

**OFERTA, DEMANDA HIDRICA E INDICE DE ESCASEZ
DE LAS UNIDADES DE MANEJO DE CUENCA DEL DEPARTAMENTO
DEL QUINDIO PARA EL AÑO 2014**



Armenia, 2015

1. OFERTA HIDRICA

La oferta hídrica superficial fue determinada utilizando los registros de las estaciones hidrometeorológicas pertenecientes a la Corporación Autónoma Regional del Quindío, donde, para cada río o quebrada localizada dentro de cada Unidad de Manejo de Cuenca - UMC (ver Tabla 1), se identificaron tramos importantes a evaluar priorizados en la cuenca alta, medio y baja de algunas fuentes superficiales.

Tabla 1. Fuentes Hídricas por Unidad de Manejo de Cuencas

Unidad de Manejo de Cuencas - UMC	SUBCUENCAS
RIO QUINDÍO	Río Quindío Río Navarco Río Santo Domingo Río Verde Quebrada La Picota
RIO ROBLE	Río Roble Río Espejo Quebrada Cristales
QUEBRADA BUENAVISTA	Quebrada Buenavista
RIO LEJOS	Río Lejos Río Azul
RIO ROJO	Río Gris Río San Juan Río Rojo

Fuente: CRQ.

Luego de analizar la calidad y cantidad de la información hidrometeorológica de las estaciones cercanas a cada corriente en estudio (Tabla 2), se procedió al cálculo de la oferta de cada corriente.

Tabla 2. Estaciones seleccionadas para la determinación de la Oferta Hídrica

CORRIENTE	TRAMO / CUENCA	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	PERIODO DE REGISTRO
RIO QUINDIO	Alta (1)	Bocatoma EPA - Aforos	LG	Salento - Armenia	1990-2014
	Media (2)	Bocatoma EPA +Palestina Baja (Aforos)	LG	Salento	1990-2014
	Baja (3)	Las dos anteriores +Centro Guadua + CRQ	LG	Calarcá - Córdoba	1990-2014
QUEBRADA LA PICOTA	-	Centro Guadua	CP	Buenavista	1989 -2014
RIO NAVARCO	-	Palestina Baja	LG	Salento	1990-2014
RIO SANTO	-	CRQ – Centro Guadua	CP	Armenia -Córdoba	1990-2014

CORRIENTE	TRAMO / CUENCA	ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	PERIODO DE REGISTRO
RIO VERDE	-	Centro de la Guadua - Aforos	LG	Córdoba	1990-2014
RIO ROBLE	Alta(1)	Bremen - Playa	CP	Filandia-Salento	1992-2014
	Media(2)	CRQ	CP	Armenia	1992-2014
	Baja(3)	La Española - Aforos	LG	Montenegro	1992-2014
RIO ESPEJO	-	La Herradura - Aroros	LG	La Tebaida	1987-2014
QUEBRADA	Alta(1)	Maracay (Cenicafe)	CP	Quimbaya	1977-2012
BUENAVISTA	Baja(2)	Puerto Alejandría - Aforos	LG	Quimbaya	1987-2014
RIO LEJOS	-	La Sierra	CP	Pijao	1995-2014
RIO ROJO	-	El Cairo	CP	Génova	1995-2013

LG: Estación Limnigráfica, (caudales directos).

CP: Climatológica principal, mide temperatura, precipitación y brillo solar.

De acuerdo con la información hidroclimatológica disponible en cada tramo de la corriente a evaluar, fue necesario la aplicación del Balance Hídrico (Resolución 865 de 2004, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT) para la cuantificación de la oferta, ya que al no contar con lecturas directas sobre la corriente (estación limnigráfica), se hace necesario la aplicación de esta metodología donde se considera la escorrentía superficial como caudal aferente a un área determinada.

1.1 BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico contempla todos los elementos del ciclo hidrológico, el cual básicamente consiste en la manera en la que el agua circula entre la atmósfera y la superficie terrestre en una zona determinada, de donde se pueden distinguir dos movimientos generales, los cuales son las entradas y salidas, pudiéndose establecer la siguiente igualdad:

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS}$$

Las entradas comprenden toda el agua que de alguna manera llega a la zona, y las salidas, el agua que se desplaza y distribuye una vez que esta ha entrado en el área estudiada mediante evapotranspiración, escorrentía superficial y escorrentía subterránea (*Reinoso, 2009*).

Método Directo

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración mensual estimada, es posible calcular el balance de agua en el suelo a lo largo del año. Para cada una de las zonas donde se hallan localizadas las principales fuentes hídricas superficiales del departamento del Quindío, se determinó el Balance Hídrico Directo cuyo periodo de registro varía dependiendo la zona donde esta se encuentre y la cantidad de información disponible.

Al realizar un balance hídrico a largo plazo se tiene que los cambios en los volúmenes de agua almacenados en la atmósfera y los volúmenes de agua almacenados en el suelo, son despreciables. En consecuencia el flujo promedio en la atmósfera es igual al promedio de la escorrentía neta y son iguales a la diferencia entre la precipitación media y la evapotranspiración real.

Entonces se tiene para la columna de suelo:

$$\text{Esc. total} = P - \text{ETR} \quad \text{Ecuación 1}$$

Así se define mes a mes los siguientes parámetros (en mm):

- ETR = Evaporación real (mm)
- P = Precipitación (mm)
- Esc = Caudal superficial generado a partir de la resta de las anteriores variables multiplicadas por el área aferente de cada zona o tramo de análisis para dar como resultado unidades en m³/s.

La precipitación y la evapotranspiración real se estiman espacialmente a partir de la información meteorológica registrada por la Corporación Autónoma Regional del Quindío, donde la ETR fue calculada por medio de la ecuación de Budyko,

$$\text{ETR} = \left[\text{ETP} \times P \times \tanh\left(\frac{P}{\text{ETP}}\right) \left(1 - \cosh\left(\frac{\text{ETP}}{P}\right) + \sinh\left(\frac{\text{ETP}}{P}\right) \right) \right]^{1/2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

- ETR = Evaporación real (mm)
- P = Precipitación (mm)
- ETP = Evaporación potencial (mm) por el período considerado.

La evapotranspiración potencial se calculó aplicando la ecuación de Cenicafé (UNAL, 2005) e introduciendo factores de corrección mensual (González, 1997).

$$\text{ETP} = 4.658 \exp(-0.0002h) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde ETP es la evapotranspiración potencial en mm/día y h es la cota sobre el nivel de mar en metros (m).

Los resultados del proceso de cálculo para la obtención del Balance Hídrico en cada corriente, se presentan en el punto 3 del presente informe.

1.2 OFERTA NETA: Reducción por calidad y caudal ecológico

Para obtener la oferta hídrica neta disponible, se procede a reducir la oferta hídrica total calculada por calidad del agua y por caudal mínimo ecológico, según la Resolución 865 de 2004, MAVDT.

Calidad: De acuerdo al seguimiento de los parámetros de calidad de cada fuente hídrica, teniendo especial énfasis en su uso, la oferta hídrica de estos sistemas se debe afectar por el 25%, teniendo en cuenta la calidad del agua. Esta reducción se aprecia en el Tramo 2 del río Roble,

aguas arriba de la bocatoma que abástese de agua al municipio de Montenegro, debido a las descargas de aguas residuales domesticas provenientes del casco urbano del municipio de Circasia, a través de la quebrada Cajones.

Caudal Ecológico: El Ideam ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio. Para el caso del río Quindío, se cuenta con los resultados obtenidos a escala mensual dentro del estudio “Estimación de Caudales Ecológicos mediante métodos hidrológicos e hidráulicos en la UMC río Quindío”, realizado en el año 2011, ajustados estos al promedio de caudales medios obtenidos hasta el año 2013 donde se determinó el caudal ecológico correspondiente.

2. DEMANDA HIDRICA

La demanda hídrica es calculada con base en las concesiones de agua que existen a lo largo de cada corriente principal y que tributan a ella. El mayor volumen de agua es utilizado para el consumo humano, seguido del uso agrícola.

Para el caso de estudio, se contó con los datos de las concesiones otorgadas por la Corporación Autónoma Regional del Quindío y los promedios mensuales registrados por los macromedidores existentes en algunas estructuras de captación.

Las demandas de agua de tipo no consuntivo como las utilizadas para la generación de energía eléctrica (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas), no son contempladas dentro de la Resolución 865 de 2004, por lo cual no se considera como parte de las demandas hídricas en el presente estudio.

Tabla 3. Demandas hídricas

Vereda / Zona	Demanda (l/s)	Demanda (m ³ /s)	Total Demanda (m ³ /s)	Total Demanda (Mm ³ /año)	Municipio	Corriente	Subcuenca	Total Demanda Subcuenca (Mm ³ /año)	UMC	Total Demanda UMC (Mm ³ /año)
Boquia	102.64	0.1026								
Cocora	252.65	0.2527								
San Antonio	6.05	0.0061								
Llano Grande	1.80	0.0018								
La Playa	6.20	0.0062								
La Playa (Acueducto casco urbano Salento)	18.00	0.0180	1.250	39.412	Armenia-Salento	Tramo 1 Río Quindío	RIO QUINDIO	49.204	RIO QUINDIO	64.272
Los Andes	0.55	0.0006								
Palestina	2.83	0.0028								
Camino Nacional	1.07	0.0011								
El Agrado	1.29	0.0013								
El Agrado (Acueducto casco urbano Armenia)*	855.00	0.8555								
La Nubia	1.20	0.0012								
San Juan de Carolina	21.55	0.0216	0.292	9.194	La Tebaida	Tramo 2 Río Quindío				
La María (120 l/s casco urbano La Tebaida)	120.00	0.1200								
La María (Acueducto casco urbano La Tebaida)	150.00	0.1500								
Zona rural Calarcá	18.93	0.0189	0.019	0.597	Calarcá					
Canaan	0.70	0.0007								
Río Arriba	1.93	0.0019	0.003	0.102	Salento	Río Navarco	RIO NAVARCO	0.102		
Navarco Alto	0.03	0.0000								
Palo Grande	0.57	0.0006								
Acueducto casco urbano*	120.70	0.1207	0.218	6.864	Calarcá	Río Santo Domingo	RIO SANTO DOMINGO	6.864		
Total Subcuenca	96.96	0.0970								
Acueducto casco urbano	13.00	0.0130	0.233	7.333	Córdoba	Río Verde	RIO VERDE	7.333		
Total Subcuenca	219.54	0.2195								
Acueducto casco urbano	20.00	0.0200	0.024	0.769	Buenavista	Quebrada La Picota	Quebrada La Picota	0.769		
Total Subcuenca	4.40	0.0044								
Acueducto casco urbano Circasia	100.00	0.1000	0.111	3.500	Circasia-Filandia	Tramo 1 Río Roble	RIO ROBLE	13.006	RIO ROBLE	13.006
Total Subcuenca	11.00	0.0110								
Acueducto casco urbano	144.50	0.1445	0.301	9.506	Montenegro	Tramo 2 Río Roble				
Total Subcuenca	156.93	0.1569								
Acueducto casco urbano	14.00	0.0140	0.142	4.476	Pijao	RIO LEJOS			4.476	
Total Subcuenca	127.95	0.1279								
Acueducto casco urbano	60.00	0.0600	0.069	2.186	Génova	RIO ROJO			2.186	
Total Subcuenca	9.33	0.0093								
Acueducto casco urbano	150.00	0.1500	0.167	5.257	Quimbaya	QUEBRADA BUENAVISTA			6.515	
Total Tramo 1	16.70	0.0167								
Total Tramo 2	39.90	0.0399	0.040	1.258						

*Incluye el promedio de los registros mensuales del macromedidor

3. ÍNDICE DE ESCASEZ

Una vez realizados los cálculos de oferta y demanda para cada tramo o área perteneciente a una corriente hídrica, se calcula el índice de escasez a partir de la siguiente expresión matemática relacionada de manera porcentual.

$$Ie = \frac{Dh}{Oh} * Fr * 100 \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

Ie : Índice de escasez en porcentaje

Dh : Demanda hídrica en metros cúbicos (m³)

Oh : Oferta hídrica superficial neta en metros cúbicos (m³)

Fr : Factor de reducción por caudal ecológico

100 : Para expresarlo en porcentaje

Tabla 4. Categorías e interpretación del índice de escasez

<i>Categoría</i>	<i>Rango</i>	<i>Color</i>	<i>Explicación</i>
Alto	> 50%	Rojo	Demanda alta
Medio alto	21-50%	Naranja	Demanda apreciable
Medio	11-20%	Amarillo	Demanda baja
Mínimo	1-10%	Verde	Demanda muy baja
No significativo	<1%	Azul	Demanda no significativa

Fuente: Ideam

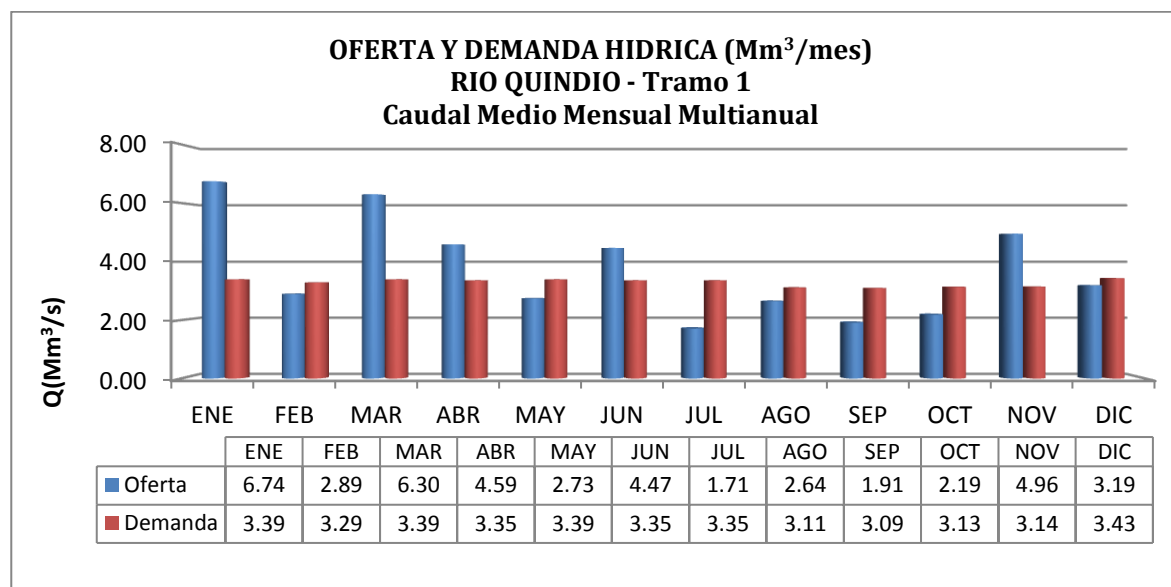
4. RESULTADOS

Conforme a la información anterior, se presenta la oferta y la demanda hídrica estimada para cada cuerpo de agua en estudio, así como su índice de escasez mensual y promedio anual.

RIO QUINDIO – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estación Limnigráfica “Bocatoma EPA”.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	1.63	2.39	1.21	1.62	2.21	1.36	1.88	1.32	1.43	1.90	2.25	2.59	1.8
Q mínimo (m ³ /s)	1.12	1.59	1.72	1.15	1.75	0.99	1.66	1.37	1.18	1.59	1.94	2.02	1.5
Q medio (m ³ /s)	4.15	3.58	3.56	3.39	3.23	3.09	2.52	2.30	2.17	2.72	4.16	3.78	3.2
Oferta (m ³ /s)	2.52	1.19	2.35	1.77	1.02	1.73	0.64	0.99	0.74	0.82	1.91	1.19	1.4
Q oferta (Mm ³ /mes)	6.74	2.89	6.30	4.59	2.73	4.47	1.71	2.64	1.91	2.19	4.96	3.19	3.7
Q mínimo (Mm ³ /mes)	3.00	3.85	4.61	2.98	4.69	2.57	4.45	3.67	3.06	4.27	5.03	5.41	4.0

Q demanda (Mm ³ /mes)	3.39	3.29	3.39	3.35	3.39	3.35	3.35	3.11	3.09	3.13	3.14	3.43	3.3
INDICE DE ESCASEZ (%)	50.23	113.70	53.77	73.01	123.89	74.99	196.19	117.60	161.35	143.21	63.36	107.70	106.6

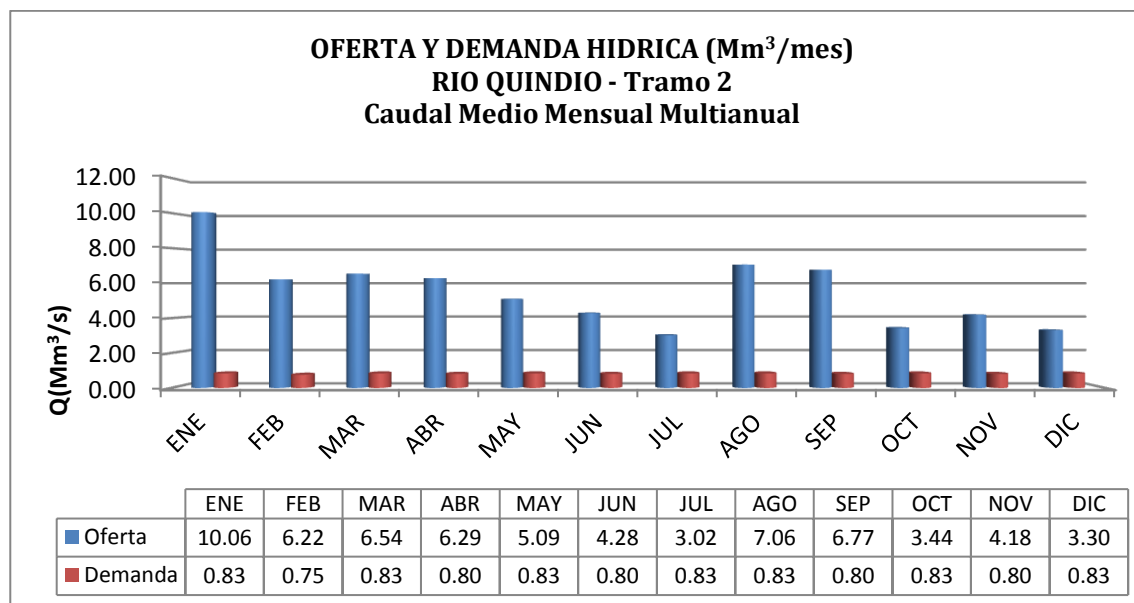


RIO QUINDIO – TRAMO 2: Comprendido desde la confluencia con el rio Navarco hasta la toma de la PCH El Bosque (sector cementerio Armenia).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	3.19	3.83	4.03	3.66	3.99	4.10	3.38	1.68	1.24	3.05	5.56	4.96	3.56
Q mínimo (m ³ /s)	2.43	2.70	2.94	2.28	2.94	2.50	2.70	2.48	0.90	0.94	4.31	3.55	2.56
Q medio (m ³ /s)	6.95	6.40	6.47	6.09	5.89	5.75	4.50	4.32	3.85	4.34	7.18	6.19	5.66
Oferta (m ³ /s)	3.75	2.57	2.44	2.43	1.90	1.65	1.13	2.64	2.61	1.28	1.61	1.23	2.10
Q oferta (Mm ³ /mes)	10.06	6.22	6.54	6.29	5.09	4.28	3.02	7.06	6.77	3.44	4.18	3.30	5.52
Q mínimo (Mm ³ /mes)	2.35	2.67	3.27	2.92	3.20	3.92	2.79	2.97	3.59	2.96	6.15	4.10	3.41

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.83	0.75	0.83	0.80	0.83	0.80	0.83	0.83	0.80	0.83	0.80	0.83	0.82
INDICE DE ESCASEZ (%)	8.27	12.07	12.71	12.79	16.33	18.79	27.57	11.77	11.88	24.21	19.23	25.19	16.73

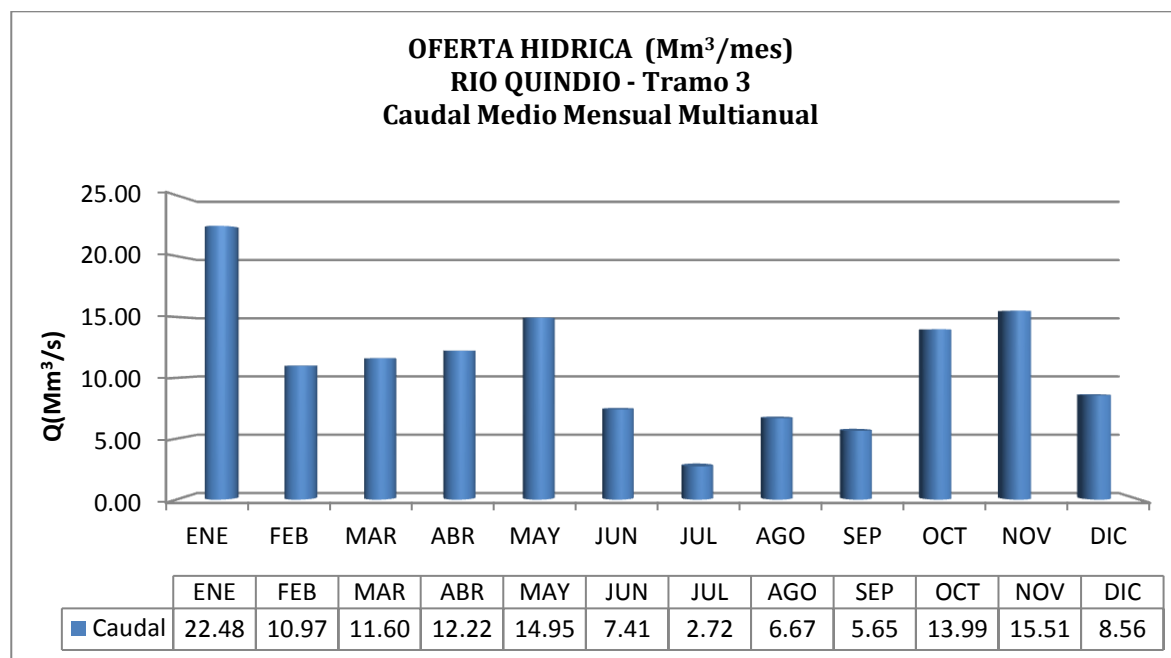
PCH: Pequeña Central Hidroeléctrica



RIO QUINDIO – TRAMO 3: No existen demandas en el cuerpo de agua.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	9.10	7.50	11.45	15.00	11.12	7.54	6.72	6.16	7.58	14.78	16.62	14.78	10.70
Q mínimo (m ³ /s)	4.26	4.10	4.82	4.76	4.98	3.50	3.67	3.60	2.01	3.61	8.81	5.58	4.48
Q medio (m ³ /s)	17.50	12.04	15.78	19.72	16.70	10.39	7.74	8.66	9.76	20.00	22.61	17.97	14.91
Oferta (m ³ /s)	8.39	4.54	4.33	4.72	5.58	2.86	1.02	2.49	2.18	5.22	5.99	3.20	4.21
Q oferta (Mm ³ /mes)	22.48	10.97	11.60	12.22	14.95	7.41	2.72	6.67	5.65	13.99	15.51	8.56	11.06
Q mínimo (Mm ³ /mes)	11.42	10.97	12.92	12.74	13.35	9.38	9.84	9.64	5.38	9.67	23.61	14.95	11.99

Q demanda (Mm ³ /mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

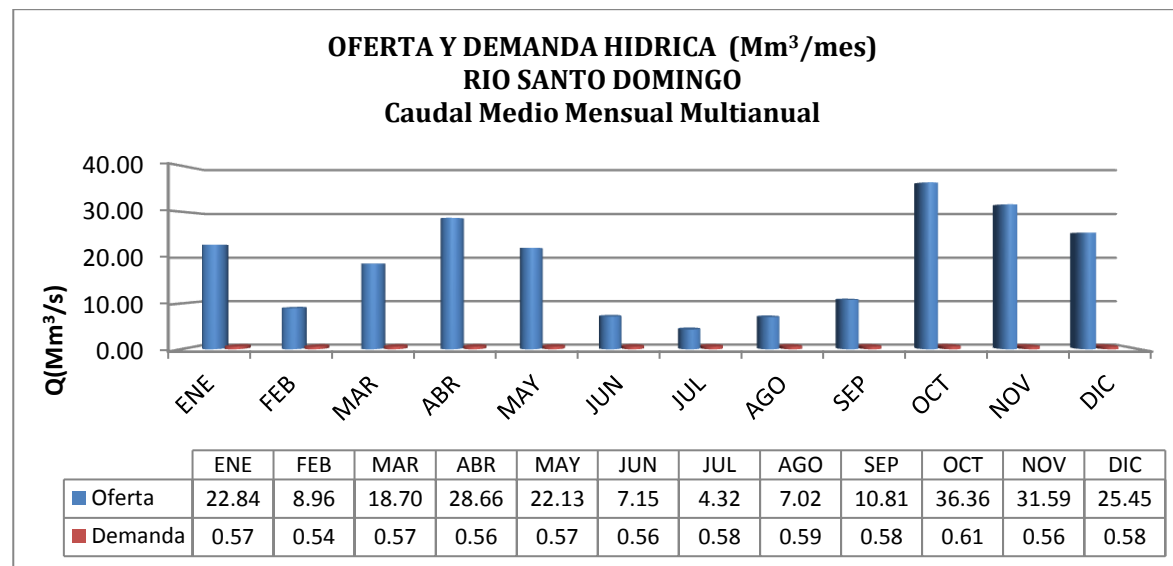


RIO SANTO DOMINGO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.21	0.17	0.25	0.49	0.34	0.04	0.03	0.07	0.14	0.62	0.91	0.26	0.29
Q mínimo (m ³ /s)	0.85	0.68	0.99	1.94	1.36	0.15	0.10	0.29	0.55	2.49	3.64	1.03	1.17
Q medio (m ³ /s)	8.74	3.88	7.23	11.54	8.60	2.79	1.64	2.69	4.31	14.20	13.10	9.76	7.37
Oferta (m ³ /s)	8.53	3.71	6.98	11.06	8.26	2.76	1.61	2.62	4.17	13.58	12.19	9.50	7.08
Q oferta (Mm ³ /mes)	22.84	8.96	18.70	28.66	22.13	7.15	4.32	7.02	10.81	36.36	31.59	25.45	18.67
Q mínimo (Mm ³ /mes)	0.08	0.76	0.41	7.59	8.20	0.07	0.10	0.09	0.91	11.12	12.32	2.90	3.71

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.57	0.54	0.57	0.56	0.57	0.56	0.58	0.59	0.58	0.61	0.56	0.58	0.57
INDICE DE ESCASEZ (%)	2.49	6.06	3.04	1.96	2.57	7.84	13.48	8.34	5.37	1.67	1.78	2.26	4.74

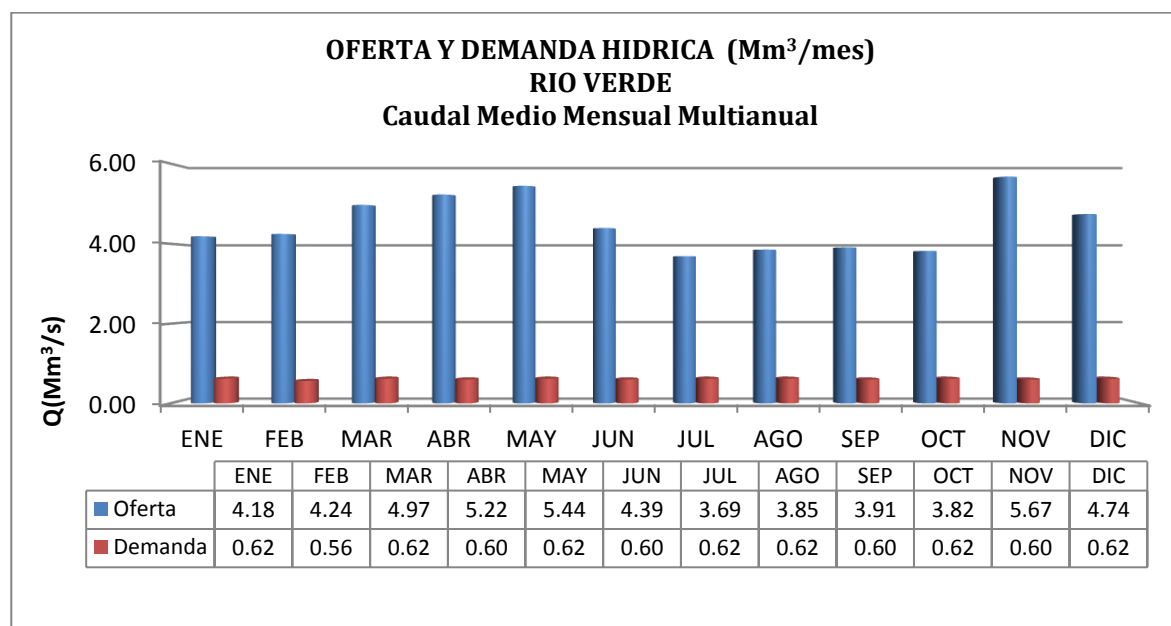
*La oferta del rio Santo Domingo es atribuida al total del área de drenaje de esta subcuenca igual a 151.99 km²



RIO VERDE: Desde su nacimiento hasta antes de la confluencia con el río Santo Domingo. La oferta es tomada de los registros de caudales de la estación limnigráfica Centro Guadua y aforos periódicos en este punto. Esta registra el total del agua que circula sobre el río antes de la unión con el río Santo Domingo.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.25	0.18	0.22	0.14	0.17	0.21	0.22	0.21	0.14	0.04	0.22	0.25	0.19
Q mínimo (m ³ /s)	0.98	0.72	0.89	0.54	0.68	0.85	0.87	0.83	0.56	0.18	0.86	1.00	0.75
Q medio (m ³ /s)	1.81	1.76	2.08	2.09	2.20	1.85	1.59	1.65	1.60	1.47	2.33	2.02	1.87
Oferta (m ³ /s)	1.56	1.58	1.85	1.95	2.03	1.64	1.38	1.44	1.46	1.43	2.12	1.77	1.68
Q oferta (Mm ³ /mes)	4.18	4.24	4.97	5.22	5.44	4.39	3.69	3.85	3.91	3.82	5.67	4.74	4.51
Q mínimo (Mm ³ /mes)	2.62	1.74	2.38	1.40	1.82	2.20	2.33	2.22	1.45	0.47	2.23	2.69	1.96

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.62	0.56	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.62	0.60	0.62	0.60	0.62	0.61
INDICE DE ESCASEZ (%)	14.88	13.25	12.54	11.53	11.45	13.73	16.88	16.16	15.42	16.30	10.63	13.14	13.83

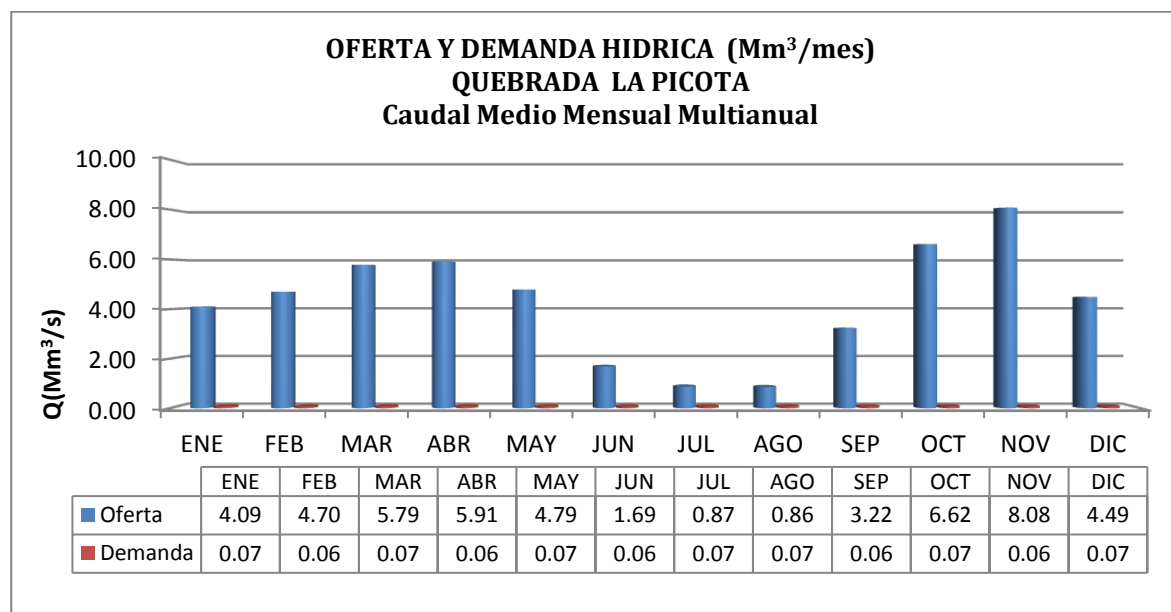


QUEBRADA LA PICOTA: Desde su nacimiento hasta antes de la unión con el río Quindío, antes de su confluencia con el río Barragán.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.03	0.00	0.09	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00	0.05	0.12	0.34	0.15	0.07
Q mínimo (m ³ /s)	0.14	0.00	0.35	0.09	0.10	0.05	0.01	0.01	0.19	0.47	1.37	0.59	0.28
Q medio (m ³ /s)	1.56	1.76	2.25	2.23	1.82	0.64	0.33	0.32	1.25	2.59	3.36	1.82	1.66
Oferta (m ³ /s)	1.53	1.76	2.16	2.21	1.79	0.63	0.33	0.32	1.20	2.47	3.02	1.67	1.59
Q oferta (Mm ³ /mes)	4.09	4.70	5.79	5.91	4.79	1.69	0.87	0.86	3.22	6.62	8.08	4.49	4.26
Q mínimo (Mm ³ /mes)	0.37	0.01	0.95	0.24	0.28	0.12	0.02	0.03	0.48	1.27	3.56	1.58	0.74

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06
INDICE DE ESCASEZ (%)	1.60	1.26	1.13	1.07	1.36	3.75	7.47	7.62	1.97	0.99	0.78	1.46	2.54

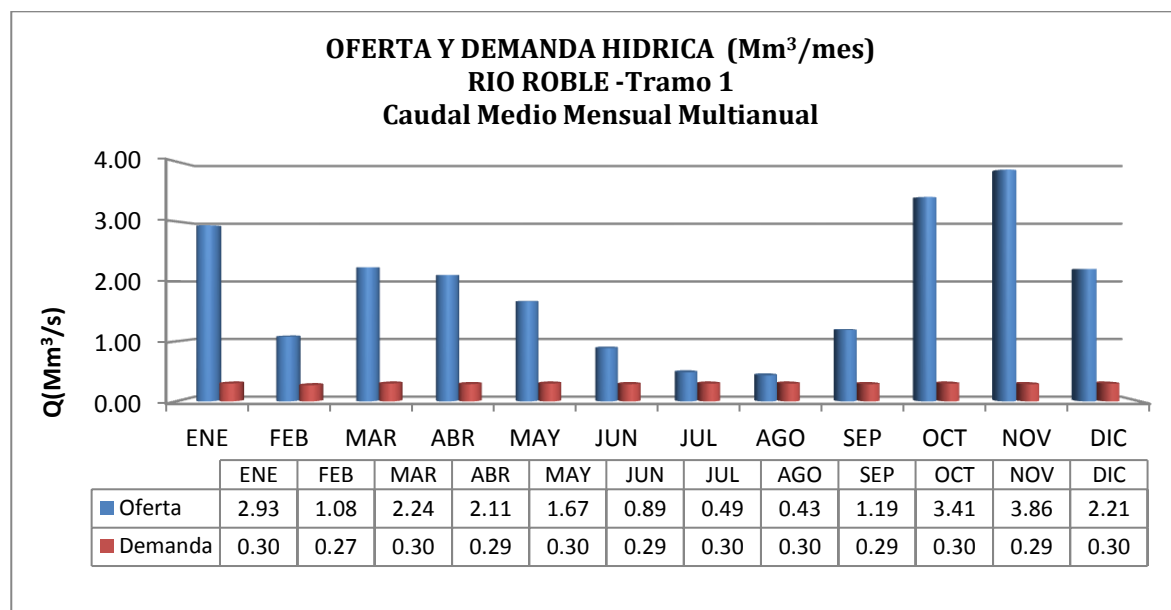
*La oferta de la quebrada La Picota es atribuida al total del área de drenaje de la microcuenca quebrada La Picota igual a 42.63 km².



RIO ROBLE – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estructura de captación “Bocatoma Circasia, ESAQUIN”.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.14	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.18	0.33	0.17	0.09
Q mínimo (m ³ /s)	0.47	0.25	0.20	0.14	0.11	0.05	0.03	0.03	0.05	0.60	1.10	0.57	0.30
Q medio (m ³ /s)	1.236	0.521	0.894	0.855	0.656	0.359	0.192	0.171	0.474	1.452	1.822	0.994	0.80
Oferta (m ³ /s)	1.10	0.45	0.84	0.81	0.62	0.34	0.18	0.16	0.46	1.27	1.49	0.82	0.71
Q oferta (Mm ³ /mes)	2.93	1.08	2.24	2.11	1.67	0.89	0.49	0.43	1.19	3.41	3.86	2.21	1.88
Q mínimo (Mm ³ /mes)	1.25	0.60	0.52	0.37	0.30	0.14	0.09	0.07	0.14	1.60	2.86	1.52	0.79

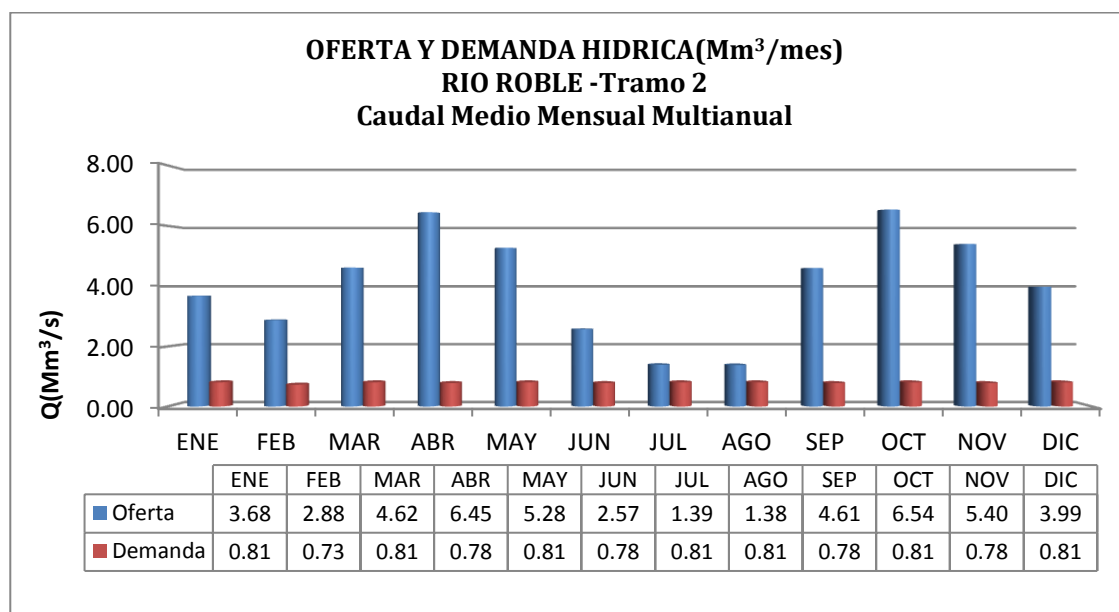
Q demanda (Mm ³ /mes)	0.30	0.27	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.29
INDICE DE ESCASEZ (%)	10.13	24.88	13.29	13.66	17.84	32.33	61.06	68.39	24.20	8.73	7.45	13.47	24.62



RIO ROBLE – TRAMO 2: Comprendido desde la estructura de captación “Bocatoma Circasia, ESAQUIN”, hasta la estructura de captación del acueducto para el municipio de Montenegro “Bocatoma Montenegro, ESAQUIN”.

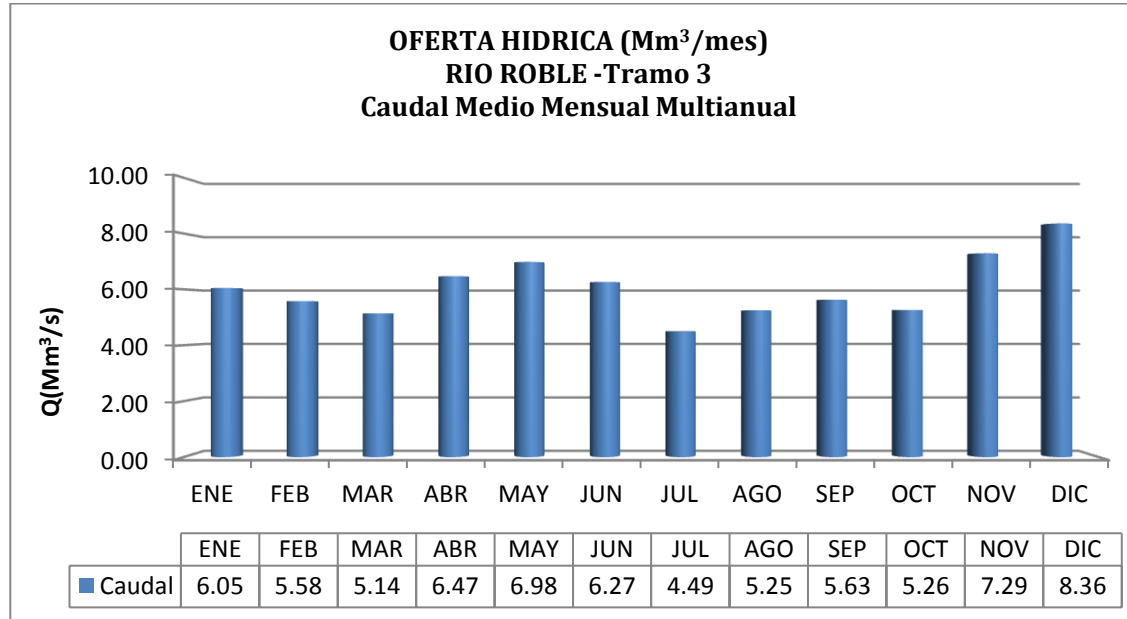
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.04	0.04	0.11	0.10	0.18	0.04	0.04	0.07	0.09	0.33	0.31	0.17	0.13
Q mínimo (m ³ /s)	0.17	0.14	0.45	0.38	0.73	0.15	0.17	0.26	0.36	1.32	1.23	0.69	0.51
Q medio (m ³ /s)	1.89	1.63	2.45	3.44	2.87	1.37	0.75	0.77	2.49	3.70	3.19	2.22	2.23
Q calidad (-25%)	0.47	0.41	0.61	0.86	0.72	0.34	0.19	0.19	0.62	0.92	0.80	0.55	0.56
Oferta (m ³ /s)	1.38	1.19	1.73	2.49	1.97	0.99	0.52	0.51	1.78	2.44	2.08	1.49	1.55
Q oferta (Mm ³ /mes)	3.68	2.88	4.62	6.45	5.28	2.57	1.39	1.38	4.61	6.54	5.40	3.99	4.07
Q mínimo (Mm ³ /mes)	0.45	0.35	1.19	0.99	1.94	0.40	0.46	0.70	0.95	3.54	3.18	1.85	1.33

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.81	0.73	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.81	0.78	0.81	0.78	0.81	0.79
INDICE DE ESCASEZ (%)	21.88	25.32	17.45	12.10	15.28	30.34	58.13	58.45	16.93	12.33	14.44	20.19	25.24



TOTAL RIO ROBLE: Registro de caudales de la estación limnigráfica La Española y aforos periódicos. Esta registra el total del agua que circula sobre el rio Roble antes de su desembocadura con el rio La Vieja.

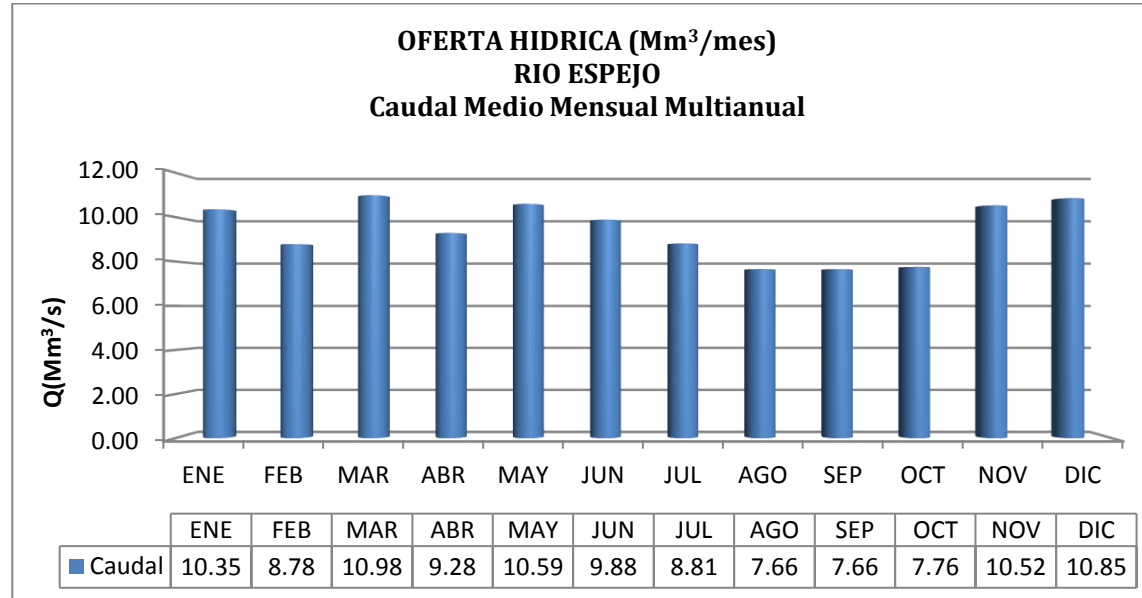
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.40	0.33	0.31	0.35	0.39	0.34	0.35	0.33	0.24	0.24	0.28	0.38	0.33
Q mínimo (m ³ /s)	1.59	1.33	1.25	1.41	1.54	1.34	1.41	1.31	0.96	0.98	1.11	1.50	1.31
Q medio (m ³ /s)	2.66	2.42	2.23	2.77	2.99	2.67	2.03	2.29	2.34	2.21	3.00	3.50	2.59
Oferta (m ³ /s)	2.26	2.08	1.92	2.42	2.61	2.34	1.68	1.96	2.10	1.96	2.72	3.12	2.26
Q oferta (Mm ³ /mes)	6.05	5.58	5.14	6.47	6.98	6.27	4.49	5.25	5.63	5.26	7.29	8.36	6.06
Q mínimo (Mm ³ /mes)	4.26	3.23	3.36	3.66	4.13	3.47	3.78	3.50	2.50	2.62	2.87	4.02	3.45
Q demanda (Mm ³ /mes)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



RIO ESPEJO: No existen demandas en el cuerpo de agua. El total de su oferta, corresponde a las lecturas registradas en la estación limnigráfica La Herradura, y aforos periódicos en este punto.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.35	0.30	0.15	0.55	0.15	0.15	0.15	0.51	0.48	0.49	0.46	0.41	0.35
Q mínimo (m ³ /s)	1.41	1.20	0.61	2.20	0.61	0.60	0.61	2.03	1.93	1.96	1.82	1.65	1.39
Q medio (m ³ /s)	4.22	3.93	4.25	4.13	4.11	3.96	3.44	3.37	3.44	3.39	4.52	4.46	3.93
Oferta (m ³ /s)	3.86	3.63	4.10	3.58	3.95	3.81	3.29	2.86	2.95	2.90	4.06	4.05	3.59
Q oferta (Mm ³ /mes)	10.35	8.78	10.98	9.28	10.59	9.88	8.81	7.66	7.66	7.76	10.52	10.85	9.43
Q mínimo (Mm ³ /mes)	3.78	2.90	1.63	5.70	1.63	1.56	1.63	5.44	5.00	5.25	4.72	4.42	3.64

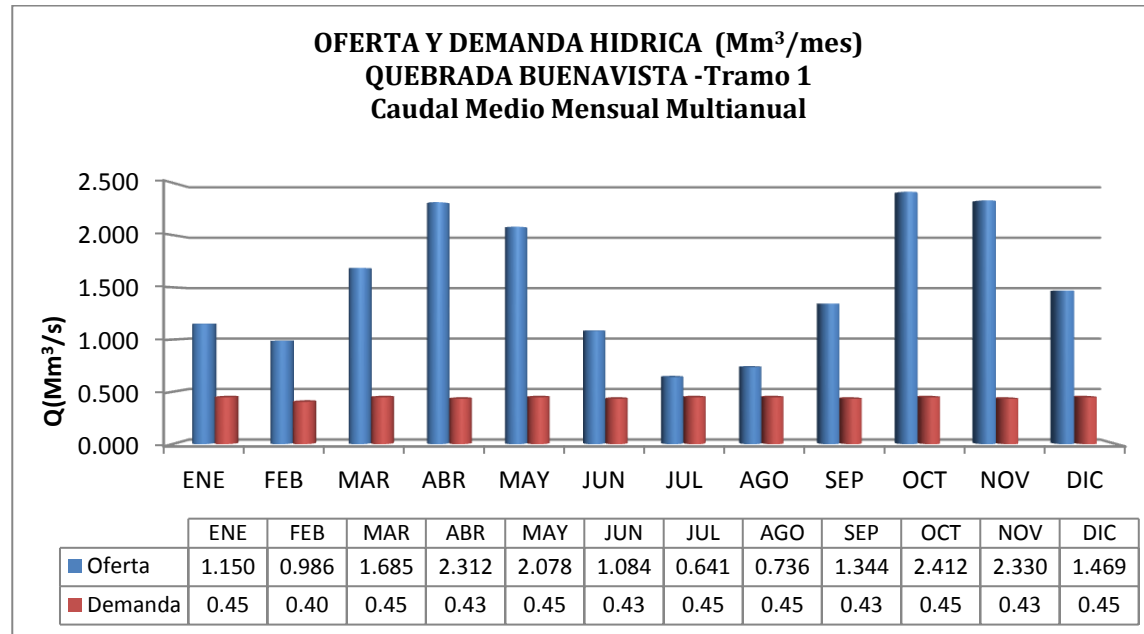
Q demanda (Mm ³ /mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



QUEBRADA BUENAVISTA – TRAMO 1: Comprendido desde su nacimiento hasta la estructura de captación “Bocatoma Quimbaya, ESAQUIN” que surte de agua al acueducto del municipio de Quimbaya.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.003	0.001	0.003	0.040	0.025	0.000	0.002	0.002	0.029	0.033	0.068	0.008	0.018
Q mínimo (m ³ /s)	0.010	0.005	0.009	0.134	0.084	0.002	0.008	0.006	0.098	0.112	0.226	0.026	0.060
Q medio (m ³ /s)	0.433	0.409	0.632	0.932	0.801	0.419	0.242	0.277	0.548	0.934	0.967	0.556	0.596
Oferta (m ³ /s)	0.430	0.408	0.629	0.892	0.776	0.418	0.239	0.275	0.519	0.901	0.899	0.548	0.578
Q oferta (Mm ³ /mes)	1.150	0.986	1.685	2.312	2.078	1.084	0.641	0.736	1.344	2.412	2.330	1.469	1.519
Q mínimo (Mm ³ /mes)	0.028	0.013	0.023	0.359	0.224	0.004	0.021	0.016	0.262	0.299	0.607	0.070	0.161

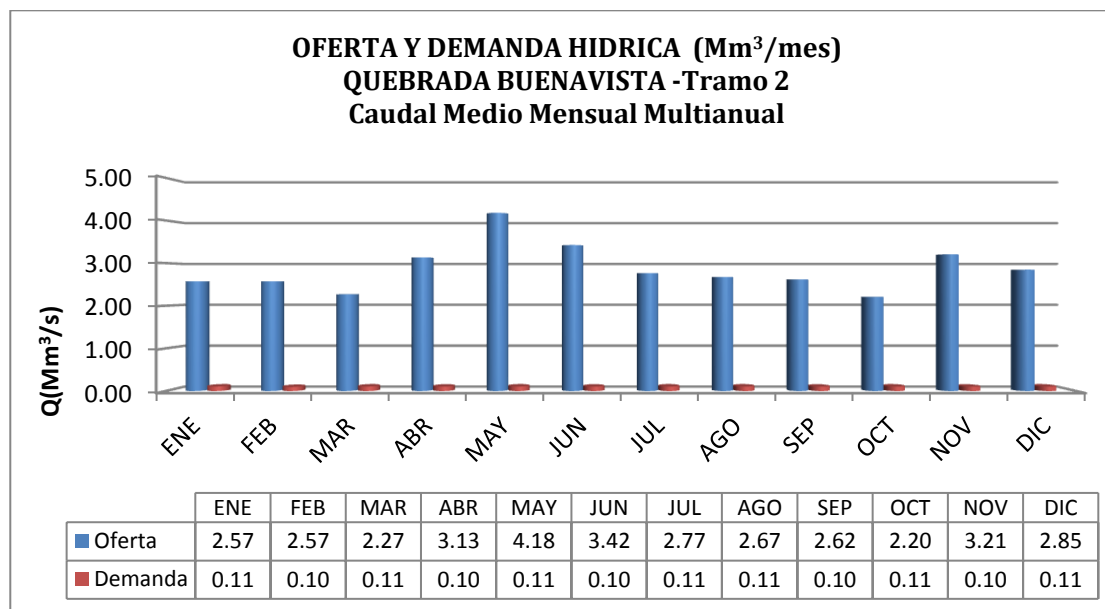
Q demanda (Mm ³ /mes)	0.45	0.40	0.45	0.43	0.45	0.43	0.45	0.45	0.43	0.45	0.43	0.45	0.44
INDICE DE ESCASEZ (%)	38.88	40.98	26.55	18.72	21.52	39.92	69.74	60.77	32.20	18.54	18.58	30.45	34.74



TOTAL QUEBRADA BUENAVISTA: Registro de caudales de la estación limnigráfica Puerto Alejandría y aforos periódicos en este punto. Esta registra el total del agua que circula sobre la quebrada Buenavista antes de su desembocadura con el rio La Vieja.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.23	0.18	0.15	0.18	0.23	0.18	0.16	0.13	0.16	0.20	0.15	0.11	0.17
Q mínimo (m ³ /s)	0.90	0.72	0.59	0.72	0.92	0.70	0.64	0.52	0.64	0.79	0.59	0.43	0.68
Q medio (m ³ /s)	1.18	1.24	0.99	1.39	1.79	1.50	1.19	1.13	1.17	1.02	1.38	1.17	1.26
Oferta (m ³ /s)	0.96	1.06	0.85	1.21	1.56	1.32	1.03	1.00	1.01	0.82	1.24	1.06	1.09
Q oferta (Mm ³ /mes)	2.57	2.57	2.27	3.13	4.18	3.42	2.77	2.67	2.62	2.20	3.21	2.85	2.87
Q mínimo (Mm ³ /mes)	2.41	1.74	1.58	1.87	2.46	1.81	1.71	1.39	1.66	2.12	1.53	1.15	1.787

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10
INDICE DE ESCASEZ (%)	4.16	3.75	4.72	3.30	2.56	3.02	3.86	4.00	3.95	4.85	3.23	3.76	3.76

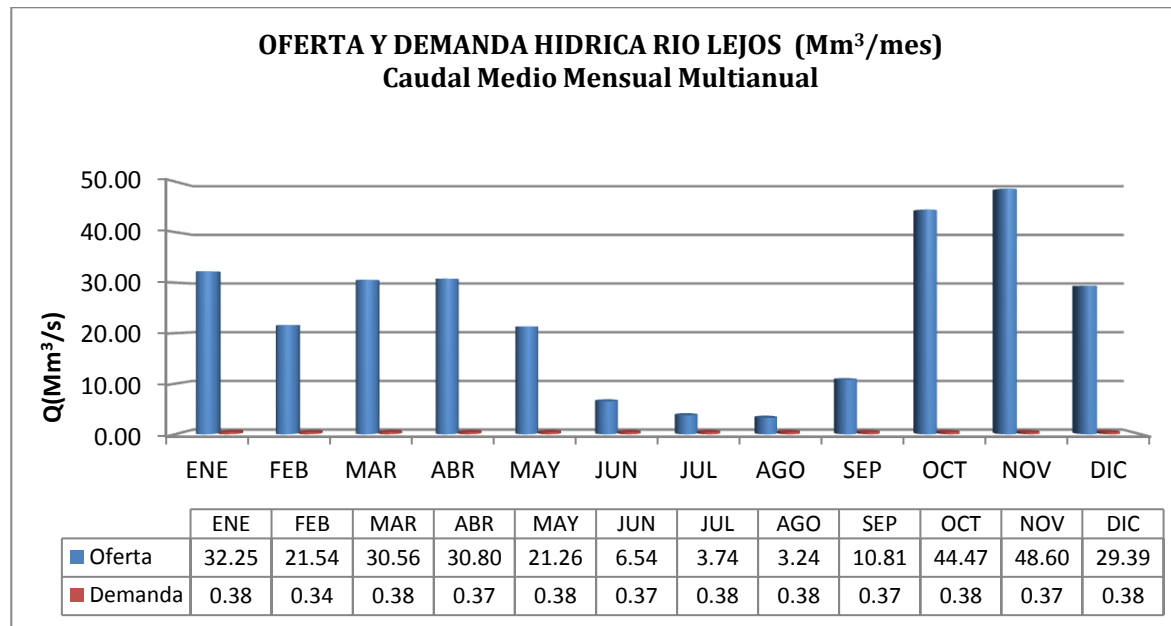


RIO LEJOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Promedio Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.08	0.10	0.08	0.16	0.28	0.01	0.00	0.00	0.07	0.69	1.36	0.66	0.29
Q mínimo (m ³ /s)	0.33	0.41	0.32	0.62	1.13	0.03	0.01	0.00	0.28	2.77	5.42	2.66	1.17
Q medio (m ³ /s)	12.04	8.91	11.41	11.88	7.94	2.52	1.40	1.21	4.17	16.60	18.75	10.97	8.98
Oferta (m ³ /s)	11.96	8.80	11.33	11.72	7.65	2.52	1.39	1.21	4.10	15.91	17.40	10.31	8.69
Q oferta (Mm ³ /mes)	32.25	21.54	30.56	30.80	21.26	6.54	3.74	3.24	10.81	44.47	48.60	29.39	23.60
Q mínimo (Mm ³ /mes)	0.89	0.99	0.85	1.62	3.03	0.07	0.02	0.01	0.72	7.43	14.05	7.12	3.07

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.38	0.34	0.38	0.37	0.38	0.37	0.38	0.38	0.37	0.38	0.37	0.38	0.37
INDICE DE ESCASEZ (%)	3.18	3.90	3.36	3.14	4.97	14.63	27.29	31.45	8.97	2.39	2.12	3.69	9.09

La oferta del rio Lejos es atribuida al total del área de drenaje de la Unidad de Manejo de Cuenca, UMC rio Lejos, igual a 231.07 km².

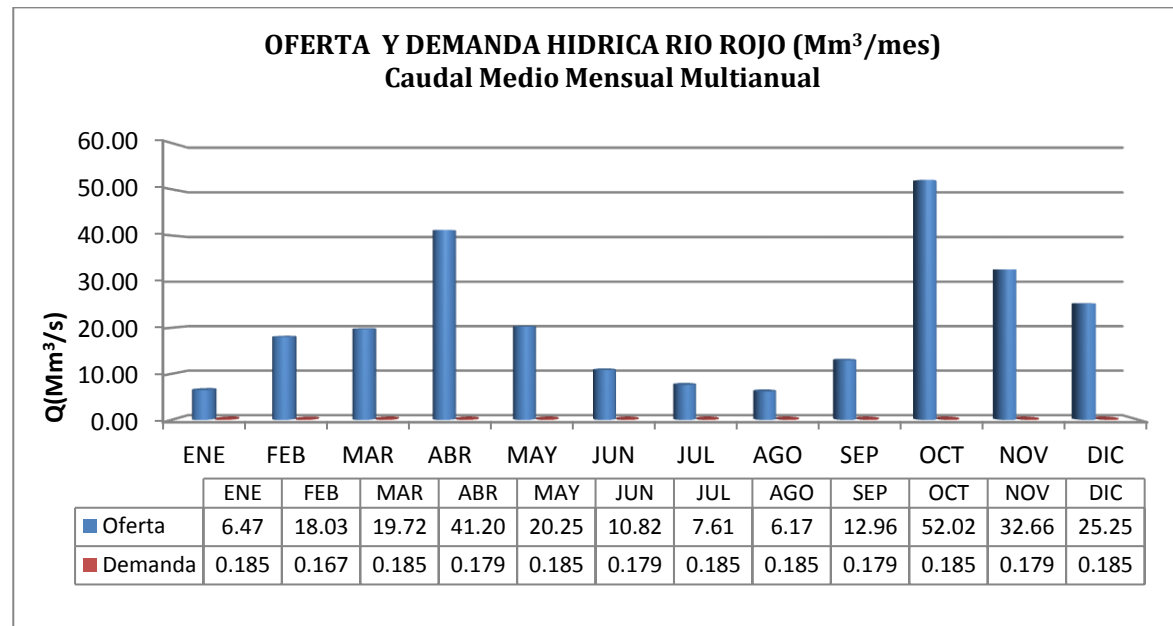


RIO ROJO

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total Anual
Q ecológico (m ³ /s)	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
Q mínimo (m ³ /s)	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
Q medio (m ³ /s)	2.42	7.45	7.36	15.90	7.56	4.17	2.84	2.30	5.00	19.42	12.60	9.43	8.04
Oferta (m ³ /s)	1.84	6.88	6.79	15.32	6.98	3.60	2.27	1.73	4.42	18.85	12.02	8.85	7.46
Q oferta (Mm ³ /mes)	6.47	18.03	19.72	41.20	20.25	10.82	7.61	6.17	12.96	52.02	32.66	25.25	21.10
Q mínimo (Mm ³ /mes)	6.17	5.57	6.17	5.97	6.17	5.97	6.17	6.17	5.97	6.17	5.97	6.17	6.05

Q demanda (Mm ³ /mes)	0.185	0.167	0.185	0.179	0.185	0.179	0.185	0.185	0.179	0.185	0.179	0.185	0.18
INDICE DE ESCASEZ (%)	2.85	0.93	0.94	0.43	0.91	1.65	2.43	3.00	1.38	0.36	0.55	0.73	1.35

*La oferta del rio Rojo es atribuida al total del área de drenaje de la Unidad de Manejo de Cuenca, UMC Rio Rojo igual a 244.4 km².



4.1 CONCLUSIONES

RIO QUINDÍO

A lo largo del año hidrológico, la oferta del río Quindío calculado en su primer tramo (hasta bocatoma EPA), posee un Índice de Escasez ALTO (color rojo). Sólo en los meses de enero, marzo, abril, junio, y noviembre la oferta hídrica no es superada por la demanda, es decir, para el resto de los meses del año el primer tramo del río Quindío se tiene un estrés hídrico por escasez de agua. El tramo a seguir (Tramo 2: Confluencia Navarco – Toma PCH El Bosque), el río evidencia un Índice de Escasez medio asociado a una demanda baja (color amarillo). Entiéndase que dentro de Resolución 865 de 2004 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, no se contempla el uso energético por ser este no consuntivo (retorna al agua). Así pues, las captaciones de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas - PCH (Campestre, Bayona, La Unión y El Bosque) no fueron tomadas para la evaluación del Índice de Escasez sobre el tramo medio del río Quindío.

Los tributarios del río Quindío como los ríos Navarco, Santo Domingo, Verde y la quebrada La Picota, poseen buena oferta hídrica con demandas que van de no significativas a moderadas (colores azul, verde y amarillo).

RIO ROBLE

Al incluirse las demandas totales concesionadas por la Corporación, se evidencia un mayor déficit de agua en los meses de julio y agosto en los Tramos 1 y 2 del río Roble (hasta la bocatoma del municipio de Montenegro, ESAQUIN). En general el promedio anual de las demandas de agua versus la oferta hídrica en el río Roble, dan como resultado un Índice de Escasez Medio Alto considerado como una demanda apreciable (color naranja). Aguas abajo del tramo anterior, no existen demandas sobre el río Roble.

RIO ESPEJO

No existe demanda alguna sobre este cauce, dada la condición del río en cuanto a calidad, ya que es el receptor de los vertimientos sin tratamiento de las aguas residuales del casco urbano de Armenia.

QUEBRADA BUENAVISTA

La menor oferta hídrica se presenta sobre los meses enero a febrero y de junio a agosto donde según el rango de valores para el cálculo del índice de escasez, la quebrada Buenavista en su primer tramo (hasta la bocatoma del acueducto para el municipio de Quimbaya) posee una demanda apreciable (color naranja). La oferta aumenta a medida que avanza la corriente hídrica hasta su desembocadura con el río La Vieja (Tramo 2). Las demandas son pocas en este tramo, lo cual da como resultado un Índice de Escasez muy bajo (color verde).

RIO LEJOS

El presente balance hídrico, muestra demandas muy bajas para los meses de enero a mayo y septiembre a diciembre. Para el resto de los meses, de junio a agosto, se evidencian demandas que van desde bajas a apreciables. En general, esta corriente presenta una demanda muy baja (color verde).

RIO ROJO

Para la cuenca del rio Rojo, municipio de Génova, la mayor demanda de agua está relacionada directamente con el tributario rio Gris. En general, no se aprecian demandas significativas dado que el índice poblacional decrece en la zona, (*DANE, Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones 2005-2020*).

Promediando mensualmente el porcentaje del índice de escasez para cada fuente en estudio, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 5. Índice de Escasez, año 2014

UMC	RIO	Demanda (Mm3/Año)	Oferta (Mm3/Año)	IE%	TOTAL UMC		
					IE%	Demanda (Mm3/Año)	Oferta (Mm3/Año)
RIO QUINDÍO	Quindío Tramo 1	39.41	44.33	106.6	24.1	64.25	132.74
	Quindío Tramo 2	9.79	66.26	16.73			
	Navarco	0.10	67.38	0.16			
	Rio Santo Domingo	6.84	224.00	4.74			
	Rio Verde*	7.33	54.13	13.83			
	Quebrada La Picota	0.77	51.10	2.54			
	Quindío Tramo 3		132.74				
RIO ROBLE	Tramo 1	3.50	22.50	24.62	24.93	13.01	72.76
	Tramo 2	9.51	48.79	25.24			
	Tramo 3		72.760				
	Espejo		113.12				
RIO LEJOS	Rio Lejos	4.48	283.2	9.09	9.09	4.48	283.20
RIO ROJO	Rio Rojo	2.19	253.16	1.35	1.35	2.19	253.16
QUEBRADA BUENAVISTA	Tramo 1	5.26	18.23	34.74	19.25	6.52	52.69
	Tramo 2	1.26	34.46	3.76			

*Antes de la confluencia con el rio Santo Domingo

**El caudal ecológico o ambiental obtenido del estudio "Estimación de Caudales Ecológicos mediante métodos hidrológicos e hidráulicos en la UMC rio Quindío, CRQ 2011", refleja la reducción de la oferta hídrica sobre el rio Quindío en cada uno de sus tramos.

De la Tabla 5, se observa un Índice con demanda apreciable para el total del aprovechamiento hídrico relacionado con los ríos Quindío y Roble. Los ríos pertenecientes a la zona sur del departamento del Quindío poseen una demanda muy baja y gran oferta hídrica, lo que se relaciona con un Índice de escasez de color verde. Por otro lado, la quebrada Buenavista localizada entre los municipios de Filandia y Quimbaya, posee una demanda baja cercana a una apreciable, para lo cual el primer tramo de la quebrada presenta mayor presión sobre el recurso comparado con el Tramo 2.

5. BIBLIOGRAFIA

- Germán Poveda (2000), Balances Hidrológicos de Colombia. COLCIENCIAS.
- Resolución 865 de 2004, Metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT.
- Sánchez, M.I. (1992). Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración