

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DE LA QUEBRADA OBANDO

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca de la quebrada Obando posee un área de 28.228 has; limita al norte y oriente con la cuenca del río La Vieja, al sur con la cuenca de la quebrada Los Micos y al occidente con el río Cauca, la cuenca RUT y la cuenca del río Chanco.

El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la CVC, a través de resoluciones individuales.

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 Obando, esta zona tiene un área aproximada de 3.452 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 24.776 has.

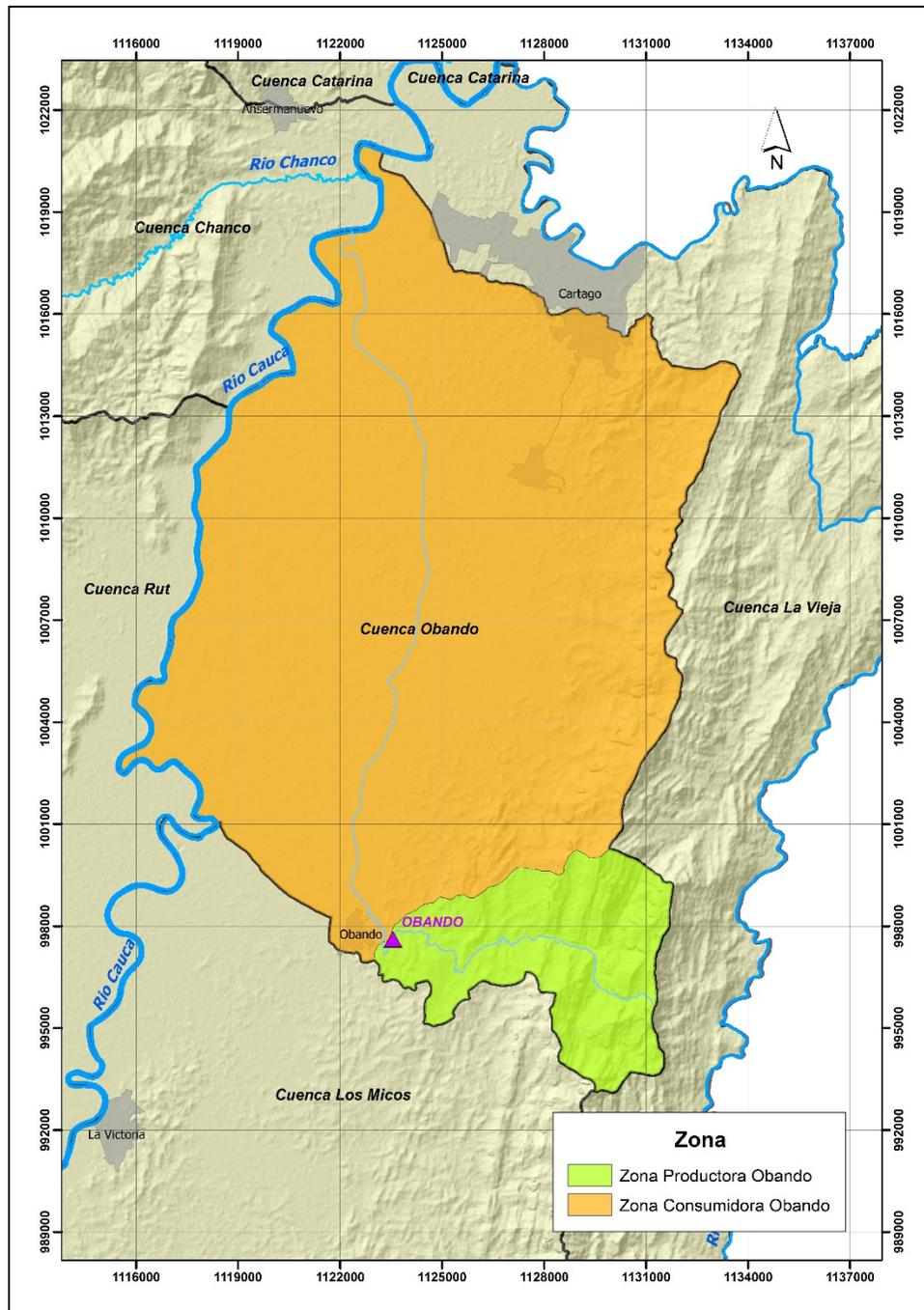


Figura 1. Localización cuenca de la quebrada Obando

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 50% del área total, vegetación boscosa y de protección natural con 33%, cultivos permanentes con 14% y cultivos mixtos con 1%. La zona consumidora tiene distribuido

porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): cultivos permanentes con 44%, pastos cultivados con 31%, vegetación boscosa y de protección natural con 10%, cultivos transitorios con 7%, cuerpos de agua con 4% e infraestructura residencial con 1%.

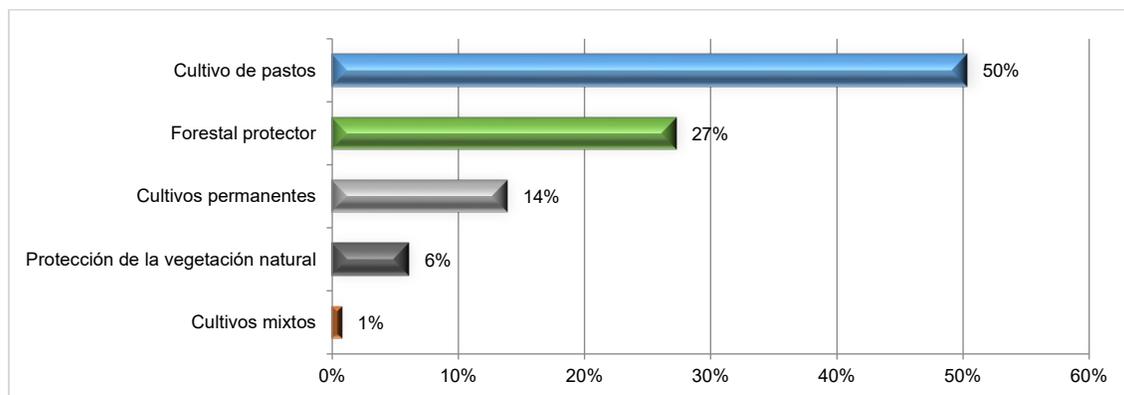


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora de la quebrada Obando

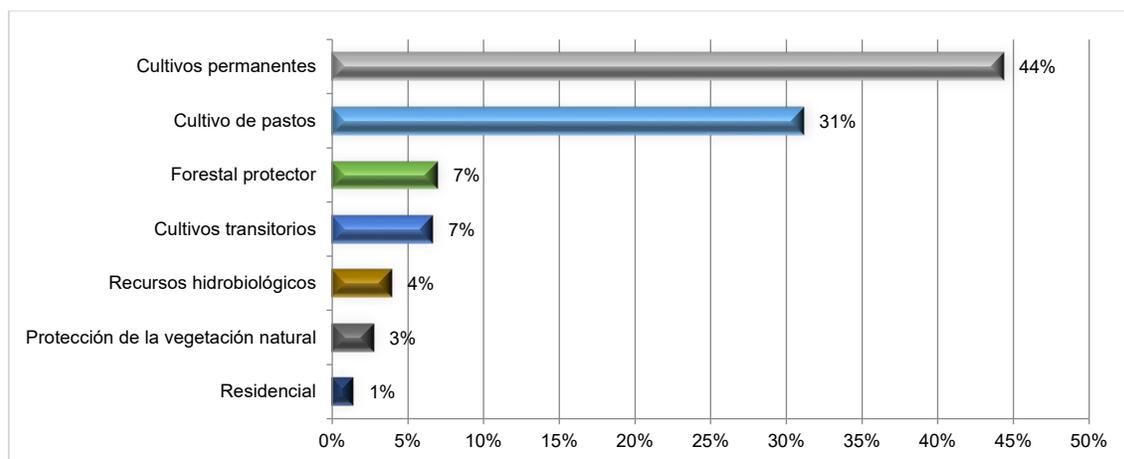


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora de la quebrada Obando

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 de la quebrada Obando

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	94	79	98	93	96	92	99	90	94	91	87	91	1104
Consumidora	92	79	95	91	94	90	97	89	91	88	84	89	1080

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es muy similar en ambas zonas, debido a la presencia de grandes 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 de la quebrada Obando.

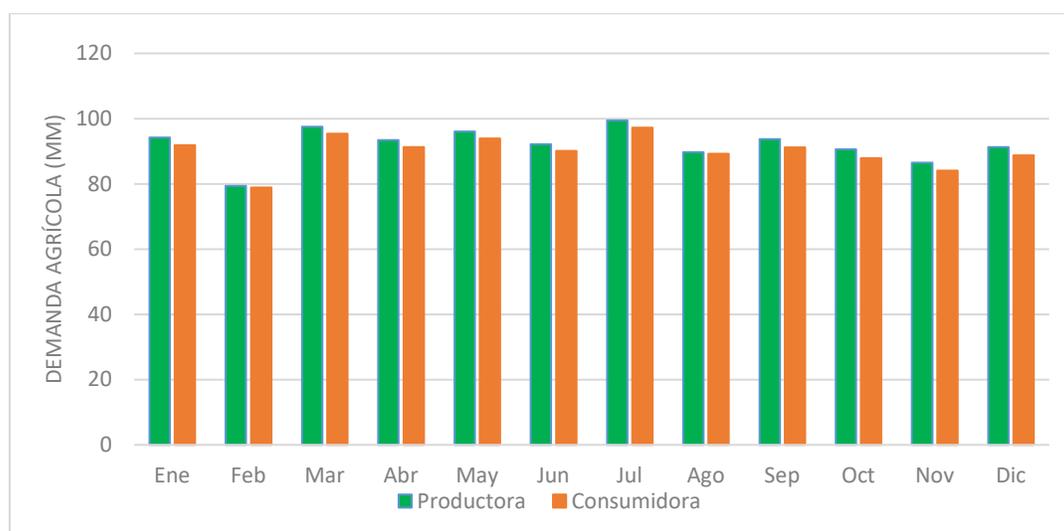


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca de la quebrada Obando

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 de la quebrada Obando cuenta con 532 habitantes y la zona consumidora con 74.100. 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 de la quebrada Obando (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca de la quebrada Obando

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Obando	Rural	15%	3.363	515
Productora	Obando	Cabecera	0,2%	8.949	17
Consumidora	Cartago	Rural	57%	4.088	2.346
Consumidora	Cartago	Cabecera	47%	131.641	61.902
Consumidora	Obando	Rural	48%	3.363	1.617
Consumidora	Obando	Cabecera	92%	8.949	8.235

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca de la quebrada Obando

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,84
Consumidora	1,39	1,26	1,39	1,35	1,39	1,35	1,39	1,39	1,35	1,39	1,35	1,39	16,37

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 de la quebrada Obando.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca de la quebrada Obando

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora													
D. Bovina	0,1212	0,1094	0,1212	0,1173	0,1212	0,1173	0,1212	0,1212	0,1173	0,1212	0,1173	0,1212	1,427
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	0,0112	0,0101	0,0112	0,0108	0,0112	0,0108	0,0112	0,0112	0,0108	0,0112	0,0108	0,0112	0,132
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	0,0264	0,0238	0,0264	0,0255	0,0264	0,0255	0,0264	0,0264	0,0255	0,0264	0,0255	0,0264	0,311
D. Aviar	0,6568	0,5933	0,6568	0,6356	0,6568	0,6356	0,6568	0,6568	0,6356	0,6568	0,6356	0,6568	7,734
Consumidora													
D. Bovina	0,1640	0,1482	0,1640	0,1587	0,1640	0,1587	0,1640	0,1640	0,1587	0,1640	0,1587	0,1640	1,931
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	0,004
D. Equina	0,0142	0,0128	0,0142	0,0137	0,0142	0,0137	0,0142	0,0142	0,0137	0,0142	0,0137	0,0142	0,167
D. Ovina	0,0060	0,0054	0,0060	0,0058	0,0060	0,0058	0,0060	0,0060	0,0058	0,0060	0,0058	0,0060	0,070
D. Porcina	0,0352	0,0318	0,0352	0,0341	0,0352	0,0341	0,0352	0,0352	0,0341	0,0352	0,0341	0,0352	0,414
D. Aviar	2,0728	1,8722	2,0728	2,0059	2,0728	2,0059	2,0728	2,0728	2,0059	2,0728	2,0059	2,0728	24,405
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,82	0,74	0,82	0,79	0,82	0,79	0,82	0,82	0,79	0,82	0,79	0,82	9,62
Consumidora	2,29	2,07	2,29	2,22	2,29	2,22	2,29	2,29	2,22	2,29	2,22	2,29	26,99

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 es de 936.935 m³/año.

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

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca de la quebrada Obando

Zona	Demanda Industrial (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Consumidora	0,32	0,29	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	3,78

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 de la quebrada Obando

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
71	96	159	194	180	108	88	87	138	171	164	99	1562
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
70	90	151	179	172	99	85	83	136	153	151	89	1455

En la cuenca de la quebrada Obando, 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. Las dos zonas de la cuenca presentan su valor más bajo de precipitación media en el mes de enero y alcanzan su valor máximo en el mes de abril.

4.2. Agua superficial

La cuenca de la quebrada Obando estuvo instrumentada entre el año 1.982 y 1.999 por la estación limnigráfica Obando, localizada a 930 msnm. Los registros de esta estación se utilizaron para realizar la simulación de caudales mediante el modelo lluvia-escorrentía HBV-IHMS. La simulación se realizó para el periodo 1984-2020.

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 de la quebrada Obando bajo las condiciones hidrológicas de año seco, normal y húmedo.

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca de la quebrada Obando

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	0,21	0,19	0,34	0,53	0,59	0,39	0,22	0,16	0,23	0,46	0,67	0,45	0,37
Seco	0,02	0,00	0,02	0,14	0,17	0,07	0,02	0,01	0,00	0,05	0,11	0,10	0,14
Húmedo	0,54	0,61	1,56	1,62	1,42	1,12	0,63	0,89	1,09	1,34	1,87	1,32	0,66

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 la quebrada Obando es de 20%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, quebrada Obando

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,04	0,04	0,07	0,11	0,12	0,08	0,04	0,03	0,05	0,09	0,13	0,09	0,07

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, quebrada Obando

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1,84	1,48	2,93	4,45	5,09	3,28	1,91	1,37	1,90	3,97	5,64	3,89	37,75
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,20	0,02	0,13	1,21	1,46	0,62	0,17	0,06	0,03	0,42	0,93	0,84	6,08
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
4,68	4,79	13,51	13,54	12,31	9,40	5,47	7,72	9,14	11,55	15,61	11,46	119,19

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 de la quebrada Obando es de 73,58 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca de la quebrada Obando

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
25,22	22,78	25,22	24,41	25,22	24,41	25,22	25,22	24,41	25,22	24,41	25,22	296,98

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 de la quebrada Obando

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	-24	17	61	100	84	16	-11	-3	44	81	77	7	458
Consumidora	-22	11	55	87	78	9	-12	-6	45	65	67	0	375

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

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 de la quebrada Obando

ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	1,8	1,5	2,9	4,4	5,1	3,3	1,9	1,4	1,9	4,0	5,6	3,9	37,7
O. Subterránea	25,2	22,8	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	297,0
O. TOTAL	27,1	24,3	28,2	28,9	30,3	27,7	27,1	26,6	26,3	29,2	30,1	29,1	334,7
D. Doméstica	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	16,4
D. Industrial	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
D. Pecuaria	2,3	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	27,0
D. Agrícola	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	15,5	0,0	0,0	0,0	0,4	97,5
D. TOTAL	56,3	3,6	4,0	3,9	4,0	3,9	33,3	19,5	3,9	4,0	3,9	4,4	144,6
BALANCE 2	-29,2	20,6	24,1	25,0	26,3	23,8	-6,2	7,1	22,4	25,2	26,2	24,8	190,1
ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO													
O. Superficial	0,2	0,0	0,1	1,2	1,5	0,6	0,2	0,1	0,0	0,4	0,9	0,8	6,1
O. Subterránea	25,2	22,8	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	297,0
O. TOTAL	25,4	22,8	25,4	25,6	26,7	25,0	25,4	25,3	24,4	25,6	25,3	26,1	303,1
D. Doméstica	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	16,4
D. Industrial	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
D. Pecuaria	2,3	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	27,0
D. Agrícola	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	15,5	0,0	0,0	0,0	0,4	97,5
D. TOTAL	56,3	3,6	4,0	3,9	4,0	3,9	33,3	19,5	3,9	4,0	3,9	4,4	144,6
BALANCE 2	-30,9	19,2	21,4	21,7	22,7	21,2	-7,9	5,8	20,6	21,6	21,5	21,7	158,5
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	4,7	4,8	13,5	13,5	12,3	9,4	5,5	7,7	9,1	11,6	15,6	11,5	119,2
O. Subterránea	25,2	22,8	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	25,2	24,4	25,2	24,4	25,2	297,0
O. TOTAL	29,9	27,6	38,7	37,9	37,5	33,8	30,7	32,9	33,5	36,8	40,0	36,7	416,2
D. Doméstica	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	16,4
D. Industrial	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8

D. Pecuaria	2,3	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	27,0
D. Agrícola	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	15,5	0,0	0,0	0,0	0,4	97,5
D. TOTAL	56,3	3,6	4,0	3,9	4,0	3,9	33,3	19,5	3,9	4,0	3,9	4,4	144,6
BALANCE 2	-26,4	24,0	34,7	34,1	33,5	29,9	-2,6	13,4	29,7	32,8	36,1	32,3	271,6

Se puede observar que, en las tres condiciones de año hidrológico, los meses de enero y julio presentan déficit de agua. Esto se debe a que son meses que hacen parte de la primera y segunda temporada seca del año, la cual se ve reflejada en la disminución de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración. En las condiciones de año hidrológico normal, la demanda anual es de 145 mm y la oferta alcanza los 335 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 190 mm.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca de la quebrada Obando 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.