

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO EL CERRITO

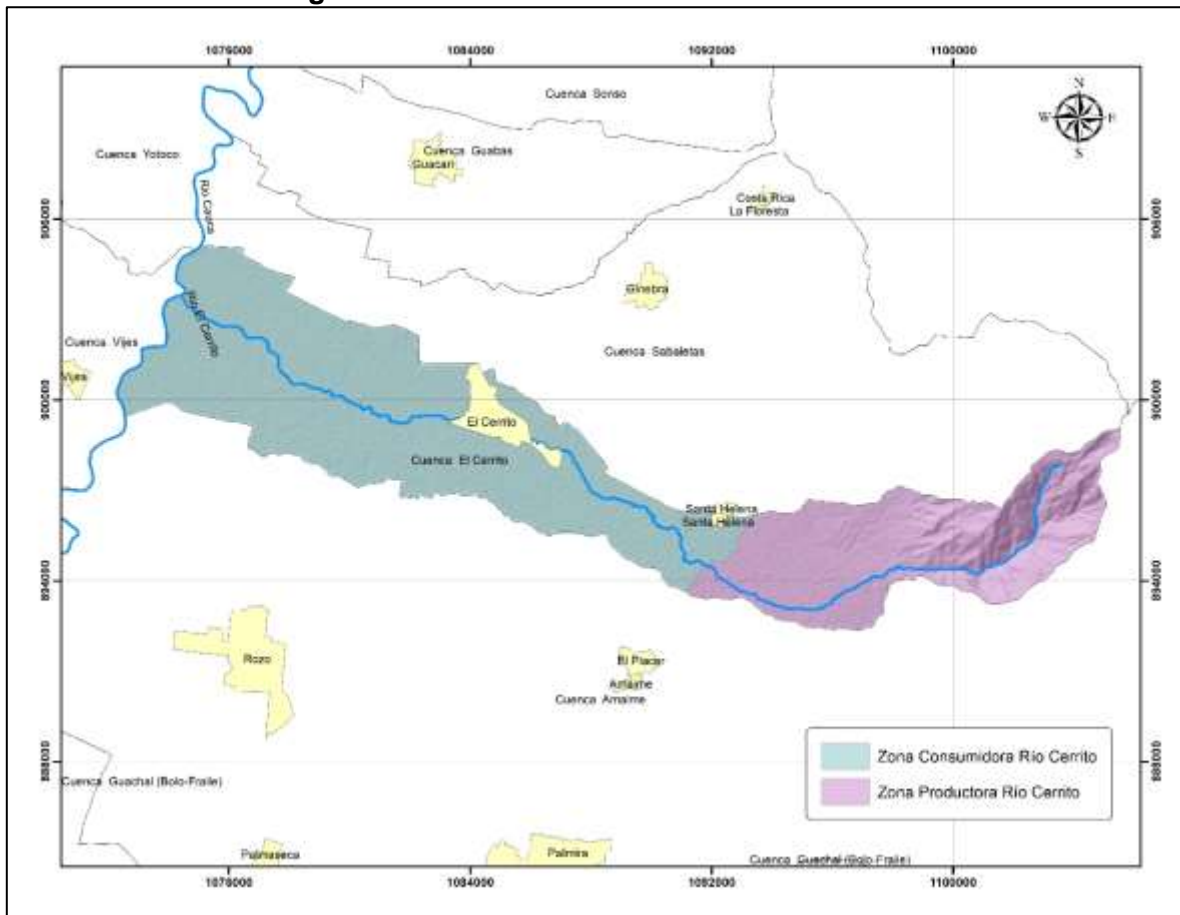
1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río El Cerrito posee un área de 12.643 has; limita al norte con la cuenca del río Sabaletas, al sur y oriente con la cuenca del río Amaime, y al occidente con el río Cauca. Las aguas del río El Cerrito son entregadas en la margen derecha del río Cauca.

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 un punto aguas arriba de la derivación de aguas para el acueducto El Cerrito, esta zona tiene un área aproximada de 4.404 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 8.238 has.

Figura 1. Localización cuenca del río El Cerrito.



2. USO DEL SUELO

De la información de uso y cobertura del suelo del año 2010, suministrada por el grupo de Sistemas de Información Ambiental de la Corporación, se puede determinar que el uso del suelo en la zona productora (gráfico 1), está representado principalmente por pastos para ganadería con 53% del área total, vegetación boscosa y de protección natural con 36%, cultivos permanentes con 6%, cultivos semipermanentes con 3% y cultivos transitorios con 2%. La zona consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (gráfico 2): cultivos permanentes con 85%, infraestructura residencial con 5%, pastos para ganadería con 5%, cultivos transitorios con 4%, y vegetación forestal con 1%.

Gráfico 1. Uso del suelo de la zona productora del río El Cerrito.

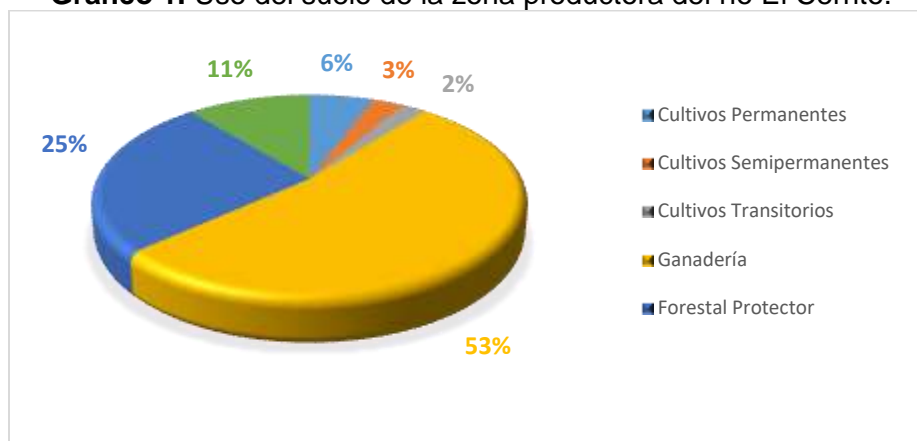
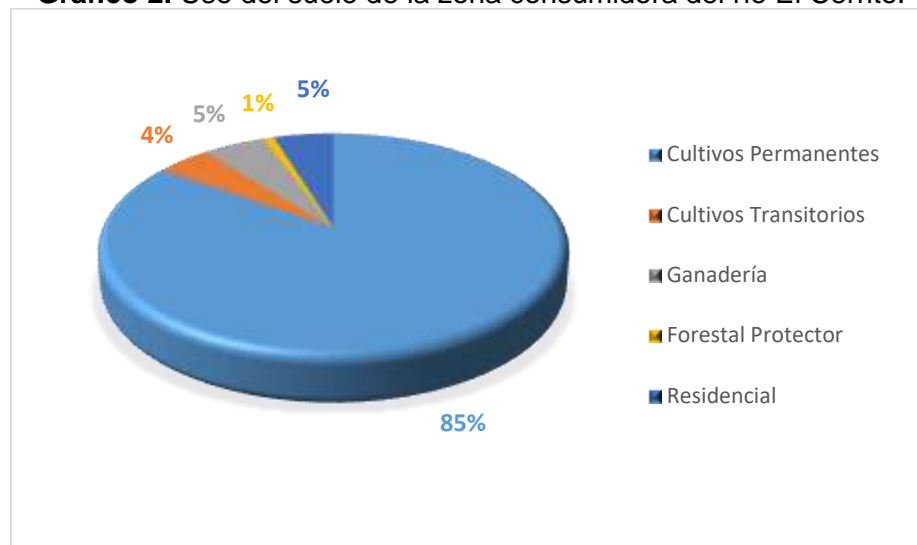


Gráfico 2. Uso del suelo de la zona consumidora del río El Cerrito.



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.

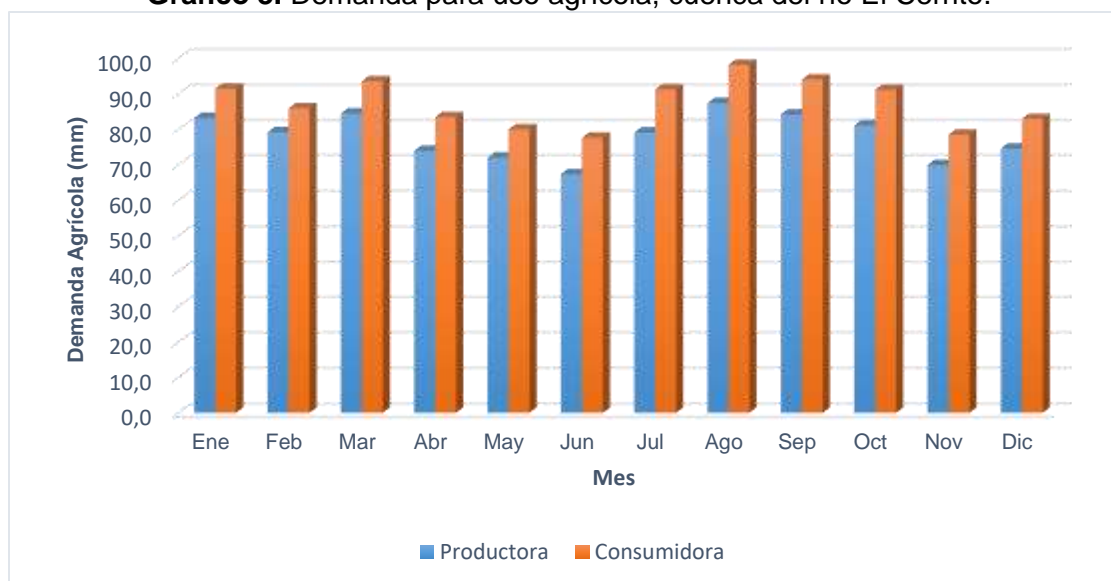
Tabla 1. Demanda para uso agrícola, cuenca del río El Cerrito.

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	83,2	79,2	84,5	73,9	72,0	67,3	79,1	87,4	84,2	81,1	69,9	74,6	935,6
Consumidora	91,5	85,9	93,6	83,4	80,0	77,6	91,3	98,2	94,1	91,2	78,5	83,0	1045,4

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 agosto, ya que este es el mes con mayores registros de evaporación.

En el gráfico 3, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en las zonas productora y consumidora de la cuenca del río El Cerrito.

Gráfico 3. Demanda para uso agrícola, cuenca del río El Cerrito.



3.2. Demanda de agua para uso doméstico

Para la estimación de esta demanda, se utilizó la información publicada por el DANE referente a las estimaciones y proyecciones de población del año 2005 al 2020 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 El Cerrito cuenta con 1.929 habitantes y la zona consumidora con 39.215. 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 El Cerrito (tabla 3).

Tabla 2. División política cuenca del río El Cerrito.

Cuenca	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2016	Hab. Cuenca
Zona Productora Río Cerrito	El Cerrito	Rural	9%	22.031	1.929
Zona Consumidora Río Cerrito	El Cerrito	Rural	16%	22.031	3.499
Zona Consumidora Río Cerrito	El Cerrito	Cabecera	100%	35.716	35.716

Tabla 3. Demanda de agua para uso doméstico, cuenca del río El Cerrito.

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,4
Consumidora	2,2	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	26,1

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 2016, 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 El Cerrito.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río El Cerrito.

Zona Productora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
D. Bovina	0,0372	0,0336	0,0372	0,0360	0,0372	0,0360	0,0372	0,0372	0,0360	0,0372	0,0360	0,0372	0,4382
D. Caprina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D. Equina	0,0013	0,0012	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0157
D. Ovina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0016
D. Porcina	0,0234	0,0212	0,0234	0,0227	0,0234	0,0227	0,0234	0,0234	0,0227	0,0234	0,0227	0,0234	0,2761
D. Aviar	0,2943	0,2658	0,2943	0,2848	0,2943	0,2848	0,2943	0,2943	0,2848	0,2943	0,2848	0,2943	3,4653
Zona Consumidora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
D. Bovina	0,0355	0,0321	0,0355	0,0344	0,0355	0,0344	0,0355	0,0355	0,0344	0,0355	0,0344	0,0355	0,4185
D. Caprina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D. Equina	0,0013	0,0012	0,0013	0,0012	0,0013	0,0012	0,0013	0,0013	0,0012	0,0013	0,0012	0,0013	0,0150
D. Ovina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0010
D. Porcina	0,0227	0,0205	0,0227	0,0220	0,0227	0,0220	0,0227	0,0227	0,0220	0,0227	0,0220	0,0227	0,2671
D. Aviar	0,2747	0,2481	0,2747	0,2659	0,2747	0,2659	0,2747	0,2747	0,2659	0,2747	0,2659	0,2747	3,2347
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
Productora	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	4,2
Consumidora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,9

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 2014, en el cual se reporta el volumen de agua consumido por las empresas inscritas; para la cuenca del río El Cerrito, se tuvo en cuenta el volumen de agua registrado para el municipio de El Cerrito, cuya cabecera municipal se ubica por completo dentro de la cuenca. El volumen de agua consumido por las industrias manufactureras del municipio de El Cerrito para el año 2014 fue de 3'447.191 m³/año.

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

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río El Cerrito.

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	3,6	3,2	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	41,8

3.5. Demanda Ambiental

La demanda ambiental se refiere a la utilización de agua en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos. Para determinar la demanda 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 El Cerrito es de 14%. En la tabla 6, se resumen los resultados del cálculo de la demanda ambiental para el río El Cerrito.

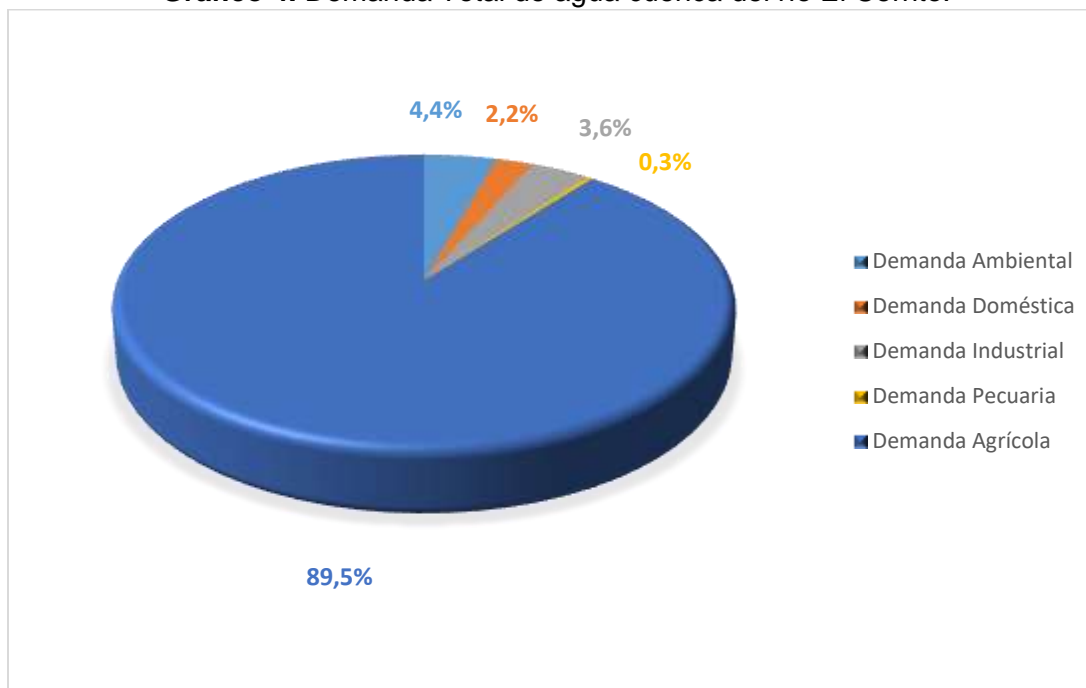
Tabla 6. Demanda ambiental, cuenca del río El Cerrito.

Demanda Ambiental (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
4,9	4,2	5,4	5,9	4,9	3,0	1,6	1,0	1,5	4,6	7,4	7,2	51,4

Es necesario aclarar que la demanda ambiental no se tiene en cuenta en el balance final, debido a que ya se consideró para calcular la oferta neta superficial.

La demanda de agua para uso agrícola, es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 89,5% (gráfico 4), lo sigue la demanda ambiental con un 4,4%, la industrial con 3,6%, la doméstica con 2,2% y finalmente la pecuaria con 0,3%.

Gráfico 4. Demanda Total de agua cuenca del río El Cerrito.



4. OFERTA DE AGUA

4.1. Precipitación

Se calculó la precipitación media mensual y anual multianual (período 1984-2014) para las zonas productora y consumidora de la cuenca por el método de las isoyetas; además de esto se calculó la precipitación efectiva media y la precipitación media asociada a una probabilidad de ocurrencia del 90%. Para calcular la precipitación efectiva, se utilizó el método propuesto por Cenicaña en el documento “*Manejo eficiente del riego en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca*” el cual consiste en calcular la precipitación media asociada a una probabilidad de ocurrencia del 75% y luego aplicar un factor establecido para cada mes del año. En la tabla 7 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 7. Precipitación media, cuenca del río El Cerrito.

Precipitación (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	Zona Productora												
Prec. Media	120	123	161	180	119	61	45	43	109	217	219	152	1.554
Prec. Efectiva	93	96	113	125	82	48	35	34	84	150	154	117	1.133
Prec. 90% Probabilidad	89	91	120	134	89	46	35	32	81	160	162	109	1.160
	Zona Consumidora												
Prec. Media	75	87	127	157	130	69	48	52	98	156	151	100	1.242
Prec. Efectiva	60	65	86	114	85	55	40	40	78	106	105	84	931
Prec. 90% Probabilidad	59	65	95	125	95	55	38	38	76	119	118	85	995

En la cuenca del río El Cerrito, 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 los meses julio y agosto, y alcanzan su valor máximo en los meses de noviembre y abril.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río El Cerrito no se encuentra instrumentada. Por lo tanto, con el propósito de conocer la oferta disponible por parte del río, se utilizó el modelo hidrológico lluvia-escurrientía HBV-IHMS. La simulación se realizó para el periodo 1984-2014. A la serie obtenida, se le restó el valor correspondiente al caudal ambiental, el cual fue calculado mediante el método descrito en el punto 3.5 (demanda ambiental). De esta manera, se obtuvo la serie de caudal **neto** mensual multianual que se muestra en la tabla 8.

Se puede observar que el mayor valor de caudal en el río El Cerrito, se presenta en el mes de noviembre, mientras que el mes con menos caudal es agosto.

Tabla 8. Oferta superficial, cuenca del río El Cerrito.

Caudal Neto Mensual Multianual (m3/s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,6	0,3	0,2	0,3	0,8	1,4	1,3	0,8
Oferta Superficial (mm)												
29,0	25,1	32,1	34,8	28,9	17,6	9,7	5,9	8,8	27,4	43,8	42,7	306,0

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 El Cerrito es de 51,13 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 9. Oferta subterránea, cuenca del río El Cerrito.

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
52,7	47,6	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	620,6

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 se desarrolló bajo tres escenarios de ocurrencia de la precipitación media, así:

- ◆ **Escenario 1.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y el aporte por precipitación media mensual.
- ◆ **Escenario 2.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y la precipitación efectiva.
- ◆ **Escenario 3.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y la precipitación correspondiente al 90% de probabilidad de ocurrencia.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 10. En el escenario de precipitación media, la zona productora presenta déficit de agua en los meses de junio, julio y agosto, con excedentes de 618 mm anuales; la zona consumidora presenta déficit de agua en los meses de enero, junio, julio y agosto, con excedentes de 197 mm anuales. Se puede observar que el escenario más crítico es el 2 (precipitación efectiva) ya que presenta un déficit anual de 114 mm en la zona consumidora.

Tabla 10. Balance 1, cuenca del río El Cerrito.

	Zona	Balance 1 (mm)												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Esc. 1	Productora	37	44	77	106	47	-7	-34	-45	24	136	149	77	618
	Consumidora	-16	1	33	74	50	-8	-43	-46	4	65	72	17	197
Esc. 2	Productora	10	17	29	51	10	-19	-44	-53	0	69	84	42	197
	Consumidora	-32	-21	-8	31	5	-23	-51	-58	-16	15	26	1	-114
Esc. 3	Productora	6	12	36	60	17	-21	-44	-55	-3	79	92	34	224
	Consumidora	-33	-21	1	42	15	-23	-53	-60	-18	28	39	2	-50

Como se puede observar, en la zona consumidora es necesario aplicar riego para cubrir los requerimientos de los cultivos en los meses de enero, junio, julio y agosto, ya que la precipitación no es suficiente para cubrir dichas necesidades.

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; los restantes se les supuso riego por aspersión, ya que no hay información detallada sobre cada uno de los cultivos asentados en el departamento.

En la tabla 11 se presenta el resultado del balance 2 para la cuenca del río El Cerrito, se puede observar que bajo las condiciones del escenario 1, la oferta total de agua (superficial y subterránea) es suficiente para cubrir las necesidades de agua de la cuenca, salvo en los meses de julio y agosto, que son los más susceptibles a cualquier aumento en la demanda. Anualmente la demanda es de 376 mm y la oferta alcanza los 926 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 550 mm.

Bajo las condiciones del escenario 2 y 3, el balance muestra un excedente anual de 296 mm y 297 mm respectivamente, sin embargo, la oferta no cubre las necesidades de agua en los meses de enero, julio y agosto.

Tabla 11. Balance 2, cuenca del río El Cerrito.

Escenario 1 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	29,0	25,1	32,1	34,8	28,9	17,6	9,7	5,9	8,8	27,4	43,8	42,7	306,0
Oferta Subterránea	52,7	47,6	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	620,6
OFERTA TOTAL	81,7	72,7	84,8	85,8	81,6	68,6	62,5	58,6	59,8	80,2	94,8	95,4	926,6
Demanda Doméstica	2,2	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	26,1
Demanda Industrial	3,6	3,2	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	41,8
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,9
Demanda Agrícola	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	115,0	123,7	0,0	0,0	0,0	0,0	304,7
DEMANDA TOTAL	49,9	5,5	6,1	5,9	6,1	28,1	121,1	129,8	5,9	6,1	5,9	6,1	376,5
BALANCE 2	31,8	67,2	78,7	79,9	75,5	40,5	-58,6	-71,1	53,9	74,1	88,9	89,3	550,1

Escenario 2 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	29,0	25,1	32,1	34,8	28,9	17,6	9,7	5,9	8,8	27,4	43,8	42,7	306,0
Oferta Subterránea	52,7	47,6	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	620,6
OFERTA TOTAL	81,7	72,7	84,8	85,8	81,6	68,6	62,5	58,6	59,8	80,2	94,8	95,4	926,6
Demanda Doméstica	2,2	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	26,1
Demanda Industrial	3,6	3,2	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	41,8
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,9
Demanda Agrícola	84,6	56,2	20,4	0,0	0,0	60,7	137,7	156,2	43,2	0,0	0,0	0,0	558,8
DEMANDA TOTAL	90,7	61,7	26,5	5,9	6,1	66,6	143,8	162,3	49,1	6,1	5,9	6,1	630,7
BALANCE 2	-9,0	11,0	58,4	79,9	75,5	2,0	-81,3	-103,6	10,8	74,1	88,9	89,3	295,9

Escenario 3 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	29,0	25,1	32,1	34,8	28,9	17,6	9,7	5,9	8,8	27,4	43,8	42,7	306,0
Oferta Subterránea	52,7	47,6	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	52,7	51,0	52,7	51,0	52,7	620,6
OFERTA TOTAL	81,7	72,7	84,8	85,8	81,6	68,6	62,5	58,6	59,8	80,2	94,8	95,4	926,6
Demanda Doméstica	2,2	2,0	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2	26,1
Demanda Industrial	3,6	3,2	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	3,6	3,4	3,6	3,4	3,6	41,8
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,9
Demanda Agrícola	87,3	56,2	0,0	0,0	0,0	60,7	143,0	161,5	48,5	0,0	0,0	0,0	557,2
DEMANDA TOTAL	93,4	61,7	6,1	5,9	6,1	66,6	149,1	167,6	54,4	6,1	5,9	6,1	629,1
BALANCE 2	-11,7	11,0	78,7	79,9	75,5	2,0	-86,7	-109,0	5,4	74,1	88,9	89,3	297,5

Dados los resultados anteriores en la cuenca del río El Cerrito se puede observar que la demanda agrícola es la que mayor presión ejerce sobre la disponibilidad del recurso hídrico; además se puede observar que gracias a la oferta subterránea no se presenta déficit de agua en algunos meses del año y en el balance anual. Por lo tanto, 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.