

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO MELÉNDEZ

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Meléndez posee un área de 4.991 has; limita al norte con las cuencas de los ríos Pichindé y Cañaveralejo, al sur con las cuencas de los ríos Pance y Lili, al oriente con el casco urbano del municipio de Santiago de Cali y la cuenca del río Cañaveralejo y al occidente con las cuencas de los ríos Pance y Pichindé.

El río Meléndez nace en la cordillera occidental en el sector La Corea a 2.800 msnm y entrega sus aguas al canal interceptor sur, en el casco urbano de la ciudad de Cali, que finalmente desemboca en la margen izquierda del río Cauca; esta cuenca pertenece a la cuenca de tercer orden denominada Lili-Meléndez-Cañaveralejo.

El uso de las aguas de este río se encuentra reglamentado por la Resolución DG 594 del 2 de diciembre de 2.004.

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 bocatoma del acueducto La Buitrera, esta zona tiene un área aproximada de 1.901 has. La zona consumidora fue delimitada partiendo del punto de cierre de la zona productora, hasta la desembocadura de la corriente en el canal interceptor sur, cuenta con un área 3.090 has.

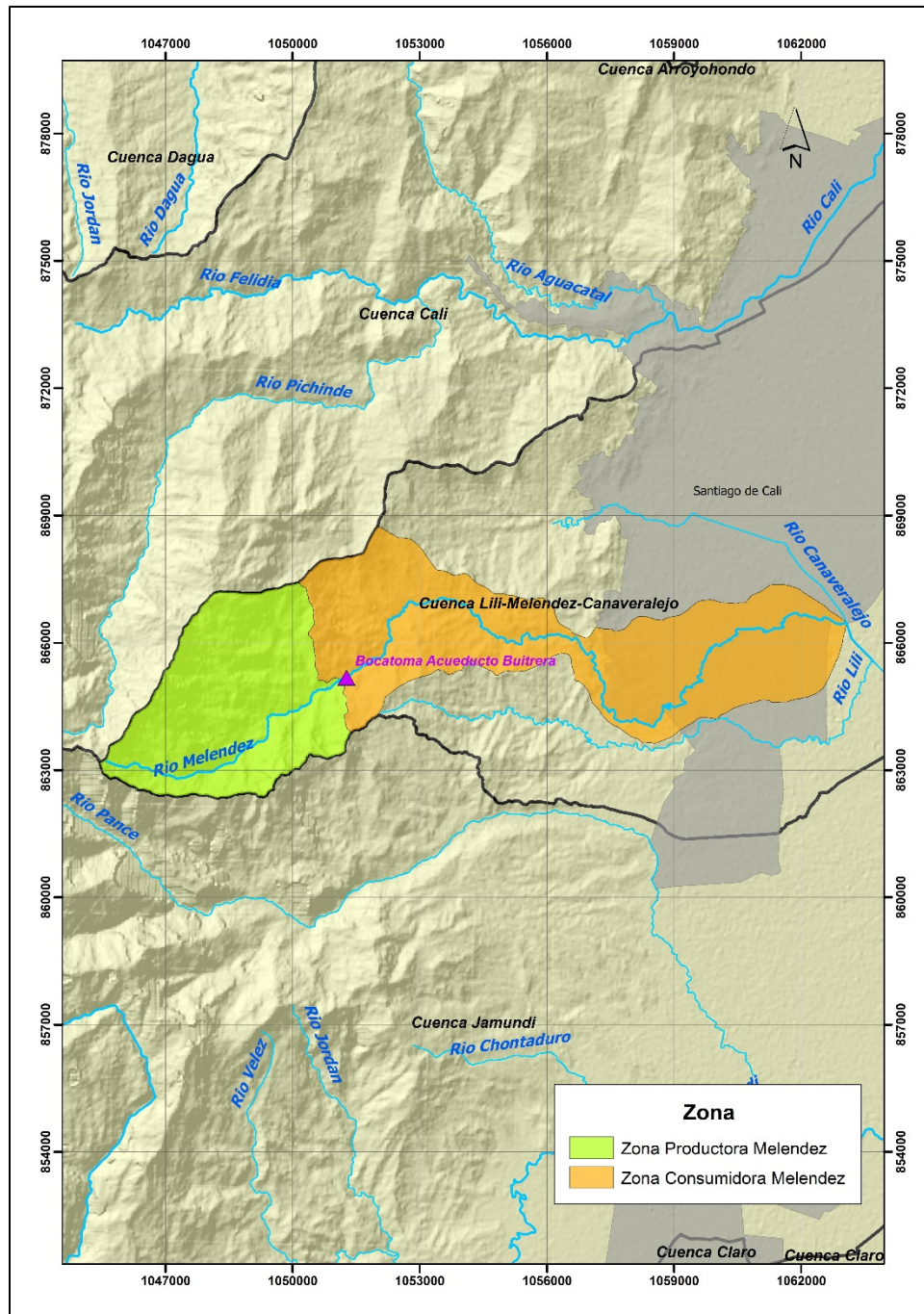


Figura 1. Localización cuenca del río Meléndez

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 88% del área total, pastos cultivados con 7% y cultivos mixtos con 5%. La zona consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3):

vegetación boscosa y de protección natural con 32%, infraestructura residencial con 29%, pastos cultivados con 13%, infraestructura recreativa y turística con 10%, infraestructura industrial y comercial con 7%, cultivos mixtos con 6% e infraestructura de servicios con 3%.

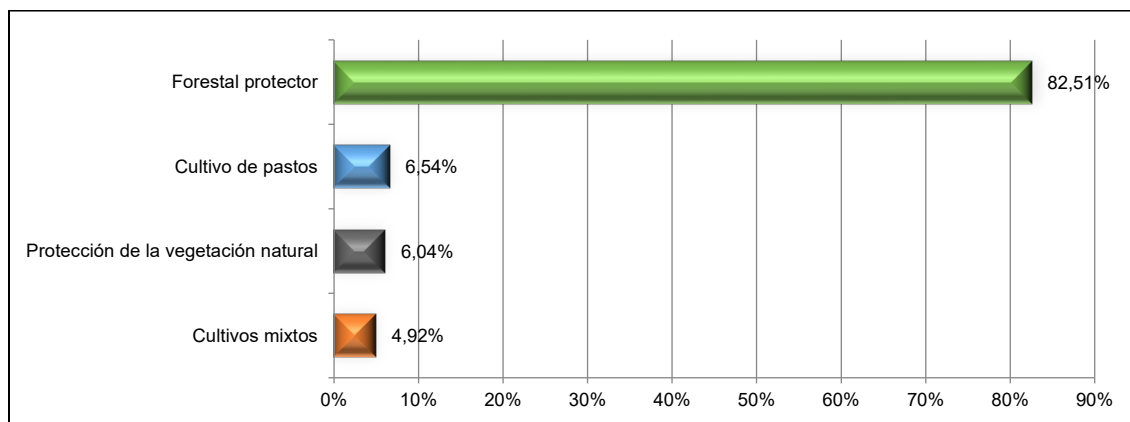


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Meléndez

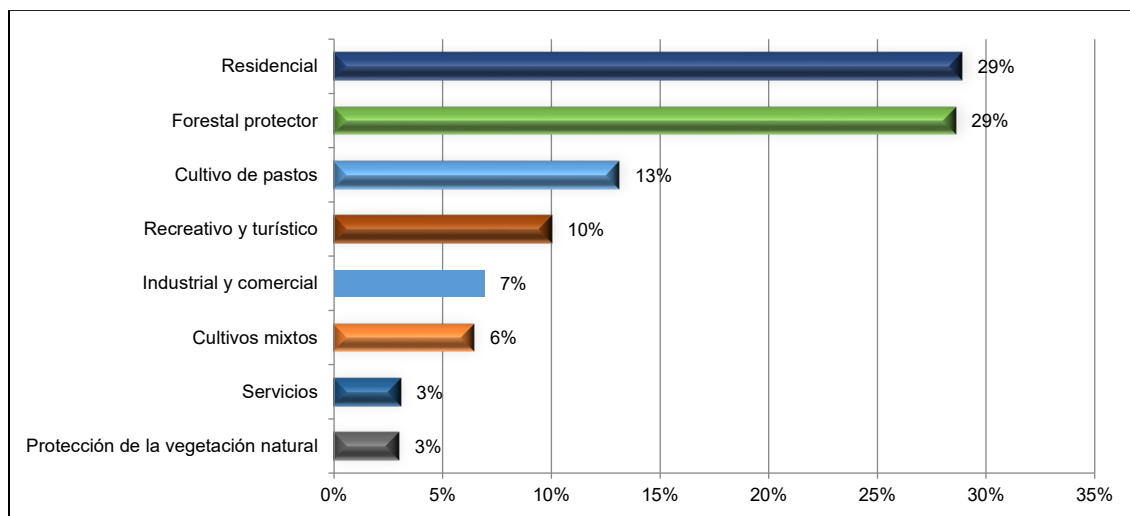


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Meléndez

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 Meléndez

Zona	Demanda Agrícola (mm)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Productora	63	47	65	63	65	63	67	54	65	63	59	62	737
Consumidora	88	74	92	88	91	87	94	85	91	87	82	86	1046

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 pastos. 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 Meléndez.

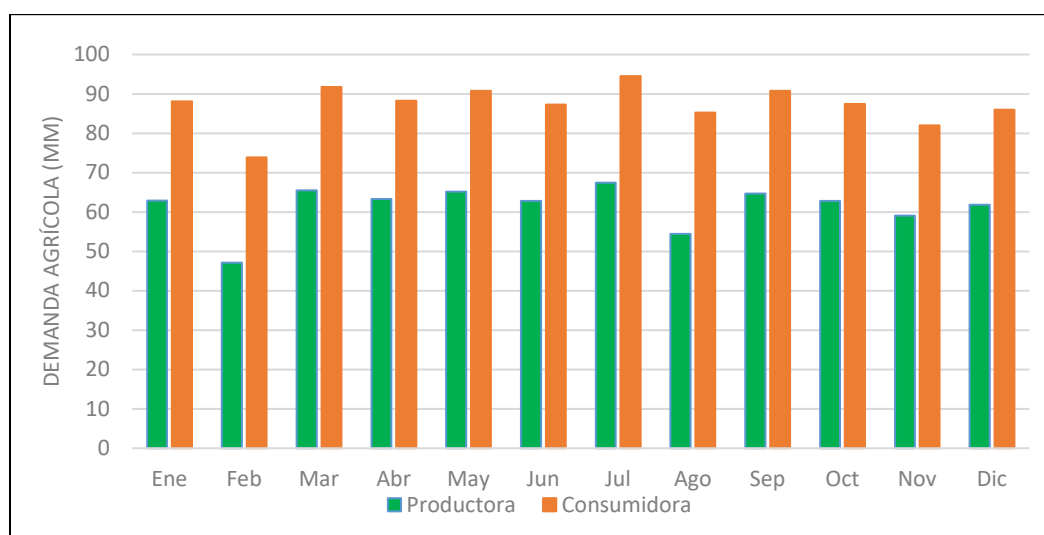


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Meléndez

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 Meléndez cuenta con 2.392 habitantes y la zona consumidora con 234.124. 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 Meléndez (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Meléndez

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Cali	Rural	4%	55.115	2.392
Consumidora	Cali	Rural	4%	55.115	2.265
Consumidora	Cali	Cabecera	11%	2.172.527	231.858

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Meléndez

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	6,9
Consumidora	35,2	31,8	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	414,8

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 Meléndez.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Meléndez

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Zona Productora													
D. Bovina	0,0284	0,0257	0,0284	0,0275	0,0284	0,0275	0,0284	0,0284	0,0275	0,0284	0,0275	0,0284	0,335
D. Caprina	0,0002	0,0002	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	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0007	0,008
D. Porcina	0,0028	0,0025	0,0028	0,0027	0,0028	0,0027	0,0028	0,0028	0,0027	0,0028	0,0027	0,0028	0,033
D. Aviar	0,3672	0,3316	0,3672	0,3553	0,3672	0,3553	0,3672	0,3672	0,3553	0,3672	0,3553	0,3672	4,323
Zona Consumidora													
D. Bovina	0,0166	0,0150	0,0166	0,0160	0,0166	0,0160	0,0166	0,0166	0,0160	0,0166	0,0160	0,0166	0,195
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	0,0023	0,0021	0,0023	0,0022	0,0023	0,0022	0,0023	0,0023	0,0022	0,0023	0,0022	0,0023	0,027
D. Ovina	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,004
D. Porcina	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. Aviar	0,2138	0,1931	0,2138	0,2069	0,2138	0,2069	0,2138	0,2138	0,2069	0,2138	0,2069	0,2138	2,518
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,40	0,36	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	4,75
Consumidora	0,23	0,21	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	2,76

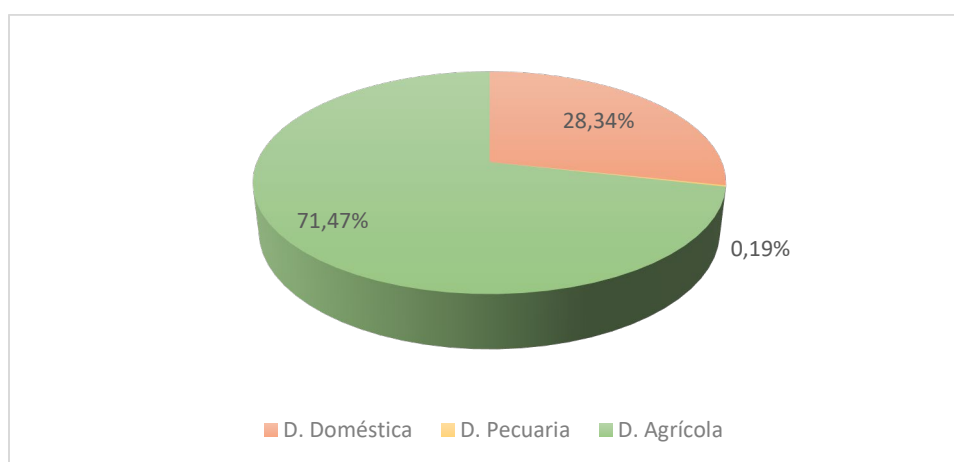
3.4. Demanda de agua para uso industrial

La cuenca del río Meléndez no presenta demanda industrial, debido a que gran parte de su superficie se encuentra en zonas residenciales del municipio de Santiago de Cali.

Tabla 5. Demanda industrial, cuenca del río Meléndez

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

La demanda de agua para uso agrícola es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 71% (gráfico 4), lo sigue la demanda doméstica con un 29% y finalmente la pecuaria con menos del 1%.



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 Meléndez

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
172	163	218	289	257	154	97	81	153	259	255	189	2307
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
126	127	172	225	211	119	70	56	118	194	201	154	1777

En la cuenca del río Meléndez, 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 de menos lluvias 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 el mes de agosto y alcanzan su valor máximo en el mes de abril.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Meléndez se encuentra instrumentada por la estación limnigráfica Calle Quinta, localizada en el municipio de Santiago de Cali, aguas abajo de las derivaciones de agua del río. Debido a esto y a las grandes descargas de aguas residuales, los datos de esta estación son poco representativos de la oferta del río. Por lo tanto, para la determinación de la oferta del río Meléndez, se realizó la modelación hidrológica de caudales mediante el modelo lluvia-escorrentía HBV-IHMS, hasta el punto de cierre de la zona productora. La simulación hidrológica se realizó para el periodo 1985-2020.

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

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Meléndez

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Normal	1,57	1,38	1,65	1,99	2,20	1,74	1,03	0,61	0,79	1,43	2,02	1,92	1,53
Seco	0,38	0,46	0,75	1,14	1,22	0,49	0,27	0,02	0,12	0,70	1,14	0,83	0,92
Húmedo	2,89	2,55	3,36	3,14	3,10	2,68	2,25	1,41	2,37	2,65	3,61	3,55	2,24

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 Meléndez es de 25%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Meléndez

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,39	0,35	0,41	0,50	0,55	0,44	0,26	0,15	0,20	0,36	0,50	0,48	0,38

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Meléndez

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
102,0	81,3	107,2	125,5	142,7	109,6	66,8	39,6	49,9	93,2	127,0	125,0	1169,6
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
24,5	26,8	49,0	71,6	79,2	30,9	17,5	1,5	7,3	45,7	71,6	54,1	479,7
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
187,6	150,0	218,2	197,3	201,4	168,7	146,4	91,6	148,9	172,4	227,2	230,6	2140,3

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 Meléndez es de 2,30 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Meléndez

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
6,32	5,71	6,32	6,12	6,32	6,12	6,32	6,32	6,12	6,32	6,12	6,32	74,43

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 Meléndez

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	109	116	153	225	191	91	30	27	88	196	196	128	1570
Consumidora	38	53	81	137	120	32	-25	-29	27	107	119	68	731

El balance 1 muestra déficit de agua en la zona consumidora para los meses de 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 del río Meléndez

	ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	102,0	81,3	107,2	125,5	142,7	109,6	66,8	39,6	49,9	93,2	127,0	125,0	1169,6
O. Subterránea	6,3	5,7	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	74,4
O. TOTAL	108,3	87,0	113,5	131,6	149,0	115,7	73,1	45,9	56,0	99,5	133,1	131,3	1244,0
D. Doméstica	35,2	31,8	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	414,8
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	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0	57,8	0,0	0,0	0,0	0,0	106,7
D. TOTAL	35,5	32,0	35,5	34,3	35,5	34,3	84,4	93,2	34,3	35,5	34,3	35,5	524,3
BALANCE 2	72,8	54,9	78,1	97,3	113,6	81,4	-11,3	-47,4	21,7	64,1	98,8	95,8	719,8
	ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	24,5	26,8	49,0	71,6	79,2	30,9	17,5	1,5	7,3	45,7	71,6	54,1	479,7
O. Subterránea	6,3	5,7	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	74,4
O. TOTAL	30,8	32,5	55,3	77,7	85,5	37,0	23,8	7,9	13,4	52,0	77,7	60,4	554,1
D. Doméstica	35,2	31,8	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	414,8

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	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0	57,8	0,0	0,0	0,0	0,0	106,7
D. TOTAL	35,5	32,0	35,5	34,3	35,5	34,3	84,4	93,2	34,3	35,5	34,3	35,5	524,3
BALANCE 2	-4,7	0,4	19,9	43,4	50,1	2,7	-60,6	-85,4	-20,9	16,5	43,4	25,0	29,8
ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO													
O. Superficial	187,6	150,0	218,2	197,3	201,4	168,7	146,4	91,6	148,9	172,4	227,2	230,6	2140,3
O. Subterránea	6,3	5,7	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	6,3	6,1	6,3	6,1	6,3	74,4
O. TOTAL	194,0	155,7	224,5	203,4	207,8	174,8	152,7	97,9	155,0	178,8	233,3	236,9	2214,7
D. Doméstica	35,2	31,8	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	35,2	34,1	35,2	34,1	35,2	414,8
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	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,8
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,0	57,8	0,0	0,0	0,0	0,0	106,7
D. TOTAL	35,5	32,0	35,5	34,3	35,5	34,3	84,4	93,2	34,3	35,5	34,3	35,5	524,3
BALANCE 2	158,5	123,7	189,1	169,1	172,3	140,5	68,3	4,7	120,7	143,3	198,9	201,5	1690,4

Se puede observar que, en la condición de año hidrológico normal y seco, los meses de julio y agosto presentan déficit de agua, así como enero y septiembre para año hidrológico seco. Esto se debe a que son meses que hacen parte de las temporadas secas del año, en las cuales las lluvias disminuyen y aumenta la evapotranspiración. En las condiciones de año hidrológico húmedo no se presenta déficit de agua para ningún mes.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Meléndez 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. Además, como se puede observar en el segundo balance, la demanda de agua para uso doméstico ejerce una fuerte presión sobre la demanda total, por lo tanto, se hace necesario mejorar la eficiencia de captación, almacenamiento y distribución del agua para el consumo humano.