

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO LILI

1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Lili posee un área de 2.726 has; limita al norte y occidente con la cuenca del río Meléndez, al sur con la cuenca del río Pance y al oriente con el casco urbano del municipio de Santiago de Cali.

El río Lili nace en la cordillera occidental 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 592 del 2 de diciembre de 2004.

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 Pasoancho, esta zona tiene un área aproximada de 1.596 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 1.131 has.

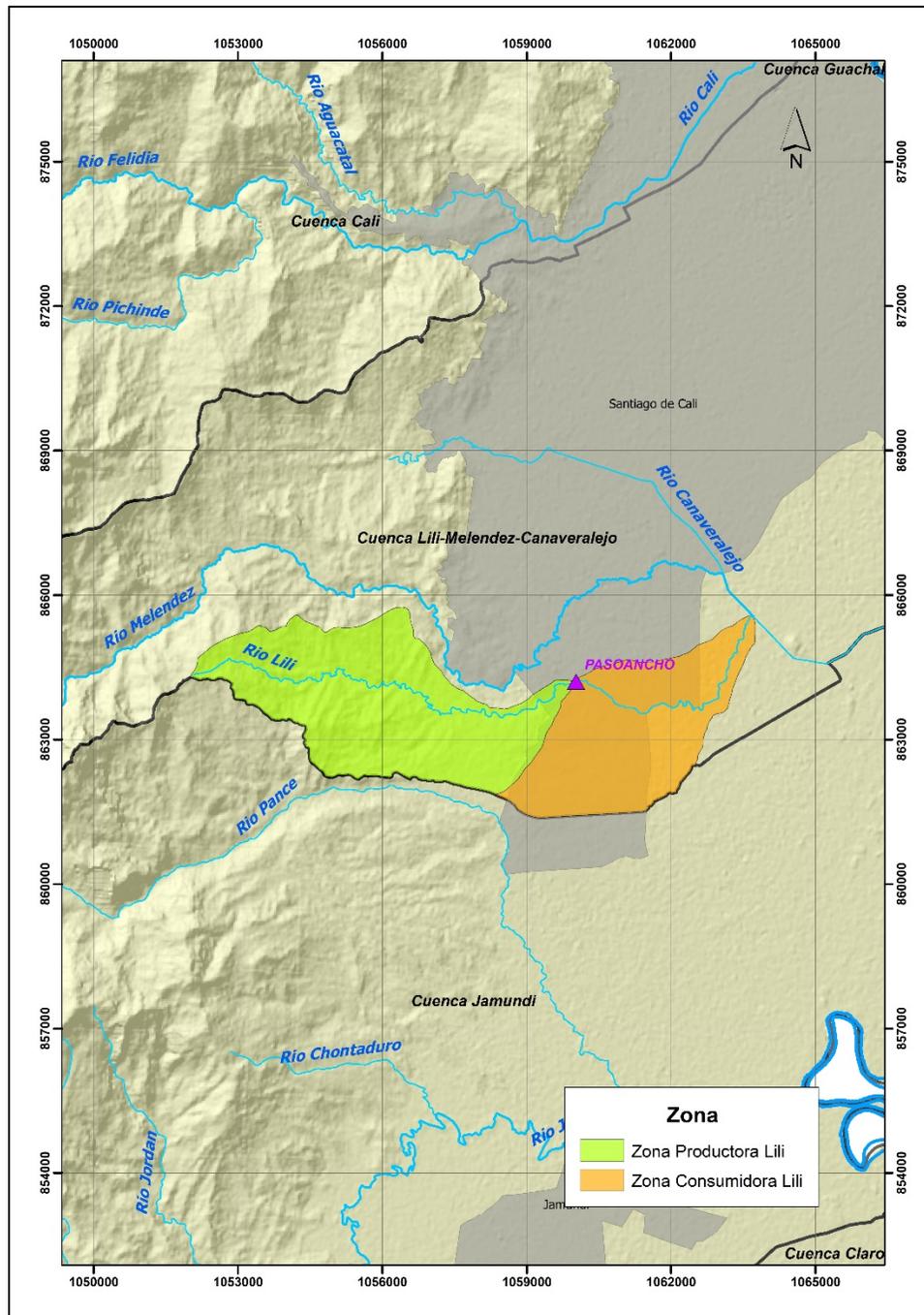


Figura 1. Localización cuenca del río Lili

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 42% del área total, pastos cultivados con 30%, infraestructura residencial con 15%, cultivos permanentes con 9% y cultivos mixtos con 3%. La zona

consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (Figura 3): infraestructura residencial con 48%, infraestructura recreativa y turística con 26%, pastos cultivados con 8%, infraestructura industrial y comercial con 6%, infraestructura de servicios con 5% y cultivos permanentes con 3%.

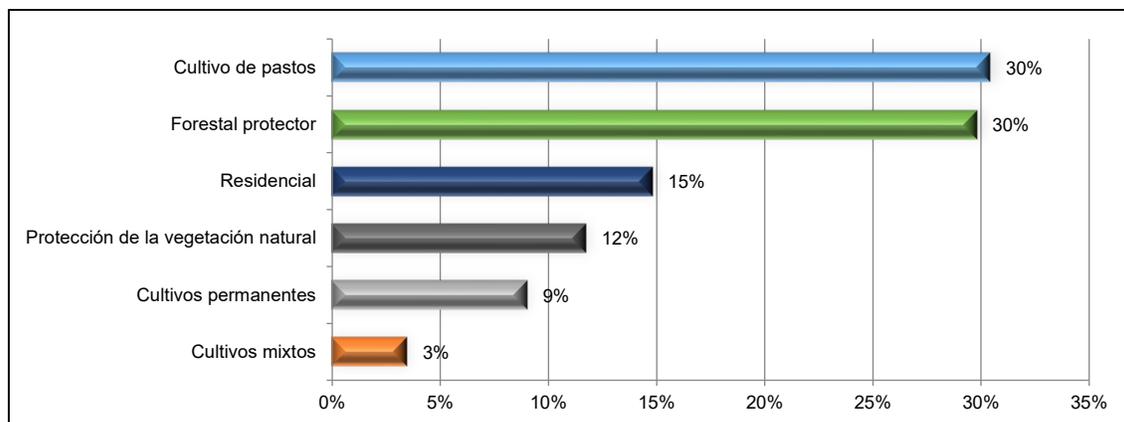


Figura 2. Uso del suelo en la zona productora del río Lili

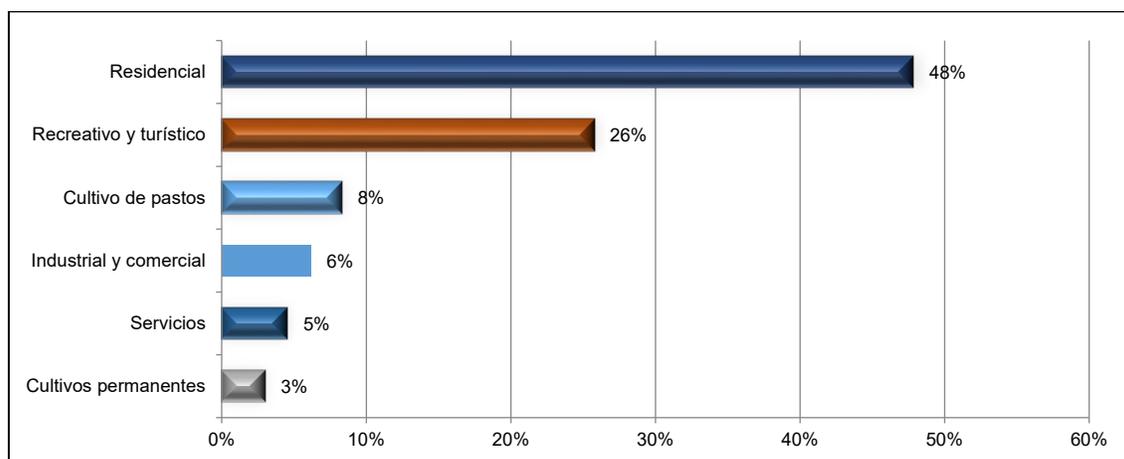


Figura 3. Uso del suelo en la zona consumidora del río Lili

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 Lili

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	90	76	94	90	93	89	97	88	93	89	84	88	1.071
Consumidora	91	78	95	91	94	90	98	90	94	91	85	89	1.087

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola es muy similar en ambas zonas de la cuenca, debido a la presencia de áreas con pastos cultivados que tienen necesidad de riego, así como la presencia de caña de azúcar en la zona consumidora. 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 Lili.

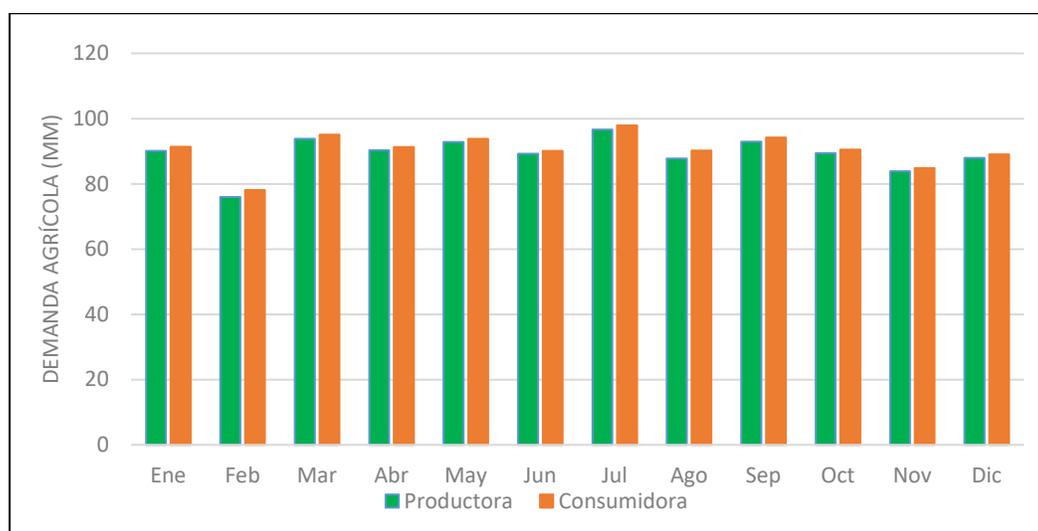


Figura 4. Demanda agrícola, cuenca del río Lili

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 Lili cuenta con 11.977 habitantes y la zona consumidora con 138.810. 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 Lili (Tabla 3).

Tabla 2. División política, cuenca del río Lili

Zona	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2018	Hab. Cuenca
Productora	Cali	Rural	4%	55.115	1.939
Productora	Cali	Cabecera	0,5%	2.172.527	9.858
Consumidora	Cali	Rural	1%	55.115	454
Consumidora	Cali	Cabecera	6%	2.172.527	138.356

Tabla 3. Demanda doméstica, cuenca del río Lili

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	3,4	3,1	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,4	40,5
Consumidora	57,1	51,6	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	672,2

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 Lili.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Lili

Zona	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora													
D. Bovina	0,0274	0,0248	0,0274	0,0266	0,0274	0,0266	0,0274	0,0274	0,0266	0,0274	0,0266	0,0274	0,323
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	0,0038	0,0034	0,0038	0,0036	0,0038	0,0036	0,0038	0,0038	0,0036	0,0038	0,0036	0,0038	0,044
D. Ovina	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,007
D. Porcina	0,0027	0,0024	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,0027	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027	0,032
D. Aviar	0,3545	0,3202	0,3545	0,3431	0,3545	0,3431	0,3545	0,3545	0,3431	0,3545	0,3431	0,3545	4,174
Consumidora													
D. Bovina	0,0091	0,0082	0,0091	0,0088	0,0091	0,0088	0,0091	0,0091	0,0088	0,0091	0,0088	0,0091	0,107
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	0,0012	0,0011	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012	0,015
D. Ovina	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. Porcina	0,0009	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,0009	0,010
D. Aviar	0,1171	0,1058	0,1171	0,1133	0,1171	0,1133	0,1171	0,1171	0,1133	0,1171	0,1133	0,1171	1,379
Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,39	0,35	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	4,58
Consumidora	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,12	0,13	1,51

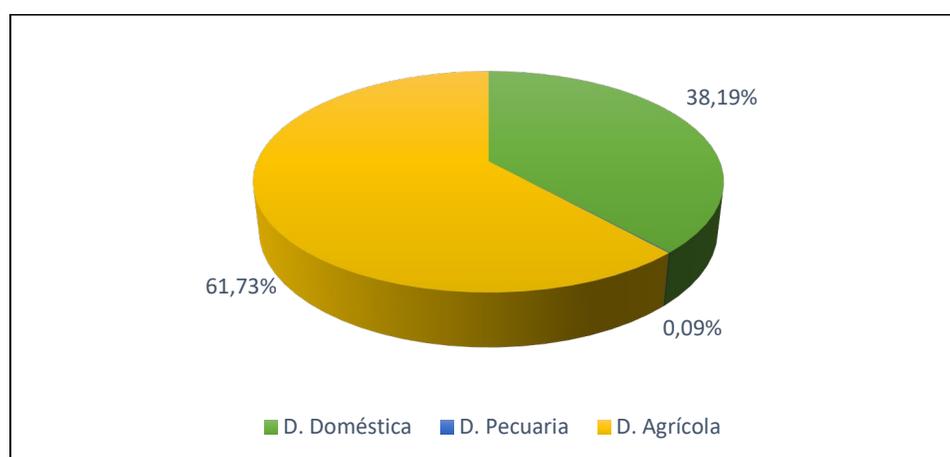
3.4. Demanda de agua para uso industrial

La cuenca del río Lili 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 Lili

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 61,7% (gráfico 4), lo sigue la demanda doméstica con un 38,2% 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 Lili

Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Productora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
137	138	185	238	223	124	73	59	124	206	217	165	1893
Precipitación Media Mensual Multianual (mm) - Zona Consumidora												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
119	120	166	222	200	112	68	54	114	185	196	142	1692

En la cuenca del río Lili, 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 menos lluviosos 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 Lili se encuentra instrumentada por la estación limnigráfica Pasoancho, la cual posee registros desde el año 1994. Para la determinación de la oferta de este río, se utilizó la serie de registros de la estación Pasoancho correspondiente al periodo 1994-2021.

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

Tabla 7. Oferta hídrica total, cuenca del río Lili

Año Hidrológico	Caudal Medio Mensual Multianual (m ³ /s)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	0,62	0,52	0,55	0,75	0,81	0,56	0,38	0,32	0,32	0,42	0,59	0,62	0,52
Seco	0,20	0,18	0,18	0,21	0,23	0,20	0,13	0,03	0,04	0,16	0,18	0,19	0,20
Húmedo	1,97	1,43	1,09	2,31	1,83	1,46	1,08	1,84	1,10	0,76	1,39	1,18	0,86

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 Lili es de 20%.

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

Tabla 8. Caudal ambiental, río Lili

Caudal Ambiental (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0,12	0,10	0,11	0,15	0,16	0,11	0,08	0,06	0,06	0,08	0,12	0,12	0,10

Tabla 9. Oferta hídrica disponible, río Lili

Oferta Hídrica Año Normal (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
117,9	89,3	103,9	137,6	153,1	102,8	71,1	61,1	58,4	79,6	108,3	117,1	1.200,2
Oferta Hídrica Año Seco (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
37,0	30,9	33,9	38,5	43,8	36,4	23,8	6,3	7,2	30,7	32,3	35,9	356,9
Oferta Hídrica Año Húmedo (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
373,5	244,2	206,2	424,3	347,2	268,6	204,0	349,6	202,1	144,8	255,2	223,0	3.242,7

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 Lili es de 2,78 Mm³/año. En la tabla 9 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 10. Oferta subterránea, cuenca del río Lili

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
20,9	18,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	245,9

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. Se puede observar déficit de agua tanto en la zona productora como en la consumidora para los meses de julio y agosto.

Tabla 11. Balance 1, cuenca del río Lili

Zona	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	47	62	91	147	130	35	-23	-29	31	117	134	77	822
Consumidora	27	41	71	131	106	22	-30	-36	20	95	111	53	606

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 Lili

	ESCENARIO 1 (mm) - AÑO HIDROLOGICO NORMAL												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
O. Superficial	117,9	89,3	103,9	137,6	153,1	102,8	71,1	61,1	58,4	79,6	108,3	117,1	1200,2
O. Subterránea	20,9	18,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	245,9
O. TOTAL	138,8	108,1	124,8	157,8	174,0	123,0	92,0	82,0	78,6	100,4	128,5	138,0	1446,1
D. Doméstica	57,1	51,6	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	672,2
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	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	79,4	0,0	0,0	0,0	0,0	145,8
D. TOTAL	57,2	51,7	57,2	55,4	57,2	55,4	123,7	136,6	55,4	57,2	55,4	57,2	819,5
BALANCE 2	81,6	56,4	67,5	102,4	116,8	67,7	-31,6	-54,6	23,3	43,2	73,1	80,8	626,6
	ESCENARIO 2 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO SECO												
O. Superficial	37,0	30,9	33,9	38,5	43,8	36,4	23,8	6,3	7,2	30,7	32,3	35,9	356,9
O. Subterránea	20,9	18,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	245,9
O. TOTAL	57,9	49,8	54,8	58,7	64,7	56,6	44,7	27,2	27,4	51,6	52,5	56,8	602,8
D. Doméstica	57,1	51,6	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	672,2
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	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	79,4	0,0	0,0	0,0	0,0	145,8
D. TOTAL	57,2	51,7	57,2	55,4	57,2	55,4	123,7	136,6	55,4	57,2	55,4	57,2	819,5
BALANCE 2	0,7	-1,9	-2,4	3,4	7,5	1,3	-78,9	-109,4	-28,0	-5,6	-2,9	-0,4	-216,8

	ESCENARIO 3 (mm) - AÑO HIDROLÓGICO HÚMEDO												
O. Superficial	373,5	244,2	206,2	424,3	347,2	268,6	204,0	349,6	202,1	144,8	255,2	223,0	3242,7
O. Subterránea	20,9	18,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	20,9	20,2	20,9	20,2	20,9	245,9
O. TOTAL	394,4	263,1	227,1	444,5	368,1	288,8	224,9	370,5	222,3	165,7	275,4	243,9	3488,6
D. Doméstica	57,1	51,6	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	57,1	55,2	57,1	55,2	57,1	672,2
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	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
D. Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,4	79,4	0,0	0,0	0,0	0,0	145,8
D. TOTAL	57,2	51,7	57,2	55,4	57,2	55,4	123,7	136,6	55,4	57,2	55,4	57,2	819,5
BALANCE 2	337,1	211,4	169,9	389,1	310,9	233,4	101,2	233,9	166,9	108,5	220,0	186,7	2669,1

Se puede observar que, la cuenca del río Lili es muy susceptible a la reducción de la oferta hídrica superficial, ya que pasa de tener dos meses con déficit (julio y agosto) en condición hidrológica normal a tener 8 meses de déficit bajo condición hidrológica de año seco.

De acuerdo con los resultados anteriores, en la cuenca del río Lili 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.