

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO YUMBO

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Yumbo posee un área de 6.715 has; limita al norte con la cuenca de la quebrada Mulaló, al sur con la cuenca del río Arroyohondo, al oriente con el río Cauca y al occidente con la cuenca del río Dagua.

El río Yumbo nace en la cordillera occidental, a una altura aproximada de 1.400 metros sobre el nivel del mar, en la confluencia de la quebrada Santa Isabel y el río Yumbillo. Discurre en jurisdicción del municipio de Yumbo y entrega sus aguas en la margen izquierda del río Cauca.

El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución SGA 043 del 20 de marzo de 2003.

Con el propósito de determinar la demanda y oferta de agua en la cuenca, esta se dividió en dos zonas; productora y consumidora (Figura 1). La zona productora se extiende desde el nacimiento del río hasta el sitio donde se localiza la estación limnigráfica Pasoancho, esta zona tiene un área aproximada de 2.804 has. La zona consumidora fue delimitada partiendo del punto de cierre de la zona productora, hasta la desembocadura en la margen derecha del río Cauca, cuenta con un área 3.911 has.

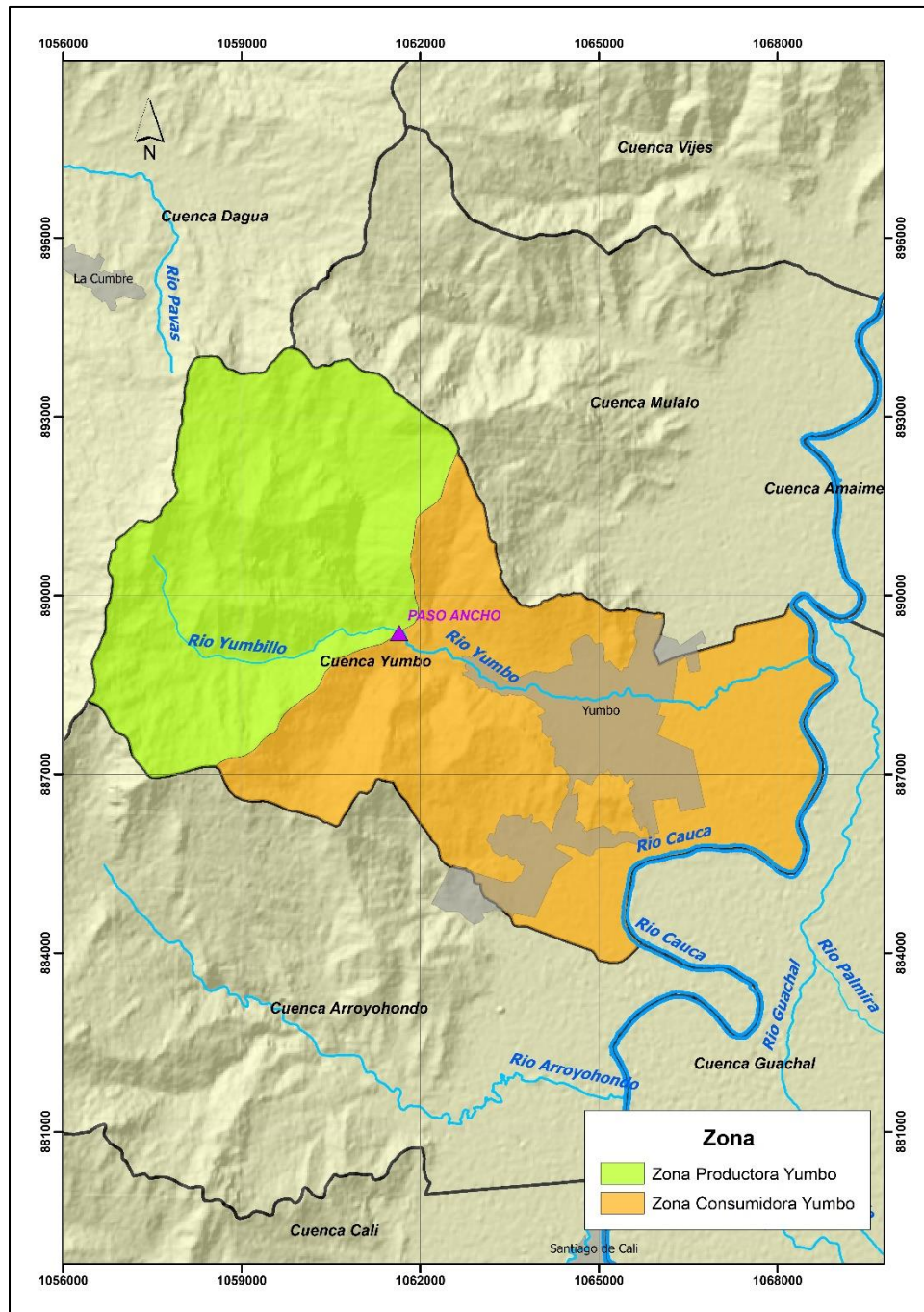


Figura 1. Localización cuenca del río Yumbo

2. USO DEL SUELO

De la información de uso y cobertura del suelo, suministrada por el grupo de Sistemas de Información Ambiental de la Corporación, se puede determinar que el uso del suelo en la zona productora (Figura 2), está representado principalmente por vegetación boscosa y de protección natural con 55% del área total, pastos cultivados con 23%, cultivos permanentes con 14%, cultivos mixtos con 4% e infraestructura recreativa y turística con 3%. La zona

consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): pastos cultivados con 33%, vegetación de protección natural con 21%, cultivos permanentes con 18%, infraestructura residencial con 12%, infraestructura industrial y comercial con 7% e infraestructura recreativa y turística con 2%.

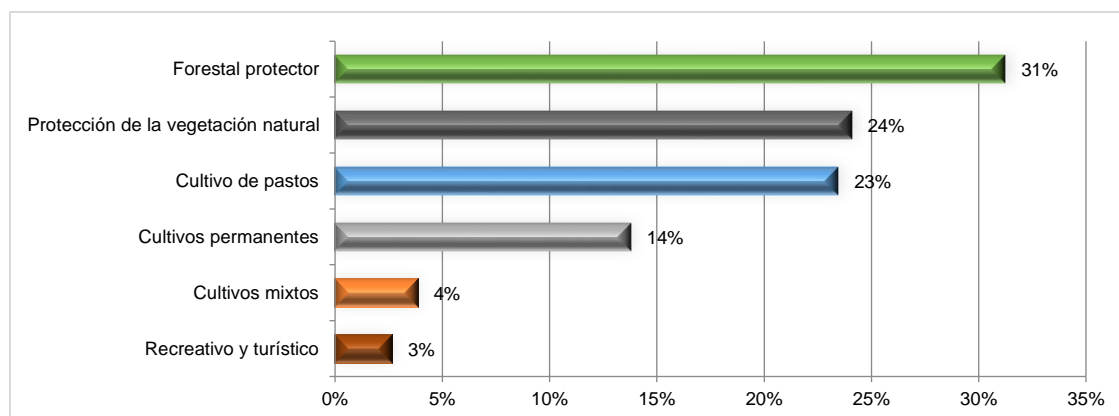


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Yumbo

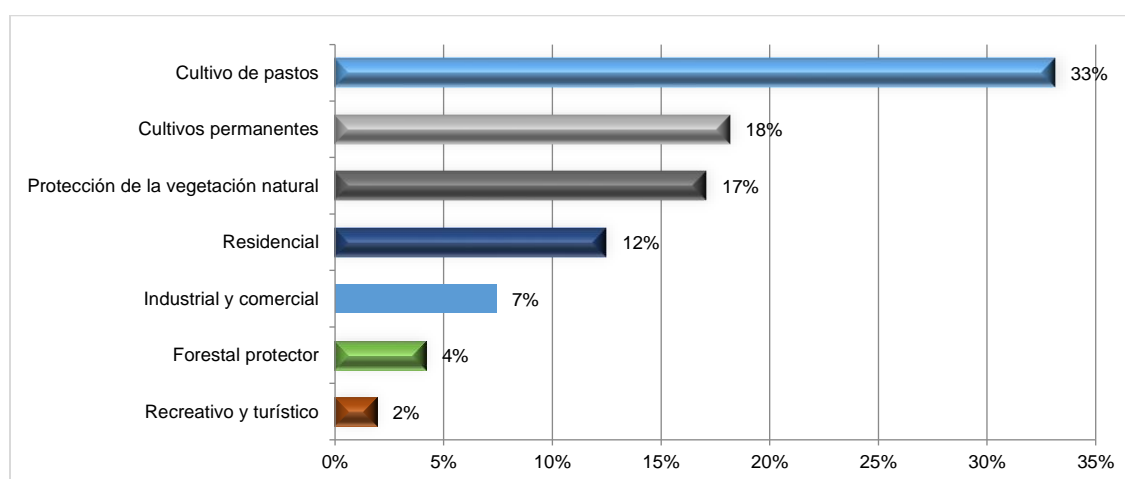


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Yumbo

3. DEMANDA DE AGUA

3.1. Demanda de agua para uso agrícola

Para la estimación de esta demanda, se tomaron las coberturas de cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios, mixtos y el pasto de corte. En la Tabla 1, se resume la demanda agrícola para la zona productora y consumidora.

Tabla 1. Demanda agrícola, cuenca del río Yumbo

Zona	Demanda Agrícola (mm)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Productora	73	58	76	73	75	72	78	67	74	72	68	71	856
Consumidora	85	72	89	85	88	84	91	83	87	84	79	83	1007

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es mayor en la zona consumidora, debido a la presencia de mayores áreas cultivadas con necesidad de riego, principalmente caña de azúcar. El valor máximo de demanda agrícola para ambas zonas se presenta en el mes de julio, ya que este es el mes con mayores registros de evapotranspiración.

En la Figura 4, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en las zonas productora y consumidora de la cuenca del río Yumbo.

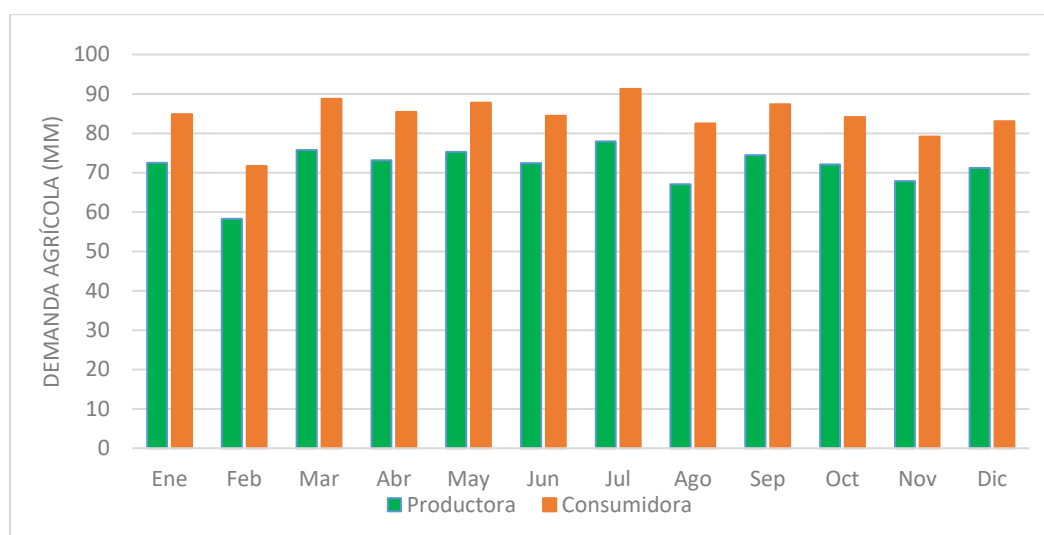


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Yumbo

3.2. Demanda de agua para uso doméstico

Para la estimación de esta demanda, se utilizó la información publicada por el DANE en el censo nacional de población y vivienda 2018 para cada municipio del territorio nacional, y la cartografía existente en la Corporación sobre información territorial administrativa, de la cual se determinó el área de cada municipio presente en la cuenca.

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, la zona productora del río Yumbo cuenta con 1.852 habitantes y la zona consumidora con 94.166. Teniendo en cuenta lo estipulado en la reglamentación técnica del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, cuyo artículo 67 fue modificado por la resolución 2320 de 2009, que establece una dotación de agua para consumo doméstico de 150 litros/habitante/día, se estimó la demanda doméstica para la cuenca del río Yumbo (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Yumbo

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Yumbo	Rural	13%	14.704	1.852
Consumidora	Yumbo	Rural	15%	14.704	2.182
Consumidora	Yumbo	Cabecera	99%	92.630	91.984

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Yumbo

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6
Consumidora	11,2	10,1	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	131,8

3.3. Demanda de agua para uso pecuario

Para la estimación de esta demanda, se descartaron las áreas correspondientes a las cabeceras municipales, ya que se asume que la producción pecuaria se realiza solo en las zonas rurales. Para determinar la población de especies pecuarias en la cuenca, se utilizó la información del censo realizado por el ICA a comienzos del año 2021, que se encuentra a nivel municipal y tiene en cuenta las especies aviares, bovinas, caprinas, equinas, ovinas y porcinas.

La dotación de agua para cada especie, se adoptó de la resolución N°112-1183 del 8 de abril de 2005 de la Corporación Autónoma de los ríos Negro y Nare "CORNARE" que establece los módulos de consumo básicos para los sectores productivos de la industria pecuaria. En la tabla 4, se muestran los valores de demanda de agua para uso pecuario obtenidos para la cuenca del río Yumbo.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Yumbo

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Zona Productora													
D. Bovina	0,0260	0,0235	0,0260	0,0252	0,0260	0,0252	0,0260	0,0260	0,0252	0,0260	0,0252	0,0260	0,306
D. Caprina	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,003
D. Equina	0,0026	0,0024	0,0026	0,0025	0,0026	0,0025	0,0026	0,0026	0,0025	0,0026	0,0025	0,0026	0,031
D. Ovina	0,0016	0,0015	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,019
D. Porcina	0,0291	0,0263	0,0291	0,0282	0,0291	0,0282	0,0291	0,0291	0,0282	0,0291	0,0282	0,0291	0,343
D. Aviar	0,0359	0,0325	0,0359	0,0348	0,0359	0,0348	0,0359	0,0359	0,0348	0,0359	0,0348	0,0359	0,423
Zona Consumidora													
D. Bovina	0,0220	0,0199	0,0220	0,0213	0,0220	0,0213	0,0220	0,0220	0,0213	0,0220	0,0213	0,0220	0,259
D. Caprina	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,003
D. Equina	0,0022	0,0020	0,0022	0,0021	0,0022	0,0021	0,0022	0,0022	0,0021	0,0022	0,0021	0,0022	0,026
D. Ovina	0,0014	0,0013	0,0014	0,0013	0,0014	0,0013	0,0014	0,0014	0,0013	0,0014	0,0013	0,0014	0,016
D. Porcina	0,0246	0,0222	0,0246	0,0238	0,0246	0,0238	0,0246	0,0246	0,0238	0,0246	0,0238	0,0246	0,290
D. Aviar	0,0304	0,0274	0,0304	0,0294	0,0304	0,0294	0,0304	0,0304	0,0294	0,0304	0,0294	0,0304	0,358
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	1,13
Consumidora	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,95

3.4. Demanda de agua para uso industrial

La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en el Registro Único Ambiental -RUA- del año 2020, en el cual se reporta el volumen de agua consumido por las empresas inscritas; para la cuenca del río Yumbo, se tuvo en cuenta el volumen de agua registrado para el municipio de Yumbo, cuya cabecera municipal se ubica por completo dentro de la cuenca. El volumen de agua consumido por las industrias manufactureras del municipio de Yumbo para el año 2020 fue de 41'161.487 m³/año.

En la Tabla 5 se muestra la demanda industrial estimada para la zona consumidora del río Yumbo, en la zona productora no existe demanda de este tipo.

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Yumbo

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	89,4	80,7	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	1052,5

4. OFERTA DE AGUA

4.1. Precipitación

Se calculó la precipitación media mensual y anual multianual (período 1985-2020) para las zonas productora y consumidora de la cuenca por el método de las isoyetas. Para esto se utilizó información de las estaciones de la red hidroclimatológica de la CVC, así como información del IDEAM. En la Tabla 6 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 6. Precipitación media, cuenca del río Yumbo

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
65	70	116	174	141	76	54	54	91	156	142	91	1239
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
62	63	110	162	128	69	46	45	80	134	128	88	1114

En la cuenca del río Yumbo, el régimen pluviométrico es bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y octubre-noviembre-diciembre; así como dos periodos secos en los meses enero-febrero y junio-julio-agosto-septiembre. Las dos zonas de la cuenca presentan su valor más bajo de precipitación media en el mes de agosto y alcanzan su valor máximo en el mes de abril.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Yumbo se encuentra instrumentada por la estación limnigráfica Pasoancho, localizada a 1.122 msnm. La oferta superficial de esta cuenca se obtuvo de la serie de registros diarios correspondientes al periodo 1986-2020.

4.2.1. Oferta Hídrica Total

La oferta hídrica total superficial (OHTS) corresponde al volumen de agua que escurre por la superficie del suelo, que no se infiltra o se evapora, y se concentra en los cauces de los ríos o en los cuerpos de agua lénticos de una unidad hidrográfica (área, zona y subzona), es decir, la escorrentía. Ésta es calculada de forma anual y mensual para condiciones hidrológicas de años típicos medio (promedio multianual), seco y húmedo.

En la Tabla 7, se presenta la oferta hídrica total estimada para la cuenca del río Yumbo bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Yumbo

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	0,20	0,18	0,20	0,23	0,24	0,20	0,15	0,14	0,13	0,16	0,20	0,20	0,19
Seco	0,01	0,02	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05
Húmedo	1,08	1,03	1,61	0,89	0,57	0,60	0,43	0,38	0,32	0,55	0,67	0,52	0,53

4.2.2. Oferta Hídrica Disponible

La Oferta Hídrica Disponible (OHTD) es el volumen de agua promedio que resulta de sustraer a la OHTS el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental.

El caudal ambiental, de acuerdo con el decreto 3930 de 2010 publicado por el Ministerio de Ambiente, es el volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad para el sostenimiento de los sistemas acuáticos y para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de los usuarios, aguas debajo de la fuente de la cual dependen tales ecosistemas. Para determinar el caudal ambiental, la CVC define un porcentaje de caudal que se debe mantener en la corriente, asociado al régimen de caudales característicos de la misma; para ello, desde hace varios años aplica los conceptos propuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM–, para determinar la oferta hídrica superficial neta, que considera un factor de reducción para mantener el régimen de estiaje, en el documento “*Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial*”. El factor de reducción para mantener el régimen de estiaje estimado para el río Yumbo es de 20%.

En la Tabla 8 se muestra el caudal ambiental determinado para el río Yumbo y en la Tabla 9, la oferta hídrica disponible.

Tabla 8. Caudal ambiental, río Yumbo

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Yumbo

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10,69	8,83	10,86	12,26	13,22	10,43	8,26	7,40	6,93	8,72	10,53	11,11	119,2
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,63	0,97	2,56	2,92	3,18	2,79	2,24	1,45	1,08	1,27	0,93	0,83	20,9
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
59,15	50,90	88,30	47,22	31,46	31,71	23,78	20,82	17,02	30,31	35,29	28,63	464,6

4.3. Agua subterránea

Para estimar la oferta de agua subterránea, se tuvo en cuenta la información disponible en la CVC sobre el caudal explotable del acuífero para cada cuenca. Esta información corresponde al caudal que puede ser explotado de un acuífero durante un tiempo sin provocar efectos no deseados, y está determinado por condiciones económicas (costo de inversión y operación del pozo, rentabilidad de la inversión, etc.), legales (legislación ambiental, derechos previamente adquiridos, etc.) o técnicas (infraestructura existente y características hidrológicas de la zona) que dependen de las circunstancias de cada región.

El volumen total de agua subterránea para la cuenca del río Yumbo es de 4,77 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Yumbo

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10,36	9,36	10,36	10,02	10,36	10,02	10,36	10,36	10,02	10,36	10,02	10,36	122,0

5. BALANCE 1: PRECIPITACIÓN – DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA

Se realizó el primer balance con el fin de establecer las situaciones de déficit y/o excesos de agua en la cuenca. Este balance consiste en restar a la precipitación media de la cuenca, los valores de demanda agrícola; para de esta forma establecer los meses en los que la lluvia no cubre la totalidad de la demanda agrícola y por ende es necesario aplicar riego a los cultivos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Balance 1, cuenca del río Yumbo

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	-7	12	41	101	65	4	-24	-13	17	84	74	20	382
Consumidora	-23	-8	21	77	40	-15	-46	-38	-8	50	49	5	107

El balance 1 muestra déficit de agua tanto en la zona productora como en la consumidora para los meses de enero, julio y agosto, así como en febrero, junio y septiembre para la zona consumidora.

6. BALANCE 2: OFERTA TOTAL – DEMANDA TOTAL

El balance entre oferta y demanda de agua total, corresponde a la diferencia entre la oferta representada por el aporte de agua superficial y subterránea de la cuenca, y la demanda total correspondiente a la suma de la demanda doméstica, industrial, pecuaria y agrícola (en caso de no ser satisfecha por la precipitación). La demanda agrícola es afectada por un factor relacionado con la eficiencia del sistema de riego; en ella se incluye la eficiencia de aplicación, conducción y captación, para la cual se tomó un valor de 36% en caso de tener riego por gravedad y 50,4% en riego por aspersión. Los cultivos a los que se les afectó por el factor de riego por gravedad son caña de azúcar, caña panelera y arroz; para los restantes se asumió riego por aspersión, ya que no hay información detallada sobre cada uno de los cultivos asentados en el departamento.

El balance 2 se realizó para las tres condiciones de año hidrológico contempladas en este estudio (normal, seco y húmedo). En la Tabla 12 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 12. Balance 2, cuenca del río Yumbo

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	10,7	8,8	10,9	12,3	13,2	10,4	8,3	7,4	6,9	8,7	10,5	11,1	119,2
O. Subterránea	10,4	9,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	122,0
O. TOTAL	21,0	18,2	21,2	22,3	23,6	20,5	18,6	17,8	17,0	19,1	20,6	21,5	241,2
D. Doméstica	11,2	10,1	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	131,8
D. Industrial	89,4	80,7	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	1052,5
D. Pecuaria	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Agrícola	50,2	17,9	0,0	0,0	0,0	33,3	98,3	81,4	16,9	0,0	0,0	0,0	298,0
D. TOTAL	150,9	108,8	100,7	97,4	100,7	130,8	198,9	182,0	114,4	100,7	97,4	100,7	1483,3
BALANCE 2	-129,9	-90,6	-79,4	-75,1	-77,1	-110,3	-180,3	-164,3	-97,4	-81,6	-76,9	-79,2	-1242,1
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	0,6	1,0	2,6	2,9	3,2	2,8	2,2	1,4	1,1	1,3	0,9	0,8	20,9
O. Subterránea	10,4	9,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	122,0
O. TOTAL	11,0	10,3	12,9	12,9	13,5	12,8	12,6	11,8	11,1	11,6	11,0	11,2	142,8
D. Doméstica	11,2	10,1	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	131,8
D. Industrial	89,4	80,7	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	1052,5
D. Pecuaria	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Agrícola	50,2	17,9	0,0	0,0	0,0	33,3	98,3	81,4	16,9	0,0	0,0	0,0	298,0
D. TOTAL	150,9	108,8	100,7	97,4	100,7	130,8	198,9	182,0	114,4	100,7	97,4	100,7	1483,3
BALANCE 2	-139,9	-98,4	-87,7	-84,5	-87,1	-117,9	-186,3	-170,2	-103,2	-89,0	-86,5	-89,5	-1340,4
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	59,2	50,9	88,3	47,2	31,5	31,7	23,8	20,8	17,0	30,3	35,3	28,6	464,6
O. Subterránea	10,4	9,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	10,4	10,0	10,4	10,0	10,4	122,0
O. TOTAL	69,5	60,3	98,7	57,2	41,8	41,7	34,1	31,2	27,0	40,7	45,3	39,0	586,6
D. Doméstica	11,2	10,1	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	11,2	10,8	11,2	10,8	11,2	131,8
D. Industrial	89,4	80,7	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	89,4	86,5	89,4	86,5	89,4	1052,5

D. Pecuaria	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
D. Agrícola	50,2	17,9	0,0	0,0	0,0	33,3	98,3	81,4	16,9	0,0	0,0	0,0	298,0
D. TOTAL	150,9	108,8	100,7	97,4	100,7	130,8	198,9	182,0	114,4	100,7	97,4	100,7	1483,3
BALANCE 2	-81,4	-48,5	-2,0	-40,2	-58,8	-89,0	-164,8	-150,8	-87,3	-60,0	-52,1	-61,7	-896,7

Se puede observar que, en las tres condiciones de año hidrológico, todos los meses presentan déficit de agua. En las condiciones de año hidrológico normal, la demanda anual es de 1.483 mm y la oferta alcanza los 241 mm, por lo tanto, se presenta un déficit de 1.242 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Yumbo presenta una situación bastante crítica. Se puede observar que en esta cuenca la demanda de agua para uso industrial es particularmente alta comparada con el resto de las cuencas del departamento, alcanzando casi un 70% de la demanda total en el balance 2. Esto se debe a que Yumbo es un municipio con vocación industrial y cuenta con varias zonas dedicadas a este tipo de actividad. Por lo tanto, se hace necesario implementar alternativas que permitan suplir las necesidades de agua, por ejemplo, el manejo adecuado del recurso a través del mejoramiento de las eficiencias de los proyectos de riego, la regulación de agua mediante el almacenamiento en épocas de lluvia para emplear este recurso en épocas de verano y la captación de agua de otras fuentes.