

Balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco

Cayambe – Ecuador 2009

Catalina E. Sandoval M.
Ing. Charles Cachipuendo (director de tesis)

Resumen

La microcuenca del río Blanco, contempla las comunidades Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag, Santo Domingo Núm. 1 y los barrios Puntiachil, Santo Domingo de Guzmán, Nápoles, Miraflores, Granobles, Sigzal Bajo y la zona urbana de Cayambe y Ayora y abarca una superficie de 4.799 ha, con una superficie potencialmente regable de 1.927 ha. El objetivo del estudio fue analizar el estado actual del recurso hídrico considerando su distribución espacial y temporal de oferta y demanda, permitiendo desarrollar un adecuado uso según las dinámicas productivas de sus diferentes usuarios.

Para la ejecución del este estudio se contó con el apoyo del municipio, estudiantes de la carrera de ingeniería agropecuaria de la Universidad Politécnica Salesiana y colaboración de las comunidades y barrios pertenecientes a la microcuenca. Además, se contó con el apoyo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), quienes permitieron acceder a la base de datos de meteorología de la zona de Cayambe y de las concesiones de agua realizadas.

Palabras clave: microcuenca, balance hídrico, oferta de agua, demanda de agua, superficie potencialmente regable, climatología, gestión social, gestión ambiental.

1. Introducción

La microcuenca hidrográfica del río Blanco abarca un área de 4.798 ha aproximadamente y es uno de los sistemas hídricos más importantes para las comunidades de Santo Domingo No. 1, Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag y los barrios Santo Domingo de Guzmán, Puntiachil, Granobles, Sigzal Bajo, Nápoles, Miraflores, parte urbana de Cayambe y Ayora para quienes es la principal fuente de abastecimiento de agua de riego para sus respectivos predios.

El Gobierno Municipal del Cantón Cayambe no dispone de un inventario organizado de los recursos hídricos para riego de la zona, razón por la cual se hace imperativo realizar el levantamiento de información que permitirá establecer la oferta y demanda de agua en la microcuenca del río Blanco. Por otro lado, en el tema de la demanda hídrica existe un aumento significativo del consumo de agua debido al crecimiento social y económico del cantón. En la actualidad no existe un inventario organizado a nivel cantonal del consumo de agua para riego por parte del sector agrícola y no existe información centralizada y organizada en una sola institución.

Para el desarrollo de las actividades agropecuarias se hace cada vez más necesario el conocimiento de los volúmenes disponibles de agua, esto para una buena planificación y administración hídrica. Además no hay una evaluación de la disponibilidad hídrica actual, por lo que a través del balance hídrico se pretende evaluar el estado actual del agua y su equilibrio con la demanda, por medio de un análisis integrado que aborde la determinación de la cantidad de agua

superficial en la microcuenca, lo que permitirá adoptar lineamientos estratégicos para la planificación de la protección, manejo y distribución del recurso hídrico por parte de los usuarios en los diferentes sistemas de riego.

Así, esta información se convertirá en una herramienta que permitirá determinar la sostenibilidad del recurso y orientar la inversión social y económica en el cantón de acuerdo a las condiciones reales del recurso hídrico.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar el estado actual del recurso hídrico considerando su distribución espacial y temporal de oferta y demanda de riego que permita desarrollar un uso adecuado del mismo según las dinámicas productivas de los diferentes usuarios de la microcuenca.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer el estado actual de la oferta de agua superficial para riego en la microcuenca del río Blanco.
- Describir los sistemas de producción predominantes de la microcuenca del río Blanco.
- Determinar la demanda de agua de riego según la superficie potencialmente regable y cultivos principales de la microcuenca del Río Blanco.
- Analizar la forma de gestión social y ambiental del agua de riego por parte de los usuarios.

3. Ubicación

3.1 Ubicación política territorial

La microcuenca del río Blanco se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, exactamente en las parroquias Ayora y Juan Montalvo, regando las comunidades de Santo Domingo No. 1, Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag y los barrios Santo Domingo de Guzmán, Puntiachil, Sigzal Bajo, Nápoles, Miraflores, que son zonas urbanas de Cayambe y Ayora.

3.2 Ubicación geográfica

El área de estudio abarca la microcuenca del río Blanco; se localiza entre los $0^{\circ}1'$ y los $0^{\circ}3'$ de latitud norte y entre los meridianos $78^{\circ}0'$ y los $78^{\circ}10'$ de longitud oeste, a 3.000 metros sobre el nivel del mar. El río Blanco nace en las estribaciones del nevado Cayambe a una altura de 4.560 msnm, con el nombre de arroyo Blanquillo y en su discurrir de este a oeste es alimentado por vertientes y arroyos en casi toda su trayectoria hasta tributar sus aguas al río Granobles.

4. Materiales y métodos

Los materiales empleados durante la investigación fueron: equipo GPS, encuestas, cinta métrica, flotador, cronómetro, libreta de apuntes y esfero, cámara, grabadora.

4.1 Métodos

Se realizó acercamientos directos con los respectivos representantes de cada comunidad y barrio perteneciente a la microcuenca

del río Blanco a través de la Dirección de Desarrollo Agropecuario del Municipio del cantón Cayambe.

4.1.1 Hipótesis

Hipótesis alternativa: Los caudales en la microcuenca del río Blanco abastecen el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

Hipótesis nula: Los caudales en la microcuenca del río Blanco no abastecen el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

4.1.2 Variables

En el presente estudio se analizó las siguientes variables: caudal actual, caudal de entrada, caudal de salida, caudal concesionado, superficie total y potencialmente regable, sistemas de producción, infraestructura de riego, organización (forma de organización para la administración del agua, distribución del agua, establecimiento de tarifas, conservación de fuentes de agua), cálculo de la demanda de agua en la microcuenca del río Blanco (necesidad neta, dosis neta, dosis total, intervalo de riego, caudal de aplicación).

4.1.3 Mapas temáticos

Con los resultados obtenidos se elaboraron mapas temáticos de superficie potencialmente regable por comunidad y/o barrio; mapas de ubicación de fuentes y tomas de agua.

5. Resultados y discusión

5.1 Caudal actual

En el cuadro no. 1 se puede observar que todos los beneficiarios de las acequias Baja, San Antonio, Romerillo, Montalvo y la vertiente Totoras tienen un caudal superior al asignado en las concesiones respectivas. Mientras que los usuarios de la acequia los Condueños tienen un caudal inferior al asignado en la respectiva concesión de agua. Cabe señalar que la acequia el Molino en la actualidad no tiene un caudal de salida porque dicha acequia ha desaparecido por las construcciones de viviendas que se han ido ubicando poco a poco por el trayecto de esta acequia.

Cuadro N° 1. Caudales de entrada, concesionado y de salida para riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Descripción	Uso	Caudal de Entrda (l/s)	Caudal Concesionado (l/s)	Caudal de Salida (l/s)
Acequia Baja	Riego	719,07	129,19	91,63
Acequia San Antonio			102,74	138,36
Acequia Romerillo			30,00	126,17
Vertiente Totoras			17,00	49,21
Acequia Juan Montalvo			62,22	29,24
Acequia Los Condueños			286,39	76,39
Acequia el Molino			22,84	-
TOTAL			650,38	611,00

Fuente: La investigación y la Secretaria Nacional del Agua.
Elaborado por la autora.

5.2 Superficie total y potencialmente regable

La microcuenca del río Blanco tiene una superficie total de 4.799ha, de las cuales 1.927ha son superficie potencialmente regable, 1.774ha están bajo riego, 1.979 ha es superficie protegida y 893ha es la superficie poblada, esto se detalla en el cuadro no. 2.

Cuadro N° 2. Superficie total y potencialmente regable,
en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco.
Cayambe – Ecuador, 2009

Comunidad / Barrio	Superficie Total (ha)	Superficie Potencialmente Regable (ha)	Superficie Bajo Riego (ha)	Superficie Protegida (ha)	Superficie Poblada (ha)
Ancholag Alto	2000,00	428,00	410,00	1568,00	4,00
Santa Anita de Ancholag	30,00	28,00	25,00	0,00	2,00
Ancholag Bajo	196,00	193,00	187,00	0,00	3,00
Puntiachil	30,00	25,00	20,00	0,00	5,00
Zona Urbana de Cayambe	557,00	0,00	0,00	0,00	557,00
Miraflores	271,00	260,00	200,00	0,00	11,00
Santo Domingo N° 1	816,85	401,00	400,00	411,00	5,00
Santo Domingo de Guzmán	97,00	80,00	70,00	0,00	17,00
Barrio 1 ero de Mayo	13,00	6,00	4,00	0,00	7,00
Zona Urbana de Ayora	250,00	0,00	0,00	0,00	250,00
Nápoles	322,00	300,00	270,00	0,00	22,00
Granobles	178,00	170,00	158,00	0,00	8,00
Sigsal Bajo	38,00	36,00	30,00	0,00	2,00
TOTAL	4799	1927,00	1774,00	1979,00	893,00

Fuente: La investigación e información catastral del Municipio de Cayambe.
Elaborado por la autora.

Las comunidades de Ancholag y Santo Domingo No. 1 poseen un área protegida que pertenece al Parque Nacional Cayambe; la zona urbana de Cayambe y Ayora no cuentan con superficie bajo riego, ya que el área que era regable está siendo urbanizada y este sector perdió el derecho del uso del agua para riego por no actualizar los datos técnicos y legales de la sentencia de agua concesionada hace más de 10 años.

5.3 Sistemas de producción agrícola

Dentro de la microcuenca del río Blanco, los sistemas de producción predominantes son: cultivo de pastos, cultivo de rosas y cultivo de maíz. En el cuadro no. 3 se observa que todas las comunidades y barrios de la Microcuenca dedican sus predios a cultivar pastos en una superficie de 1.453 ha y en 56 ha cultivan maíz. Mientras que en Ancholag Bajo, Miraflores, Nápoles, Granobles y Sigzal se dedican al cultivo de rosas en una superficie de 265 ha.

Cuadro N° 3. Sistemas de producción agrícola, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Acequia	Comunidad / Sector	Superficie Bajo Riego (ha)	Superficie en Pasto (ha)	Superficie en Flores(ha)	Superficie en Maíz (ha)
Baja	Ancholag Alto	410	406	0	4
	Santa Anita de Ancholag	25	22	0	3
San Antonio	Ancholag Bajo	187	125	58	4
	Puntiachil	20	16	0	4
Romerillo	Santo Domingo N° 1	400	395	0	5
V. Totoras					
Montalvo	Santo Domingo de Guzmán	70	47	0	23

Acequia	Comunidad / Sector	Superficie Bajo Riego (ha)	Superficie en Pasto (ha)	Superficie en Flores(ha)	Superficie en Maíz (ha)
Los Condueños	Barrio 1 ero de Mayo	4	0	0	4
	Miraflores	200	183	14	3
	Nápoles	270	121	146	3
	Granobles	158	121	35	2
	Sigsal Bajo	30	17	12	1
TOTAL		1774,00	1453,00	265,00	56,00

Fuente: La investigación.
Elaborado por la autora.

5.4 Infraestructura de riego

En el cuadro no. 4 se detalla los componentes de la infraestructura de riego para cada comunidad y barrios de la microcuenca del río Blanco. Empezando desde la captación, todas las comunidades y barrios de la microcuenca son de hormigón, algunas cuentan con una compuerta que permite regular la entrada del caudal hacia la acequia y otras no la tienen. Las comunidades y barrios pertenecientes a la microcuenca del Río Blanco, sus conducciones y redes de distribución del agua para riego lo hacen a canal abierto y entubada. Cuentan con reservorios de tierra, revestidos con geomembrana y de hormigón. La mayoría de las acometidas a los predios es entubada y aplican como métodos de riego el superficial, aspersión y goteo.

Cuadro N° 4. Infraestructura de riego, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Comunidad/Barrio	Captación		Conducción		Almacenamiento			Redes de Distribución		Acometidas	Equipo Móvil	Método de Riego		
	Simple	Hormigón	Tierra	Entubada	Reservorio	Cantidad	Revestido	Material	% Entubado			Superficial	Aspersión	Goteo
Anchlag Alto y Bajo	No	Si	Si	Si	Si	5	Geomembrana	Entubada y a Canal / Abierto	75	Entubada	Si	Si	Si	Si
Santa Anita de Anchlag	No	Si	No	Si	No	0	No	Entubada	80	Entubada	Si	Si	Si	No
Puntiañhil	No	Si	Si	No	Si	1	Hormigón	Entubada	95	Entubada	Si	Si	Si	Si
Miraflores	No	Si	No	Si	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal / Abierto	60	Entubada	Si	Si	Si	Si
Santo Domingo N° 1	Si	Si	Si	No	Si	8	Tierra	Entubada	98	Entubada	Si	No	Si	No
Santo Domingo de Guzmán	No	Si	Si	No	Si	2	Tierra y hormigón	Entubada y a Canal / Abierto	50	Entubada	No	Si	No	No
Barrio 1 ero de Mayo	No	Si	Si	No	Si	0	No	Canal / Abierto	0	No	No	Si	No	No
Nápoles	No	Si	Si	No	No	1	Tierra	Entubada y a Canal / Abierto	45	Entubada	Si	Si	Si	Si
Granobles	No	Si	Si	No	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal / Abierto	45	Entubada	Si	Si	Si	Si
Sigsal Bajo	No	Si	Si	No	Si	1	Tierra	Entubada y a Canal / Abierto	80	Entubada	Si	Si	Si	Si

Fuente: La investigación.
Elaborado por la autora.

5.5 Organización

5.5.1 Forma de organización para la administración del agua

El artículo 29 de la Ley de Aguas dice: “Si más de cinco (5) usuarios tuvieran derecho al aprovechamiento de aguas en un cauce común, formarán un organismo de dirección y administración de ellas que se denominará Directorio de Aguas, al que se añadirá el nombre del acueducto cuya dirección y administración le fueren encomendadas”.³⁴ Por lo anterior descrito para la administración del agua de riego, las comunidades y barrios pertenecientes a la microcuenca del río Blanco se han organizado en directorios y juntas de aguas, teniendo cada administración la siguiente estructura.

Cuadro N° 5. Organización para la administración del agua en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Organización	Comunidades / Barrios	Acequias/ Vertientes	Inscritos en el SE-NAGUAS	Estatutos	Estructura Organizativa
Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas	Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag, Puntiachil	San Antonio, Baja, Huasza Churana, Yanahurco	Legal	Aprobados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero Porcurador Síndico Administrador 4 Vocales Principales 4 Vocales Suplentes

Organización	Comunidades / Barrios	Acequias/ Vertientes	Inscritos en el SE-NAGUAS	Estatutos	Estructura Organizativa
Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Santo Domingo N° 1	Totoras, Romerillo	En trámite	Aprobados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero Procurador Sindico Administrador 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes
Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Santo Domingo de Guzmán	Montalvo	En trámite	En trámite	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes
Junta de Aguas del Río Blanco	Nápoles, Granobles, Sigzal Bajo, Miraflores	Los Condueños	Caducada	Caducados	Presidenta, Vicepresidente Secretario Tesorero 3 Vocales Principales 3 Vocales Suplentes

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

5.5.2 Distribución del Agua de Riego

La manera que se está distribuyendo el agua de riego en la microcuenca del río Blanco se detallará por directorio y junta de agua de riego.

5.5.2.1 Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar Churana, Yanahurco y Monjas

Para acceder al agua de riego, los usuarios deben permanecer y ser miembros activos, es decir, estar al día con mingas, cuotas, reuniones en sus respectivas comunidades o barrios; en este caso las comunidades que están dentro de este directorio son: Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag y el barrio Puntiachil.

Actualmente no existe una planificación técnica de distribución del agua de riego, sin embargo, la forma en la que los comuneros se han organizado para hacerlo se detalla a continuación.

El agua del río Blanco, que ingresa a las acequias Baja o Carbonería y San Antonio a través de la infraestructura de captación, es conducida a canal abierto hasta un divisor de caudales tipo punta de diamante, que divide las aguas para las comunidades de Ancholag Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholag y el barrio Puntiachil. En el caso de la comunidad de Santa Anita de Ancholag desde el divisor de caudales, el agua que le corresponde es llevada en tubería PVC hasta los predios de los usuarios pertenecientes a esta comunidad. La comunidad de Ancholag Alto y Bajo, desde el divisor de caudales conduce el agua a canal abierto y otros en tubería hasta los reservorios y desde aquí el agua es conducida a los respectivos predios de los usuarios a canal abierto y también en tubería. El barrio Puntiachil desde el divisor de caudales lleva el agua a canal abierto hasta el reservorio y de allí se distribuye el agua hacia los predios en tubería PVC.

En la época de verano, cuando escasea el agua para riego, cada comunidad y barrio pone su respectivo aguatero para cuidar el agua. Ya que cada uno tiene su respectivo caudal asignado; desde la captación hasta el distribuidor conducen juntos el agua por la misma

acequia, llega al repartidor y se distribuye a cada sector, es allí donde el aguatero vigila que el agua siga su curso sin desviaciones. Dentro de cada comunidad y barrio saben los usuarios los turnos de agua que les corresponde; para regar no toman en cuenta las necesidades hídricas del cultivo ni la superficie a regar. El agua que ingresa a la captación, que va por la acequia y llega al distribuidor es permanente, pero lo que no es permanente es el caudal que disminuye en verano. Y cuando realizan la limpieza de la acequia desvían el cauce al río Blanco.

5.5.2.2 Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro

Los usuarios del agua de riego de la comunidad de Santo Domingo No. 1 se encuentran organizados para la distribución del agua de la siguiente manera. Cada usuario tiene su turno de agua dependiendo de la superficie que tenga y el lugar donde se encuentre el predio; esto determina que quien tenga más superficie tendrá más turnos de agua que el poseer menos superficie. Por ejemplo, si un usuario tiene una hectárea, su turno de riego será de un día y el usuario que tenga 10ha en dos sectores diferentes: 5 ha en el sector A y 5 ha en el sector B, el turno de riego será de dos días, para las 5 ha del sector A y dos días para el sector B.

Como dice Don Manuel Farinango³⁵: “cada usuario tiene grabado en su memoria los días que les toca el turno de agua y no es necesario recordarles que les toca coger el agua y depende de cada usuario si riega o no”. El caudal del Río Blanco que le corresponde al Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria

35 Presidente del Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuarios de San Pedro.

de San Pedro, ingresa por la acequia Romerillo hacia los reservorios al igual que el caudal de las vertientes Totoras. La comunidad cuenta con 8 reservorios los mismos que son llenados con los caudales de la acequia Romerillo, vertiente Totoras y la acequia Tubajo. Las aguas de la acequia Tubajo no pertenecen a la microcuenca del río Blanco, sino que desembocan en la quebrada Puluví y está en el río San José.

5.5.2.3 Directorio de Aguas del Comité Promejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán

Para la distribución del agua de riego para el barrio Santo Domingo de Guzmán, el agua del Río Blanco ingresa a la acequia Montalvo por medio de la captación construida en el margen derecho del río. Esta acequia conduce el agua para los barrios Santo Domingo de Guzmán, Los Laureles y Primero de Mayo y la empresa Hilsea Investments.

Actualmente el barrio Santo Domingo de Guzmán solo tiene en papeles la forma de distribuir el agua (módulos de riego) debido a que algunos usuarios han participado en talleres sobre riego que les ha facilitado la Fundación Casa Campesina de Cayambe, pero no la aplican todavía. El barrio Santo Domingo de Guzmán esta dividido en dos módulos: la parte de alta y la parte baja; sin embargo, no existe control y ni respeto a los turnos por parte de los usuarios. La forma de conducir y aplicar el riego a la parcela desde la captación y el reservorio es canal abierto y por riego superficial. Don Carlos Gualavisi³⁶ comenta: “en verano el agua no abastece a regar toda la superficie del barrio, por lo que están en los trámites para instalar el sistema de

36 Presidente del Directorio de Aguas del Comité Promejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán.

riego por aspersión y terminar la construcción de los reservorios y así a futuro realizar un manejo adecuado del agua para llegar a distribuir de acuerdo a las necesidades de cada cultivo y a la cantidad de terreno de cada usuario y aprovechar el invierno para guardar agua”.

5.5.2.4 Junta de Aguas del Río Blanco

Esta junta tiene la administración de la acequia los Condueños y forman parte cuatro barrios: Nápoles, Granobles, Sigzal Bajo y Miraflores. El señor Rubén Jijón³⁷ manifiesta que: “años se ha venido tratando de organizar a los usuarios, no solamente a la parte baja de la microcuenca sino a todos los que forman la microcuenca, pero ha sido un fracaso, por lo que desde el año 2001, cuando le eligieron como presidente nunca más volvieron a reunirse para darle vida a la junta por lo que en la actualidad cada quien vela por sus intereses”. De igual forma solo existe en papeles la distribución del agua “pero nadie respeta lo acordado”, dice el señor Rubén Jijón. En la realidad, el agua es captada a través de la acequia los Condueños, la misma que es conducida a canal abierto de hormigón hasta un reloj repartidor (ver Foto 1), de allí sale a los 5 canales: los canales 1, 3, 5 y 6 llevan el agua a canal abierto de hormigón y tierra hasta los predios de los usuarios. Mientras que el canal 2 en su trayecto a canal abierto va distribuyendo el agua por medio de tres relojes distribuidores (ver Foto 2).

37 Presidente de la Junta de Aguas del Río Blanco.

Foto 1. Reloj Repartidor y Canales de Distribución de la Acequia los Condueños, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009



Fuente: La Investigación

Foto 2. Relojes Repartidores del Canal 2 de la Acequia los Condueños, en la en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador. 2009



Fuente: La Investigación

5.5.3 Establecimiento de tarifas

En el cuadro no. 6 se puede observar los criterios y gestión que cada directorio y juntas toman en cuenta para el establecimiento de las tarifas.

Cuadro N° 6. Criterios y gestión para el establecimiento de tarifas que cumplen las comunidades, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Organización	Comunidades/ Barrios	Criterios			Gestión			
		Superficie	Cultivo	Igualdad	Pago a SENAGUA	Pago para mantenimiento	Pago para el aguatero	Pago gestión para proyectos de riego
Directorio de Aguas de las Acequias San Antonio, Puntiachil, Carbonería, Huáscar, Churana, Yanahurco y Monjas	Ancholog Alto y Bajo, Santa Anita de Ancholog, Puntiachil	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Directorio de Aguas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria de San Pedro	Santo Domingo N° 1	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Directorio de Aguas del Comité Pro-Mejoras del Barrio Santo Domingo de Guzmán	Santo Domingo de Guzmán	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Junta de Aguas del Río Blanco	Nápoles, Granobles, Sigzal, Bajo, Miraflores	No	No	No	Si	No	No	No

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

Los recursos económicos principalmente cubren el pago anual al SENAGUA por uso del agua del río Blanco para riego. Los

usuarios de la acequia Baja pagan 232,54 dólares; los usuarios de la acequia San Antonio pagan 184,93 dólares; los usuarios de la acequia Romerillo y Totoras deben cancelar 84,60 dólares; los usuarios de la acequia Montalvo pagan 34,72 dólares, y los usuarios de la acequia los Condueños deben cancelar 515,50 dólares. El ingreso anual que recibe la SENAGUA de la microcuenca del río Blanco es de 1.052,30 dólares.

5.6 Gestión ambiental

La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación y utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables. Dentro de la gestión ambiental se enmarcan acciones que contribuyan a la conservación y el aprovechamiento sustentable del recurso agua.

5.6.1 Conservación de las fuentes de agua

Los páramos con los que cuenta la microcuenca del río Blanco se encuentran ubicados en las comunidades de Santo Domingo No.1 y en Ancholag Alto. Actualmente son también las únicas comunidades que están ejecutando acciones en beneficio de la conservación de las fuentes de agua (esto se puede observar en el cuadro no. 24). El resto de comunidades y barrios que forman parte de la microcuenca y que son beneficiados directos de este valioso recurso no contribuyen a la conservación, porque no existe una gestión integral del agua a nivel de la microcuenca que permita involucrar a todos los actores y ser parte de este accionar que sí llevan algunas comunidades.

Cuadro N° 7. Acciones para conservar las fuentes de agua en las comunidades Santo Domingo No. 1 y Ancholag Alto, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Acciones para Conservar las Fuentes de Agua	Comunidades	
	Santo Domingo N°1	Ancholag Alto
Evitar el sobre pastoreo en los páramos de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
Controlar y sancionar la quema del pajonal de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
Declarar zonas protegidas las áreas donde se encuentran las fuentes de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
En áreas con problemas, realizar repoblamiento de la pradera natural de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
En las laderas de la Microcuenca del Río Blanco realizar reforestación con plantas nativas	No	No
Construir zanjas de infiltración, en laderas de la Microcuenca del Río Blanco donde técnicamente sea factible realizarlas	No	No
Realizar mediciones periódicas de las fuentes de agua de la Microcuenca del Río Blanco, para conocer su rendimiento	No	No
Evitar el avance de la frontera agrícola de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Preservar los bosques y vegetación nativa de la Microcuenca del Río Blanco	Si	Si
No reforestar (exóticas y nativas) en áreas con buena cobertura vegetal de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Efectuar un monitoreo diseñado de tal manera que permita sacar conclusiones importantes en pocos años de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Estudiar, documentar, monitorear las acciones de conservación de “fuentes” de la Microcuenca del Río Blanco	No	No
Implementar monitoreo básico en la Microcuenca del Río Blanco	No	No

Fuente: La Investigación.
Elaborado por la autora.

5.7 Cálculo de la demanda de agua en la microcuenca del río Blanco

5.7.1 Demanda de agua para el cultivo de pastos

En el cuadro no. 8 se detalla que dentro de la microcuenca del río Blanco se está cultivando alrededor de 1.453 ha de pasto utilizando el método de riego por aspersión. Para los respectivos cálculos de la demanda de agua se ha tomado en cuenta el manejo que le dan los ganaderos al cultivo: realizan 20 cortes al año y con 21 días de intervalo entre cada corte. Los meses con mayor necesidad de agua (Nn) son: julio, agosto y septiembre con $32,49 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$; $33,90 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ y $31,51 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, respectivamente; el mes que requiere menor cantidad de agua es el mes de octubre con $16,83 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$ y los meses que el cultivo de pasto (rye grass) no requiere agua por presencia de lluvias son: abril, mayo y diciembre. Los meses que requieren de mayor caudal necesario (Q) pues las precipitaciones son bajas son: julio, agosto y septiembre, con $766,12 \text{ l/s}$, $867,68 \text{ l/s}$ y $816,21 \text{ l/s}$, correspondientemente.

Cuadro N° 8. Demanda de agua para el cultivo de pastos, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Datos										
Cultivo		Pastos			Método de Riego			Aspersión		
Superficie (ha)		1.453			Duración del ciclo (días)			21		

Mes	Duración	Etc (mm/día)	P (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nn (mm/mes)	Nn (m ³ /ha mes)	i ajust(-días)	Dt ajust (mm)	Q (m ³ /hora)	Q (l/seg)
Enero	31	3,48	96,10	51,88	55,97	559,71	3	64	1447,39	402,05
Febrero	28	3,51	88,70	45,96	52,26	522,65	3	66	1546,99	429,72

Mes	Duración	Etc (mm/día)	P (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nn (mm/mes)	Nn (m ³ /ha mes)	i ajust(-días)	Dt ajust (mm)	Q (m ³ /hora)	Q (l/seg)
Marzo	31	3,50	96,50	52,20	56,41	564,11	3	64	1470,24	408,40
Abril	30	3,54	200,00	135,00	-28,91	-289,14	0	0	0,00	0,00
Mayo	31	3,56	189,00	126,20	-15,74	-157,43	0	0	0,00	0,00
Junio	30	3,48	38,02	12,81	91,57	915,74	2	72	2758,04	766,12
Julio	31	3,49	29,10	7,46	100,70	1007,04	2	76	3123,66	867,68
Agosto	31	3,49	21,90	3,14	105,08	1050,76	2	80	3400,80	944,67
Septiembre	30	3,53	35,82	11,49	94,52	945,21	2	74	2938,37	816,21
Octubre	31	3,52	102,52	57,02	52,18	521,85	3	59	1258,19	349,50
Noviembre	30	3,52	86,60	44,28	61,43	614,27	3	72	1861,47	517,08
Diciembre	23	2,43	120,00	71,00	-15,14	-151,37	0	0	0,00	0,00

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

5.7.2 Demanda de agua para el cultivo de rosas

En el cuadro no. 9 se detalla que se están cultivando rosas, bajo el método de riego por goteo, aproximadamente en 265 ha en la microcuenca del río Blanco. La duración entre corte y corte es de 90 días, por lo que realizan 4 cortes en el año.

Las necesidades de agua (Nn) máximas para el primer corte (mes de diciembre) es de 60,70 m³/ha/día; para el segundo corte en el mes de abril es de 59,20 m³/ha/día; para el tercer corte en junio es de 65,90 m³/ha/día, y para el cuarto corte en septiembre es 58,20 m³/ha/día. El caudal necesario (Q) mayor en cada corte y mes son: en el primer corte el mes que requiere mayor caudal es diciembre con 172,95 l/s; en el segundo corte el mes de máxima necesidad de caudal es abril con 164,51 l/s; para el tercer corte se requiere un caudal máximo de

203,86 l/s en el mes de junio; y para el cuarto corte el mes que necesita mayor caudal es septiembre de 159,00 l/s.

**Cuadro N° 9. Demanda de agua para el cultivo de rosas,
en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco.
Cayambe – Ecuador, 2009**

Datos			
Cultivo	Rosas	I Fecha de Corte	Febrero
Superficie(ha)	265	Método de Riego	Goteo
Duración del ciclo			99

	Mes	Nn(m3/ha día)	Nn(m3/ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m3/hora)	Q (l/seg)
1er Corte	Diciembre	60,70	1881,70	1	61	619,45	172,07
	Enero	57,60	1785,60	1	58	560,66	155,74
	Febrero	57,68	1615,04	1	58	562,22	156,17
2do Corte	Marzo	56,60	1754,60	1	57	541,36	150,38
	Abril	59,20	1776,00	1	60	592,24	164,51
	Mayo	53,80	1667,80	1	54	489,13	135,87
3er Corte	Junio	65,90	1977,00	1	67	733,88	203,86
	Julio	65,60	2033,60	1	66	727,22	202,00
	Agosto	65,30	2024,30	1	66	720,58	200,16
4to Corte	Septiembre	58,20	1746,00	1	59	572,40	159,00
	Octubre	54,70	1695,70	1	55	505,63	140,45
	Noviembre	53,80	1506,40	1	54	489,13	135,87

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

En el periodo de verano aumenta la temperatura del aire y del suelo, se producen vientos de mayor velocidad, aumenta la radiación solar y disminuye la humedad ambiente, lo que ligado a un mayor crecimiento vegetativo y estado de desarrollo del cultivo, provocan un aumento considerable en la demanda de agua por las plantas.

5.7.3 Demanda de agua para el cultivo de maíz

En el cuadro no. 10 se describe que se está cultivando maíz en alrededor de 56 ha del en la microcuenca del río Blanco bajo el método de riego superficial. Los agricultores realizan dos ciclos de cultivo de 150 días cada uno. Para el primer ciclo de cultivo de maíz, los meses de mayor necesidad de agua (Nn) son: noviembre y diciembre con 27,89 m³/ha/día y 23,31 m³/ha/día, y el mes de menor necesidad de agua es octubre con 12,41 m³/ha/día. Para el segundo ciclo de cultivo de maíz, los meses de mayor necesidad de agua (Nn) son: junio y julio con 37,99 m³/ha/día y 25,49m³/ha/día, y los meses de marzo, abril y mayo no se requiere de agua gracias a la presencia de las lluvias. El caudal necesario (Q), en el primer ciclo del cultivo de maíz para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero son: 18,92 l/s, 8,06 l/s, 40,75 l/s, 32,96 l/s, 14,76 l/s, respectivamente. Para el segundo ciclo del cultivo el caudal necesario (Q) para los meses de junio y julio es: 53,72 l/s y 36,05l/s.

Cuadro N°10. Demanda de agua para el cultivo de maíz,
en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco.
Cayambe – Ecuador, 2009

Datos				
Cultivo	Maíz	Fecha de I siembra	5 de Septiembre	Método de Riego
Superficie (ha)	56	Fecha de II siembra	6 de Marzo	Superficial
Duración del ciclo (días)			150	

	Mes	Nn (m3/ha día)	Nn (m3/ha mes)	i ajust(-días)	Dt ajust (mm)	Q (m3/hora)	Q (l/seg)
I SIEMBRA	septiembre	13,38	334,55	4	108	68,13	18,92
	octubre	12,41	384,65	2	50	29,03	8,06
	noviembre	27,89	836,81	2	112	146,70	40,75
	diciembre	23,31	722,48	2	108	118,65	32,96
	enero	10,44	323,50	5	108	53,13	14,76
	febrero	-228,22	-456,43	0	0	0,00	0,00
	Cosecha						
II SEIMBRA	marzo	-3,63	-90,74	0	0	0,00	0,00
	abril	-0,12	-3,66	0	0	0,00	0,00
	mayo	-0,42	-12,88	0	0	0,00	0,00
	junio	37,99	1139,64	1	108	193,39	53,72
	julio	25,49	790,34	2	108	129,79	36,05
	agosto	-8,33	-25,00	0	0	0,00	0,00
	Cosecha						

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

5.7.4 Demanda de agua para la superficie no cultivada

Si se decidiera cultivar pasto (rye grass) en las 153 ha que actualmente no están cultivadas, las necesidades hídricas (Nn) máximas para este cultivo se darían en el mes de agosto con $33,90 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{día}$, y el caudal máximo necesario sería de $99,47 \text{ l/s}$. Para los meses de abril, mayo y diciembre no se requeriría de un caudal determinado por las precipitaciones existentes en estos meses. Ver cuadro no. 11.

Cuadro N° 11. Demanda de agua para la superficie no cultivada en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Datos			
Cultivo	Pastos	Fecha de l siembra	1 de Enero
Superficie (ha)	153	Duración del ciclo (días)	21

Mes	Nn (m ³ /ha día)	Nn (m ³ /ha mes)	i ajust(días)	Dt ajust (mm)	Q (m ³ /hora)	Q (l/seg)
Enero	18,06	559,71	3	64	152,41	42,34
Febrero	18,67	522,65	3	66	162,90	45,25
Marzo	18,20	564,11	3	64	154,82	43,00
Abril	-9,64	-289,14	0	0	0,00	0,00
Mayo	-5,08	-157,43	0	0	0,00	0,00
Junio	30,52	915,74	2	72	290,42	80,67
Julio	32,49	1007,04	2	76	328,92	91,37
Agosto	33,90	1050,76	2	80	358,10	99,47
Septiembre	31,51	945,21	2	74	309,41	85,95
Octubre	16,83	521,85	3	59	132,49	36,80
Noviembre	20,48	614,27	2	48	130,67	36,30
Diciembre	-6,58	-151,37	0	0	0,00	0,00

Fuente: La Investigación.
Elaborado por la autora.

5.8 Balance hídrico para riego

El balance hídrico de riego en la microcuenca del río Blanco se realizó con los cultivos de maíz, pasto y rosas en una superficie bajo riego de 1.774 ha. En el cuadro no.12, en la columna denominada TOTAL se detalla que los meses de mayor necesidad de caudal de agua son junio, julio y agosto (verano) con 1.023,70 l/s, 1.105,87 l/s y 1.144,83l/s, y el caudal de menor necesidad se ubica en el mes de mayo con 135,87 l/s, debido a las precipitaciones existentes en ese período.

Del 100% de la superficie bajo riego, el 81,9 % está destinada para el cultivo de pasto, por lo que el requerimiento de agua en el mes crítico (agosto) es de 944,67 l/s; el 14,9% de la superficie está cultivando con rosas requiriendo un caudal de 203 l/s, en el mes de junio; y el 3,2% de la superficie se dedica al cultivo de maíz para el cual se requiere un caudal de 53,72 l/s.

Cuadro N° 12. Caudales por cultivos y caudal total por meses, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

Mes	Cultivos			Total Q (l/seg)
	Pasto Q (l/seg)	Rosas Q (l/seg)	Maíz Q (l/seg)	
Enero	402,05	155,74	14,76	572,55
Febrero	286,48	156,82	0,00	443,30
Marzo	272,27	150,38	0,00	422,65
Abril	0,00	164,51	0,00	164,51
Mayo	0,00	135,87	0,00	135,87
Junio	766,12	203,86	53,72	1023,70
Julio	867,68	202,00	36,05	1105,74
Agosto	944,67	200,16	0,00	1144,83
Septiembre	816,21	159,00	18,92	994,14

Mes	Cultivos			Total Q (l/seg)
	Pasto Q (l/seg)	Rosas Q (l/seg)	Maíz Q (l/seg)	
Octubre	349,50	140,45	8,06	498,01
Noviembre	517,08	135,87	40,75	693,69
Diciembre	0,00	172,95	32,96	205,91

Fuente: La Investigación.

Elaborado por la autora.

Para el cálculo del balance hídrico para riego de la microcuenca del río Blanco se tomó en cuenta los caudales de entrada (oferta) medidos un día en la época de verano y otro medido en invierno y el caudal calculado (demanda) del mes de mayor demanda que es el mes de agosto. En el cuadro no.13 se muestra que el caudal de entrada en la época de verano es de 719,07 l/s, mientras que en invierno es 1.445,62 l/s. El caudal concesionado es de 807,38 l/s, mientras que el caudal calculado en el mes más crítico, que es en agosto (verano), es de 1.144,83l/s. Así se evidencia que existe un déficit de agua para la época de verano de $-425,76$ l/s, y que existe un exceso en la época de invierno de 300,75 l/s.

Cuadro N° 13. Caudal de entrada en la época de verano e invierno, caudal concesionado y caudal calculado, en el balance hídrico para riego en la microcuenca del río Blanco. Cayambe – Ecuador, 2009

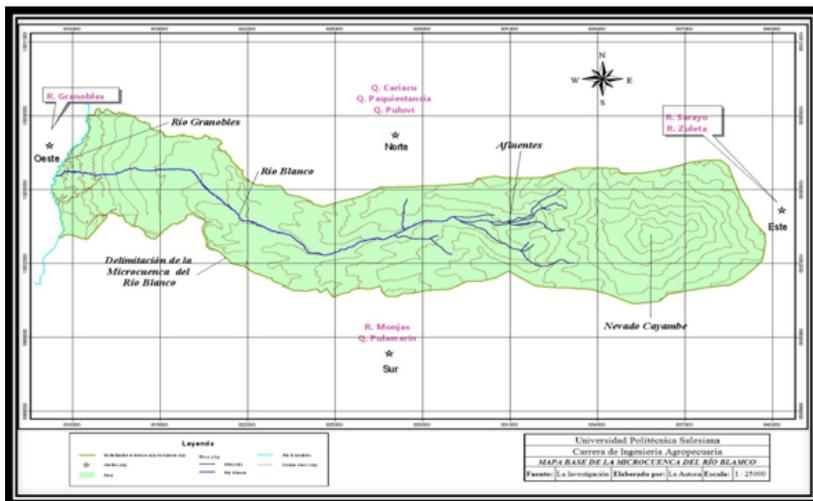
Época	Caudal de Entrada Q (l/seg)	Caudal Concesionado Q (l/seg)	Caudal Calculado Q (l/seg)	Balance Hídrico Q (l/seg)
Verano	719,07	807,38	1144,83	-425,76
Invierno	1445,62	807,38	1144,83	300,79

Fuente: La Investigación.

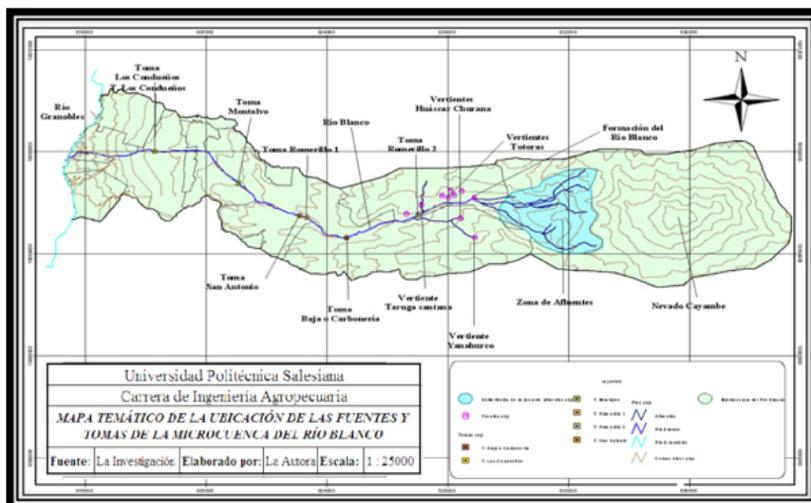
Elaborado por la autora.

5.9 Mapas Temáticos

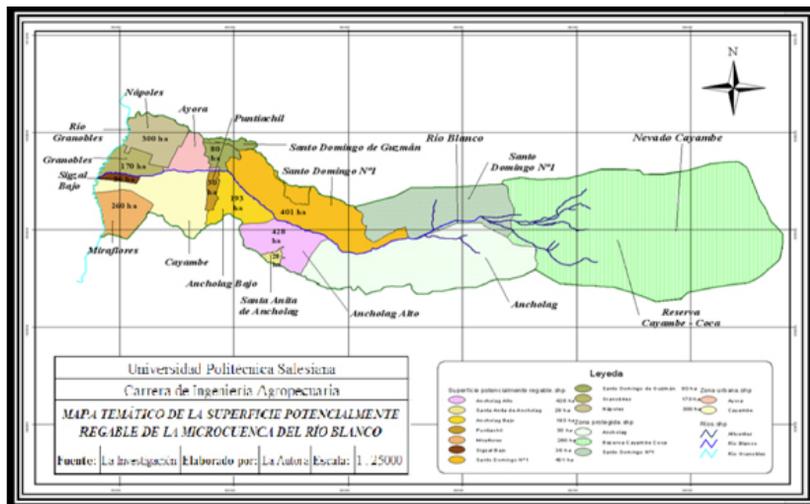
Mapa 1. Mapa base de la microcuenca del río Blanco



Mapa 2. Mapa de ubicación de las fuentes y tomas de la microcuenca del río Blanco



Mapa 3. Mapa de la superficie potencialmente regable de la microcuenca del río Blanco



6. Conclusiones

- Tomando en cuenta la época de sequía (verano), se realizó el aforamiento de las vertientes cuyas aguas forman el río Blanco. Como resultado de los aforamientos se llegó a estimar una oferta de agua de 719,07 l/s disponibles para riego, uso doméstico y abrevadero de animales. Para determinar la cantidad de agua utilizada para riego se midieron los caudales que ingresan a las tomas de los canales de conducción para riego, de ellos se obtuvo un caudal total de 658,12 l/s, el mismo que se lo utiliza para prácticas agrícolas.
- Los sistemas de producción predominantes de la microcuenca del río Blanco son: con 1.453 ha el cultivo de pasto; con 256 ha el cultivo de rosas; y con 56 ha el cultivo de maíz.
- La microcuenca del río Blanco cuenta con una superficie potencialmente regable de 1.927 ha, de las cuales 1.774 ha están

bajo riego con cultivos predominantes de pasto, rosas y maíz, los cuales necesitan un caudal máximo de 1.144,83l/s. Se debe tomar en cuenta que existe 153 ha que no están cultivadas, y si se asumiera que esta superficie sea cultivada con pasto se necesitaría un caudal adicional de 99,47l/s.

- Para la gestión social se presentan tres escenarios a lo largo de la microcuenca del río Blanco: las comunidades Ancholag Alto, Ancholag Bajo, Santa Anita de Ancholag, y el barrio Puntichil se encuentran organizados legalmente en un directorio de aguas para riego. El barrio Santo Domingo de Guzmán está en el proceso de legalización como directorio de aguas de riego. El escenario más crítico en cuanto a la gestión ocurre en la parte baja de la Microcuenca, donde los barrios Nápoles, Miraflores, Granobles y Sigzal Bajo no están organizados de ninguna forma, sin embargo, tienen la necesidad de utilizar el agua de riego.
- En la gestión ambiental las comunidades de Santo Domingo No. 1 y Ancholag están realizando acciones para conservar las fuentes de agua, el resto de comunidades y barrios que pertenecen a la microcuenca no están involucradas en estos accionares por falta de una gestión integral.
- Finalmente se concluye que el caudal de la microcuenca del río Blanco no abastece el 100% de los requerimientos hídricos de los cultivos predominantes.

7. Recomendaciones

- Se recomienda que exista una organización que involucre a todos los usuarios de la microcuenca del río Blanco, la misma que sería responsable de la gestión del agua destinada para riego de manera que se realice una distribución participativa y equitativa. A esta administración se articularían los directorios

y juntas de agua de riego de las diferentes comunidades y barrios que se encuentran dentro de la microcuenca.

- Se recomienda redistribuir el caudal para riego que existe en el río Blanco, tomando en cuenta la superficie regable y el cultivo implementado.
- En cuanto a las captaciones o tomas de aguase recomienda realizar un mejoramiento de la infraestructura que permita el ingreso del agua de acuerdo a los caudales asignados en las respectivas concesiones para cada comunidad y barrio. Mejorar también los sistemas de conducción tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y ambientales.
- Se sugiere elaborar un plan participativo e integral de manejo y conservación de los recursos naturales, donde se involucre a todos los usuarios de la microcuenca y donde se garanticen la provisión de agua a todos.
- Se recomienda implementar una red de monitoreo de caudales en todas las tomas de la microcuenca, con el fin de planificar una mejor distribución del agua para riego.

8. Bibliografía

AGSO

2009 Manual de Siembra Cosecha y Post Cosecha. Quito.

ALVEAR, Jorge y otros

1999 Manejo del Agua en la Cuenca y en la Parcela. Quito: CAMAREN.

ARGUELLO, Silvia y Aline Arroyo

1996 Género y Riego Andino. Quito: CAMAREN.

ASAMBLEA CONSTITUYENTE

2008 Constitución de la República del Ecuador. Montecristi – Ecuador.

BERNAL, Fabián y otros

1995 Relaciones Socio-Organizativas y Legales en el Páramo y otras Zonas de Altura. Quito: CAMAREN.

CACHIPUENDO, Charles

2007 Módulo de Hidrología I. Cayambe – Ecuador.

- CASTAÑÓN, Guillermo
2002 *Ingeniería del Riego. Utilización Racional del Agua*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- CISNEROS, Iván y otros
1995 *Organización Campesina y Gestión del Riego*. Quito: CAMAREN.
- CONGRESO NACIONAL DEL ECUADOR
2004 *Codificación de la Ley de Aguas*. Quito.
- DOORENBOS, J.
1977 *Las necesidades de agua de los cultivos*. Roma: FAO.
- FOROS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
2008 *Entre kishkas y abogados: ¿cómo tramitar derechos de agua?* Quito.
- FUENTES, José
2003 *Técnicas de riego*, 4ta. Edición. Madrid: Editorial Aedos.
- GUROVICH, Luis
1999 *Riego Superficial Tecnificado*, 2da. Edición. México: Editorial Universidad Católica de Chile.
- OLAZÁVAL, Hugo y Gloria Dávila
2006 *Infraestructura de riego: elementos técnicos y sociales*. Quito: Abya-Yala.
- TARJUELO, José
2002 *El riego por aspersión y su tecnología*, 2da. Edición. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
2005 *El riego por aspersión y su tecnología*, 3era. Edición. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.