

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO CLARO

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Claro posee un área de 32.443 has, y está conformada por la subcuenca del río Claro y la subcuenca del río Guachinte; limita al norte con la cuenca del río Jamundí, al sur con la cuenca del río Timba, al occidente con las cuencas de los ríos Anchicayá y Cajambre y al oriente con el río Cauca.

El río Claro nace en las estribaciones de la cordillera occidental entre los límites de los municipios de Buenaventura, Jamundí y Cali, dentro del Parque Nacional Natural Los Farallones a 3.500 msnm aproximadamente. El río desemboca en la margen izquierda del río Cauca, 100 metros aguas arriba del puente Valencia sobre la carretera Panamericana, en cercanías del corregimiento del Paso de la Bolsa, después de un recorrido aproximado de 127 Kilómetros. El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución DG 613 del 25 de octubre de 2001.

El río Guachinte nace en las estribaciones de la cordillera occidental, en la cuchilla del Mirador, a una altura de 1.700 msnm aproximadamente; corre en sentido occidente-oriental, tiene un recorrido total de 33,8 kilómetros, de los cuales 21 kilómetros los hace en la zona plana. Desemboca en el río Claro, 450 metros aguas arriba de la desembocadura de éste al río Cauca. El uso de las aguas del río Guachinte se encuentra reglamentado por la resolución DE 2766 de agosto de 1.983.

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 primera derivación de aguas, acequia Los Guayabos e incluye la zona de producción del río Guachinte, la cual se extiende desde el nacimiento del río hasta la cota 985 msnm; cuenta con un área aproximada de 13.613 has. La zona consumidora comprende desde el punto de cierre de la zona productora hasta la desembocadura de la corriente en la margen izquierda del río Cauca, cuenta con un área 18.830 has.

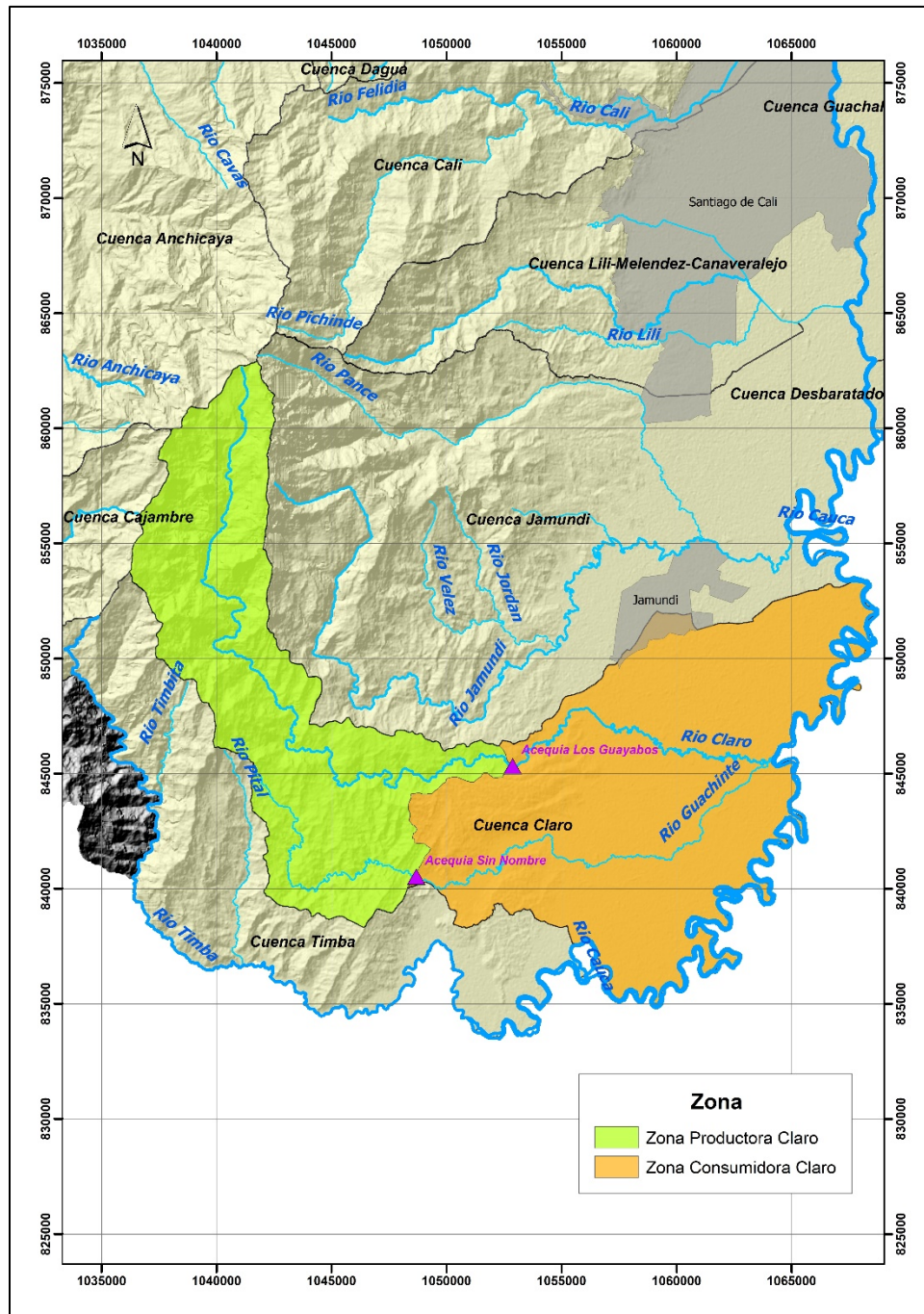


Figura 1. Localización cuenca del río Claro

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 60% del área total, pastos cultivados con 25%, cultivos permanentes con 8% y cultivos mixtos con 4%. La zona consumidora tiene distribuido porcentualmente

el uso del suelo así (Figura 3): cultivos permanentes con 48%, pastos cultivados con 18%, vegetación boscosa y de protección natural con 13% y cultivos transitorios con 6%.

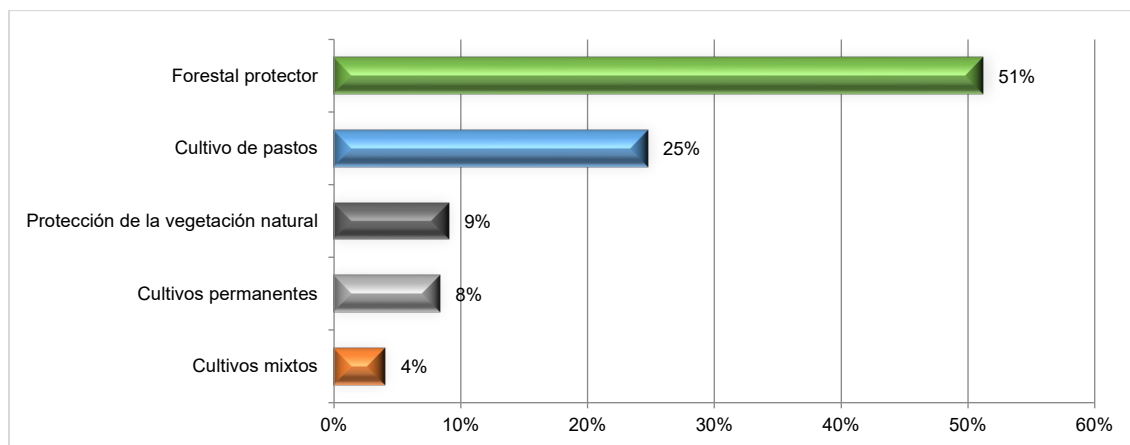


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Claro

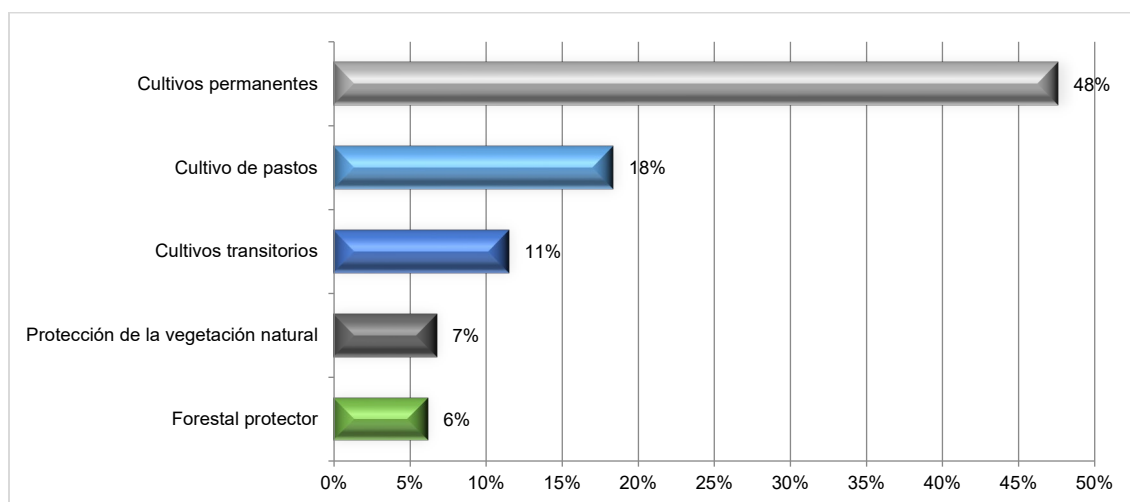


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Claro

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 Claro

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	68	53	71	68	70	68	73	61	70	68	64	67	802
Consumidora	86	74	89	86	88	85	92	85	89	85	80	84	1023

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 Claro.

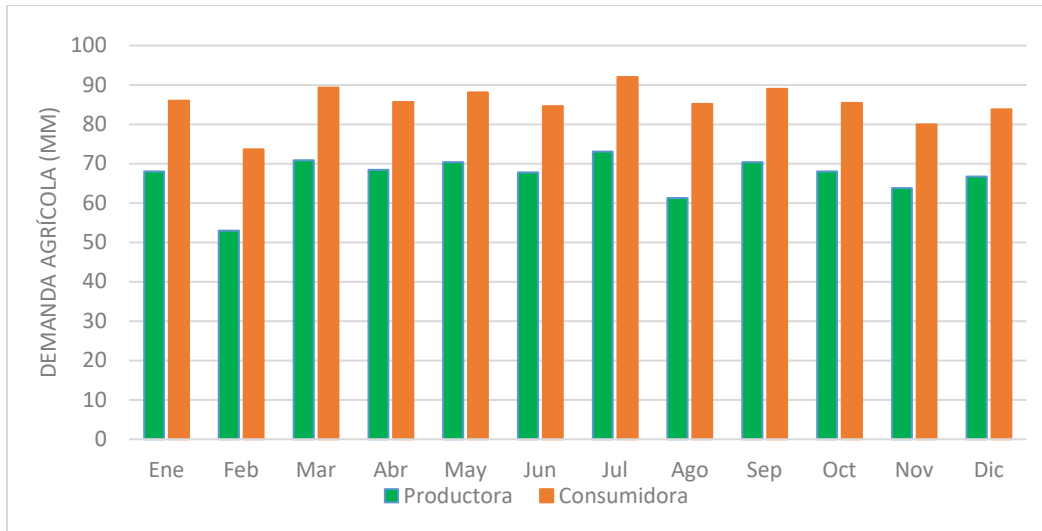


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Claro

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 Claro cuenta con 7.639 habitantes y la zona consumidora con 31.374. 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 Claro (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Claro

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Jamundí	Rural	21%	36.262	7.639
Consumidora	Jamundí	Rural	29%	36.262	10.431
Consumidora	Jamundí	Cabecera	17%	123.615	20.944

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Claro

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,26	0,24	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	3,07
Consumidora	0,77	0,70	0,77	0,75	0,77	0,75	0,77	0,77	0,75	0,77	0,75	0,77	9,12

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 Claro.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Claro

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora													
D. Bovina	0,0299	0,0270	0,0299	0,0290	0,0299	0,0290	0,0299	0,0299	0,0290	0,0299	0,0290	0,0299	0,352
D. Caprina	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,002
D. Equina	0,0039	0,0036	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,046
D. Ovina	0,0012	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,014
D. Porcina	0,0069	0,0063	0,0069	0,0067	0,0069	0,0067	0,0069	0,0069	0,0067	0,0069	0,0067	0,0069	0,082
D. Aviar	1,4864	1,3426	1,4864	1,4385	1,4864	1,4385	1,4864	1,4864	1,4385	1,4864	1,4385	1,4864	17,501
Consumidora													
D. Bovina	0,0295	0,0267	0,0295	0,0286	0,0295	0,0286	0,0295	0,0295	0,0286	0,0295	0,0286	0,0295	0,348
D. Caprina	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,002
D. Equina	0,0039	0,0035	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,0039	0,0038	0,0039	0,0038	0,0039	0,046
D. Ovina	0,0012	0,0010	0,0012	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012	0,014
D. Porcina	0,0069	0,0062	0,0069	0,0066	0,0069	0,0066	0,0069	0,0069	0,0066	0,0069	0,0066	0,0069	0,081
D. Aviar	1,4672	1,3252	1,4672	1,4199	1,4672	1,4199	1,4672	1,4672	1,4199	1,4672	1,4199	1,4672	17,275
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	1,53	1,38	1,53	1,48	1,53	1,48	1,53	1,53	1,48	1,53	1,48	1,53	18,00
Consumidora	1,51	1,36	1,51	1,46	1,51	1,46	1,51	1,51	1,46	1,51	1,46	1,51	17,77

3.4. Demanda de agua para uso industrial

La demanda de agua para uso industrial se estimó con base en las concesiones de agua superficial y subterránea otorgadas para este uso en esta cuenca y que se encuentran vigentes a la fecha. El volumen de agua concesionado en la cuenca del río Claro es de 3'263.976 m³/año.

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

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Claro

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	1,47	1,33	1,47	1,42	1,47	1,42	1,47	1,47	1,42	1,47	1,42	1,47	17,33

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 Claro

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
226	217	278	365	315	194	122	102	195	336	366	260	2994
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
168	172	229	293	248	137	87	72	147	252	290	193	2273

En la cuenca del río Claro, 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. La zona productora presenta su valor más bajo de precipitación media en el mes de agosto y alcanza su valor máximo en el mes de noviembre; por su parte, en la zona consumidora el mes más lluvioso es abril y agosto es el de los registros más bajos.

4.2. Agua superficial

El Río Claro se encuentra instrumentada desde el año 1.951 por la estación limnigráfica La Luisa, localizada a una altura de 1.031 msnm aproximadamente, muy cerca al punto de cierre de la zona productora. El río Guachinte no se encuentra instrumentado, por lo tanto, para estimar la oferta de agua superficial de esta corriente, se realizó una transposición de caudales con base en los datos diarios registrados en la estación La Luisa. La serie de

caudales diarios de la cuenca del Río Claro resulta de la suma de los datos registrados en la estación La Luisa con los caudales generados mediante transposición para el río Guachinte en el periodo 1984-2021.

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

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Claro

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	6,81	6,64	7,51	10,25	10,46	7,29	4,15	3,00	4,20	8,11	10,93	8,77	7,34
Seco	1,46	1,31	2,00	4,49	4,52	3,21	1,45	0,77	0,82	3,08	3,88	3,43	4,65
Húmedo	13,93	12,80	14,31	16,60	16,45	13,14	10,04	7,92	11,31	15,60	17,03	16,96	10,87

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 Claro es de 19%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Claro

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1,29	1,26	1,43	1,95	1,99	1,39	0,79	0,57	0,80	1,54	2,08	1,67	1,40

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Claro

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
78,50	69,05	86,58	114,27	120,55	81,31	47,80	34,55	46,83	93,46	121,88	101,04	995,81
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
16,77	13,61	23,09	50,11	52,08	35,83	16,69	8,86	9,14	35,52	43,21	39,50	344,41
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
160,47	133,23	164,93	185,06	189,58	146,48	115,63	91,20	126,15	179,69	189,91	195,44	1877,8

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 Claro es de 42,52 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Claro

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
19,18	17,32	19,18	18,56	19,18	18,56	19,18	19,18	18,56	19,18	18,56	19,18	225,81

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 Claro

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	158	164	207	296	245	126	49	40	125	268	302	193	2192
Consumidora	82	98	140	207	160	53	-5	-13	58	166	210	109	1250

El balance 1 muestra déficit de agua en la zona consumidora para los meses de julio y agosto. La zona productora no presenta déficit de agua.

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 Claro

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	78,5	69,0	86,6	114,3	120,6	81,3	47,8	34,6	46,8	93,5	121,9	101,0	995,8
O. Subterránea	19,2	17,3	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	225,8
O. TOTAL	97,7	86,4	105,8	132,8	139,7	99,9	67,0	53,7	65,4	112,6	140,4	120,2	1221,6
D. Doméstica	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	9,1
D. Industrial	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	17,3
D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	17,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6
D. TOTAL	3,8	3,4	3,8	3,6	3,8	3,6	17,1	36,9	3,6	3,8	3,6	3,8	90,8
BALANCE 2	93,9	83,0	102,0	129,2	136,0	96,2	49,9	16,8	61,8	108,9	136,8	116,5	1130,8
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	16,8	13,6	23,1	50,1	52,1	35,8	16,7	8,9	9,1	35,5	43,2	39,5	344,4
O. Subterránea	19,2	17,3	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	225,8
O. TOTAL	36,0	30,9	42,3	68,7	71,3	54,4	35,9	28,0	27,7	54,7	61,8	58,7	570,2
D. Doméstica	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	9,1
D. Industrial	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	17,3
D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	17,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6
D. TOTAL	3,8	3,4	3,8	3,6	3,8	3,6	17,1	36,9	3,6	3,8	3,6	3,8	90,8
BALANCE 2	32,2	27,5	38,5	65,0	67,5	50,8	18,7	-8,9	24,1	50,9	58,1	54,9	479,4
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	160,5	133,2	164,9	185,1	189,6	146,5	115,6	91,2	126,2	179,7	189,9	195,4	1877,8
O. Subterránea	19,2	17,3	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	19,2	18,6	19,2	18,6	19,2	225,8
O. TOTAL	179,7	150,6	184,1	203,6	208,8	165,0	134,8	110,4	144,7	198,9	208,5	214,6	2103,6
D. Doméstica	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	9,1
D. Industrial	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	17,3

D. Pecuaria	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	17,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6
D. TOTAL	3,8	3,4	3,8	3,6	3,8	3,6	17,1	36,9	3,6	3,8	3,6	3,8	90,8
BALANCE 2	175,9	147,2	180,3	200,0	205,0	161,4	117,7	73,4	141,1	195,1	204,8	210,9	2012,8

Se puede observar que, en las tres condiciones de año hidrológico, se presentan excedentes de agua para todos los meses del año, con excepción del mes de agosto en la condición de año hidrológico seco. En la condición de año hidrológico normal, la demanda anual es de 91 mm y la oferta alcanza los 1.222 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 1.131 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede observar que en la cuenca del río Claro la oferta de agua superficial y subterránea es buena con respecto a la demanda. Sin embargo, hay meses con excedentes bajos, que ante un aumento en la demanda podrían presentar déficit de agua. Por esto, se hace necesario realizar un seguimiento constante sobre los usuarios del recurso hídrico en la cuenca, así como implementar alternativas que permitan suplir las necesidades de agua en los meses más críticos, 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.