fórmulas con los parámetros medidos. Debe quedar claro que, como se presentó en el análisis de resultados, una gran parte de los parámetros que se enviaron a medir, no mostraron valores por encima del límite de cuantificación del método utilizada para realizar la medición.

A fin de proceder con la modelación, de los datos faltantes se asumieron como el valor mínimo de cuantificación indicado en el método utilizado por el laboratorio, tal como paso con datos de la DBO_5, DBO filtrada, Solidos Suspendidos Totales, Solidos Suspendidos Volátiles, Nitrógeno total Kjeldahl, entre otros, para estos parámetros más del 80% de los puntos monitoreados no presentaron valores.

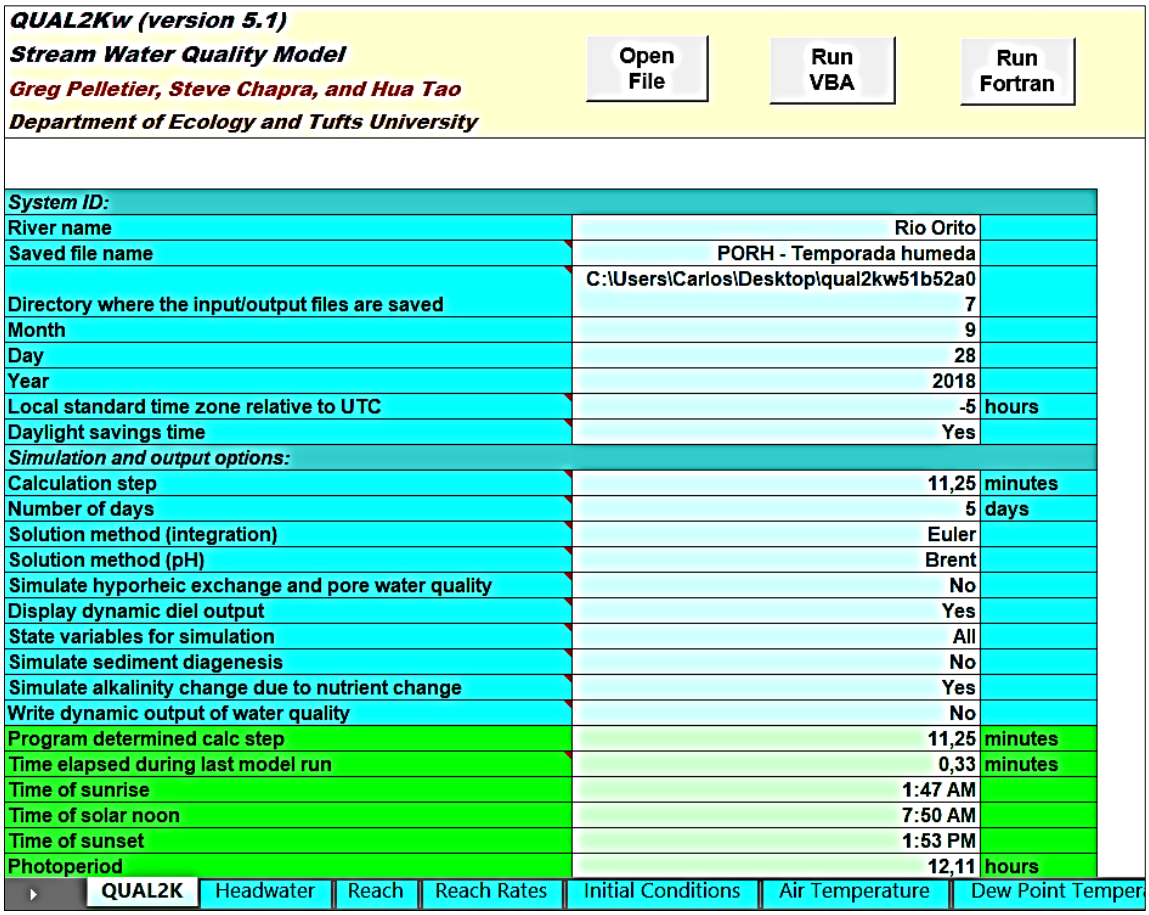
En el cuadro 3, se relacionan los parámetros que se tuvieron en cuenta para la ejecución del modelo, los datos resaltados en color verde son aquellos que el laboratorio entrego resultado, los de color azul son aquellos parámetros que estuvieron por debajo del método de cuantificación, por ende no se entregó un resultado exacto y los que se encuentran en amarillo son aquellos valores calculados que no requiere el modelo para correr.

Cuadro 3. Parámetros analizados en el Modelo

No.	Parámetros de calidad de agua	Unidades
1	ID (km)	Km
2	Temperatura	ºC
3	Conductividad	µS/cm
4	OD	mgO/L
5	pH	
6	DQO total	mg O2/L
7	DQO filtrada	mg O2/L
8	DBO5 total	mg O2/L
9	DBO5 fintrada	mg O2/L
10	K1d-1	
11	DBOu rápida	mg O2/L
12	Carbono Orgánico disuelto	DOC mgC/L
13	DBOu lenta	mg O2/L
14	Clorofila	α mg/L
15	NT	mg N/L
16	NTK	mg N/L
17	Norg	mg N/L
18	NH4	mg N/L
19	NO3	mg N/L
20	P total	mg P/L
21	Orto P	mg P/L
22	Porg	mg P/L
23	Alcalinidad	mg CaCO3/L
24	SST	mg D/L
25	SSV	mg D/L
26	SSI	mg D/L
27	MOP	mg D/L
28	Patógenos (coliformes feclaes	UFC

Seguido a la selección de los parámetros a introducir en el modelo, se realizó la alimentación del modelo de calidad del agua QUAL2Kw tal y como se describió en la metodología, para el ingreso de la información en cada hoja de trabajo del programa se procedió de la siguiente forma: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tomados en campo en las campañas de monitoreo, descripción de los tramos del río, constantes hidráulicas, selección de las constantes cinéticas de calibración, condiciones meteorológicas (temperatura del aire, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad y sombra), y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales y difusas.

En la figura 2, se presenta la hoja de trabajo con los parámetros de entrada inicial del QUAL2Kw, en la cual se ingresaron entre otros datos: el nombre de la corriente, la fecha, la zona horaria en la cual se ubica la corriente, y se especificaron algunas opciones para la ejecución del modelo.



QUAL2Kw (version 5.1)
Stream Water Quality Model
Greg Pelletier, Steve Chapra, and Hua Tao
Department of Ecology and Tufts University

Open File | Run VBA | Run Fortran

System ID:		
River name	Rio Orito	
Saved file name	PORH - Temporada humeda	
Directory where the input/output files are saved	C:\Users\Carlos\Desktop\qual2kw51b52a07	
Month	9	
Day	28	
Year	2018	
Local standard time zone relative to UTC	-5	hours
Daylight savings time	Yes	
Simulation and output options:		
Calculation step	11,25	minutes
Number of days	5	days
Solution method (integration)	Euler	
Solution method (pH)	Brent	
Simulate hyporheic exchange and pore water quality	No	
Display dynamic diel output	Yes	
State variables for simulation	All	
Simulate sediment diagenesis	No	
Simulate alkalinity change due to nutrient change	Yes	
Write dynamic output of water quality	No	
Program determined calc step	11,25	minutes
Time elapsed during last model run	0,33	minutes
Time of sunrise	1:47 AM	
Time of solar noon	7:50 AM	
Time of sunset	1:53 PM	
Photoperiod	12,11	hours

QUAL2K | Headwater | Reach | Reach Rates | Initial Conditions | Air Temperature | Dew Point Temper

Figura 2. Hoja de trabajo inicial del QUAL2Kw

Paso seguido se ingresó la información referente a los parámetros fisicoquímicos, hidráulicos, meteorológicos, caudal entre otros, generando en su orden las siguientes hojas:

a). Hoja de trabajo Headwater, en la cual se ingresó el caudal y la información fisicoquímica de la cabecera de la corriente, ésta hace referencia a los datos de frontera.

b). Hoja de trabajo Reach, en la cual se ingresaron las constantes hidráulicas de la corriente y la información de cada uno de los tramos en los que se segmentó el río.

c). Hoja de trabajo Air temperature", "Dew point temperature", "Wind speed" y Cloud cover", en las cuales se ingresaron los datos meteorológicos.

d). Hoja de trabajo Point Sources", en la cual se ingresó el caudal y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales.

e). Hoja de trabajo Rates, en la cual se definieron las constantes cinéticas a calibrar y sus valores iniciales; también se definió en esta hoja de trabajo los parámetros del algoritmo genético.

f). Hoja de trabajo WQ Data, en la cual se ingresó la información de calidad del agua de los puntos de monitoreo sobre la corriente.

1.2.1.1 Resultados del modelo para época húmeda

Una vez realizado el cargue de información requerida por el modelo de calidad de agua, se procedió a correr el mismo, obteniendo los siguientes resultados para el caso de la primera campaña, en época húmeda, cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros analizados en época húmeda

Parámetros de calidad de agua	Sitios monitoreados a lo largo del río y vertimientos o tributarios									
	Punto 1 (Cabecera)	Punto 2	Tr 1 (río Quebradon)	Punto 3	Tr2 (R. Caldero)	Punto 4	Punto 5	Tr 3 (R. Yarumo)	Punto 6	Punto 7 (Salida)
ID (km)	0	11,3	22,7	23,43	25,37	25,99	29,85	38,64	40,23	74,87
Temp (ºC)	21,4	19	23,6	22,5	24,2	20,8	21,3	25	21,2	23,8
Cond µS/cm	45,1	16,82	22,4	57,6	66,8	30,1	32,2	146,2	31,8	27,2
OD (mgO/L)	8,7	9,18	8,49	8,3	8,35	8,93	8,76	8,57	8,75	8,27
pH	7,63	8,16	7,63	7,86	8,1	8,23	8,4	7,69	7,35	7,85
DQO total (mg O2/L)	23,3	7,89	9,25	5	18,5	30,1	6.520	18,8	12,3	13
DQO filtrada (mg O2/L)	20,97	7,101	8,325	4,5	16,65	27,09	5,868	16,92	11,07	11,7
DBO5 total (mg O2/L)	5	5	5	4	5	5	5	5	6,13	5
DBO5 fintrada (mg O2/L)	4,5	4,5	4,5	3,6	4,5	4,5	4,5	4,5	5,517	4,5
K1d-1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,35	0,3
DBOu rápida (mg O2/L)	4,902	4,902	4,902	4,163	4,902	5,204	5,204	5,792	6,67	5,792
Carbono Orgánico disuelto (DOC mgC/L)										
DBOu lenta (mg O2/L)	16,068	2,199	3,423	0,337	11,748	21,886	0,664	11,128	4,393	5,908
Clorofila α mg/L										
NT (mg N/L)										
NTK (mgN/L)	3	3	3	3	3	3	4,48	3,36	3	3
Norg (mgN/L)	2,946	2,946	2,946	2,946	2,946	2,946	4,426	3,221	2,946	2,946
NH4 (mgN/L)	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,139	0,054	0,054
NO3 (mgN/L)	2,59	1	1	1	1	11,7	14,31	17,99	1	1
P total (mgP/L)	0,277	0,334	0,07	0,322	0,124	0,207	0,07	0,07	0,184	0,07
Orto P (mgP/L)										
Porg (mgP/L)	0,277	0,334	0,07	0,322	0,124	0,207	0,07	0,07	0,184	0,07

Parámetros de calidad de agua	Sitios monitoreados a lo largo del río y vertimientos o tributarios									
	Punto 1 (Cabecera)	Punto 2	Tr 1 (río Quebradon)	Punto 3	Tr2 (R. Caldero)	Punto 4	Punto 5	Tr 3 (R. Yarumo)	Punto 6	Punto 7 (Salida)
Alcalinidad (mg CaCO3)/L	6,92	6,04	9,88	9,88	12,8	8,4	8,89	19,8	8,4	6,92
SST (mg D/L)	10	10	10	10	10	15	10	10	10	16
SSV (mgD/L)	10	10	10	10	10	15	10	10	10	16
SSI (mgD/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOP (mgD/L)	10	10	10	10	10	15	10	10	10	16
Patógenos (coliformes feclaes UFC)	1657	539	17	6	82	171	269	144	145	1031

En la gráfica 5, la línea continua representa la predicción que realiza el modelo, mientras que los puntos representan los datos medidos en campo a lo largo de la corriente en cada campaña de monitoreo.

Caudal: El caudal es determinado por el software mediante los balances de flujo, partiendo del caudal de cabecera del río y los aportes por fuentes puntuales y fuentes difusas a lo largo de su recorrido. Es importante tener en cuenta que al modelo solo se ingresó la información de caudal para los tributarios y fuentes difusas del río Orito, puesto que no se existen vertimientos y captaciones significativas en la corriente.

Temperatura: La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando los sólidos disueltos y disminuyendo los gases (Jiménez, 2000).

Según observamos en la gráfica 6 de temperatura, se evidencia que en el punto 1, en el sector El Verde se presentan los valores más bajos (21.4°C) y conforme se avanza en la

distancia encontramos un aumento de temperatura, hasta llegar al punto de salida con 24.21°C, lo anterior corresponde al comportamiento normal que se puede esperar en un río, a medida que aumentamos en distancia, se disminuye la altura sobre el nivel del mar, lo que genera un aumento en la temperatura.

En cuanto a los resultados de la calibración y confirmación del modelo para la temperatura, puede observarse que en ambos casos el modelo se ajusta a lo largo de la corriente, puesto que los resultados del modelo representan adecuadamente los valores de temperatura encontrados en campo.

Oxígeno disuelto: Todos los organismos dependen de una u otra forma del oxígeno para mantener los procesos metabólicos que producen energía para su crecimiento y reproducción. El agotamiento de este elemento por la oxidación de materia orgánica e inorgánica o la disminución de su solubilidad en el agua por la presencia de sales, son factores que afectan considerablemente la presencia de la vida acuática (Vera, 2007). De acuerdo a los estándares de calidad del agua, se sabe que una concentración de oxígeno disuelto menor a 5 mg/L afecta la diversidad biológica.

En las gráfica 9, se presentan los resultados para el oxígeno disuelto en el río Orito, en este caso, la línea azul representa el máximo oxígeno disuelto que se puede alcanzar a lo largo de la corriente (oxígeno disuelto de saturación), la línea continua representa los resultados de la simulación y la línea entre punteada los datos medidos en campo.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: se define de forma general como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias en el proceso de estabilización de la materia orgánica descompuesta bajo condiciones aeróbicas (Vera, 2007). Por otra parte, la DBO rápida

representa la materia orgánica que es rápidamente biodegradable, aumenta debido a la disolución de detrito, y se pierde por hidrólisis y oxidación.

Solidos Suspendidos Totales: Los sólidos disueltos pueden afectar la calidad de un cuerpo de agua, el promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en alrededor de 120 ppm (Livingston, 1963). La concentración de sólidos suspendidos totales de acuerdo a las campañas de monitoreo al inicio del tramo fueron inferiores a 10 mg/L.

Con los resultados presentados hasta el momento, es posible identificar algunas discrepancias en cuanto el modelo y los valores reales, esto, se debe a que muchos de los parámetros que requirió el modelo para su correcta aplicación, no presentaron valores significativos en cuanto al el mínimo de cuantificación, y al ingresarlos como valores constantes, generó divergencias en el modelo, sin embargo, se mejoró la calibración para facilitar la interpretación del modelo.

1.2.1.2 Resultados del modelo para época seca o de estiaje

Para el caso de la época seca o de estiaje, se procedió de igual forma como se describió en la primera campaña. Para ésta se tuvieron en cuenta los mismos parámetros como podemos ver en el cuadro 5, teniendo las mismas dificultadas que en la primera campaña, debido a que muchos de los parámetros medidos volvieron a presentar valores por debajo del límite de cuantificación.

Cuadro 5. Parámetros analizados en época seca

Parámetros de calidad de agua	Sitios monitoreados a lo largo del río y vertimientos o tributarios									
	Punto 1 (Cabecera)	Punto 2	Tr 1 (río Quebrado n)	Punto 3	Tr2 (R. Calderao)	Punto 4	Punto 5	Tr 3 (R. Yarumo)	Punto 6	Punto 7 (Salida)
ID (km)	0	11,117	22,7	23,21	25,37	25,78	29,64	38,64	40,03	74,67
Temp (ºC)	26,7	26,5	22,3	23,8	23,7	23	28,1	28	27,8	27,5
Cond µS/cm	20,44	20,02	24	21,39	65,9	28,5	31,3	114,3	42,3	42,2
OD (mgO/L)	9,8	8,65	8,55	8,38	8,21	8,2	8,39	8,52	8,73	7,54
pH	8,21	7,56	7,11	7,6	7,08	7,15	7,45	7,42	7,46	6,96
DQO total (mg O2/L)	27,4	36,6	88,6	27,4	19,9	16,8	22	6,17	17,8	30,8
DQO filtrada (mg O2/L)	24,66	32,94	79.740	24,66	17,91	15,12	19,44	5,553	16,02	27,72
DBO5 total (mg O2/L)	5	5,41	5	5	5	5	5	5	5	5
DBO5 fintrada (mg O2/L)	4,5	4,869	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4,5	4,5
K1d-1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,35	0,3
DBOu rápida (mg O2/L)	4,902	5,304	4,902	5,204	4,902	5,204	5,204	5,149	5,446	5,792
Carbono Orgánico disuelto (DOC mgC/L)										
DBOu lenta (mg O2/L)	19,758	27,636	74,878	19,456	13,008	9,916	14,236	0,404	10,57	21,928
Clorofila α mg/L										
NT (mg N/L)										
NTK (mgN/L)	3	3	6,89	3	3	3	3	3	3	3
Norg (mgN/L)	2,946	2,946	6,89	2,946	3	2,946	2,946	2,946	2,946	2,946
NH4 (mgN/L)	0,054	0,054		0,054		0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
NO3 (mgN/L)	3,39	1	1	1	1	3,73	1,02	4,26	1,24	1,46
P total (mgP/L)	0,082	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,631	0,07	0,07
Orto P (mgP/L)										
Porg (mgP/L)	0,082	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,631	0,07	0,07

Parámetros de calidad de agua	Sitios monitoreados a lo largo del río y vertimientos o tributarios									
	Punto 1 (Cabecera)	Punto 2	Tr 1 (río Quebrado n)	Punto 3	Tr2 (R. Caldero)	Punto 4	Punto 5	Tr 3 (R. Yarumo)	Punto 6	Punto 7 (Salida)
Alcalinidad (mg CaCO3)/L	11,4	8,94	6,4	10,9	20,9	11,4	12,4	20,9	12,4	9,44
SST (mg D/L)	10	10	10	10	13,5	10	10	10	10	16
SSV (mgD/L)	10	10	10	10	10,5	10	10	10	10	16
SSI (mgD/L)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
MOP (mgD/L)	10	10	10	10	10,5	10	10	10	10	16
Patógenos (coliformes feclaes UFC)	1	1	200	100	630	132	158	1450	146	5

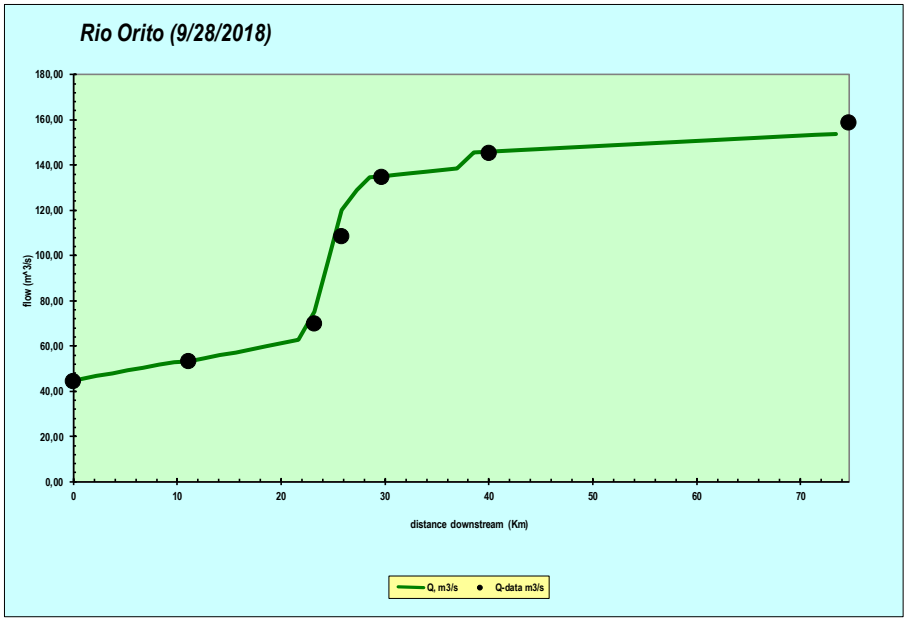
Para este caso se mantiene el mismo código de colores descrito anteriormente: color verde son aquellos que el laboratorio entrego resultado, los de color azul claro son aquellos parámetros que estuvieron por debajo del método de cuantificación, por ende no se entregó un resultado exacto y los que se encuentran en color amarillo son aquellos valores calculados que requiere el modelo para correr.

1.2.1.3 Comparativo del comportamiento del modelo en las 2 épocas climáticas

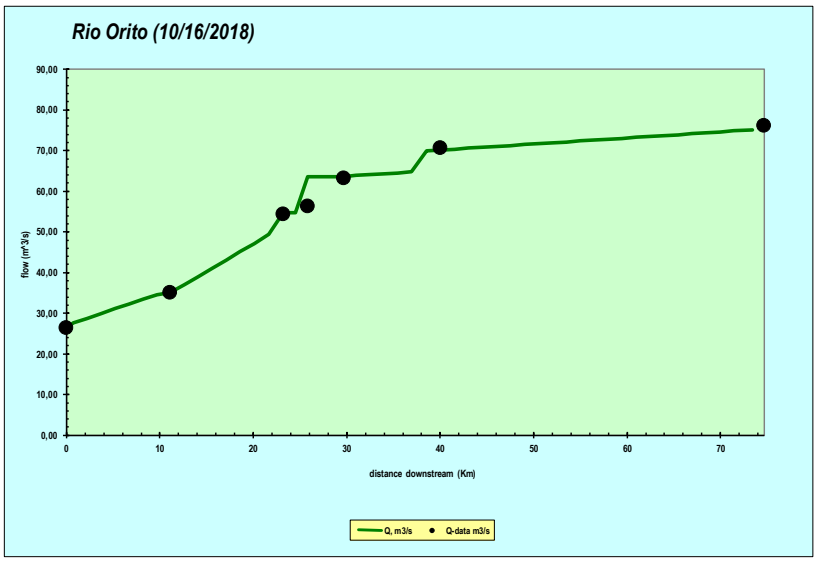
Para tener una mejor idea de los resultados obtenidos con el modelo, a continuación, se realiza un comparativo de los mismos, entre las 2 épocas:

En las gráfica 5 y 6, se puede apreciar claramente como es el comportamiento de los caudales para cada una de las temporadas, generando la época de lluvias caudales cercanos al doble de la temporada seca, algo que es normal encontrar, de igual manera podemos ver como los caudales en la época de lluvias presentan un incremento significativo desde la estación pluviométrica el Picudo hasta la estación Santa Isabel, esto, podría explicarse por la llegada de los tributarios El Quebradon y El Caldero, los cuales entregan sus aguas en estos sectores.

Por otro lado, podemos apreciar que, durante toda la longitud analizada en el estudio, no se presentan captaciones significativas que puedan afectar la dinámica del cauce.

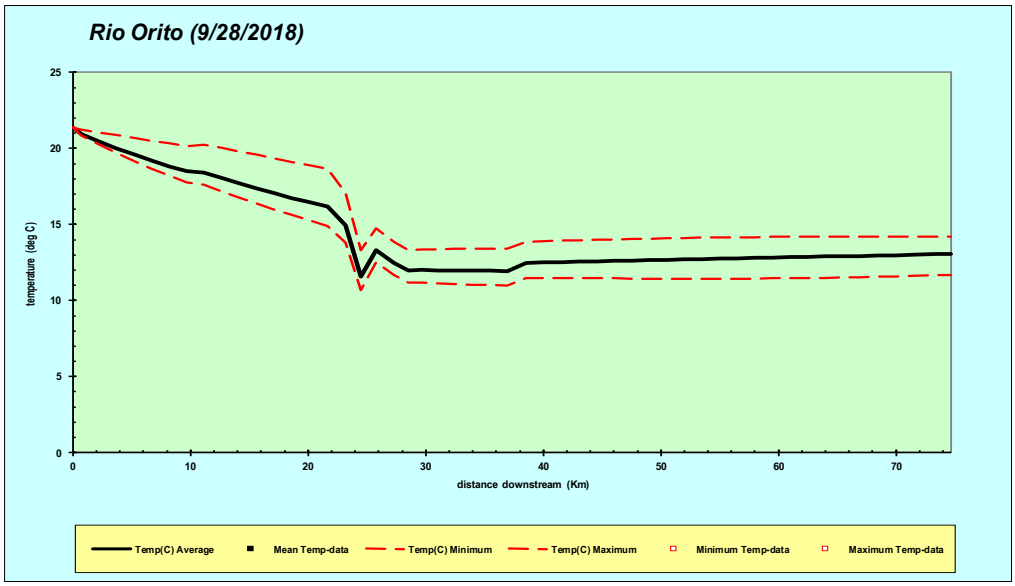


Gráfica 5. Resultados de caudal Temporada Húmeda

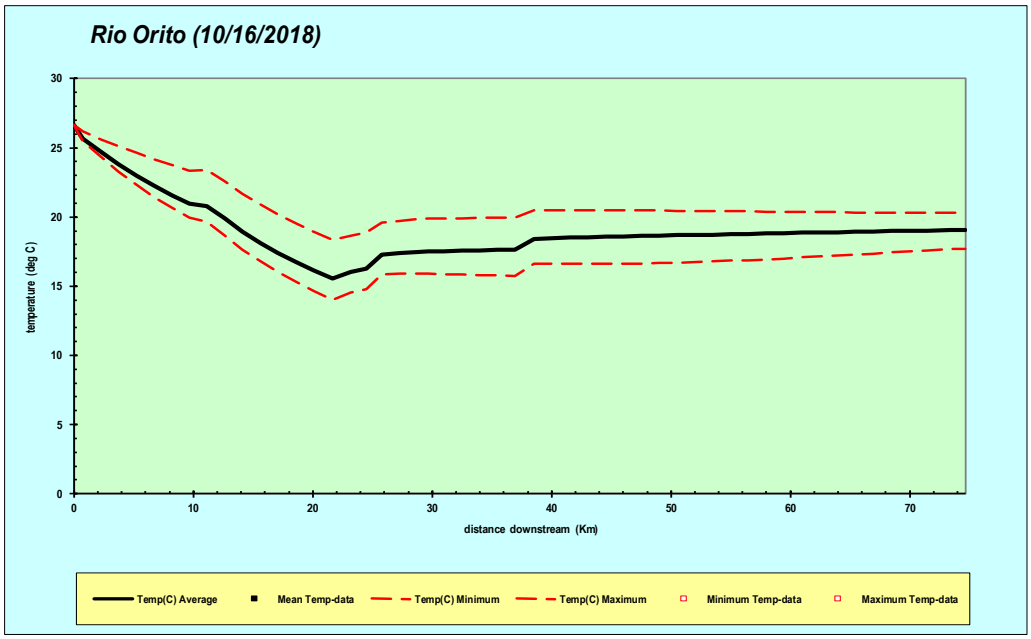


Gráfica 6. Resultados de caudal en época de Estiaje

Temperatura: parámetro físico que desempeña un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, ya que sus niveles alteran las características fisicoquímicas del agua pudiendo disminuir su densidad, reduciendo su viscosidad, pudiendo acelerar o retrasar la actividad biológica y/o favorecer los procesos de mezcla de agua con sustancias toxicas.



Gráfica 7. Resultados de Temperatura Temporada Húmeda

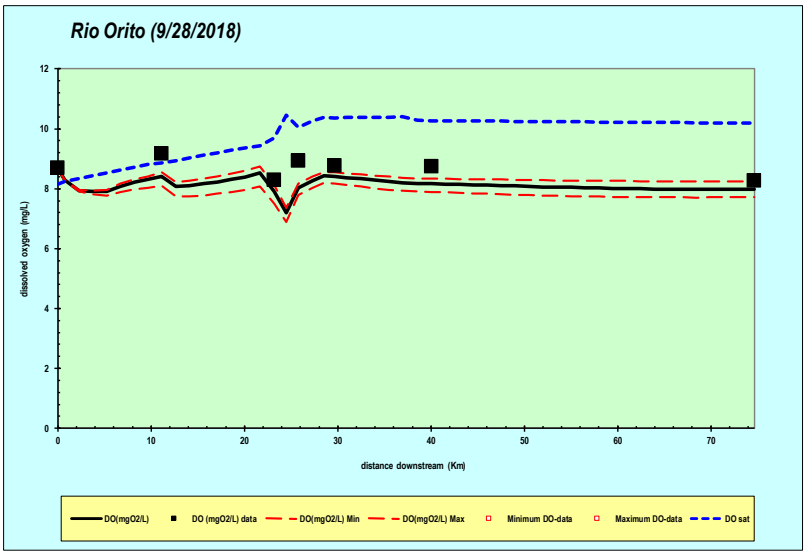


Gráfica 8. Resultados de Temperatura Temporada de Estiaje

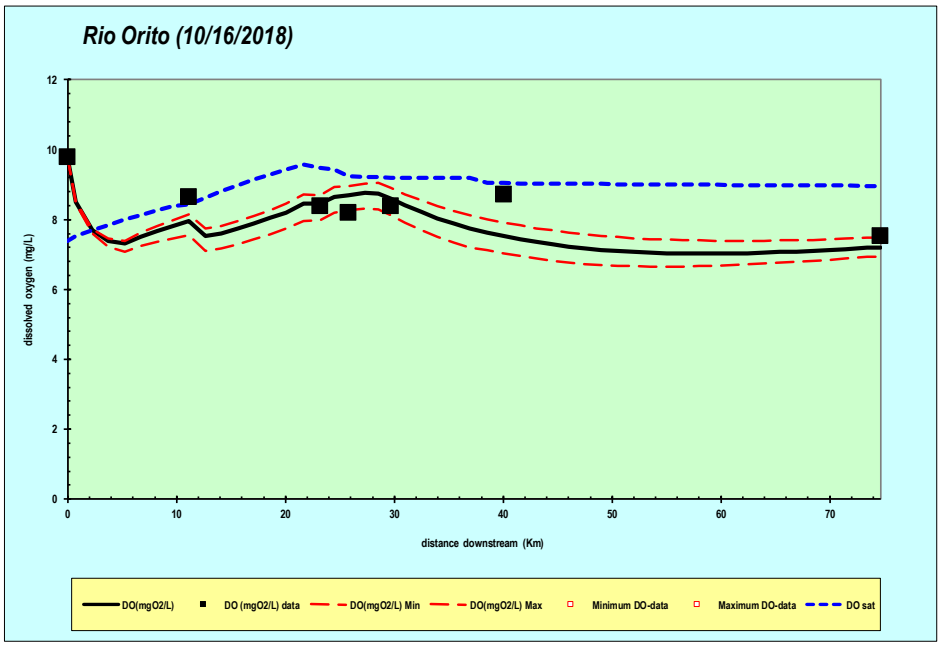
De acuerdo a los datos de temperatura medidos durante las dos épocas de monitoreo (figuras 7 y 8), se observa un cambio de temperatura cercano a los 4°C en promedio en cada una de las estaciones, esto vuelve hacer un cambio esperable debido que las campañas se realizaron en estaciones diferentes (húmeda y de estiaje).

Según los resultados tenemos que para la primera estación situada en el sector El Verde, presenta una temperatura de 21.4°C para la época húmeda y 26.7°C para la temporada seca y en ambos casos a medida que se avanza en el recorrido del rio la temperatura aumenta progresivamente debido a la transferencia de calor de los elementos adyacentes, de la transferencia de calor entre los sedimentos, el agua y la atmósfera, y de las entradas y salidas externas al sistema (Chapra *et.al.*, 2008). De esta forma, el río Orito desemboca en el río Putumayo con una temperatura de 23.8°C para la época húmeda y de 27.5°C para la temporada seca aproximadamente.

Oxígeno Disuelto: la importancia de este parámetro radica en que todos los organismos dependen de una u otra forma del oxígeno para mantener los procesos metabólicos que producen energía para su crecimiento y reproducción.



Gráfica 9. Resultados de Oxígeno Disuelto Temporada Húmeda

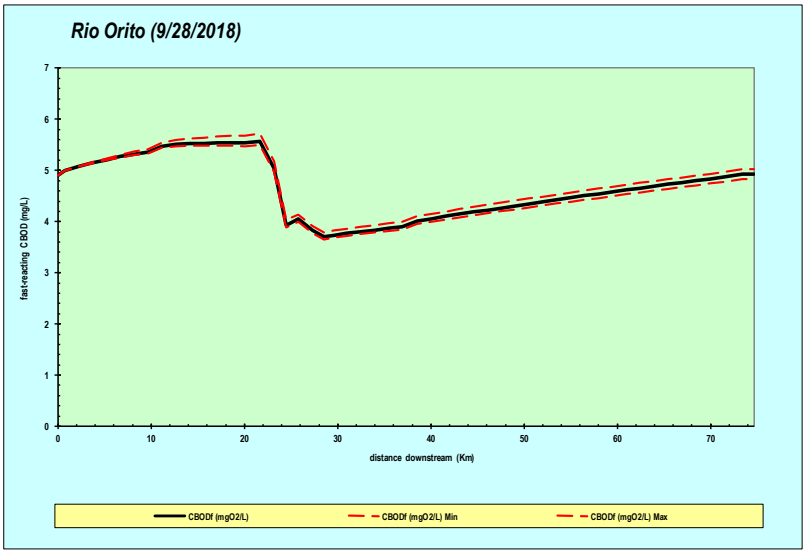


Gráfica 10. Resultados de Oxígeno Disuelto Temporada seca

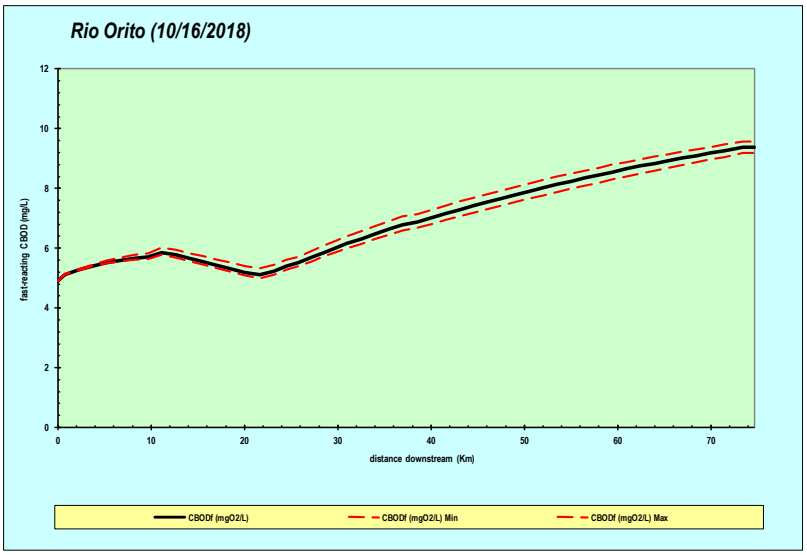
De acuerdo a los estándares de calidad del agua, se sabe que una concentración de oxígeno disuelto menor a 5 mg/L afecta la diversidad biológica (figuras 9 y 10). En este caso se encontró que el río Orito en los tramos 1 y 2 los cuales van desde la cuenca alta hasta la terminación de la cuenca media, presentan altas concentraciones de oxígeno

disuelto muy cercanas al oxígeno de saturación; esta característica es común en ríos de montaña con una gran capacidad de autodepuración, debido a las altas tasas de reaireación ocasionadas por la gran turbulencia del flujo.

En el tramo tres, que corresponde a las subcuencas de los ríos El Yarumo, Agua Blanca, El Espingo y el sector bajo del río Orito, se presenta una disminución en la concentración de oxigeno sin embargo no se llega a niveles inferiores a los 5 mg/L, este último tramo presenta este comportamiento debido al cambio en la morfología del rio, el cual se convierte de llanura, en donde ya no se presentan rápido ni salto que mejoren las tasas de reaireación.



Gráfica 11. Resultados de DBO Rápida Temporada Húmeda



Gráfica 12. Resultados de DBO Rápida Temporada de Estiaje

En el caso de la DBO rápida no se ingresaron valores medidos en campo como puede observarse en las figuras 11 y 12, este parámetro no fue determinado en el laboratorio y para su cálculo se asumió un valor de la constante cinética de degradación y se calculó a partir de la DBO filtrada.

A partir de los datos medidos en campo se observa que la DBO rápida en el río Orito presenta valores superiores a 5 mg/L, a partir del kilómetro 25 para temporada Húmeda y a partir del kilómetro 11 para la temporada seca, para ambos casos estos valores van en aumento hasta llegar al kilómetro 40 en la estación 6, Balastrera Km 10. A partir de este punto se presenta una recuperación del rio y por ende una disminución de los valores de DBO rápida, llegando a valores de 5,7 mg/L antes de entregar sus aguas al río Putumayo, lo cual es un buen indicativo de la capacidad de recuperación que posee el río Orito.

En cuanto al tramo comprendido desde el kilómetro 20 hasta el 40, en donde se aprecia un aumento, llegando a valores máximos de 6,677 mg/L, para el caso de la temporada

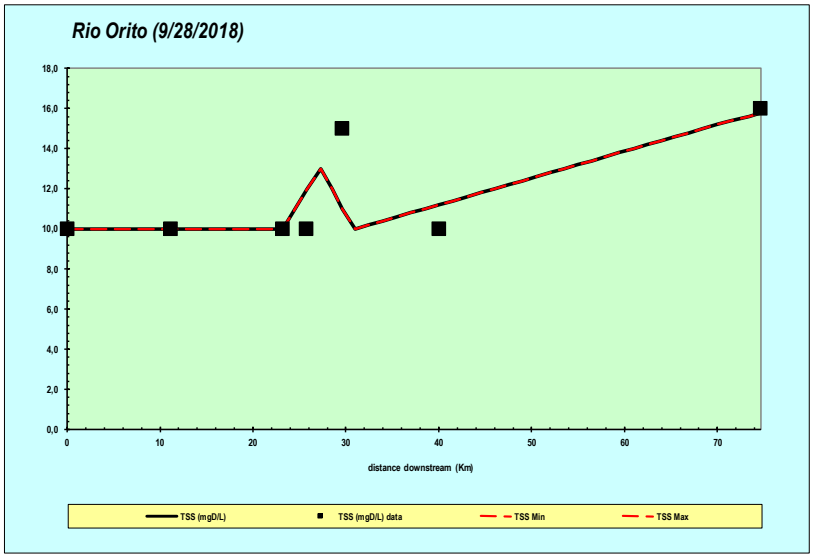
húmeda, esto pone en evidencia el aporte de contaminantes que genera la presión de la zona urbana de municipio de Orito, sobre la cálida del cuerpo de agua. Lo anterior lleva a plantear actividades de monitoreo con mayor frecuencia. Si bien en el momento de la evaluación, los aportes no generan un gran efecto, sin embargo un aumento de los contaminantes, principalmente de las aguas servidas provenientes de la zona urbana, puede aumentar de manera significativa los valores de este parámetro, poniendo en riesgo la fuente hídrica.

Por otro lado, comparando el comportamiento de la DBO Rápida, para cada una de las épocas, evidenciamos que se presentan mayores valores en la época húmeda que en la seca, sin embargo, se aprecia que la capacidad de asimilación del mismo es menor que la temporada de estiaje, a tal punto que en esta época se mantiene un aumento constante en los valores de la DBO rápida, llegando hasta el punto de entrega sus aguas al río Putumayo.

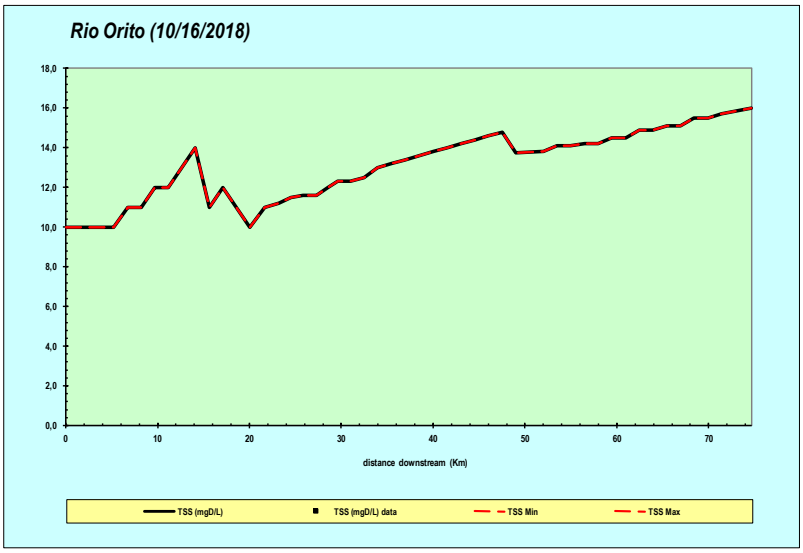
La DBO es el parámetro que más dificultades presenta para ser simulado, posiblemente por tratarse de un bioensayo donde son muchos los factores que afectan la medición, como por ejemplo la relación de la materia orgánica soluble a la suspendida, los sólidos sedimentables y los flotables, la presencia de hierro en su forma oxidada o reducida, la presencia de compuestos azufrados entre otros (Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, 2014).

Sólidos Suspendidos Totales: estos presentaron inconvenientes a la hora de modelarse, debido a que el laboratorio no presento resultados, por estar por debajo de los límites de cuantificación del método empleado.

Los sólidos disueltos pueden afectar la calidad de un cuerpo de agua, el promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en 120 ppm (Livingston, 1963). A continuación, se realiza la comparación de este parámetro entre las dos épocas monitoreadas:



Gráfica 13. Resultados de Solidos Suspendido Totales Temporada Húmeda



Gráfica 14. Resultados de Solidos Suspendido Totales Temporada de Estiaje

De acuerdo con los resultados entregados por el laboratorio, la concentración de sólidos suspendidos totales para las dos épocas de monitoreo (figuras 13 y 14), al inicio del tramo fue inferior a 10 mg/L. Sin embargo, la concentración de sólidos suspendidos empieza a aumentar en la corriente en ambos casos, esto se debe al aporte en carga de sólidos de los tributarios que se encuentran en el tramo evaluado, así como a los sólidos de carácter orgánico que llegan al río por escorrentía. Esta situación se presenta en las 2 épocas.

1.2.2 Simulación de escenarios futuros

Para la simulación de escenarios futuros del río Orito, se tuvo en cuenta dos perspectivas, por un lado está la perspectiva que tiene la comunidad frente al uso potencial que se le debe dar al agua, y por otro lado están los criterios técnicos y normativos que con base a la información sobre oferta, demanda y calidad de agua del río, definirán con mayor decisión los usos futuros que va a tener el río en un periodo de corto, mediano y largo plazo.

1.2.2.1 Simulación de escenarios futuros desde la perspectiva social

Desde la perspectiva social, gracias a los talleres participativos que se realizaron con los actores, sectores y gremios presentes en la cuenca, se inició el análisis desde los factores críticos que la comunidad percibe sobre el río Orito; posterior se planteó un escenario tendencial, esto es, analizar cuáles serían las consecuencias de estos factores críticos si nadie interviene o actúa, seguido definir los escenarios deseados y que estaría en concordancia con los usos futuros que tendrá el recurso hídrico.

Frente al escenario deseado, se proyecta a un horizonte de 10 años, en donde las comunidades teniendo claro esos factores críticos plantean soluciones y acciones que permitirán darle sostenibilidad al río Orito.

Para la simulación de escenarios futuros desde la perspectiva social, se tuvieron en cuenta algunas perturbaciones o conflictos que se consideraron como importantes y prioritarios y que fueron descritos en la fase de diagnóstico:

a). La contaminación del agua

b). Deforestación

c). Minería legal a ilegal

d). Prácticas inapropiadas de caza y pesca

e). Ausencia de una cultura ambiental

f). Ausencia institucional

g). Amenazas a los sitios sagrados y alteración de los espíritus del río

Para cada uno de estos conflictos o situaciones de perturbación se definió tanto el escenario tendencial, así como el escenario deseado. Para el caso del primero, describe lo que sucederá si las cosas siguen como van. En cuanto al escenario deseado corresponde al escenario al cual los actores desean llegar, al cual consideran es el más conveniente.

A continuación en el cuadro 6, se describen cada uno de los conflictos que se presentan en la cuenca del río Orito y los dos escenarios proyectados:

Cuadro 6. Escenarios prospectivos del río Orito desde la perspectiva social

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
a). Contaminación:	Contaminación del río Orito y algunos afluentes generados por: Residuos originados de la industrias petroleras Aguas domesticas del centro urbano que se vierten a la quebrada El Sábalo Disposición de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos provenientes de diferentes actividades productivas Fumigaciones aéreas indiscriminadas con glifosato a cultivos ilícitos. La minería legal e ilegal que utiliza sustancias nocivas para la salud (mercurio)	Incremento de los niveles de contaminación. Incremento de enfermedades a causa de la contaminación del rio. Desaparición de la biodiversidad y ecosistema acuático	Orillas de los ríos llenos de bosque, árboles frutales y plantas medicinales. Sitios sagrados, son conservados y respetados, todos los seres vivos podemos disfrutar del rio y vivir en armonía. La comunidad ha creado conciencia y sensibilidad para el uso y manejo del agua del río

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
	El lavado del vehículo recolector de residuos sólidos a la quebrada del cabildo Pilt Kwazi. Aguas residuales provenientes explotación de marraneras de la vereda Altamira y otras cercanas a la orilla del río Por lixiviados que salen del relleno sanitario. Contaminación a las quebradas Espingo, la Cristalina dentro del Cabildo Nasa, por residuos de insumos agrícolas utilizados en los cultivos de uso ilícito. Quebrada la Cristalina: Descargan residuos orgánicos, residuos de insumos agrícolas y lavado de bombas de fumigar, etc.		
b). Deforestación:	Tala de bosques de forma indiscriminada en las riberas de los ríos a causa de la colonización e industrialización	Derrumbes en las riberas de los ríos e inundación	El río Orito se ve recuperado, las corrientes de aguas de la cabecera del rio Orito son cristalinas, con abundante agua, árboles y especies acuáticas.

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
	Tala de bosques y pérdida de árboles y plantas nativas utilizados para la medicina tradicional	Disminución del caudal del rio afectando la navegabilidad del mismo. Destrucción del suelo debido a la erosión Perdida del hábitat de animales silvestre Perdida de la biodiversidad.	La comunidad protege los sitios sagrados que se encuentra en el rio Orito, los médicos tradicionales desde su cosmovisión ancestral tienen sus espíritus que cuidan la madre naturaleza.
c). Minería legal e ilegal	Exploración y explotación de minería legal e ilegal en las áreas de protección del rio, sus riberas y territorios indígenas. Extracción y explotación de material de arrastre. Explotación de oro de manera ilegal, causando desbordamiento del río. Pérdida de la arcilla, la tetera y guadua.	Incumplimiento de las normas de protección ambiental. Alteración de los ecosistemas Deterioro de la salud de las comunidades. Incremento de la minería legal e ilegal	Reforestación de las riberas del río Conservación de la flora, la fauna silvestre y acuática, se logró la restauración de los ecosistemas nativos Vemos al río con abundancia de peces. Autónomamente se declaran áreas protegidas que hoy todos respetamos. Dentro de ellas, los indígenas declaramos la

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
			reserva forestal en las riberas del rio y sus afluentes. Se ha fortalecido nuestra cultura ambiental indígena, para la protección del agua como fuente necesaria de vida. La reserva forestal cuenta con centros etnoturísmo. Ya no existe exploración y explotación de hidrocarburos, ni minería legal o ilegal. Realizamos pesca en el rio y afluentes de forma artesanal.
d). Amenaza a los sitios sagrados del río y alteración a los espíritus del río	Afectación al panteón Auka Awa. Afectación de la relación directa en la espiritualidad con el rio. Afectación de la medicina, sitios sagrados, piscicultura, charco del amor y flora y fauna. La contaminación al agua afecta en la salud, cultura y ancestralidad por el desequilibrio espiritual del territorio.	Perdidas de sitios sagrados por la intervención de las empresas o el hombre, por los Pozos petroleros a la ribera del rio. Afectación a la cosmovisión indígena en usos y costumbres perdiendo sus espacios primitivos para el reencuentro espiritual y ancestral.	Afluentes son un atractivo, un paraíso amazónico con sus riberas recuperadas de bosques nativos llenos de flora y fauna Recuperación la biodiversidad de fauna y flora Conservación de los límites de rondas hídricas El municipio tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
	Afectación de los sitios sagrados ubicados en el río como: sitio curación del chutum, quebrada la cangrejera, el árbol grande del ambarengua. No se tiene un reglamento interno para proteger al rio Orito.	Extinción de tradiciones espirituales y ancestrales Pérdida de usos y costumbres en la realización de rituales y conexión espiritual con el agua.	Se ha recuperado la biodiversidad íctica del rio Existe una protección a los sitios sagrados y sus espíritus protectores, recuperando las tradiciones ancestrales, percibiendo la compañía de nuestros espíritus como el atarrallador, el guayiso, la tunda, el duende y la tía vieja
e). Ausencia de cultura ambiental	Falta de educación ambiental en las comunidades para no contaminar con residuos sólidos las fuentes hídricas. Falta de programas de educación y manejo enfocados a la conservación del medio ambiente Caza indiscriminada y pesca no artesanal para la comercialización; pesca masiva con pólvora y/o pistola sin mantener un equilibrio natural de las especies de fauna.	Incumplimiento de las normas de protección ambiental. Bajo sentido de pertenencia de las comunidades hacia los ríos y hacia su territorio. Practicas inadecuadas de destrucción al medio ambiente y sus ríos.	Afluentes han recuperado la belleza paisajística y la abundancia de su ecosistema de tiempos atrás, sus orillas están llenas de árboles y vegetación nativa con árboles frutales que sirven para embellecer el paisaje El rio se convirtió en el mejor lugar de avistamiento de aves, atrayendo turismo sostenible y amigable con el medio ambiente.

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
f**). Baja presencia institucional**	Otorgamiento de licencias ambientales para la exploración y explotación de minería, por entes gubernamentales sin consulta previa a las comunidades indígenas y afrodescendientes. Baja inversión de recursos necesarios para proyectos o programas para la protección ambiental, preservar la fuente hídrica, a nivel municipal y departamental. No se respeta el uso del suelo reglamentario, llevando a invasiones y a desarrollo de actividades en lugares no aptos Las administraciones municipales no desarrollan a cabalidad las políticas para la protección y cuidado del medio ambiente: PUEA, PGIRS, Construcción de PTAR	Poca credibilidad a la institucionalidad. Incremento de la minería legal e ilegal	Afluentes se encuentran con sus orillas protegidas Se ha controlado la exploración y explotación minera en las riberas de los ríos y quebradas Las comunidades son consultadas y participan de las decisiones que afecten al medio ambiente Las instituciones estan articuladas entre si trabajando por proyectos comunes que favorecen al medio ambiente. Las instituciones trabajan de la mano con las comunidades para manejar sosteniblemente el territorio, realizando un control efectivo Se han recuperado los saberes ancestrales y tradicionales en rituales de sanación y armonización con mama yacu (agua), fortaleciendo la

FACTOR CRITICO	SITUACIÓN ACTUAL	ESCENARIO TENDENCIAL	SITUACIÓN FUTURA DESEADA del rio Orito (COSMOVISIÓN) año 2030
	Falta de sistemas de alcantarillado en el municipio y en las veredas.		espiritualidad Andino Amazónica.

1.2.2.2. Simulación de escenarios futuros desde la perspectiva técnica

Los escenarios de simulación se formularon con el propósito de evaluar y ajustar los objetivos de calidad para el cuerpo de agua objeto de ordenamiento en el corto, mediano y largo plazo; en este orden de ideas, se partió de un escenario base con condiciones de carga máxima en los tributarios y vertimientos, y caudal mínimo sobre el cuerpo receptor (ver cuadro 7).

Siguiendo esta lógica y debido a que es la primera vez que se realiza un monitoreo sobre el cuerpo de agua principal, se decidió asignar las condiciones de frontera a la cabecera, de acuerdo con los valores obtenidos en la primera campaña de medición, en consideración a que ésta presento las cargas más altas, como se puede consultar en el documento de diagnóstico. Para el valor del caudal, se trabajó con los resultados obtenidos por la segunda campaña, siendo esta la época de estiaje.

Cuadro 7. Valores de concentración en la cabecera del río Orito asignados como condición de frontera en los escenarios formulados

CAUDAL EN LA CABECERA	M³/S	26,5
CALIDAD DEL AGUA EN LA CABECERA	UNIDADES	
Temperatura	ºC	21,4
Conductividad	umhos	45,1
Sólidos Inorgánicos	mgD/L	0
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,7
DBOC lenta	mgO2/L	16,1
DBOC rápida	mgO2/L	4,9
Nitrógeno orgánico	mg N/L	2,946
NH4-Nitrógeno	mg N/L	0,054
NO3-Nitrógeno	mg N/L	2,59
Fósforo orgánico	mg N/L	0,277
Detritos (MOP)	mg N/L	10

CAUDAL EN LA CABECERA	M³/S	26,5
CALIDAD DEL AGUA EN LA CABECERA	UNIDADES	
Patógenos	NMP /100 mL	1657
Constituyente genérico	[-]	
Alcalinidad	mgCaCO3/L	6,92
pH	s.u.	7,63

Las condiciones descritas anteriormente, representan los valores asignados para la cabecera en cada uno de los escenarios, esto debido a que representan el estado más criticó que se puede esperar en el río Orito.

- **Proyección de cargas contaminantes**

Para el caso de la proyección de cargas contaminantes, el río Orito no evidenció presencia de vertimientos directos considerables en su corriente de agua superficial, al igual que sus tributarios principales.

De acuerdo con la información suministrada por CORPOAMAZONIA, los principales vertimientos de aguas residuales provienen del centro urbano del municipio de Orito, que descarga sobre la quebrada el Sábalo, la cual a su vez tributa al río El Yarumo, es por este motivo que para la proyección de cargas contaminantes solo se tuvo en cuenta este tributario.

Con el fin de proyectar la carga contaminante aportada por la zona urbana del municipio de Orito (ver cuadro 8), se realizó la proyección de la población a través de los métodos de cálculo propuestos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000. Estas proyecciones ya se habían realizado en el capítulo “Proyección de la demanda hídrica del río Orito”.

Cuadro 8. Proyección de población urbana del municipio de Orito

Municipio	Censo DANE			Método	Proyección		
	1985	**1993**	**2005**		**2021**	**2023**	**2027**
Orito Total	20.092	24.147	39.519	Aritmética	60.015	62.577	67.701

Complementando lo anterior, para la estimación de carga de materia orgánica de DBO5 (kg/día) y sólidos suspendidos totales SST (kg/día) vertidos por cada municipio, se revisaron los PSMV y, de acuerdo con estos, establecer el porcentaje de la población que vierte directamente en el río Orito.

De acuerdo con la sección II, título E del RAS 2000, los aportes per cápita para aguas residuales domésticas de DBO_5, es de 50 g/habitante/día y SST de 50 g/habitante/día.

Teniendo en cuenta la información suministrada por la CORPOAMAZONÍA y por la comunidad, pese a que el municipio cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, esta se encuentra completamente colmatada y está fuera de servicio, por este motivo las aguas residuales se vierten directamente al afluente más cercano.

Para la proyección de las cargas contaminantes (ver cuadros 9 y 10), se tuvo en cuenta no solo la información secundaria de vertimientos verificada en campo, sino también, se procedió a calcular los aportes en cada sector (urbano o rural), asumiendo porcentajes según la población proyectada basada en la información del DANE.

Cuadro 9. Proyección de cargas contaminantes en Cabeceras

Tramos del río Orito	Municipio	% Población	Proyección Población			Carga Per cápita Kg DBO/hab*dia	Carga Per cápita Kg SST/hab*dia
			2021	**2023**	**2027**		
Tramo 1	Orito Rural	10%	2953	3050	3244	0,05	0,042
Tramo 2	Orito Cabecera	90%	27435	28869	31739	0,05	0,042
Tramo 3	Orito Rural	65%	19196	19825	21083	0,05	0,042

Cuadro 10. Proyección de cargas contaminantes en el sector rural del municipio de Orito

Tramo del río Orito	Municipio	DBO_5 Vertida			SST Vertidos		
		2021	**2023**	**2027**	**2021**	**2023**	**2027**
		Kg/día			**Kg/día**		
Tramo 1	Orito Rural	147,66	152,50	162,18	124,03	128,10	136,23
Tramo 2	Orito Cabecera	1371,74	1443,47	1586,93	1152,26	1212,51	1333,02
Tramo 3	Orito Rural	959,79	991,25	1054,17	806,22	832,65	885,50

- **Construcción de escenarios**

Para la construcción de los escenarios, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos en las campañas 1 y 2. En general el río Orito no se encuentra en un estado de alto riesgo y las cargas contaminantes que se le aportan no son representativas con respecto al caudal que maneja y su capacidad de autodepuración, por tal razón ningún parámetro medido supera los límites establecidos por las normas vigentes; esto no significa que los actuales aportes que se están realizando no afecten la calidad natural del cuerpo de agua.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se procedió a realizar el planteamiento de los escenarios, los cuales consistió en realizar una proyección de las cargas contaminantes aportadas por las aguas residuales domesticas (como lo indica la sección

II, título E del RAS 2000) provenientes de las zonas urbanas y rurales, verificando que estas no superen los valores permitidos por la normativa vigente, y así mantener el cuerpo de agua en buen estado.

- ✓ **Río Quebradon**

El rio Quebradon recibe únicamente aportes difusos de los sectores rurales, por este motivo, el peso que realiza este cuerpo de agua en el río Orito no es significativo, a continuación (ver cuadro 11 y 12), se presentan los valores per cápita para los determinantes de la calidad del agua.

Cuadro 11. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Quebradon

Escenario	Población Efectiva	Carga per cápita (kg/hab/d)				
		SST	**DQO**	**DBO 5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	886	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Mediano plazo (2023)	915	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Largo plazo (2028)	973	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035

Cuadro 12. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Quebradon

Escenario	Carga Aportada (kg/d)				
	SST	**DQO**	**DBO5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	37,21	106,32	44,30	10,63	3,10
Mediano plazo (2023)	38,43	109,80	45,75	10,98	3,20
Largo plazo (2028)	40,87	116,77	48,65	11,68	3,41

Para la obtención de las concentraciones en el río Quebradon, se hizo la respectiva actualización del valor con respecto al referente del escenario base, haciendo un balance de masa dado por la siguiente expresión:

$$c_p = \frac{(c_b Q_p - W_{vb} + W_{vp})}{Q_p}$$

Siendo:

c_b: Concentración del escenario base en el cuerpo de agua.
Q_p: Caudal proyectado en el cuerpo de agua.
W_{vb}= Carga del vertimiento base.
W_{vp}= Carga proyectada con tratamiento.

Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se presentan los resultados en el cuadro 13:

Cuadro 13. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Quebradon

Escenario	Caudal	Temp	Cond	OD	NO3	pH	Alcalinidad	SST	DQO	DBO5	NTK	PT
	m3/s	°C	µS/cm	mg/L	mg/L N-NO3	Unidades	mg/L CaCO3	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L N	mg/L P
Escenario Base (2018)	4,60	22,30	24,00	8,55	1,00	7,11	6,40	10,00	88,60	5,00	6,89	0,07
Corto plazo (2021)	4,60	22,30	24,00	8,55	1,00	7,11	6,40	10,00	88,60	5,00	6,89	0,07
Mediano plazo (2023)	4,60	22,30	24,00	8,55	1,00	7,11	6,40	10,00	88,61	5,00	6,89	0,07
Largo plazo (2028)	4,60	22,30	24,00	8,55	1,00	7,11	6,40	10,01	88,63	5,01	6,89	0,07

✓ **Río Caldero**

Al igual que en el anterior afluente, para el río Caldero, es el encargado de recibir los aportes de las poblaciones rurales ubicadas en la cuenca media. Siguiendo el mismo proceso descrito anteriormente, se procede entonces a calcular los valores per cápita para los determinantes de la calidad del agua que se evidencian en los cuadro 14, 15 y 16.

Cuadro 14. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Caldero

Escenario	Población Efectiva	Carga per cápita (kg/hab/d)				
		SST	**DQO**	**DBO 5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	1477	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Mediano plazo (2023)	1525	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Largo plazo (2028)	1622	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035

Cuadro 15. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Caldero

Escenario	Carga Aportada (kg/d)				
	SST	**DQO**	**DBO5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	62,02	177,19	73,83	17,72	5,17
Mediano plazo (2023)	64,05	183,00	76,25	18,30	5,34
Largo plazo (2028)	68,12	194,62	81,09	19,46	5,68

Cuadro 16. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Caldero

Escenario	Caudal	Temp	Cond	OD	NO3	pH	Alcalinidad	SST	DQO	DBO5	NTK	PT
	m3/s	**°C**	**µS/cm**	**mg/L**	**mg/L**	**Unidades**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**
Escenario Base (2018)	8,90	23,70	65,90	8,21	1,00	7,08	20,90	13,50	19,90	5,00	3,00	0,07
Corto plazo (2021)	8,90	23,70	65,90	8,21	1,00	7,08	20,90	13,50	19,90	5,00	3,00	0,07
Mediano plazo (2023)	8,90	23,70	65,90	8,21	1,00	7,08	20,90	13,50	19,91	5,00	3,00	0,07
Largo plazo (2028)	8,90	23,70	65,90	8,21	1,00	7,08	20,90	13,51	19,92	5,01	3,00	0,07

✓ **Río Yarumo**

El río Yarumo recibe el aporte de aguas residuales del casco urbano del municipio de Orito. Las concentraciones a la salida de este tributario en el corto, mediano y largo plazo, se establecieron de acuerdo con las proyecciones de carga contaminante determinadas para dicho municipio. En los cuadros 17, 18 y 19 se presentan las cargas per cápita para los determinantes de la calidad del agua sujetos de modelación y la población efectiva (población total multiplicada por el porcentaje aportante) correspondiente a cada horizonte de tiempo.

Cuadro 17. Cargas contaminantes per cápita y población efectiva proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Yarumo

Escenario	Población Efectiva	Carga per cápita (kg/hab/d)				
		SST	**DQO**	**DBO5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	24691	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Mediano plazo (2023)	25982	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035
Largo plazo (2028)	28565	0,042	0,12	0,05	0,012	0,0035

Cuadro 18. Cargas contaminantes proyectadas en el corto, mediano y largo plazo para los aportes al río Yarumo

Escenario	Carga Aportada (kg/d)				
	SST	**DQO**	**DBO5**	**NTK**	**PT**
Corto plazo (2021)	1037,03	2962,95	1234,56	296,29	86,42
Mediano plazo (2023)	1091,26	3117,88	1299,12	311,79	90,94
Largo plazo (2028)	1199,72	3427,76	1428,23	342,78	99,98

Cuadro 19. Valores proyectados de concentración en el corto, mediano y largo plazo para el río Yarumo

Escenario	Caudal	Temp	Cond	OD	NO3	pH	Alcalinidad	SST	DQO	DBO5	NTK	PT
	m3/s	**°C**	**µS/cm**	**mg/L**	**mg/L**	**Unidades**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**	**mg/L**
Escenario Base (2018)	5,00	28,00	114,30	8,52	4,26	7,42	20,90	10,00	6,17	5,00	3,00	0,63
Corto plazo (2021)	5,00	28,00	114,30	8,52	4,26	7,42	20,90	10,00	6,17	5,00	3,00	0,63
Mediano plazo (2023)	5,00	28,00	114,30	8,52	4,26	7,42	20,90	10,13	6,53	5,15	3,04	0,64
Largo plazo (2028)	5,00	28,00	114,30	8,52	4,26	7,42	20,90	10,38	7,25	5,45	3,11	0,66

Tenido en cuenta los escenarios planteados anteriormente se pude evidenciar el comportamiento de los principales tributarios del río Orito, en corto, mediano y largo plazo, encontramos que las concentraciones de los parámetros proyectados en ninguno de los escenarios presentan valores altos que puedan poner en alerta el estado de la fuente hídrica.

De los tres tributarios analizados, el que mayor carga presenta es el río Yarumo, evidenciando cambios significativos en los escenarios a mediano y largo plazo, a raíz de que recibe la mayor parte de las aguas residuales domésticas del municipio de Orito. En este caso en particular se recomienda realizar un mayor seguimiento a este afluente, planteando un programa de control y vigilancia.

En conclusión, si se analizan los dos escenarios: desde la percepción social y desde el punto de vista técnico, en el momento el río Orito no presenta alteraciones o factores de riesgo que afecten la calidad del agua, esto no quiere decir que no existan problemáticas que pueden llegar a afectar en un futuro si en el momento no se atienden algunas problemáticas que se presentan y que están relacionadas con el manejo adecuado que se realice al río y se controlen algunas prácticas cotidianas que realizan las comunidades tales como: manejo y disposición inadecuado de los residuos sólidos, uso excesivo de agua para las actividades domésticas, disposición directa del agua proveniente de actividades productivas, principalmente producción de cerdos y de aves, deforestación en las orillas de los ríos y quebradas, desprotección de los nacimientos de agua. Ahora bien desde las instituciones se han omitido o no se ha actuado eficientemente en la aplicación de las políticas de protección y conservación de los recursos naturales, principalmente aquellas que están relacionadas con el saneamiento básico y servicios públicos.

Frente a lo anterior, se ve la necesidad de actuar de inmediato, antes que se llegue a afectar en gran medida el río Orito, definiendo estrategias para contrarrestar situaciones que en el momento estan relacionadas con la cultura ambiental y la eficiencia institucional en la aplicación de la política.

1.3 CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA E IDENTIFICACIÓN DE USOS POTENCIALES

1.3.1 Clasificación del cuerpo de agua

De acuerdo con el artículo 2.2.3.2.20.1 del Decreto 1076 de 2015, se establece la siguiente clasificación de las aguas con respecto a los vertimientos (ver cuadro 20):

Cuadro 20. Clasificación de las aguas del río Orito, con respecto a los vertimientos

Clase	Descripción	Zonas a clasificar
Clase I	Cuerpo de agua que no admite vertimientos	• Cabeceras de las fuentes de agua • Aguas subterráneas • Cuerpos o zonas costeras, utilizadas actualmente para recreación • Aguas arriba de las bocatomas para agua potable • Áreas de especial protección que declare el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como especialmente protegidos de acuerdo con lo dispuesto por los artículos 70 y 137 del Decreto-ley 2811 de 1974
Clase II	Cuerpo de agua que permite vertimientos con algún tratamiento	• Los demás cuerpo de agua no incluidos en la clase I

1.3.1.1 Clase I

De acuerdo con lo anterior, el tramo (sector I) comprendido entre el nacimiento del río Orito y el sitio donde se encuentra ubicado el resguardo indígena Alto Orito, se clasifica como clase I, teniendo en cuenta que corresponde a la cabecera del cuerpo de agua.
En este sector se evidencia una alta densidad de drenaje, lo cual la define como un área de recarga, caracterizada porque las condiciones geológicas, topográficas, climáticas y de cobertura vegetal hacen que no exista un curso principal bien definido; dicha área por las altas precipitaciones posibilita que el agua se infiltre en el suelo, llegando a alimentar las aguas superficiales y la recarga de acuíferos en las partes bajas de la cuenca.

Además, en este sector se cuenta con un área protegida que corresponde al Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi – Ande. El área protegida hace parte de la estrella fluvial del Cerro del Patascoy, con una gran riqueza hídrica, que aporta sus aguas a la cuenca del río Putumayo y este a su vez al Amazonas. Los ríos más importantes de éste sector son: río Orito y río Quebradón, y existen 13 microcuencas más.

Es importante considerar que en este sector de la cuenca se encuentran asentados dos Resguardos indígenas Alto Orito y Simorna, pertenecientes al pueblo Embera, que en su totalidad llegan a cubrir un área de 10.000 hectáreas. Actualmente ésta zona se encuentra en protección con vegetación nativa, lo cual ha garantizado que se mantenga la función de recarga; en esta medida se requiere mantener la protección y manejo sostenible.

Bajo estas condiciones, dentro de esta zona, se proponen acciones de protección y manejo de carácter forestal, hídrico, de conservación de suelos y de educación ambiental de manera conjunta con la población que reside en dichas áreas.

A esta clase también se incluyen los tres tributarios principales de la cuenca (ríos Quebradon, Caldero y Yarumo), la razón de incluirlos es el aporten de agua que hacen

estos tributarios al rio Orito, ayudaran al rio a mantener su estado de asimilación de cargas y depuración que le sean proporcionadas por otras fuentes hídricas que también desembocan al rio Orito, como por ejemplo la quebrada Loco William, ésta última vierten las aguas residuales generadas en el casco urbano al río Orito.

Para el caso del rio Yarumo, es un río que no solo sirve como una fuente receptora de las aguas residuales (provenientes de actividades domestica e industriales), que lleva la quebrada el Sábalo, la cual atraviesa todo el casco urbano del municipio de Orito, sino que es la fuente de donde se capta el agua para consumo del casco urbano.

Esto representa un doble servicio y beneficio que proporciona este río, por lo cual se lo clasifica como I, llevando a proponer alternativas de manejo, de tal manera que pueda mantener su capacidad de asimilación y depuración de las cargas contaminantes que le sean proporcionadas y evitar mayores afectaciones al rio Orito. En esta medida, se recomienda realizar seguimiento a los vertimientos y exigir los tratamientos previos para cumplir con lo estipulado en la normatividad vigente.

1.3.1.2 Clase II

A esta clase pertenecen los tramos 2 y 3. El tramo 2, comprendido entre el resguardo indígena Alto Orito hasta la balastrera km10, y el tramo 3, comprendido desde la balastrera km10 hasta la desembocadura del rio Orito. En estos sectores se encuentra la cabecera municipal y de acuerdo al POT de Orito del año 2003, el cual tuvo vigencia hasta el 2011, existen áreas habilitadas para la expansión urbana.

Teniendo en cuenta el uso a futuro que se le daría al agua, es importante considerar que actualmente estos dos sectores en el momento se destacan las siguientes actividades:

Existen permisos para la extracción de material de arrastre, licencias que han sido otorgadas hasta por 30 años, tal como se verifica en los permisos de extracción otorgados

por la autoridad ambiental y la alcaldía municipal, y que reposan en los expedientes de la institución.

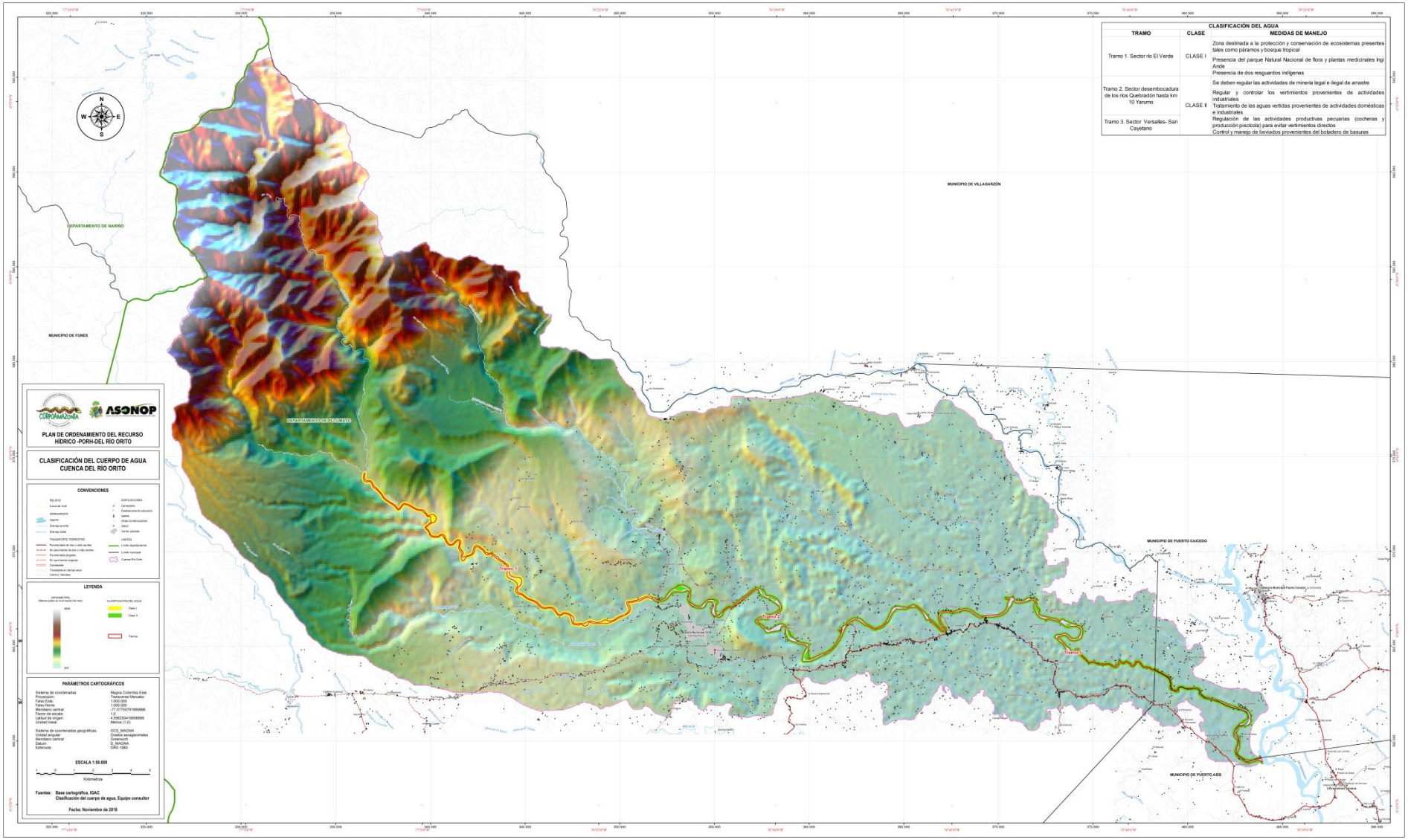


Figura 3. Clasificación del cuerpo de agua

El sector II existen habilitados por parte de la comunidad aledaña tramos o sectores destinados como balnearios y de recreación, y en algunos sectores la práctica de deportes náuticos.

Están presentes empresas industriales relacionadas con el petróleo, que vienen realizando actividades de explotación de este mineral; así mismo realizan actividades de transporte, almacenamiento, y conducción del mismo, situación que genera algún tipo de residuos, llevándolas a esta empresas a solicitar permisos de vertimiento que actualmente no lo hacen sobre el curso principal del río, sino sobre tributarios de segundo y tercer orden.

Existen actividades de producción primaria a pequeña escala, como producción piscícola, porcícola y aviar, estas dos últimas actividades por la magnitud de la producción no han tramitado permisos de vertimiento; realizando el manejo de residuos sólidos y líquidos de manera convencional, sin ningún tipo de tratamiento. Éste hecho y tal como se evidenció en los talleres participativos, ha llevado a incomodar a las comunidades aledañas a estos sectores, rechazando los impactos que vienen generando este mal manejo de los residuos.

Lo anterior se contrasta con los bienes y servicios que presta el río en estos dos sectores y que muy bien las comunidades quieren mantener no solo para las presentes generaciones, sino las futuras. Por ejemplo es común el uso del rio como transporte fluvial, lo que permite comunicarse y movilizarse de un sitio a otro, así mismo es tradicional la pesca para autoconsumo que realizan no solo las poblaciones ribereñas, sino las provenientes de lugares cercanos.

Desde el punto de vista cultural y desde el imaginario colectivo, los habitantes del municipio de Orito se identifican con el río. Lo perciben como un lugar de recreación y de esparcimiento, principalmente ha sido un lugar de concentración cada 28 de diciembre

donde celebran al día del agua. Sin embargo por el mal manejo que últimamente le vienen dando al río se ha generado una sensibilización frente al manejo sostenible.

Desde las comunidades étnicas, han defendido la protección y conservación del río, toda vez que para algunas comunidades existen lugares o sitios en el río Orito y en algunos afluentes que son sagrados, el río es la fuente de alimentación y de producción de materia prima para algunas actividades económicas.

En vista de lo anterior, es importante que si bien a estos dos tramos no se restringen los vertimientos, éstos tienen que realizarse bajo sistemas de tratamientos no convencionales, controlados de manera periódica por parte de la autoridad ambiental o a quienes por ley les obliguen a ejercer control. A continuación en el cuadro 21, se describen las medidas de manejo para cada tramo evaluado.

Cuadro 21. Clasificación de los usos por tramos del río Orito

TRAMO O SECTOR	CLASE	MEDIDAS DE MANEJO
TRAMO 1. Sector río El Verde	**CLASE I**	Zona destinada a la protección y conservación de ecosistemas presentes tales como páramos y bosque tropical Presencia del parque Natural Nacional de flora y plantas medicinales Ingi Ande Presencia de dos resguardos indígenas
TRAMO 2. Sector Desembocadura de los ríos Quebradon hasta Km10 Yarumo	**CLASE II**	Se deben regular las actividades de minería legal e ilegal de arrastre Regular y controlar los vertimientos provenientes de actividades industriales Tratamiento de las aguas vertidas provenientes de actividades domésticas e industriales

TRAMO O SECTOR	CLASE	MEDIDAS DE MANEJO
TRAMO 3. Sector Versalles- San Cayetano		Regulación de las actividades productivas pecuarias (cocheras y producción piscícola) para evitar vertimientos directos Control y manejo de lixiviados provenientes del botadero de basuras

1.3.2 Identificación de usos potenciales

Para la planificación de los usos potenciales del recurso hídrico, es necesaria la revisión de varios factores entre los que se pueden mencionar: las actuales características de calidad que presente el cuerpo de agua evaluado, los problemas identificados y dependerá también del uso que se le quiera dar al agua del río. En esta medida, es claro que a la hora de identificar los usos potenciales es necesario tener presente los parámetros de calidad del agua y sus usos potenciales, lo anterior sin desconocer la normatividad que actualmente regula su uso.

A nivel normativo, con base en el artículo 9 del capítulo IV, de la Resolución 3930 de 2010, la destinación de las aguas superficiales corresponden a:

1. Consumo humano y doméstico.
2. Preservación de flora y fauna.
3. Agrícola.
4. Pecuario.
5. Recreativo.
6. Industrial.
7. Estético.
8. Pesca, maricultura y acuicultura.
9. Navegación y transporte acuático

Con base en lo anterior, los usos potenciales para el río Orito, se definieron por sectores, tal como se mira en la figura 4

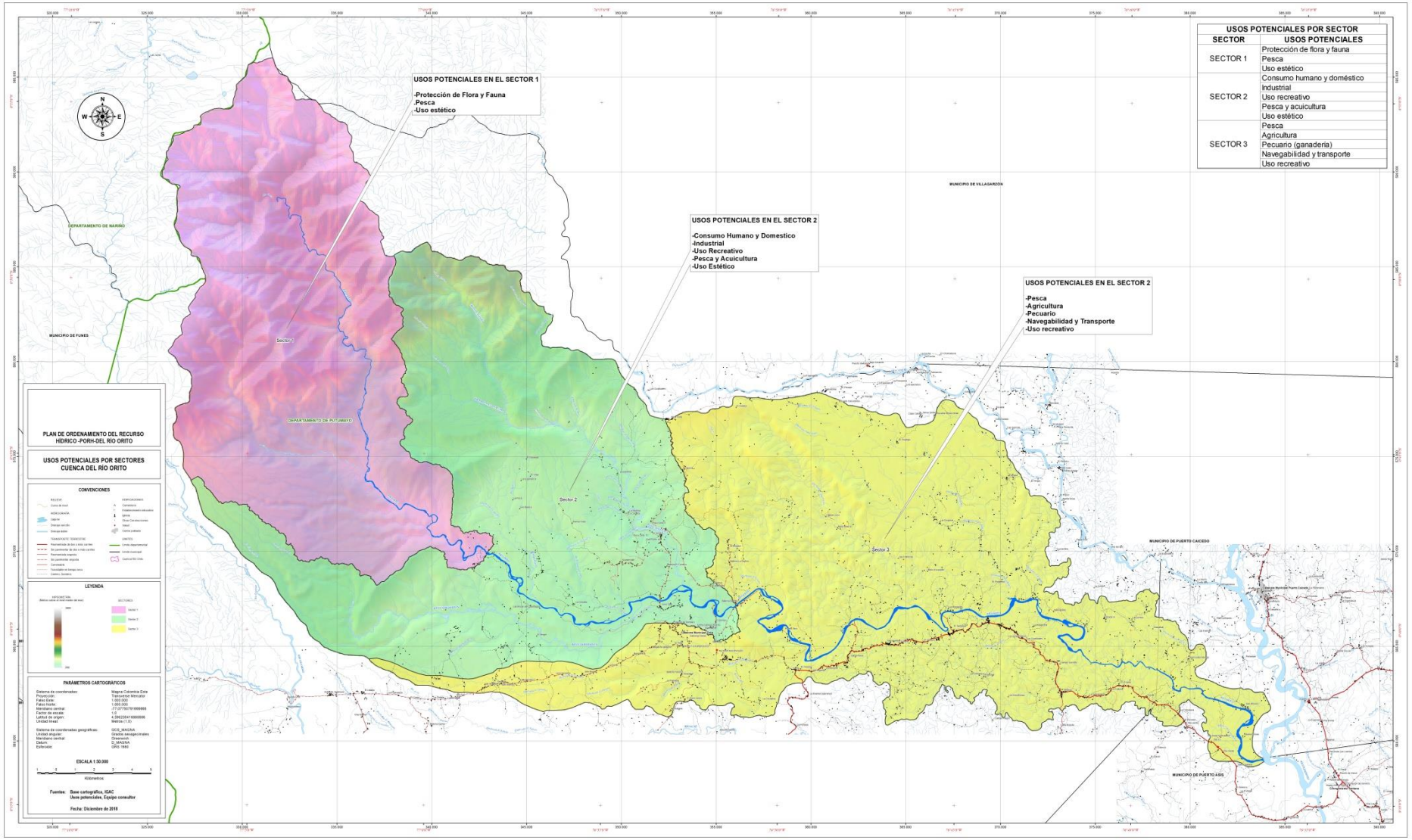


Figura 4. Usos potenciales del río Orito por tramos

1.3.2.1 Usos potenciales en el sector 1, tramo El Verde

Protección de flora y fauna: Teniendo en cuenta que la zona tiene dos figuras de protección, por un lado está el Parque Nacional Natural santuario de Flora Ingi Ande, se requiere mantener esta protección para garantizar la disponibilidad y la regulación de agua del río.

Por otra parte el 90% de la zona alta de la cuenca se encuentra bajo territorio colectivo de dos resguardos (Alto Orito y La Simorna), que de acuerdo a la función que cumplen, son para beneficio de todos los miembros de la comunidad, cumpliendo así una función social, de fortalecimiento cultural y tendrían también una función ambiental.

Pesca: Actividad que pueden desarrollar los pobladores de la zona para autoconsumo, bajo prácticas de aprovechamiento selectivo de especies como: bocachico, cucha, sábalo, dorada, pintadillo, picalon, dentón, temblón, entre otros.

Uso estético: El uso estético está dado por la belleza escénica que brinda la zona, lo cual tendría valor sociocultural desde el punto de vista de quien lo percibe e interpreta. Lo anterior lleva a darle un valor significativo desde quienes valoran su territorio y quienes propenden por manejar de manera sostenible para su perdurabilidad.

1.3.2.2 Usos potenciales en el sector 2, desembocadura de los ríos Quebradon hasta Km10 Yarumo

Consumo humano y doméstico: El 99% de la población urbana del municipio de Orito está asentada en este sector, lo que genera demanda de agua para el consumo humano y doméstico. En este particular, en consideración de que la demanda actual no se realiza del curso principal del río Orito, sino de afluentes terciarios, se hace necesario proyectar a futuro el uso que puede darse del río como tal, ello conlleva a definir un caudal con calidad para suplir la necesidad de las futuras generaciones.

Industrial: En el sector se localizan las actividades mineras tanto de hidrocarburos, como de material de arrastre. Para el caso de la primera, en su proceso de exploración y explotación han usado y siguen utilizando agua, en esta medida se requiere hacer seguimiento a las actuales concesiones y exigir el cumplimiento de los límites permisibles; pero así mismo se debe negar todas aquellas concesiones que vayan a realizar vertimientos de manera directa, sin un estricto control de las cargas contaminantes arrojadas.

Para el caso de la actividad de explotación de material de arrastre, la autoridad ambiental deberá estudiar y analizar las afectaciones e impactos ambientales que estén ocasionando por efecto de la actividad minera, después de este análisis otorgará o negara las licencias ambientales de estos proyectos.

Uso recreativo: Los usos recreativos colectivos e individuales de los ríos han estado ligado al proceso de ocupación del territorio, por lo cual en este sector por la naturaleza del río de presentar charcos se viene utilizando para fin recreativo.

A futuro se quiere mantener este servicio que presta el río de manera sostenible, bajo criterios de manejo que garanticen la estabilidad del ecosistema acuático.

Por otra parte, este fin estaría condicionado a realizar estudios que lleven a determinar la viabilidad de este uso sin poner en riesgo la salud pública y la seguridad e higiene.

Son muchas actividades deportivas que están practicándose en el río, por lo cual se requiere de la regulación y reglamentación para el aprovechamiento seguro.

Pesca y acuicultura: Considerando las condiciones de la zona, es natural que el río Orito y sus afluentes sea proveedor de recurso pesquero para las poblaciones aledañas, sin embargo se viene promoviendo la piscicultura a pequeña y mediana escala, utilizando agua proveniente de arroyos y fuentes secundarias y terciarias de agua de la cuenca. Esta alternativa debe manejarse adecuadamente bajo prácticas productivas sostenibles y manejo de residuos con tratamiento previo antes de descargarse a las fuentes hídricas cercanas. Las especies más comercializadas a nivel local son la cachama, tilapia, sábalo, principalmente.

A nivel cultural, muchas comunidades étnicas se han asentado cerca al río, practicando la pesca como fuente de alimentación, por lo cual en la medida que se logre la protección del río y la biodiversidad asociada, garantizará que las futuras generaciones continúen gozando de este privilegio, siempre y cuando se reglamente la forma de obtener este alimento y muchos servicios mas que presta el río.

Uso estético: La diversidad de paisajes, ecosistemas que están asociados al río son fuente de admiración y de contemplación. Esto ha llevado a proponer estrategias de aprovechar estos servicios como por ejemplo el ecoturismo. A futuro se quiere fortalecer

estas actividades de manera sostenible, regulando la capacidad de mantener estable los ecosistemas, sin generar impactos negativos sobre el mismo.

1.3.2.3 Usos potenciales en el sector 3, Versalles – San Cayetano

Pesca: En este sector es importante establecer medidas para la conservación de especies ícticas, toda vez que en este lugar ha bajado la población por diversos factores del orden ambiental, como también de intervención antrópica, lo cual es necesario tomar medidas para proteger o tener una autorregulación en la manera de cómo se aprovecha estas especies.

A futuro se recomienda volver a la pesca tradicional como la atarraya, anzuelo y el arpón para poder así tener más control sobre esto, regular la cantidad de peces a aprovechar, teniendo en cuenta el fin de su explotación, dando prioridad al autoconsumo, solo de esta manera se podrá garantizar de este bien para las futuras generaciones. En este sector por información de los pobladores se pueden encontrar diversidad de peces como boca chico, cucha, sábalo, dorada, pintadillo, picalon, denton, temblón, bagre, cheo, corronchos.

Agricultura: Debido a la gran fertilidad de los suelos de vega, las comunidades se han venido asentando cerca de la ribera de los ríos para aprovechar así la oferta de agua a utilizar en las actividades productivas de los cultivos.

No se descarta a futuro el uso del agua para el desarrollo de actividades productivas agrícolas a mediana o gran escala; sin embargo este uso deberá estar condicionado a un uso racional y bajo prácticas de manejo de residuos que no afecten o impacten al río.

Pecuario (ganadería): si bien la ganadería hace parte de un renglón de la economía del departamento del Putumayo, sin embargo es cuestionable la forma de producción, porque se da de manera intensiva y extensiva, generando ampliación de la frontera agropecuaria y los impactos negativos sobre el ambiente.

A futuro se plantea una ganadería controlada, proponiendo usar sistemas silvopastoriles, utilizando plantas forrajeras como botón de oro, matarratón y nacedero, se pueda potencializar esta actividad productiva para el municipio de Orito, regulando el sistema de manejo, respetando el margen del rio, su ronda hídrica para así poder evitar contaminaciones directas por los desechos de los animales y la producción bajo buenas prácticas ganaderas.

Navegabilidad y transporte acuático: El rio orito es uno de efluentes tributarios más importantes que tiene el rio Putumayo, lo cual su caudal en la parte baja da la posibilidad para navegar y transportar cantidades de productos de forma segura. A futuro se puede aprovechar el rio para poder sacar todos los productos agrícolas y pecuarios y servir de transporte y comunicación de las comunidades aledañas.

Uso recreativo: Los usos recreativos colectivos e individuales de los ríos han estado ligado al proceso de ocupación del territorio, por lo cual en este sector por la naturaleza del río de presentar charcos se viene utilizando para fin recreativo. A futuro se quiere mantener este servicio que presta el río de manera sostenible, bajo criterios de manejo que garanticen la estabilidad del ecosistema acuático.

Por otra parte, este fin estaría condicionado realizar estudios que llevan a determinar la viabilidad de este uso sin poner en riesgo la salud pública y la seguridad e higiene laboral. Son muchas actividades deportivas que están practicándose en el río, por lo cual se requiere de la regulación y reglamentación para aprovechamiento seguro.

1.4 ESTIMACIÓN CUALITATIVA DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE LA OFERTA Y DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

1.4.1 Riesgos asociados a la reducción de la oferta (Índice de escasez)

El índice de escasez calculado por sectores y con una temporalidad mensual para la cuenca del río Orito, presenta un porcentaje inferior al 10%, correspondiente a una categoría de presión baja sobre el recurso hídrico que, aplicado al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015, se convierte en un coeficiente de escasez de 0, por ser inferior al umbral de 10%.

Todo esto se traduce que para el 2018, la cuenca estuvo bien drenada, la demanda existente no amenazó la disponibilidad del recurso, lo que significa no se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico, en términos de cantidad de agua.

1.4.2 Riesgos asociados a la reducción de la disponibilidad de agua (Índice de uso del agua, IUA).

Los resultados del índice de uso de agua (IUA), en la cuenca del río Orito tal como se muestra en el cuadro 8, no existe ninguna alerta en relación de que la presión o uso del agua este por encima de la oferta, toda vez que en la actualidad la mayor demanda esta concentrada en el uso doméstico, pero la captación no se realiza de la fuente principal, sino de tributarios, tal es el caso de la quebrada Yarumito, afluente del río Yarumo, de la cual captan para consumo doméstico del casco urbano del municipio de Orito.

Cuadro 22. Resultados por sectores del Índice de uso del agua en la cuenca del río Orito

Tramos del río Orito	INDICE DE ESCASEZ		INDICE DE USO DEL AGUA	
	Valor promedio	**Categoría**	**Valor promedio**	**Categoría**
Tramo 1	0,000 %	Bajo	0,00	Muy bajo
Tramo 2	0,36%	Bajo	0,36	Muy bajo
Tramo 3	0,52%	Bajo	0,52	Muy bajo

Con relación a la vulnerabilidad del recurso hídrico de la cuenca del río Orito, éste no fue determinado por cuanto no se presentaron ninguna captación significativa sobre el curso principal del río Orito. Sin embargo revisando los resultados arrojados por el Estudio Nacional del Agua para el año 2014, para la Subzona Hidrográfica Alta del río Putumayo, al cual es afluente el río Orito, el IDEAM reporta los siguientes valores:

Cuadro 23. Indicadores por Subzona Hidrográfica Alta del río Putumayo

IRH		IUA año medio		IUA año seco		IACAL año medio		IACAL año seco		IVH
Valor	**Condición**	**Valor**	**Condición**	**Valor**	**Condición**	**Valor**	**Condición**	**Valor**	**Condición**	
72,3%	Moderada	0,26	Muy baja	0,72	Muy baja	2	Moderado	2,6	Baja	Baja

Fuente: IDEAM, 2014.

El resultado del Índice de Vulnerabilidad Hídrica, que denota el grado de fragilidad que presenta la cuenca para mantener una oferta hídrica constante, indica que la SZH Alta río Putumayo es bajo. Extrapolando a la cuenca del río Orito el IVH en general es bajo, esto significa que la cuenca de mantenerse bajo las condiciones actuales de protección en la parte alta (zona de recarga), de protección y conservación en los nacimientos y arroyos, no disminuirá su oferta de agua, en esta medida las comunidades gozarán de este recurso en el tiempo.

Por el contrario si se intervienen las zonas de protección y conservación para ampliar la frontera agropecuaria, o cualquier actividad productiva que requiera la eliminación de la

cobertura vegetal, afectará la regulación hídrica y por ende disminuirá la disponibilidad de éste recurso.

REFERENCIAS

Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC. (2014). Estudio de actualización del modelo de calidad del agua del río palo 2011 tramo puente de guachené – bocas del palo. Popayán. 77 p.

Chapra, S, *et al.* (2008). Surface wáter quality Modeling. 835 p. disponible en: https://www.researchgate.net/publication/48447645_Surface_Water-Quality_Modeling

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM. (2015). Estudio Nacional de Agua. Bogotá. 493 p.

Ministerio de Agricultura. (1978). Decreto 1541 de 1978, por medio del cual se reglamenta las aguas no marítimas. Bogotá, 66 p.

Presidencia de la República de Colombia. (2010). Decreto 3930 de 2010, reglamentación de los usos del agua y otras disposiciones. Bogotá. 26 p.

Livignstone, D. (1963). Chemical compositions of rivers and lakes. USGS. Paper 440 G. disponible en: https://pubs.er.usgs.gov/publication/pp440G