

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO PESCADOR

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Pescador posee un área de 20.000 has; limita al norte con las cuencas de los ríos Garrapatas y RUT, al sur con la cuenca del río Riofrío, al oriente con el río Cauca y al occidente con la cuenca del río Garrapatas.

El río Pescador nace en la cordillera occidental por la confluencia de los ríos Platanares y Calamar, aproximadamente en la cota 1.420 msnm. Este río alimenta el embalse Guacas, el cual conforma el acueducto regional SARA-BRUT, con el cual se lleva agua cruda a las plantas de tratamiento de Bolívar, Roldanillo, La Unión, Toro, Zarzal, La Victoria, Obando y Ricaurte.

El uso de las aguas de este río no se encuentra reglamentado.

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 el embalse de Guacas, esta zona tiene un área aproximada de 9.920 has. La zona consumidora fue delimitada partiendo del punto de cierre de la zona productora, hasta la desembocadura en la margen izquierda del río Cauca, cuenta con un área 10.079 has.

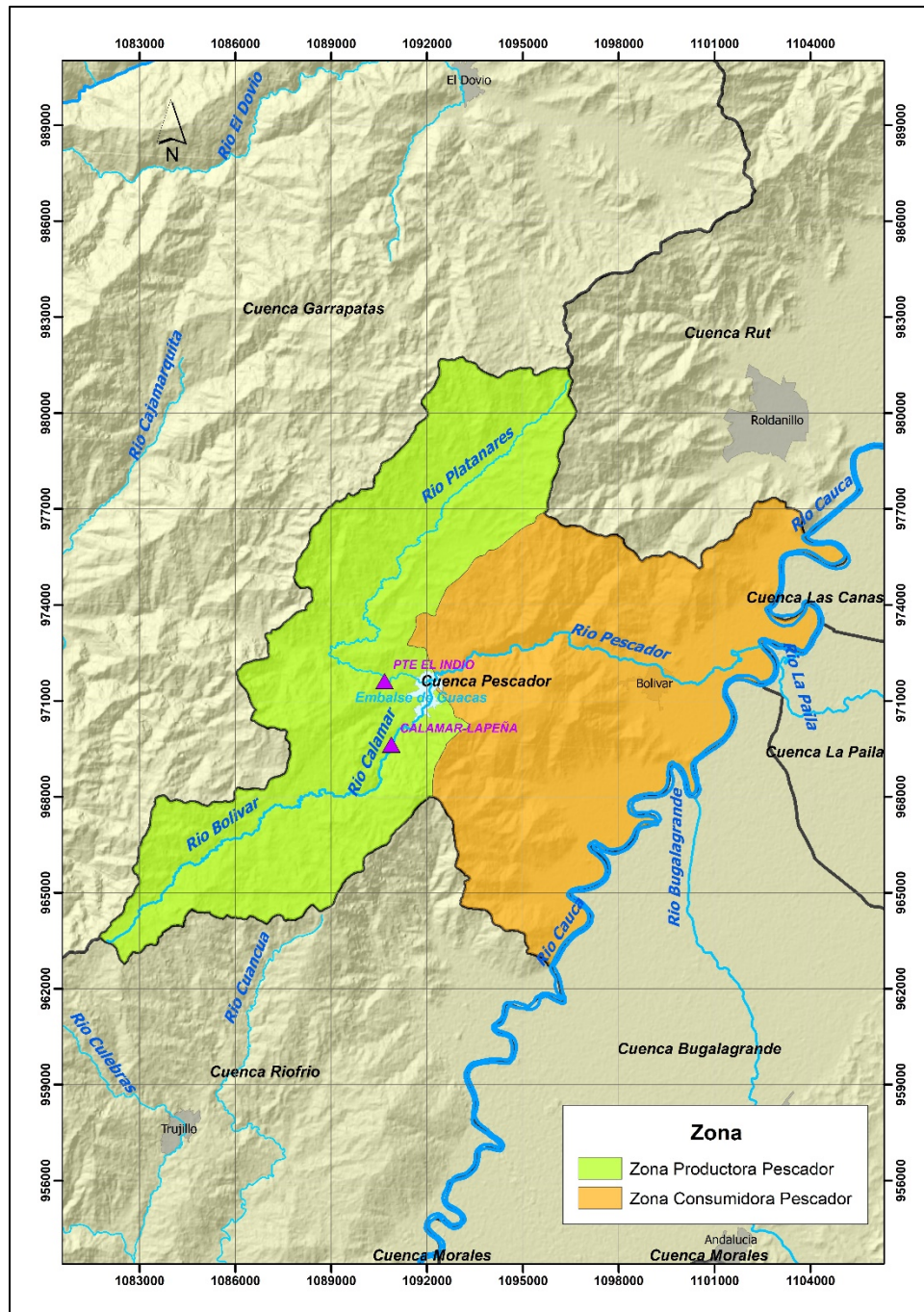


Figura 1. Localización cuenca del río Pescador

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 pastos cultivados con 67% del área total, vegetación boscosa y de protección natural con 20%, cultivos permanentes con 12% y cuerpos de agua con 1%. La zona consumidora tiene distribuido

porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): vegetación boscosa y de protección natural con 55%, pastos cultivados con 20%, cultivos permanentes con 9%, cultivos transitorios con 9%, cultivos semipermanentes con 3% y cuerpos de agua con 2%.

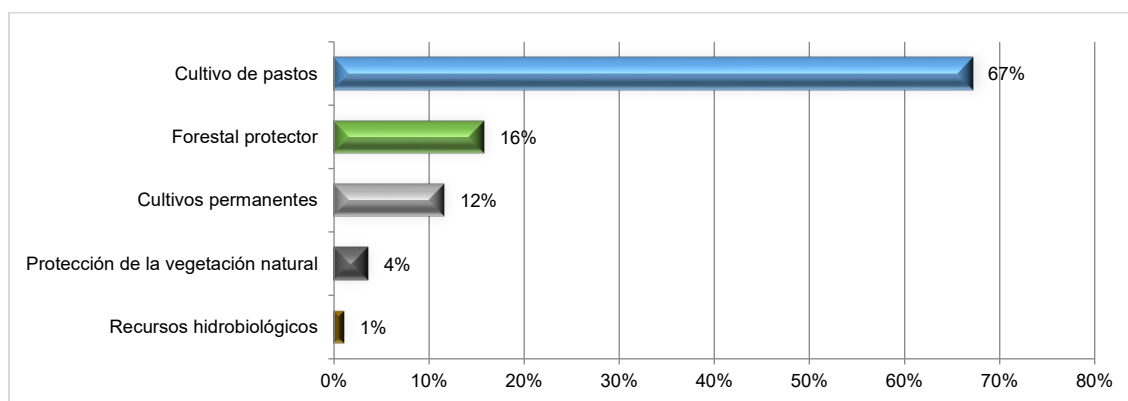


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Pescador

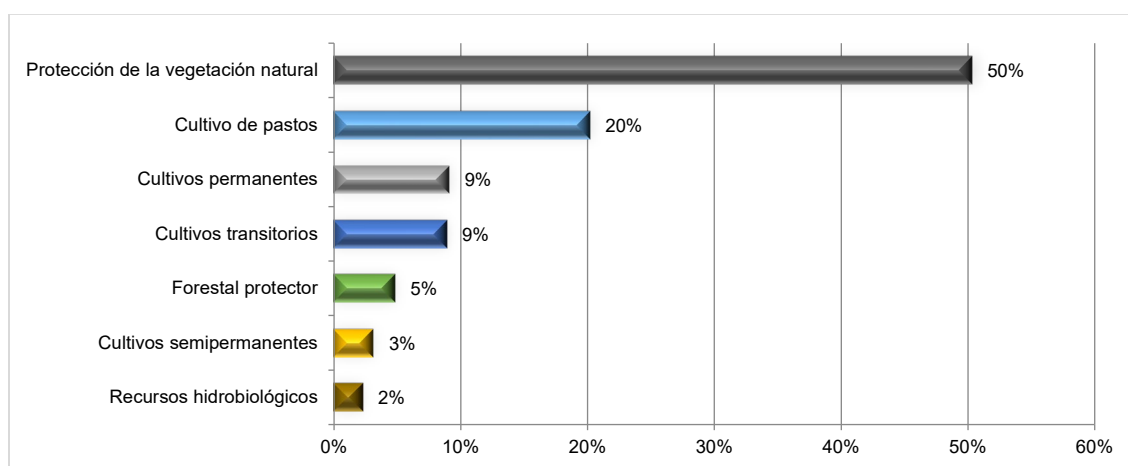


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Pescador

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 Pescador

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	73	58	76	74	76	73	78	66	74	71	68	71	859
Consumidora	85	71	88	85	87	84	90	81	85	82	78	82	999

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 Pescador.

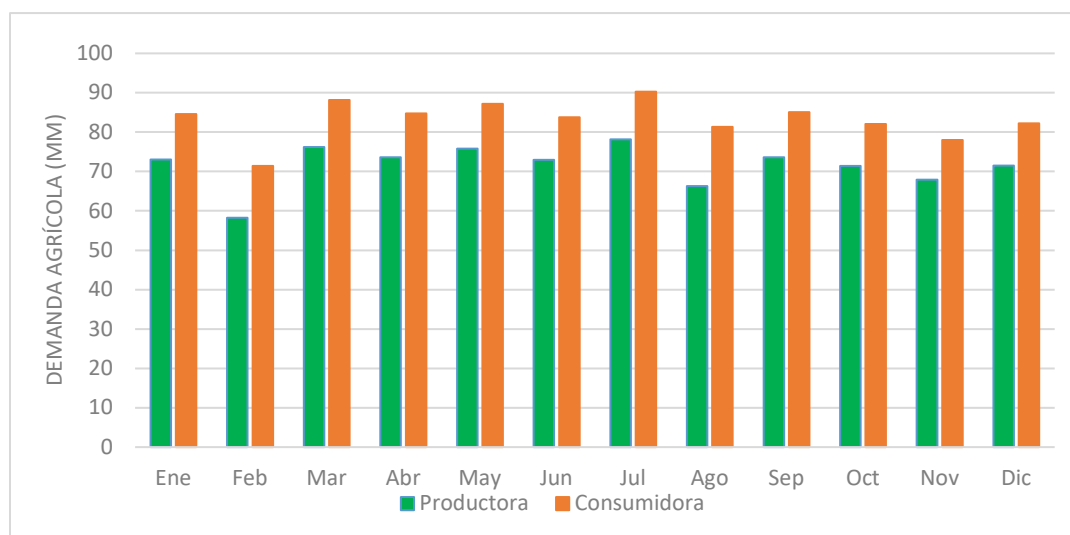


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Pescador

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 Pescador cuenta con 1.937 habitantes y la zona consumidora con 6.039. 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 Pescador (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Pescador

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Bolívar	Rural	10%	11.607	1.174
Productora	Roldanillo	Rural	8%	9.171	709
Productora	Trujillo	Rural	1%	10.369	54
Consumidora	Bolívar	Rural	9%	11.607	1.006
Consumidora	Bolívar	Rural	3%	11.607	345
Consumidora	Bolívar	Cabecera	100%	4.414	4.414
Consumidora	Roldanillo	Rural	3%	9.171	274

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Pescador

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,07
Consumidora	0,28	0,25	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	0,28	0,27	0,28	0,27	0,28	3,28

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 Pescador.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Pescador

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora													
D. Bovina	0,0502	0,0454	0,0502	0,0486	0,0502	0,0486	0,0502	0,0502	0,0486	0,0502	0,0486	0,0502	0,591
D. Caprina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
D. Equina	0,0027	0,0025	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,032
D. Ovina	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,005
D. Porcina	0,0055	0,0050	0,0055	0,0053	0,0055	0,0053	0,0055	0,0055	0,0053	0,0055	0,0053	0,0055	0,065
D. Aviar	0,1940	0,1752	0,1940	0,1878	0,1940	0,1878	0,1940	0,1940	0,1878	0,1940	0,1878	0,1940	2,284
Consumidora													
D. Bovina	0,0452	0,0408	0,0452	0,0437	0,0452	0,0437	0,0452	0,0452	0,0437	0,0452	0,0437	0,0452	0,532
D. Caprina	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
D. Equina	0,0023	0,0021	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,027
D. Ovina	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,005
D. Porcina	0,0033	0,0030	0,0033	0,0032	0,0033	0,0032	0,0033	0,0033	0,0032	0,0033	0,0032	0,0033	0,039
D. Aviar	0,0772	0,0697	0,0772	0,0747	0,0772	0,0747	0,0772	0,0772	0,0747	0,0772	0,0747	0,0772	0,909
Productora													
Consumidora													
Productora	0,25	0,23	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,25	0,24	0,25	2,98
Consumidora	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	1,51

3.4. Demanda de agua para uso industrial

La cuenca del río Pescador no presenta demanda industrial, debido a que gran parte de su superficie es utilizada para producción agropecuaria; además como se puede observar en el uso del suelo de la cuenca, no existen áreas con infraestructura industrial.

En la Tabla 5 se muestra la demanda industrial estimada para la zona consumidora del río Pescador.

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Pescador

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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 Pescador

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
67	73	109	157	137	82	65	57	104	155	164	103	1277
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
54	61	103	147	132	76	62	52	98	131	137	83	1134

En la cuenca del río Pescador, el régimen pluviométrico es bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre; así como dos periodos menos lluviosos en los meses diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto. La zona productora de la cuenca presenta su valor más bajo de precipitación media en el mes de agosto y alcanza su valor máximo en noviembre; mientras que en la zona consumidora el mes más lluvioso es abril y en agosto se registran los valores más bajos.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Pescador estuvo instrumentada por la estación limnigráfica La Florida, localizada en el estribo de la margen derecha, aguas abajo, del puente de la antigua carretera que de Bolívar conducía a La Primavera, zona que hoy ha sido inundada por el embalse. Esta estación posee datos desde el año 1.989 hasta el 2.000. Por lo tanto, debido a que no existen registros recientes de caudal en el río Pescador, la oferta de agua

superficial de esta cuenca se determinó adicionando los caudales registrados en los ríos Platanares y Calamar que se encuentran instrumentados por las estaciones Puente El Indio y La Peña respectivamente. La serie resultante corresponde al periodo 2006-2020.

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 Pescador bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Pescador

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	1,10	1,07	1,09	1,37	1,59	1,12	0,82	0,74	0,77	1,05	1,80	1,66	1,17
Seco	0,26	0,24	0,26	0,36	0,41	0,33	0,36	0,27	0,35	0,39	0,79	0,45	0,47
Húmedo	2,58	2,35	2,11	3,64	3,88	1,90	1,43	1,40	1,44	2,87	4,98	5,64	2,41

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 Pescador es de 28%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Pescador

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,31	0,30	0,30	0,38	0,44	0,31	0,23	0,21	0,22	0,29	0,50	0,46	0,33

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Pescador

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
20,97	18,50	20,78	25,46	30,39	20,76	15,72	14,07	14,24	20,16	33,32	31,73	266,09
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
5,06	4,18	5,02	6,65	7,91	6,02	6,83	5,19	6,41	7,43	14,67	8,70	84,06
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
49,29	40,62	40,31	67,43	74,28	35,15	27,39	26,87	26,60	54,96	92,25	107,94	643,08

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 Pescador es de 9,28 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Pescador

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
7,82	7,06	7,82	7,57	7,82	7,57	7,82	7,82	7,57	7,82	7,57	7,82	92,08

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 Pescador

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	-6	15	33	83	62	9	-13	-9	30	84	96	32	418
Consumidora	-31	-11	15	62	45	-8	-28	-29	13	49	59	1	135

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

	ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	21,0	18,5	20,8	25,5	30,4	20,8	15,7	14,1	14,2	20,2	33,3	31,7	266,1
O. Subterránea	7,8	7,1	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	92,1
O. TOTAL	28,8	25,6	28,6	33,0	38,2	28,3	23,5	21,9	21,8	28,0	40,9	39,5	358,2
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,3
D. Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
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	1,5
D. Agrícola	62,6	22,2	0,0	0,0	0,0	16,9	57,6	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0	218,6
D. TOTAL	63,1	22,5	0,4	0,4	0,4	17,3	58,0	59,7	0,4	0,4	0,4	0,4	223,4
BALANCE 2	-34,3	3,0	28,2	32,6	37,8	11,0	-34,4	-37,8	21,4	27,6	40,5	39,1	134,8
	ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO												
O. Superficial	5,1	4,2	5,0	6,7	7,9	6,0	6,8	5,2	6,4	7,4	14,7	8,7	84,1
O. Subterránea	7,8	7,1	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	92,1
O. TOTAL	12,9	11,2	12,8	14,2	15,7	13,6	14,6	13,0	14,0	15,3	22,2	16,5	176,1
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,3
D. Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
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	1,5
D. Agrícola	62,6	22,2	0,0	0,0	0,0	16,9	57,6	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0	218,6
D. TOTAL	63,1	22,5	0,4	0,4	0,4	17,3	58,0	59,7	0,4	0,4	0,4	0,4	223,4
BALANCE 2	-50,2	-11,3	12,4	13,8	15,3	-3,7	-43,3	-46,7	13,6	14,8	21,8	16,1	-47,3
	ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO												
O. Superficial	49,3	40,6	40,3	67,4	74,3	35,2	27,4	26,9	26,6	55,0	92,3	107,9	643,1
O. Subterránea	7,8	7,1	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	7,8	7,6	7,8	7,6	7,8	92,1
O. TOTAL	57,1	47,7	48,1	75,0	82,1	42,7	35,2	34,7	34,2	62,8	99,8	115,8	735,2
D. Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,3
D. Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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	1,5
D. Agrícola	62,6	22,2	0,0	0,0	0,0	16,9	57,6	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0	218,6
D. TOTAL	63,1	22,5	0,4	0,4	0,4	17,3	58,0	59,7	0,4	0,4	0,4	0,4	223,4
BALANCE 2	-5,9	25,2	47,7	74,6	81,7	25,4	-22,8	-25,0	33,8	62,4	99,4	115,4	511,8

Se puede observar que, en las tres condiciones de año hidrológico, los meses de enero, julio y agosto presentan déficit de agua. Esto se debe a que son meses que hacen parte de las temporadas secas del año, las cuales influyen en la disminución de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración. En las condiciones de año hidrológico normal, la demanda anual es de 223 mm y la oferta alcanza los 358 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 135 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Pescador se hace necesario implementar alternativas que permitan suplir las necesidades de agua en los meses que presentan déficit, 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.