

# BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO GUACHAL

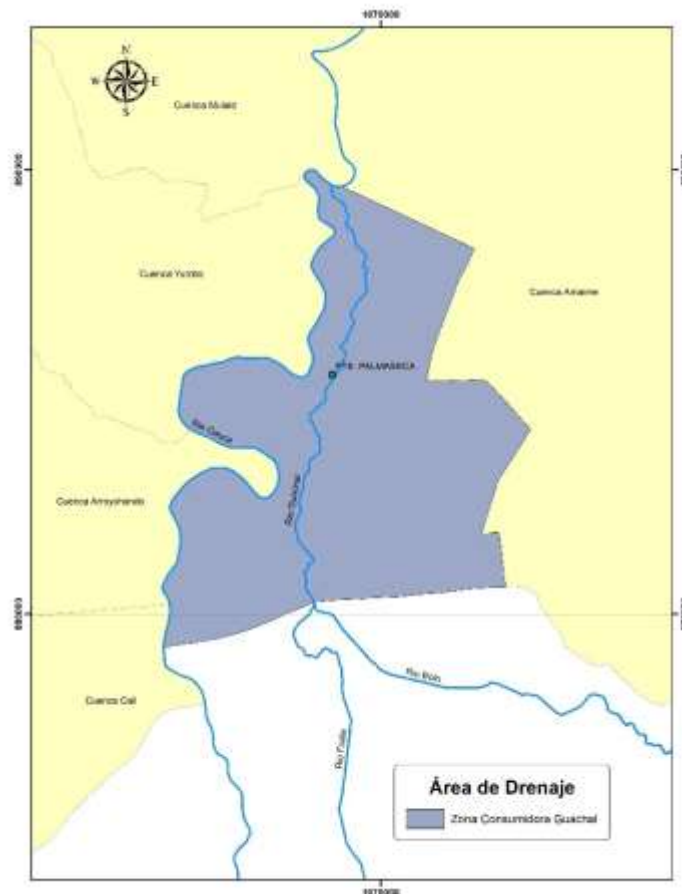
## 1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Guachal es una cuenca de cuarto orden, pertenece a la cuenca del río Guachal, pero debido a su interés económico se realiza el estudio independiente de ella. La cuenca posee un área de 4.884 has; limita al norte con la cuenca de la quebrada Mulaló, al sur con las cuencas de los ríos Bolo y Fraile, al oriente con la cuenca del río Amaime y al occidente con el río Cauca.

El río Guachal nace de la confluencia de los ríos Bolo y Fraile y desemboca 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, se consideró toda su área, a la cual se le denominó zona consumidora (figura 1). La zona consumidora comprende desde el nacimiento del río en la confluencia de los ríos Bolo y Fraile, hasta la desembocadura de la corriente en el río Cauca, cuenta con un área 4.884 has.

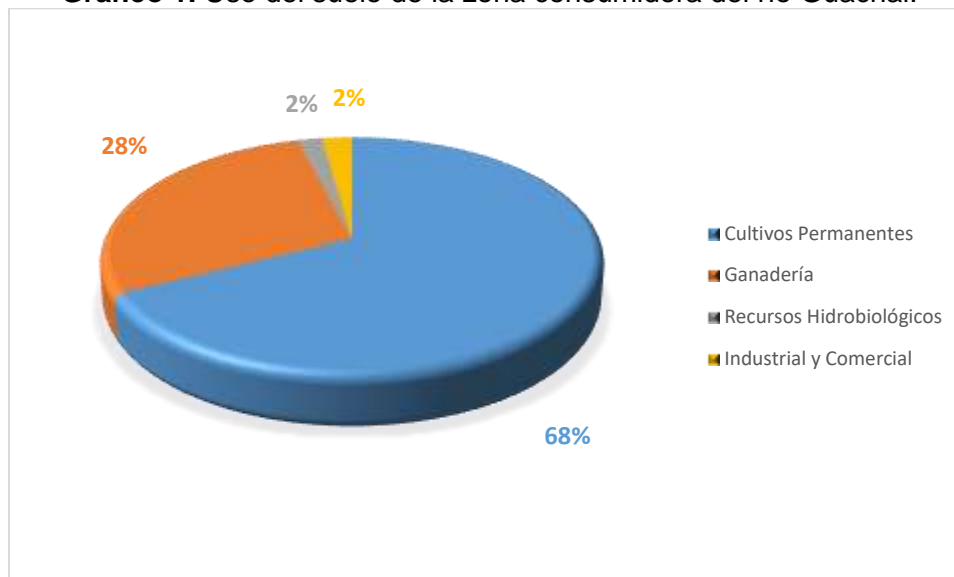
**Figura 1.** Localización cuenca del río Guachal.



## 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 consumidora (gráfico 1), está representado principalmente por cultivos permanentes con 68% del área total, pastos para ganadería con 28%, cuerpos de agua, e infraestructura industrial con 2% cada una.

**Gráfico 1.** Uso del suelo de la zona consumidora del río Guachal.



## 3. DEMANDA DE AGUA

### 3.1. Demanda de agua para uso agrícola

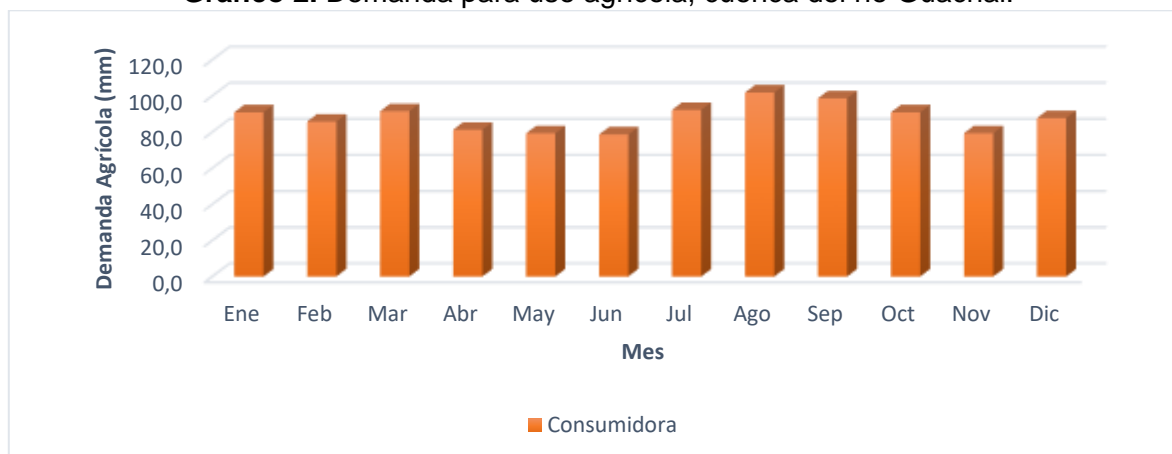
Para la estimación de esta demanda, se tomaron las coberturas de cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios, mixtos y el pasto de corte. En la tabla 1, se resume la demanda agrícola para la zona consumidora.

**Tabla 1.** Demanda para uso agrícola, cuenca del río Guachal.

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	90,9	85,8	91,6	81,2	79,3	78,7	92,2	101,9	98,6	90,9	79,3	87,7	1.056,7

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es bastante alta, debido a la presencia de grandes áreas cultivadas con necesidad de riego, principalmente caña de azúcar. El valor máximo de demanda agrícola se presenta en el mes de agosto, ya que este es el mes con mayores registros de evaporación.

En el gráfico 2, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en la zona consumidora de la cuenca del río Guachal.

**Gráfico 2.** Demanda para uso agrícola, cuenca del río Guachal.

### 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 consumidora del río Guachal cuenta con 3.010 habitantes. 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 Guachal (tabla 3).

**Tabla 2.** División política cuenca del río Guachal.

Cuenca	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2016	Hab. Cuenca
Zona Consumidora Guachal	Palmira	Rural	5%	60.738	3.010

**Tabla 3.** Demanda de agua para uso doméstico, cuenca del río Guachal.

Zona	Demanda Doméstica (mm)												Anual	
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
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	0,3	3,4

### 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 Guachal.

**Tabla 4.** Demanda pecuaria, cuenca del río Guachal.

Zona Consumidora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
D. Bovina	0,0349	0,0316	0,0349	0,0338	0,0349	0,0338	0,0349	0,0349	0,0338	0,0349	0,0338	0,0349	0,4115
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	0,0006
D. Equina	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0144
D. Ovina	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0032
D. Porcina	0,0589	0,0532	0,0589	0,0570	0,0589	0,0570	0,0589	0,0589	0,0570	0,0589	0,0570	0,0589	0,6935
D. Aviar	0,6342	0,5728	0,6342	0,6137	0,6342	0,6137	0,6342	0,6342	0,6137	0,6342	0,6137	0,6342	7,4672

Zona Consumidora	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,6

### 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 Guachal es de 9'019.296 m<sup>3</sup>/año.

En la tabla 5 se muestra la demanda industrial estimada para la zona consumidora del río Guachal.

**Tabla 5.** Demanda industrial, cuenca del río Guachal.

Zona Consumidora	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	15,7	14,2	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	184,7

### 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 Guachal es de 16%. En la tabla 6, se resumen los resultados del cálculo de la demanda ambiental para el río Guachal.

**Tabla 6.** Demanda ambiental, cuenca del río Guachal.

Demanda Ambiental (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
90,3	68,4	91,4	93,9	88,8	44,8	0,0	0,0	24,6	82,0	131,3	118,9	834,6

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 50,6% (gráfico 3), lo sigue la demanda ambiental con un 40,0%, la industrial con 8,8%, la pecuaria con 0,4% y la doméstica con 0,2%

**Gráfico 3.** Demanda Total de agua cuenca del río Guachal.



## 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 Guachal.

Precipitación (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	Zona Consumidora												
<b>Prec. Media</b>	70	70	110	151	121	70	50	50	70	112	130	90	1.058
<b>Prec. Efectiva</b>	50	50	70	110	90	50	30	30	50	90	90	70	750
<b>Prec. 90% Probabilidad</b>	50	50	70	110	90	50	30	30	50	90	90	70	758

La zona consumidora de la cuenca del río Guachal presenta un régimen pluviométrico bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y octubre-noviembre-diciembre; y dos periodos menos lluviosos en los meses enero-febrero y junio-julio-agosto-septiembre. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de julio, mientras que el valor máximo se registra en abril.

#### 4.2. Agua superficial

La oferta de agua superficial de la cuenca del río Guachal está compuesta por el caudal disponible en los ríos Bolo, Fraile y Párraga, después de que en cada cuenca se hace el aprovechamiento de la corriente; para ello, se tuvieron en cuenta los balances oferta-demanda de agua en cada una de ellas. El caudal medio mensual se obtiene de la sumatoria de los caudales remanentes en los ríos Bolo, Fraile y Párraga. 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.

**Tabla 8.** Oferta superficial, cuenca del río Guachal.

Caudal Neto Mensual Multianual (m3/s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
8,65	7,25	8,75	9,29	8,50	4,44	0,00	0,00	2,44	7,85	12,99	11,39	6,79
Oferta Superficial (mm)												
474,3	359,3	479,7	492,9	466,4	235,5	0,0	0,0	129,3	430,6	689,3	624,5	4.381,8

#### 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 Guachal es de 58 Mm<sup>3</sup>/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

**Tabla 9.** Oferta subterránea, cuenca del río Guachal.

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1.187,6

## 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 consumidora presenta déficit de agua en los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y septiembre, con un excedente de tan solo 1 mm anual. Se puede observar que el escenario más crítico es el 2 (precipitación efectiva) ya que presenta un mayor déficit anual de agua.

**Tabla 10.** Balance 1, cuenca del río Guachal.

Zona	Balance 1 (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Esc. 1 Consumidora	-21	-16	18	70	42	-9	-42	-52	-29	21	51	2	1
Esc. 2 Consumidora	-41	-36	-22	29	11	-29	-62	-72	-49	-1	11	-18	-307
Esc. 3 Consumidora	-41	-36	-22	29	11	-29	-62	-72	-49	-1	11	-18	-299

Como se puede observar, es necesario aplicar riego para cubrir los requerimientos de los cultivos en varios meses del año, 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; a 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 Guachal, 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, excepto en los meses de julio y agosto. Anualmente la demanda es de 623 mm y la oferta alcanza los 5.569 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 4.946 mm. Bajo las condiciones del escenario 2 y 3, el balance muestra un excedente anual de 4.540 mm, con déficit de agua en los meses de julio y agosto.

**Tabla 11. Balance 2, cuenca del río Guachal.**

Escenario 1 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	474,3	359,3	479,7	492,9	466,4	235,5	0,0	0,0	129,3	430,6	689,3	624,5	4381,8
Oferta Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
<b>OFERTA TOTAL</b>	<b>575,2</b>	<b>450,4</b>	<b>580,6</b>	<b>590,5</b>	<b>567,3</b>	<b>333,1</b>	<b>100,9</b>	<b>100,9</b>	<b>226,9</b>	<b>531,4</b>	<b>786,9</b>	<b>725,3</b>	<b>5569,4</b>
Demanda 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	3,4
Demanda Industrial	15,7	14,2	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	184,7
Demanda Pecuaria	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,6
Demanda Agrícola	53,0	40,0	0,0	0,0	0,0	22,0	107,0	131,6	72,7	0,0	0,0	0,0	426,2
<b>DEMANDA TOTAL</b>	<b>69,7</b>	<b>55,0</b>	<b>16,7</b>	<b>16,2</b>	<b>16,7</b>	<b>38,1</b>	<b>123,7</b>	<b>148,3</b>	<b>88,8</b>	<b>16,7</b>	<b>16,2</b>	<b>16,7</b>	<b>622,9</b>
<b>BALANCE 2</b>	<b>505,4</b>	<b>395,4</b>	<b>563,9</b>	<b>574,4</b>	<b>550,6</b>	<b>294,9</b>	<b>-22,9</b>	<b>-47,4</b>	<b>138,1</b>	<b>514,7</b>	<b>770,8</b>	<b>708,6</b>	<b>4946,5</b>
Escenario 2 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	474,3	359,3	479,7	492,9	466,4	235,5	0,0	0,0	129,3	430,6	689,3	624,5	4381,8
Oferta Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
<b>OFERTA TOTAL</b>	<b>575,2</b>	<b>450,4</b>	<b>580,6</b>	<b>590,5</b>	<b>567,3</b>	<b>333,1</b>	<b>100,9</b>	<b>100,9</b>	<b>226,9</b>	<b>531,4</b>	<b>786,9</b>	<b>725,3</b>	<b>5569,4</b>
Demanda 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	3,4
Demanda Industrial	15,7	14,2	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	184,7
Demanda Pecuaria	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,6
Demanda Agrícola	103,8	90,7	54,7	0,0	0,0	72,7	157,8	182,3	123,4	2,3	0,0	44,9	832,5
<b>DEMANDA TOTAL</b>	<b>120,5</b>	<b>105,8</b>	<b>71,4</b>	<b>16,2</b>	<b>16,7</b>	<b>88,9</b>	<b>174,5</b>	<b>199,0</b>	<b>139,6</b>	<b>19,0</b>	<b>16,2</b>	<b>61,6</b>	<b>1029,1</b>
<b>BALANCE 2</b>	<b>454,7</b>	<b>344,6</b>	<b>509,2</b>	<b>574,4</b>	<b>550,6</b>	<b>244,2</b>	<b>-73,6</b>	<b>-98,1</b>	<b>87,4</b>	<b>512,4</b>	<b>770,8</b>	<b>663,8</b>	<b>4540,2</b>
Escenario 3 (mm)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	474,3	359,3	479,7	492,9	466,4	235,5	0,0	0,0	129,3	430,6	689,3	624,5	4381,8
Oferta Subterránea	100,9	91,1	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	100,9	97,6	100,9	97,6	100,9	1187,6
<b>OFERTA TOTAL</b>	<b>575,2</b>	<b>450,4</b>	<b>580,6</b>	<b>590,5</b>	<b>567,3</b>	<b>333,1</b>	<b>100,9</b>	<b>100,9</b>	<b>226,9</b>	<b>531,4</b>	<b>786,9</b>	<b>725,3</b>	<b>5569,4</b>
Demanda 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	3,4
Demanda Industrial	15,7	14,2	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	15,7	15,2	15,7	15,2	15,7	184,7
Demanda Pecuaria	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	8,6
Demanda Agrícola	103,8	90,7	54,7	0,0	0,0	72,7	157,8	182,3	123,4	2,3	0,0	44,9	832,5
<b>DEMANDA TOTAL</b>	<b>120,5</b>	<b>105,8</b>	<b>71,4</b>	<b>16,2</b>	<b>16,7</b>	<b>88,9</b>	<b>174,5</b>	<b>199,0</b>	<b>139,6</b>	<b>19,0</b>	<b>16,2</b>	<b>61,6</b>	<b>1029,1</b>
<b>BALANCE 2</b>	<b>454,7</b>	<b>344,6</b>	<b>509,2</b>	<b>574,4</b>	<b>550,6</b>	<b>244,2</b>	<b>-73,6</b>	<b>-98,1</b>	<b>87,4</b>	<b>512,4</b>	<b>770,8</b>	<b>663,8</b>	<b>4540,2</b>



De acuerdo con los resultados del balance 2, la cuenca del río Guachal presenta déficit de agua en dos meses del año, así como un bajo excedente en el mes de septiembre. Teniendo en cuenta que casi el 70% del área de la cuenca corresponde a producción agrícola (principalmente caña de azúcar), se hace necesario un buen manejo y gestión del recurso hídrico, con el fin de aumentar las eficiencias de captación, almacenamiento y aplicación de los sistemas de riego de los cultivos.