

PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN

Río Pavas y tributarios priorizados



**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL
DEL VALLE DEL CAUCA**



Diciembre 2024

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ASPECTOS GENERALES	2
3. OFERTA DE AGUA	3
3.1. Oferta total	5
3.2. Caudal Ecológico	10
3.3. Oferta Disponible	10
4. DEMANDA DE AGUA	11
4.1. Demanda Doméstica.....	19
4.2. Demanda Pecuaria.....	21
4.3. Demanda Piscícola	22
4.4. Demanda para riego.....	22
5. RESULTADOS DEL PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN.....	24
6. CONDICIONES PARA LA DISTRIBUCIÓN	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la unidad hidrológica del río Pavas	2
Figura 2. Red hídrica natural, derivaciones y principales nacimientos de agua.....	4
Figura 3. Curva de duración de caudales CDC – Río Pavas.....	7
Figura 4. Localización sitios de aforos puntuales – Microcuenca del río Pavas	9
Figura 5. Cobertura aproximada de la prestación del servicio de los acueductos	12
Figura 6. Localización de las captaciones de agua.....	16
Figura 7. Cobertura vegetal	18
Figura 8. Esquema general del balance oferta -demanda del río Pavas y tributarios priorizados.....	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Precipitación mensual multianual (mm). Estación La Cumbre. Periodo (1985 -2020)	5
Tabla 2. Caudales medios mensuales multianuales - Método del SCS.....	6
Tabla 3. Caudales para diferentes probabilidades de permanencia en la CDC	6
Tabla 4. Rendimientos específicos para diferentes probabilidades en la CDC	7
Tabla 5. Aforos puntuales - microcuenca del río Pavas.....	8
Tabla 6. Oferta disponible en el punto de cierre de la microcuenca del río Pavas	11
Tabla 7. Registro fotográfico de las captaciones de los acueductos.....	13
Tabla 8. Cobertura vegetal en la cuenca del río Pavas*.....	19
Tabla 9. Módulos de consumos en actividades específicas.....	21
Tabla 10. Módulo de consumo relacionados al uso pecuario	21
Tabla 11. Módulo de consumo relacionados al uso piscícola.....	22
Tabla 12. Coeficientes del cultivo Kc sugeridos por la FAO (2006).	22
Tabla 13. Balance hídrico para determinación de necesidades de riego neto (mm/mes)	23
Tabla 14. Resultados del proyecto de distribución para el río Pavas y tributarios priorizados	24

1. INTRODUCCIÓN

En el componente hídrico, los procesos de reglamentación de corrientes buscan dinamizar desde la mirada de “cantidad del recurso”, los procesos de distribución de agua superficial entre los usuarios actuales y potenciales, haciéndose necesario para tal fin, el desarrollo de estudios y análisis técnicos, que buscan integrar la oferta hídrica de las corrientes con las demandas de agua, estableciendo las mejores condiciones para su aprovechamiento y respetando un caudal ecológico.

La reglamentación del río Pavas está motivada por el incremento en la demanda del agua, como consecuencia del crecimiento habitacional en el territorio y el cual ha conllevado también al deterioro en la calidad del agua. En este sentido, el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH del río Bitaco, priorizado dentro de las corrientes de la Vertiente del Pacífico y adoptado por la Resolución 0100 N° 0660-0287 del 08 de mayo de 2017, en su componente programático, precisó la necesidad de llevar a cabo acciones relacionadas con la caracterización y cuantificación de la demanda de agua del río Pavas y la Quebrada Cordobitas.

La reglamentación del río Pavas y de la quebrada Cordobitas, inició con la resolución ordenatoria N° 0642 de 2021, donde se resalta que, la quebrada Cordobitas y algunos de sus tributarios fueron reglamentados y adoptado mediante la resolución 0100 N° 0600 – 0072 del 26 de enero de 2024.

En este sentido, se presenta a continuación el proyecto de distribución del río Pavas y de los tributarios priorizados de La Ermita, Pavitas, Timbío y quebrada del Acueducto Viejo y sus respectivas derivaciones. En el documento se exponen los aspectos generales del área a reglamentar, la oferta de agua, características de los usos del suelo y de la demanda la infraestructura hidráulica existente para su aprovechamiento (individual y/o colectivo) y la demanda, la cual se estima a partir del inventario de usuarios, obteniendo como resultado la distribución de las aguas en la corriente principal y en los tributarios priorizados.

2. ASPECTOS GENERALES

El río Pavas se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental, en el flanco oriental que drena hacia el Pacífico, enmarcado en el área de jurisdicción del municipio de La Cumbre. Sus aguas confluyen al río Bitaco y éste a su vez al río Dagua, como se aprecia en la siguiente figura.

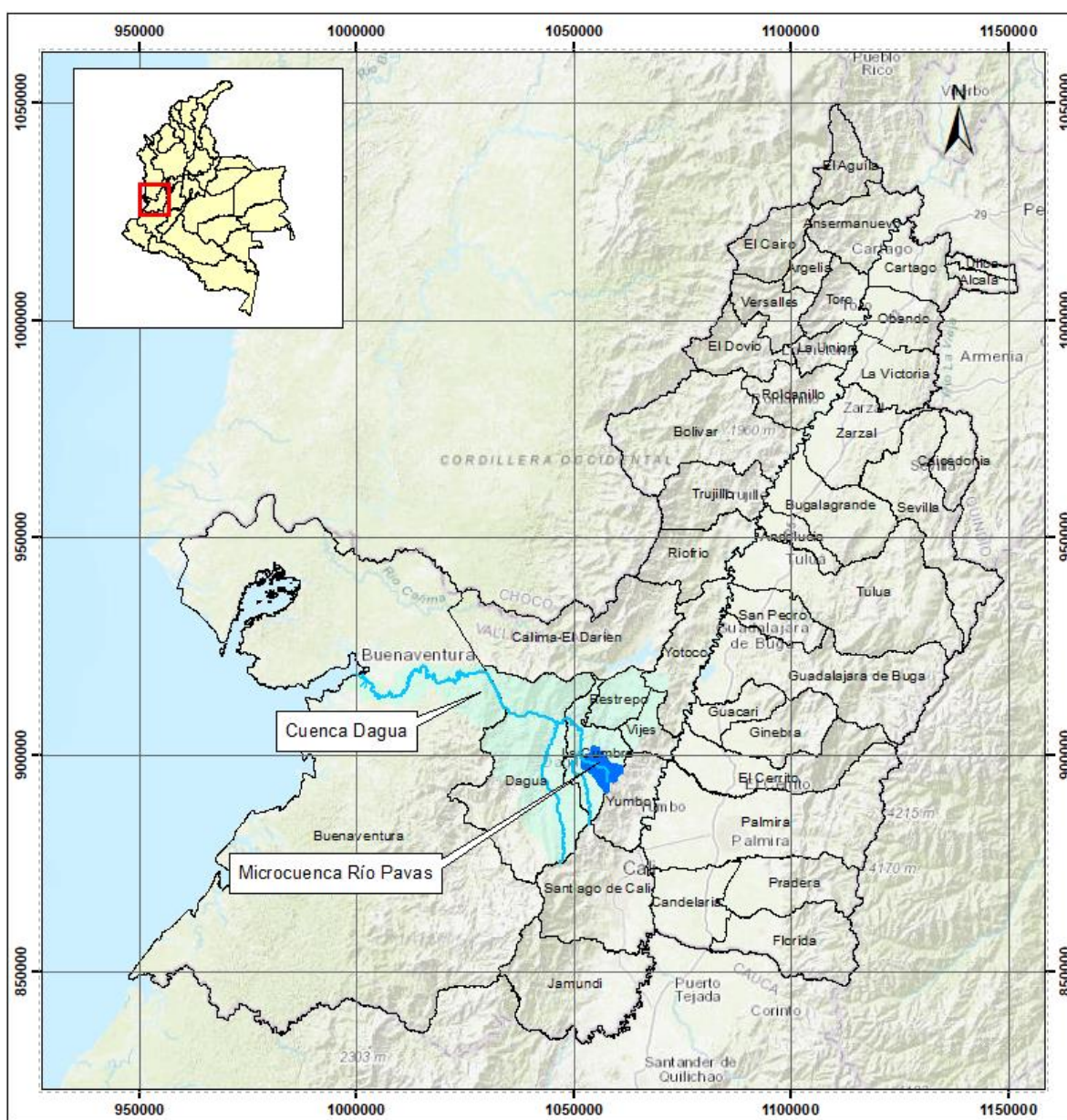


Figura 1. Localización de la unidad hidrológica del río Pavas

La unidad hidrológica o microcuenca del río Pavas tiene un área total de 5118,56 hectáreas y se extiende desde una altura máxima de 2000 msnm hasta los 1100

msnm, donde confluye con el río Bitaco. En medio de su topografía montañosa destaca el valle plano del río Pavas, formado por conos aluviales, donde se localizan importantes afloramientos de agua, fruto de altas conductividades hidráulicas que se presentan en buena parte del territorio, valoradas como bien drenadas y que permiten una alta infiltración en los eventos de precipitación.

Con relación a la cobertura y usos del suelo, cabe señalar que, la microcuenca del río Pavas forma parte de la Reserva Forestal del Pacífico, definida en la Ley 2^{da} de 1959; sin embargo, pese a esta figura de conservación, en el área de influencia del río Pavas y de sus principales tributarios, se localizan importantes núcleos de población, destacando la cabecera municipal de La Cumbre, el caserío de Pavas y de Pavitas, además del desarrollo de actividades agrícolas que han conllevado a una alta presión sobre el recurso hídrico, tanto por la cantidad de agua demandada en las épocas de verano, como por el deterioro en la calidad del agua del río, producto de los vertimientos de las áreas nucleadas.

3. OFERTA DE AGUA

En la microcuenca del río Pavas, es importante destacar que, además de la oferta hídrica superficial del cauce principal y sus tributarios, se cuenta con la oferta de importantes nacimientos o afloramientos de agua subterránea, que son la fuente de abastecimiento de los acueductos que operan en la zona y abastecen a la mayoría de la población de la cuenca Pavas y alrededores.

En este sentido, se reconoce la importancia de llevar a cabo la caracterización de los afloramientos que sirven de fuente de abastecimiento de los acueductos, considerando su componente hidrogeológico, el cual no se aborda en la presente reglamentación.

De acuerdo con los recorridos de campo llevados a cabo en el proceso de la reglamentación, un gran número de drenajes de la microcuenca del río Pavas corresponden a corrientes de tipo intermitente, donde sólo fluye agua durante cortos periodos de tiempo, producto de lluvias fuertes o épocas de invierno. Es así como, las captaciones de agua se localizan principalmente sobre la corriente principal, algunos tributarios y sobre derivaciones o canales artificiales.

Cabe señalar, que fruto del trabajo de campo realizado en la reglamentación se realizaron algunas modificaciones en el trazado de la red hídrica de la capa con la que cuenta CVC. Así también, se eliminaron algunos drenajes una vez se verificó su inexistencia y se incluyó en la red de drenaje el trazado de tres derivaciones de agua, correspondientes a la Derivación 1 – río Pavas, Derivación 1 – quebrada

Este mapa satelital detallado muestra la zona de influencia de la Q. Cordobitas, delimitada por una línea amarilla discontinua. Se visualizan varias infraestructuras de agua: el Acueducto Viejo Pavitas (línea verde), el Canal Acapavas (línea amarilla), la Derivación 1 - Pavas (línea naranja) y la Derivación 1 - Pavitas (línea morada). Se identifican también los Acueductos Parraga, María - El Pinal, Asojigales, Pavas, La Cumbre y Asopavitas. El río principal, el Río Pájaros, fluye a través de la zona. El mapa incluye una cuadrícula de coordenadas UTM (1050913 a 1060913 horizontalmente y 893609 a 895609 verticalmente) y una brújula en la esquina superior derecha.

Derivaciones

- Acueducto Viejo Pavitas
- Canal Acapavas
- Derivación 1 - Pavas
- Derivación 1 - Pavitas

Nota: El área de aferencia de la Q. Cordobitas, está reglamentada mediante Resolución 0100-0600-072 del 26 de enero de 2024.

¹ Red hídrica CVC: La capa oficial de la red hídrica de CVC fue modificada en algunos tramos de las corrientes, según los recorridos de campo realizados en el proceso de la reglamentación.

3.1. Oferta total

El caudal u oferta de agua en una corriente hídrica presenta variaciones a lo largo del tiempo. La precipitación y las características del suelo como la pendiente, la cobertura vegetal, los usos del suelo y las prácticas culturales son las variables más determinantes en la respuesta hidrológica natural de la corriente. En la práctica, la oferta natural puede verse significativamente alterada por la cantidad de usuarios del agua y el régimen de operación de sus aprovechamientos.

La oferta hídrica en cualquier punto de interés puede determinarse por mediciones en campo, ya sean puntuales o continuas o a través de métodos hidrológicos indirectos.

Para una reglamentación de corrientes se requiere determinar la oferta hídrica y su variabilidad a lo largo del tiempo; considerando que en el río Pavas y tributarios priorizados no se cuenta con un sistema de medición de caudales que brinde dicha información, la oferta hídrica natural se estimó aplicando el modelo desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (SCS), el cual considera entre sus variables la precipitación y un parámetro denominado número de curva (CN), que varía en un rango de 1 a 100, en la cual intervienen las propiedades del tipo de suelo, cobertura vegetal y la condición de humedad antecedente del suelo.

Con relación a la precipitación se han tomado de referencia los datos de la estación pluviométrica de La Cumbre, ubicada en este centro poblado, a una altura de 1581 msnm, con datos registrados entre el 1985 - 2020.

En la siguiente tabla se presenta el promedio mensual multianual de la precipitación medida en la estación.

Tabla 1. Precipitación mensual multianual (mm). Estación La Cumbre. Periodo (1985 -2020)

Precipitación media mensual multianual (mm)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
62	70	106	166	156	79	58	57	97	152	140	83	1227

De acuerdo con los análisis desarrollados, se establece para la zona un comportamiento bimodal, con altas precipitaciones en los meses de abril-mayo (primer periodo) y octubre-noviembre (segundo periodo), siendo el primer periodo el más húmedo.

Respecto al tipo de suelo, el método del SCS clasifica los suelos en 4 grupos (A, B, C y D), donde la asignación del grupo hidrológico obedece principalmente a la capacidad de infiltración después de un prolongado periodo húmedo, influyendo mayormente en la asignación del grupo, la conductividad hidráulica, la presencia de alguna capa impermeable o un elevado nivel freático.

En este sentido y de acuerdo al estudio de suelos del Valle del Cauca, IGAC-2023, en la microcuenca del río Pavas, descontando el área de aferencia de la quebrada

Cordobitas, las unidades cartográficas de suelos más representativas, por el área que ocupan, corresponden mayoritariamente al grupo hidrológico A. Este grupo hidrológico se caracteriza por contar con suelos de alta porosidad y densidad aparente baja, lo que se correlaciona con una alta conductividad hidráulica, llegando en algunas zonas hasta los 160 cm/día. Las altas velocidades de infiltración pueden explicar, en parte, la baja permanencia de caudales en muchos de los drenajes superficiales, mientras que, por otra parte, se identifican importantes nacimientos u afloramientos de agua en la zona del valle del río Pavas y en zonas de afloramientos rocosos, con suelos poco profundos.

Los suelos del grupo A tienen una alta tasa de infiltración incluso estando completamente húmedos. Son suelos bien drenados a excesivamente drenados. La velocidad de transmisión, es decir, la velocidad a la que el agua fluye internamente por el suelo, es elevada.

A continuación, se muestran los caudales obtenidos aplicando el método del SCS para la condición antecedente intermedia, los cuales fueron confrontados con los caudales medidos en las tres campañas de aforo llevadas a cabo en abril, marzo y septiembre del año 2024 (ver tabla 5).

Tabla 2. Caudales medios mensuales multianuales - Método del SCS

Caudal Medio Mensual Multianual (l/s) - Punto de cierre río Pavas											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
132	178	342	837	731	190	85	95	273	693	597	208

Se precisa que los caudales generados corresponden a la oferta del río Pavas en el punto de cierre de la microcuenca, o sea, antes de la confluencia con el río Bitaco. En el modelo no se incluyó la oferta correspondiente de la quebrada Cordobitas, debido a que ésta ya presenta un alto índice de uso del agua.

A continuación, se presenta la oferta hídrica para los diferentes porcentajes de probabilidad de permanencia del caudal, teniendo en cuenta que el área de aferencia de la reglamentación es de 4080,55 has.

Tabla 3. Caudales para diferentes probabilidades de permanencia en la CDC

Q asociados a %s de permanencia (l/s)- Río Pavas											
10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
1.390	920	710	580	540	490	440	410	400	380	350	320

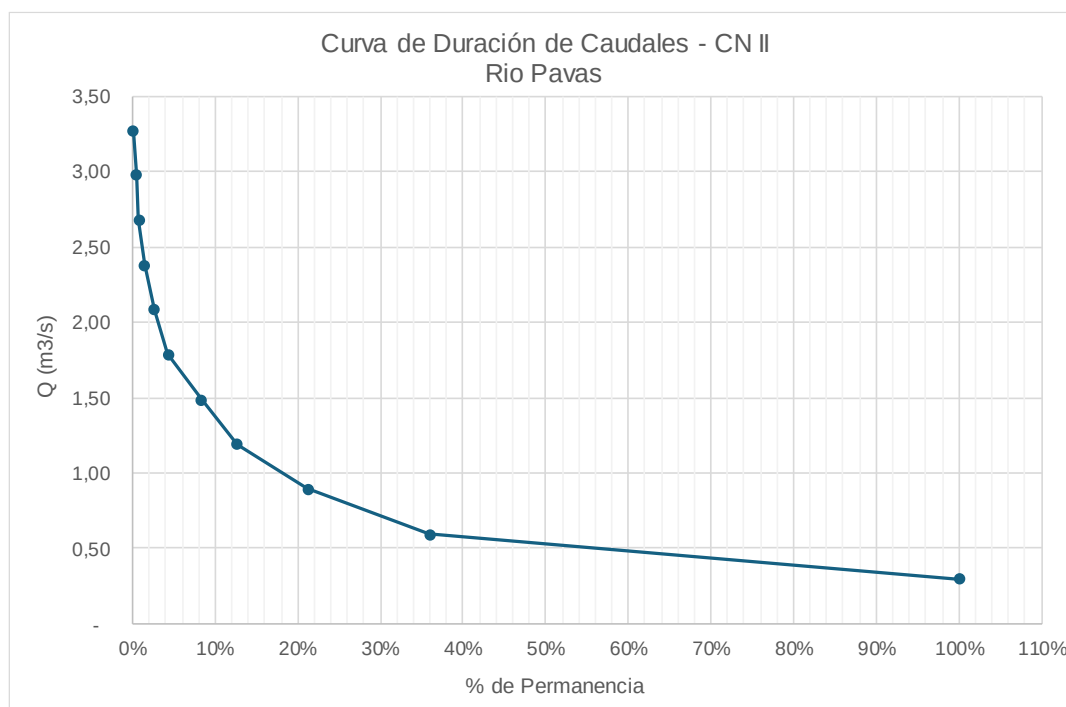
En la siguiente tabla se presenta el rendimiento específico para los diferentes % de permanencia en la CDC, los cuales permitirán estimar la oferta multiplicando el rendimiento por la respectiva área aguas arriba de cualquier punto de interés.

Tabla 4. Rendimientos específicos para diferentes probabilidades en la CDC

Rendimientos (l/s-ha) según %s de permanencia- Río Pavas											
10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
0,341	0,225	0,174	0,142	0,132	0,120	0,108	0,100	0,098	0,093	0,086	0,078

En la siguiente figura se muestra la Curva de Duración de Caudales (CDC) la cual representa la probabilidad de permanencia de un caudal en la corriente, la cual fue generada para la condición de humedad antecedente media en el río Pavas.

Figura 3. Curva de duración de caudales CDC – Río Pavas



A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las tres campañas de medición realizadas en la microcuenca del río Pavas, en el marco de la reglamentación, además se incluyeron los aforos realizados en proyecto del PORH del río Bitaco.

Tabla 5. Aforos puntuales - microcuenca del río Pavas

FECHA	ID_AFORO	SITIO DE AFORO	Caudal (lps)	X	Y
11/03/2024	1	Q. La Ermita	1,80	894.679	1.057.242
11/04/2024	1	Q. La Ermita	1,16	894.679	1.057.242
9/09/2024	1	Q. La Ermita	0,80	894.679	1.057.242
11/03/2024	2	Río Pavas - Predio Amapola	5,10	895.714	1.057.756
11/04/2024	2	Río Pavas - Predio Amapola	5,96	895.714	1.057.756
9/09/2024	2	Río Pavas - Predio Amapola	8,50	895.714	1.057.756
25/08/2020	3	Rio Pavas - despues de Pavitas (Mira)	22,00	896.546	1.058.049
6/10/2020	3	Rio Pavas - despues de Pavitas (Mira)	22,00	896.546	1.058.049
11/03/2024	3	Rio Pavas - despues de Pavitas (Mira)	24,60	896.546	1.058.049
11/04/2024	3	Rio Pavas - despues de Pavitas (Mira)	25,08	896.546	1.058.049
9/09/2024	3	Rio Pavas - despues de Pavitas (Mira)	27,20	896.546	1.058.049
25/08/2020	4	Rio Pavas - despues de Q. Timbio	19,00	897.007	1.057.375
6/10/2020	4	Rio Pavas - despues de Q. Timbio	30,00	897.007	1.057.375
11/03/2024	4	Rio Pavas - despues de Q. Timbio	28,00	897.007	1.057.375
11/04/2024	4	Rio Pavas - despues de Q. Timbio	14,90	897.007	1.057.375
9/09/2024	4	Rio Pavas - despues de Q. Timbio	29,10	897.007	1.057.375
25/08/2020	5	Rio Pavas - despues de Acapavas	74,00	897.189	1.055.901
6/10/2020	5	Rio Pavas - despues de Acapavas	86,00	897.189	1.055.901
11/03/2024	5	Rio Pavas - despues de Acapavas	105,20	897.189	1.055.901
9/09/2024	5	Rio Pavas - despues de Acapavas	100,70	897.189	1.055.901
25/08/2020	7	Rio Pavas - despues de Cordobitas	117,00	897.761	1.055.220
6/10/2020	7	Rio Pavas - despues de Cordobitas	127,00	897.761	1.055.220
11/03/2024	7	Rio Pavas - despues de Cordobitas	142,10	897.761	1.055.220
11/04/2024	7	Rio Pavas - despues de Cordobitas	116,00	897.761	1.055.220
9/09/2024	7	Rio Pavas - despues de Cordobitas	96,30	897.761	1.055.220
11/03/2024	8	Rio Pavas - Caserio de Pavas	125,80	898.063	1.054.612
9/09/2024	8	Rio Pavas - Caserio de Pavas	113,60	898.063	1.054.612
25/08/2020	9	Estacion Piedras	152,00	898.221	1.053.528
6/10/2020	9	Estacion Piedras	175,00	898.221	1.053.528
11/03/2024	9	Estacion Piedras	202,00	898.221	1.053.528
11/04/2024	9	Estacion Piedras	128,00	898.221	1.053.528
9/09/2024	9	Estacion Piedras	158,00	898.221	1.053.528
9/09/2024	10	Nacimiento Amapola - Asopavitas	2,94	895.625	1.057.888
9/09/2024	11	Q. Timbio (via Pavitas - Montañitas)	1,00	896.414	1.058.664



3.2. Caudal Ecológico

Teniendo en cuenta el artículo 2.2.3.3.1.3 del decreto 1076 de 2015, el caudal ambiental (o caudal ecológico) se define como el volumen de agua por unidad de tiempo, en términos de régimen y calidad, requerido para mantener el funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos.

Para la determinación del caudal ambiental en corrientes hídricas existen múltiples desarrollos metodológicos, las cuales se basan en enfoques hidrológicos, hidráulicos, hidrobiológicos, de calidad de agua u holísticos, donde incorporan parte o la totalidad de enfoques mencionados. Por tanto, la aplicación de una u otra metodología dependerá de la disponibilidad de información requerida de cada uno de ellos, del enfoque metodológico que se requiera y del propósito.

Para el caso del río Pavas y de sus tributarios priorizados se consideran las evaluaciones realizadas en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico (PORH) del río Bitaco y sus principales tributarios, donde el caudal ambiental se determinó con la estimación del factor de reducción, equivalente a cerca del 50% de la oferta hídrica total estimada.

Este factor de reducción del 50% se contrasta con la metodología adoptada por la Resolución 865 del 2004 del MAVDT, donde además de aplicar una reducción por caudal ecológico, equivalente al 25% como factor de descuento del caudal medio mensual multianual más bajo, se suma una reducción por calidad del agua del 25%, ya que éste es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe las posibilidades de uso en un amplio rango.

En este sentido, afectando el factor de reducción del 50% a la oferta total estimada por el método del SCS, se obtiene que el caudal ecológico, para el punto de cierre del río Pavas, es de 42,5 l/s, equivalente a un caudal específico de 0,0104 l/s-ha.

Para calcular el caudal ambiental en cualquier punto de interés se multiplicará el caudal específico por el área aferente aguas arriba de dicho punto.

3.3. Oferta Disponible

La oferta disponible se determina restando el caudal ecológico a la oferta total. Se resalta que, en esta estimación, la oferta hídrica estimada corresponde a los caudales probables que permanecen en las corrientes de agua superficial y no es representativa de la oferta hídrica de los nacimientos o afloramientos de agua presentes en la zona, ya que estos tienen un comportamiento hidrológico que involucra otros aspectos que están por fuera del alcance de este proyecto.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la oferta disponible para su distribución entre los usuarios del agua del río Pavas y tributarios priorizados.

Tabla 6. Oferta disponible en el punto de cierre de la microcuenca del río Pavas

<i>Caudal Disponible (l/s) - Punto de cierre río Pavas</i>											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
90	135	300	795	689	147	43	53	231	651	555	166

Como se mencionó anteriormente, la oferta disponible en cada punto de interés dependerá de su área de influencia y del porcentaje de la CDC que se seleccione.

Para efectos del proyecto de distribución se seleccionó el 80% de permanencia en la CDC, teniendo en cuenta que el consumo humano y doméstico, el cual requiere el 95% de permanencia del caudal demandado, se encuentra cubierto por parte de los acueductos que se abastecen de los afloramientos de agua y garantizan la cobertura y prestación del servicio a casi la totalidad de la población de la cuenca.

4. DEMANDA DE AGUA

En el proyecto de distribución de la reglamentación, se entiende por demanda de agua a la cantidad requerida para satisfacer las necesidades de la población, tanto para el consumo humano y doméstico, como para satisfacer las actividades productivas desarrolladas por el hombre.

La demanda de agua en la zona de influencia del río Pavas se consolida a partir de la información recopilada de los usuarios que se abastecen desde la corriente principal del río Pavas y de los tributarios priorizados.

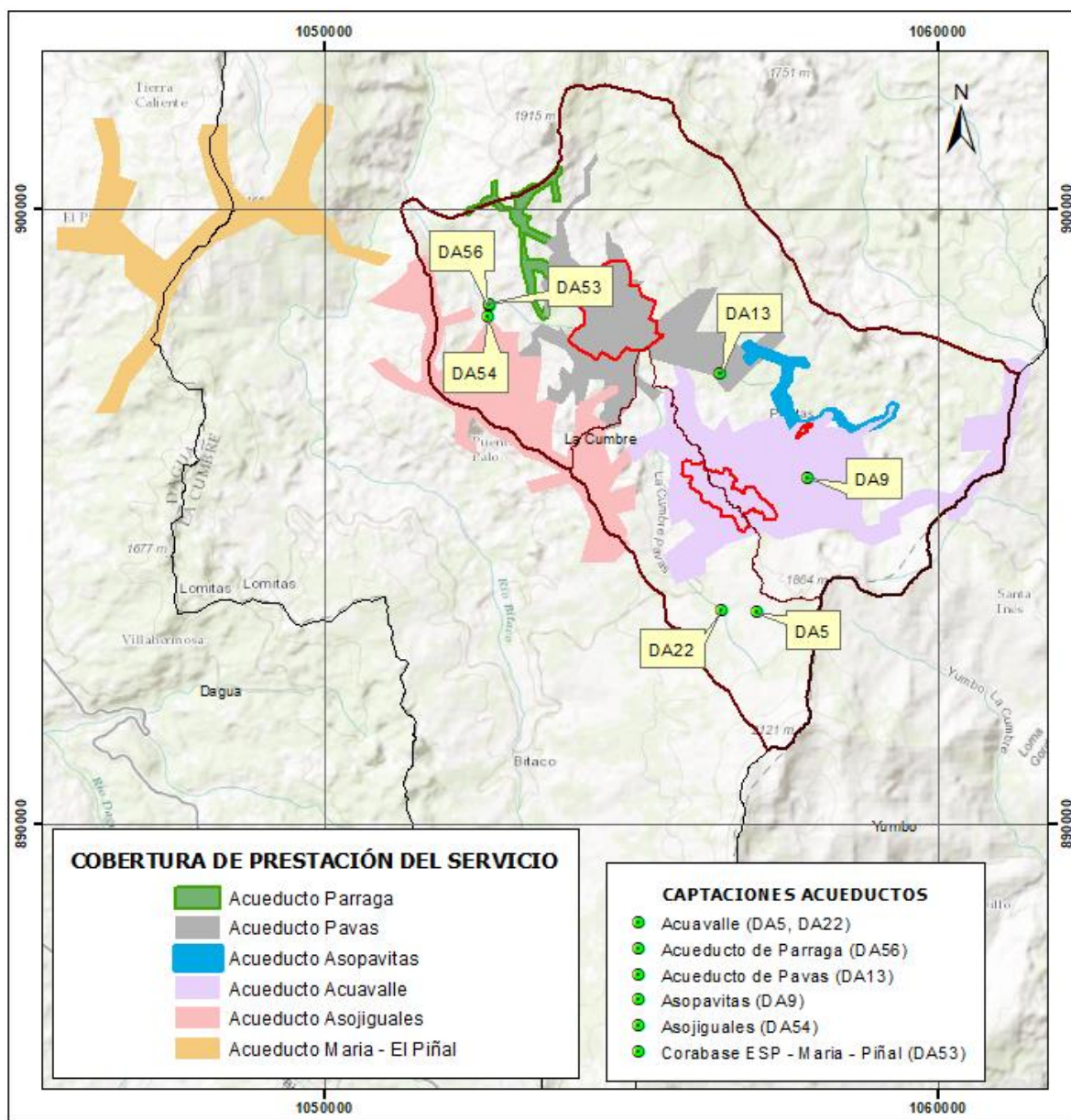
Dentro de los usuarios existentes, se destacan los acueductos que captan de afloramientos de agua localizados en la parte baja del área de afluencia del río Pavas, los cuales abastecen la mayoría de la población asentada en esta zona y alrededores.

Los acueductos que prestan el servicio de abastecimiento en la cuenca del río Pavas son:

- Acuavalle
- Acueducto de Pavas - ACAAPAVAS
- Acueducto de la vereda de Pavitas – Asopavitas
- Acueducto de la vereda de Jiguales - Asojiguales
- Acueducto de Párraga
- Acueducto de María y Piñal - CORABASE

En la siguiente figura se muestra la cobertura aproximada de la prestación del servicio de agua, la cual fue construida con información levantada en los recorridos de campo y con información suministrada por los acueductos.

Figura 5. Cobertura aproximada de la prestación del servicio de los acueductos



A continuación, se presenta un registro fotográfico de las captaciones de los acueductos ubicados en la zona de influencia del río Pavas.

Tabla 7. Registro fotográfico de las captaciones de los acueductos

	
Acueducto ASOPAVITAS (Nacimiento Amapola)	Acueducto ASOPAVITAS (Desarenador)
	
Acueducto Pavas – ACAAPAVAS (zona con 14 afloramientos)	ACAAPAVAS - Canalización de los afloramientos hasta el reservorio
	
Reservorio – Acueducto ACAAPAVAS	



Acueducto de Párraga – Nacimiento, Punto de captación



Acueducto de Párraga – Caseta de bombeo, con agua del río Pavas



Acueducto María – El Piñal (CORABASE) - Nacimiento Bendiciones



Acueducto María – El Piñal – Confluencia con el río Pavas



Acueducto Asojiguales (nacimiento Los Chorros)



Obra de represamiento aguas abajo nacimiento Los Chorros



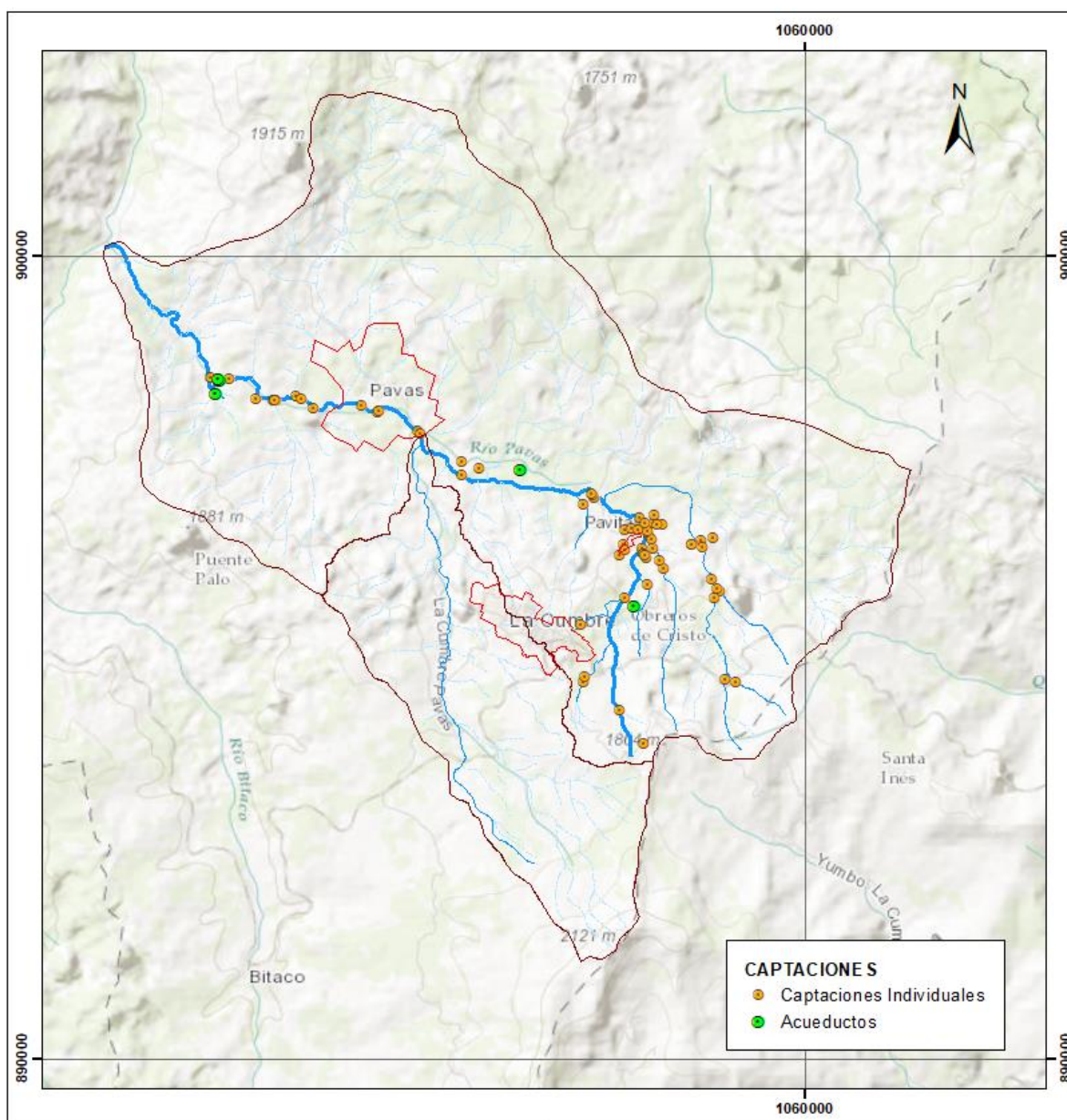
Además de los acueductos existen otros usuarios que se abastecen desde captaciones individuales para la atención de otras demandas de agua que no requieren de agua potable, tales como riego de jardines, riego de cultivos y abrevaderos.

De acuerdo con el trabajo de campo, las captaciones de agua se concentran sobre el cauce principal y en los tributarios priorizados, a saber, quebrada Timbío, Pavitas, La Ermita y en las siguientes derivaciones:

- Derivación 1 sobre el río Pavas
- Derivación 1 sobre Pavitas
- Derivación antiguo acueducto de Pavitas.
- Canal ACAAPAVAS

En la siguiente figura se muestra la distribución espacial de las captaciones de agua identificadas sobre las corrientes de agua superficial y de los nacimientos de donde se abastecen los acueductos.

Figura 6. Localización de las captaciones de agua



Cabe señalar que muchos de los aprovechamientos de agua identificados corresponden al desarrollo de actividades productivas de pequeña escala que se pueden asociar al uso doméstico, como actividades conexas propias de la ruralidad.

En otros casos, se identificaron importantes demandas de agua asociadas al riego de cultivos, siendo mayoritario el riego por aspersión y donde las captaciones por bombeo impactan significativamente en la oferta disponible para la distribución de los caudales aguas abajo de dichos aprovechamientos.

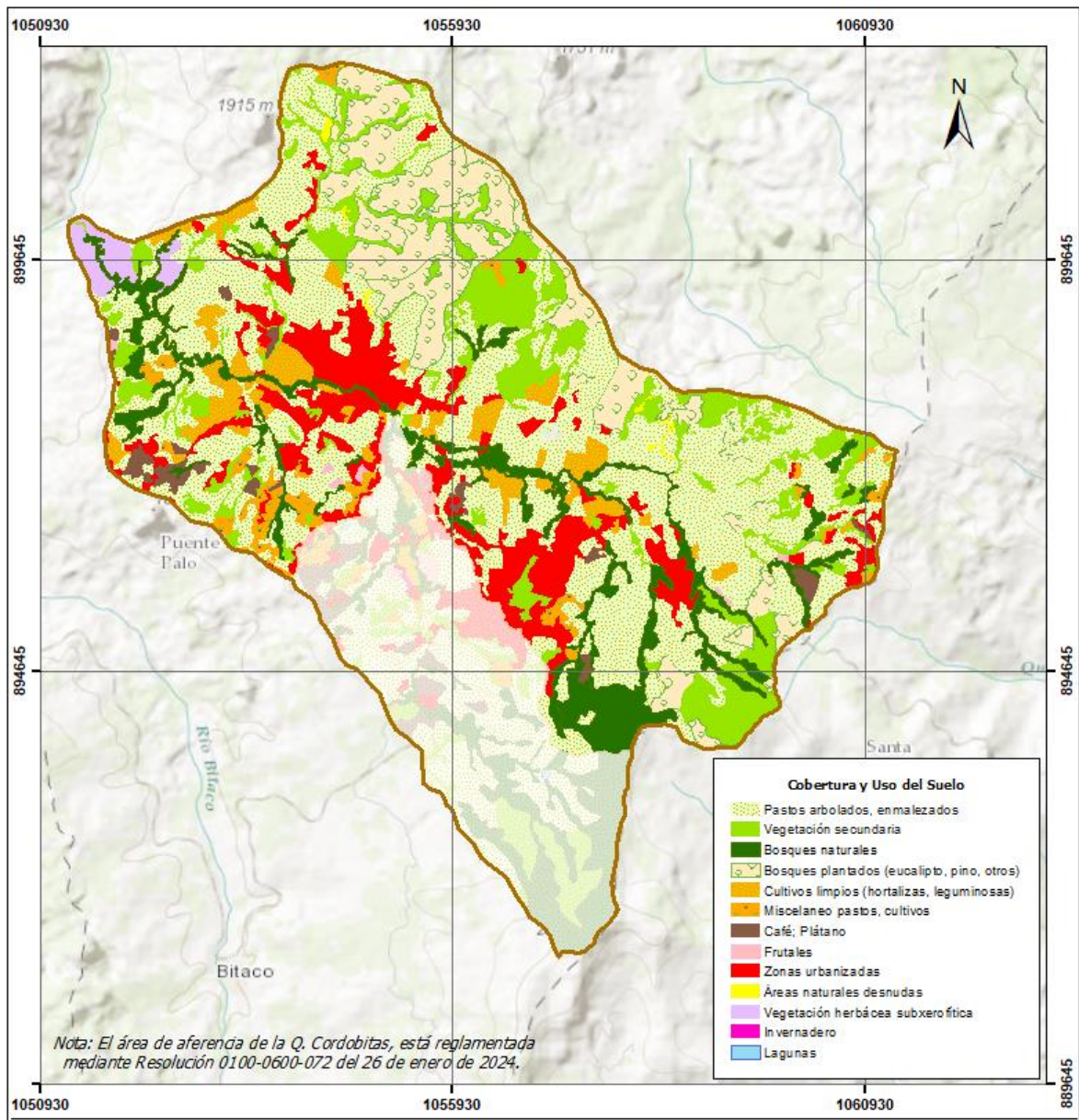
De acuerdo con la información sobre la cobertura vegetal, en la microcuenca del río Pavas, descontando el área de aferencia de la quebrada Cordobitas (1038 has), la mayor participación en la cobertura del suelo no requiere de riego y corresponde a: pastos limpios, arbolados y enmalezados con 1724 has, le sigue la vegetación secundaria (575 has), bosques plantados (529 has), zonas urbanizadas (467 has) y cobertura de bosque denso y fragmentado (250 has), mientras que el área potencial bajo riego corresponde a la cobertura con cultivos (374 has).

En cuanto a las áreas con cultivos, destaca el cultivo de la piña (100 has), café-plátano (60 has), tomate (45 has) y le siguen otros cultivos transitorios como el zapallo, pimentón, habichuela, legumbres, maíz y por último los cultivos de frutales y cítricos. De acuerdo con el censo realizado, los usuarios indican que, en cultivos como la piña, café y plátano, el riego es eventual o lo que técnicamente se puede denotar como riego deficitario², el cual sólo se aplica en veranos prolongados o con fenómeno de El Niño; mientras que para años hidrológicos normales o lluviosos no se riega.

En la siguiente figura se muestra la distribución de la cobertura vegetal en la microcuenca del río Pavas.

² Riego deficitario: Este consiste en suministrar a los cultivos una cantidad de agua menor a la que necesitaría en condiciones óptimas. Esta práctica además de ahorrar agua, puede tener efectos positivos en la calidad de los frutos, en particular en el aumento de la concentración de azúcares.

Figura 7. Cobertura vegetal



Fuente: GeoCVC – estudio de coberturas y uso del suelo del 2018

De la figura anterior se observa que las zonas con mayor presencia de cultivos se localizan en la zona del valle geográfico del río Pavas y en la margen izquierda aguas abajo de la confluencia de la quebrada Cordobitas.

En la siguiente tabla se muestra la cobertura vegetal y el área que ocupa en la microcuenca del río Pavas.

Tabla 8. Cobertura vegetal en la cuenca del río Pavas*

COBERTURA	AREA (has)
Pastos limpios	1.299,15
Vegetación secundaria o en transición	574,96
Plantación forestal	527,12
Pastos enmalezados	414,96
Tejido urbano discontinuo	252,94
Instalaciones recreativas	213,14
Bosque fragmentado	175,15
Cultivos permanentes herbáceos	103,66
Bosque de galería y ripario	83,99
Bosque denso	75,25
Otros cultivos transitorios	57,09
Herbazal	55,31
Mosaico de cultivos	53,76
Mosaico de pastos y cultivos	50,18
Cultivos permanentes arbustivos	48,85
Mosaico de cultivos y espacios naturales	37,57
Tierras desnudas y degradadas	11,30
Pastos arbolados	10,16
Cultivos permanentes arbóreos	9,89
Oleaginosas y leguminosas	8,58
Arbustal	7,22
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturale	5,00
Zonas industriales o comerciales	4,22
Cereales	1,09
TOTAL	4.080,55

(*) Nota: Se descuenta el área de aferencia de la Q. Cordobitas dado que ya fue reglamentada mediante Resolución 0100-0600-072 del 26 de enero de 2024.

A continuación, se presentan los módulos de consumo de agua que se aplicarán para los usos más representativos en el río Pavas y su área de aferencia.

4.1. Demanda Doméstica

Para el cálculo de la demanda doméstica correspondiente a acueductos, cuya demanda es principalmente para el uso residencial, se consideran los siguientes módulos de consumo:

- Consumo humano y uso doméstico residencial en centros poblados y áreas nucleadas: Se aplicará un módulo de 130 l/hab-día (dotación neta), más 25%

de pérdidas técnicas admisibles, aplicando un promedio de 4 habitantes por vivienda, equivalente a 252 m³/año o a un caudal continuo de 0,01 l/s por vivienda. Este módulo aplica principalmente a los suscriptores de tipo residencial de los acueductos. Cabe señalar que estos módulos se aplican para estimar las demandas de agua en los casos que el prestador del servicio de abastecimiento no cuente con datos confiables sobre la cantidad de agua distribuida o captada.

- Consumo humano y uso doméstico para uso residencial en viviendas campestres, viviendas dispersas o similares que incluyan potencialmente el riego de jardines, huerta casera y algunas pocas cabezas de animales: En estos casos se aplicará un módulo de 200 l/hab-día, más 25% de pérdidas técnicas admisibles, aplicando un promedio de 5 habitantes por vivienda, equivalente a 487 m³/año o 0,02 l/s por usuario.
- Consumo humano y uso doméstico en viviendas rurales con actividades agropecuarias que cumplan con:
 - Predios con un área menor a 3 hectáreas con actividades agrícolas con cultivos de tipo permanentes o semipermanentes que no requieran riego frecuente (ejemplo: café, plátano o similares), o con actividades pecuarias o piscícolas de pequeña escala. Las necesidades de agua pueden estar relacionadas a la preparación de insumos, lavado de maquinaria, beneficio de café, manejo postcosecha, bebederos, lavado de cochera o similares, además, las demandas propias de la vivienda. En estos casos, se aplicará un módulo de 420 l/hab-día, más 25% de pérdidas técnicas admisibles y un promedio de 5 habitantes por vivienda, equivalente a 1022 m³/año o 0,03 l/s por usuario. Cabe señalar que si las demandas totales en este tipo de usuarios supera un caudal de 0,03 l/s se deberá otorgar el caudal requerido para el uso de agua que le aplique.
 - En los casos de viviendas con cultivos que requieren de riego, se valorará como uso doméstico, la demanda para una extensión de máximo una (1) hectárea bajo riego, donde se asignará un caudal máximo de 0,5 l/s para todos los usos, incluyendo el requerimiento para el riego, equivalente a 15.768 m³/año. Cuando las demandas de agua totales superen este caudal se asignará un caudal para el uso respectivo.

Para usos domésticos distintos al residencial, como oficinas, sector oficial o institucional, se aplicarán los módulos que la Corporación Autónoma Regional del

Valle del Cauca haya adoptado o en su defecto, se aplicarán las dotaciones o módulos de otras fuentes de información, tales como: Reglamento de Agua Potable y Saneamiento, módulos adoptados por otras autoridades ambientales o estudios de alcance nacional, como el Estudio Nacional del Agua.

A continuación, se establecen algunos módulos de referencia para actividades específicas:

Tabla 9. Módulos de consumos en actividades específicas

Usos Específicos	Unidad	Módulo de Consumo
Ducha	lt/persona-día	20
Sanitario	lt/persona-día	35
Lavado de manos	lt/persona-día	5
Lavado de platos	lt/persona-día	20
Aseo y vivienda	lt/-día	15
Consumo propio	lt/persona-día	5
Lavado de ropa	lt/persona-día	40
Riego de jardines	lt/m ² -día	2
Beneficio tradicional de café	l/kg cps	40
Beneficio con tanque tina	l/kg cps	5

4.2. Demanda Pecuaria

La demanda de agua para la actividad pecuaria corresponde al consumo de los animales en los abrevaderos y las actividades conexas a la actividad productiva; tales como, labores de mantenimiento, desinfección de equipos, baterías sanitarias y similares para los trabajadores, principalmente.

Tabla 10. Módulo de consumo relacionados al uso pecuario

Especie	Módulo de Consumo
Bovino	50 litros/día por animal (engorde) 100 litros/día por animal (producción de leche) 40 litros/día por animal para operación y mantenimiento de establos.
Equino	30 litros/día por animal 10 l/día por animal para operación y mantenimiento.
Porcino	15 litros/día por animal (abrevadero) 10 l/día por animal para operación y mantenimiento.
Avícola	0,25 litros/día por animal (abrevadero) 0,2 l/día por animal para los usos conexas a la actividad.

4.3. Demanda Piscícola

La demanda en la producción de peces puede variar significativamente dependiendo de la especie, tipo de estanques (impermeabilizados o en tierra), flujo continuo o sólo caudal de reposición, recambio y actividades conexas como puede ser las demandas para usos en baterías sanitarias y puntos de agua para las labores de operación y mantenimiento de las instalaciones, cuando aplique.

Como referencia se establecen los siguientes módulos para algunas de las especies más comunes.

Tabla 11. Módulo de consumo relacionados al uso piscícola

Especie	Módulo de Consumo
Tilapia o Mojarra, Cachama (engorde)	0,00039 l/s-m2 estanque
Tilapia o Mojarra, Cachama (alevines)	0,00005 l/s-m2 estanque
Trucha (engorde)	0,18 l/s-m2 estanque

Cabe señalar que la mayoría de los lagos o estanques en esta zona corresponden a estanques en tierra con sistemas productivos poco tecnificados.

4.4. Demanda para riego

Para la estimación del requerimiento de agua para el riego de los cultivos se aplica el método del balance hídrico, considerando la precipitación media mensual multianual de la estación la Cumbre y la evapotranspiración potencial calculada a partir del método de Thornthwaite.

Teniendo en cuenta que los cultivos que más emplean riego en la zona son los cultivos transitorios (tomate, maíz y hortalizas varias), se adopta un K_c promedio igual a uno (1) para el cálculo de la evapotranspiración real ($E_{V_{real}}$).

En la siguiente tabla se muestran los cultivos con los valores de K_c de acuerdo con los valores reportados por la FAO (2006), en su estudio de riego drenaje, específicamente en “Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”.

Tabla 12. Coeficientes del cultivo K_c sugeridos por la FAO (2006).

Cultivo	K_c ini	K_c med	K_c fin
Aguacate, sin cobertura del suelo	0.60	0.85	0.75
Cítricos, sin cobertura del suelo – 70% cubierta vegetativa	0.70	0.65	0.70

Cultivo	Kc ini	Kc med	Kc fin
– 50% cubierta vegetativa	0.65	0.60	0.65
– 20% cubierta vegetativa	0.50	0.45	0.55
Cítricos, con cobertura activa del suelo o malezas			
– 70% cubierta vegetativa	0.75	0.70	0.70
– 50% cubierta vegetativa	0.80	0.80	0.80
– 20% cubierta vegetativa	0.85	0.85	0.85
Hortalizas – familia Solanáceas			
- Pimiento dulce		1,05	0,9
- Tomate		1,15	0,7–0,9
Maíz (dulce)		1,15	1,05
Café			
– suelo sin cobertura	0.90	0.95	0.95
– con malezas	1.05	1.10	1.10

En la siguiente tabla se muestran los resultados del balance hídrico donde se adoptó un factor del 75% para estimar la precipitación que efectivamente se aprovecha por los cultivos. Esto se debe a que no todo lo que llueve llega a las plantas, debido a las pérdidas por intercepción del follaje, percolación profunda, escorrentía rápida y evaporación.

Tabla 13. Balance hídrico para determinación de necesidades de riego neto (mm/mes)

Variables	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ppt (mm)	62	70	106	166	156	79	58	57	97	152	140	83
Ppt Efectiva (75%)	47	52	79	125	117	60	43	43	73	114	105	62
EVTpotencial	79	73	81	78	80	79	84	87	81	77	71	76
Kc promedio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EV real (mm)	79	73	81	78	80	79	84	87	81	77	71	76
Balance (mm)	- 32	- 20	- 2	47	37	- 20	- 41	- 44	- 8	38	34	- 14

De acuerdo con los resultados del balance hídrico, el mes de mayor demanda para el riego es el mes de agosto, alcanzando un déficit de 44 mm como lámina neta a suplir con el riego, esto equivale a 44 lt/m². Considerando las características del suelo, la infraestructura de abastecimiento y los métodos de aplicación del riego en gran parte de los cultivos, se estima una eficiencia global del 50%, obteniendo un módulo para la asignación del riego de 0,34 l/s-ha.

Teniendo en cuenta el resultado del balance hídrico, el requerimiento anual de riego es de aproximadamente 182 mm/año, equivalente a unos 3633 m³/ha-año en condiciones hidrológicas promedias.

5. RESULTADOS DEL PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la corriente principal y tributarios priorizados.

Tabla 14. Resultados del proyecto de distribución para el río Pavas y tributarios priorizados

Corriente	% CDC	Oferta Total (l/s)	Q ecológico (l/s)	Caudal Disponible (l/s)	Asignación para cubrir las demandas de agua (l/s)
Q. La Ermita	80%	5,99	0,64	5,35	2,73
Q. Acueducto Viejo	80%	3,83	0,41	3,42	1,79
Q. Pavitas	80%	9,50	1,01	8,49	5,18
Q. Timbio	80%	89,36	9,49	79,87	10,46
Río Pavas	80%	400,00	42,50	357,50	72,97

Los resultados de la tabla anterior corresponden al balance entre la oferta hídrica estimada al 80% de probabilidad de permanencia en la CDC. El caudal ecológico se corresponde con el factor de reducción del 50 % y las demandas corresponden a la aplicación de los módulos de consumo según los usos del agua identificados en el censo de usuarios.

Al respecto, cabe señalar que de acuerdo con el trabajo de campo llevado a cabo en el proceso de la reglamentación se reconoce que: existen muchos usuarios sin concesión de agua, los sistemas de captación no permiten derivar solo la cantidad de agua concesionada o asignada, existen numerosas mangueras y sistemas de bombeo en cortos tramos de las corrientes, ocupación indebida del cauce con represamientos del agua y derivaciones de agua a lagos o estanques en predios privados, lo que conlleva en su conjunto a un reparto inequitativo, incumplimiento de los caudales ecológicos y falta de oferta disponible para la atención de otras demandas localizadas aguas abajo.

En las siguientes fotografías se muestra situaciones tipo que fueron identificadas en el territorio.



Sistema de captación sin control de la cantidad de agua derivada



Represamiento con salidas o conducciones que pueden derivar considerablemente mucha más cantidad de agua que la requerida o asignada.



Lagos artificiales de gran tamaño con derivación de agua de las Q. Timbío y Pavas que reducen significativamente los caudales ecológicos en las corrientes y la oferta disponible aguas abajo, principalmente en épocas secas.



Ocupación indebida del cauce (represamiento sobre la misma Q. Timbío quedando sin caudal remanente en las épocas secas.



Infraestructura para captación por bombeo del río Pavas, con aprovechamientos puntuales en régimen de operación sin control, mientras que la asignación se otorga para un régimen de operación de 24 horas.

Cabe señalar que al considerar la cobertura de la demanda con unas pérdidas técnicas admisibles del 25% en uso doméstico y del 50% en riego con una operación continua durante las 24 horas del día, hace que los caudales asignados sean por lo general bajos a muy bajos.

Sin embargo, en la práctica y de acuerdo con el trabajo de campo llevado a cabo, se reconoce que los actuales sistemas de aprovechamiento no cuentan con captaciones que permitan controlar la cantidad de agua derivada y en el caso de los usuarios que demandan agua para el riego, éstos operan con un régimen que supone la extracción de caudales mayores a los concesionados o asignados. En este sentido, se establece a continuación los criterios a tener en cuenta para el otorgamiento de las concesiones de agua en las corrientes reglamentadas y sus respectivas áreas de aferencia, con el fin de propender por la sostenibilidad integral del recurso hídrico, tanto en cantidad como en calidad del agua.

6. CONDICIONES PARA LA DISTRIBUCIÓN

- La autoridad ambiental establecerá para valores superiores al 80% en el IUA una alerta de agotamiento en el sitio o tramo evaluado, así como en su respectiva área de aferencia, pudiendo establecer restricciones para el otorgamiento u aprovechamiento temporal o definitivo para ciertos usos del agua, en cumplimiento de la priorización de usos, según lo establece la norma.
- Se podrán otorgar nuevas concesiones hasta cubrir la oferta disponible se alcance con una oferta definida como disponible al 80% en la curva de duración de caudales, dado que las principales demandas corresponden al riego y usos múltiples propios de las viviendas rurales, mientras que, el uso doméstico para atender a la población está suministrada por los acueductos, desde los

afloramientos de agua. Cuando las demandas de agua de los usuarios iguallen la oferta disponible al 80% en la CDC, la autoridad ambiental procederá a la declaración de agotamiento de la corriente.

- Dado que la reglamentación de corrientes es un instrumento de carácter general, la autoridad ambiental verificará de manera específica, durante el trámite de la concesión de agua, el cumplimiento de los requisitos normativos relacionados con el uso del suelo y la tenencia de los predios. Además, evaluará las restricciones aplicables, considerando que se trata de una zona bajo la categoría de Reserva Forestal establecida por la Ley 2ª de 1959. Así mismo, la Dirección Ambiental Regional podrá validar la pertinencia de modificar la asignación establecida en el cuadro de distribución, conforme a las particularidades de aprovechamiento y soporte que presente el usuario.
- Con el fin de preservar el recurso hídrico para la flora y fauna, garantizar el reparto equitativo del agua y los caudales ecológicos, se establece que, los usuarios del agua que cuentan con el servicio de abastecimiento por parte de un acueducto, sólo podrán contar con una concesión de agua individual para el uso doméstico cuando esta sea para una actividad productiva de pequeña escala y cumpla con las restricciones que aplican sobre uso del suelo. Los usos de tipo ornamental o estético deberán suplirse a partir de fuentes alternas (como cosecha de aguas lluvias, reuso o reutilización,) o contar con un sistema de uso “No Consuntivo” donde se garantice el retorno del agua al mismo cuerpo de agua, sin perjuicio a los usuarios localizados aguas abajo.
- En cuanto a las obras de captación (artículo 2.2.3.2.8.5. *del Decreto 1076 de 2015*), cabe señalar que los caudales asignados, desde estas corrientes en reglamentación, son en general muy pequeños; por lo que llevar a cabo obras de captación individuales podría generar una alteración de la hidrodinámica natural de las corrientes y una potencial generación de riesgos asociados a dichas obras. En este sentido, la autoridad ambiental podrá considerar cuando sea necesario, modificar el punto de captación individual a una captación colectiva ya existente o promover su conformación, así como su respectiva obra de reparto porcentual según las asignaciones individuales. Estas obras podrán llegarse a implementar por fuera del lecho del cauce, en común acuerdo entre los usuarios, garantizando así el reparto equitativo y sin perjuicio o modificación del cauce o lecho de la corriente.
- De acuerdo con lo ordenado en la resolución 1926 del 2013, los usuarios del agua del río Pavas y de su área de aferencia, deberán, en predios donde las actividades productivas agropecuarias sean compatibles con las condiciones biofísicas de la zona; incorporar sistemas silvopastoriles y arreglos agroforestales que permitan la conectividad de las áreas boscosas presentes y el mantenimiento de las mismas como soporte de la oferta de servicios

ecosistémicos, propios de la Reserva Forestal del Pacífico, obajo los usos y condiciones que establezca cada acto administrativo de sustracción.

- Como mecanismo de uso eficiente y ahorro del agua, los usuarios deberán implementar en sus predios sistemas de almacenamiento que permitan minimizar la presión sobre la oferta hídrica, disponiendo de un almacenamiento recomendado como mínimo de 3000 litros, disponer de válvulas de cierre y flotador para evitar reboses y desperdicios de agua.
- En aplicación del artículo 2.2.3.2.7.2. *Disponibilidad del recurso y caudal concedido*, se recalca que, el suministro del caudal concedido está sujeto a la disponibilidad del recurso, por lo tanto, el Estado no es responsable cuando por causas naturales no pueda garantizar el caudal concedido. La precedencia cronológica en las concesiones no otorga prioridad y en casos de escasez todas serán abastecidas a prorrata o por turnos, conforme el artículo 2.2.3.2.13.16 del Decreto 1076 del 2015.

Finalmente, en la siguiente figura se presenta un esquema general del balance oferta-demanda del río Pavas y tributarios priorizados y en el Anexo1 se presenta el cuadro de distribución de caudales, siendo ésta una herramienta técnica para el concesionamiento de agua a los beneficiarios y toma de decisiones frente al recurso hídrico. En el caso particular de los afloramientos que están abasteciendo los acueductos dentro del área aferente a las corrientes reglamentadas, se reitera que su oferta hídrica no forma parte del balance realizado para estas corrientes.

Figura 8. Esquema general del balance oferta -demanda del río Pavas y tributarios priorizados

