

**ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE
CAUDALES EN LOS AFLUENTES DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO
BLANCO.**

EDISON EDUARDO CALDERON CASTILLO

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERÍOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RÍOBAMBA – ECUADOR

2011

El Tribunal de Tesis certifica que el trabajo de investigación titulado “ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE CAUDALES EN LOS AFLUENTES DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO BLANCO.” de responsabilidad del señor egresado Edison Eduardo Calderón Castillo, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Juan León

Director

Ing. María Samaniego

Miembro

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Riobamba, Abril 2011

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado
A mis padres Héctor y María, a
mis hermanos Norma, Marvin y
Gladys, pilares fundamentales en
mi vida... A mis queridos sobrinos
Tito y Christian, a mi novia Anita
y a mi recordado cuñado y amigo
Tito Ramiro (+).

. . . Y a todos quienes de una u otra forma estamos vinculados a este maravilloso mundo de
la agricultura. . . Cultivamos la tierra y vivimos de ella.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco al ser supremo por regalarme el don de la vida. Luego a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida con su amor, sacrificio, esfuerzo y dedicación han apoyado y motivado mi formación académica, y fundamentalmente mi formación personal. A mis hermanos por ser los mejores amigos que uno pudiera tener.

A mi novia, compañera inseparable de cada jornada. Ella representó gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. Como no agradecer a todos mis amigos y amigas que gracias a Dios son muchos y constituyen un verdadero tesoro para mí.

A los miembros del Tribunal de Tesis, Ing. Juan León en calidad de Director y a la Ing. María Eugenia Samaniego en calidad de Miembro, por su apoyo tutorial incondicional y dedicado en el proceso investigativo. Mi agradecimiento también a los Ingenieros Carlos Cali y Pamela Paula quienes inicialmente fueron director y miembro respectivamente de este trabajo de tesis por su tutoría, apoyo, enseñanzas y principalmente por su amistad.

Mi agradecimiento También a la Cruz Roja Ecuatoriana en la persona del Lic. Agustín Basantes Páez Coordinador de Proyectos del Cantón Colta por confiar en mí como profesional aun sin serlo y darme la oportunidad de insertarme en el mundo laboral.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo prestigiosa Institución educativa que me abrió sus puertas y en la cual pude hacer realidad uno de mis más grandes anhelos. A La Facultad de Recursos Naturales especialmente a la Escuela de Ingeniería a todo su personal de docentes, empleados y trabajadores quienes de una u otra forma hicieron parte de mi formación académica.

Finalmente agradezco a todas las personas e instituciones, que de una u otra forma me brindaron su apoyo con informaciones, consejos y sugerencias durante la realización de este trabajo de investigación. A todos ellos nuevamente MUCHAS GRACIAS.

LISTA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA.
	LISTA DE TABLAS	vi
	LISTA DE CUADROS	viii
	LISTA DE GRÁFICOS	ix
	LISTA DE FIGURAS	x
	LISTA DE ANEXOS	xi
I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
	Justificación	2
	Objetivos	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
VI.	CONCLUSIONES	75
VII.	RECOMENDACIONES	77
VIII.	RESUMEN	78
IX.	SUMMARY	79
X.	BIBLIOGRAFÍA	80
XI.	ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

N°	CONTENIDO	PÁGINA.
Tabla 1.	Valores del factor K de corrección de la velocidad	8
Tabla 2.	Caudales en l/s a través de vertederos rectangulares de distintas longitudes de cresta	15
Tabla 3.	Caudal en l/s a través de un vertedero triangular de 90 °	16
Tabla 4.	Caudal en l/s de un vertedero trapezoidal de Cipolletti para diferentes longitudes de cresta.	18
Tabla 5.	Códigos de agua usados por la agencias de aguas.	28
Tabla 6.	Criterios de clasificación del índice de escasez.	29
Tabla 7.	Cobertura vegetal en la microcuenca alta del río Blanco	45
Tabla 8.	Características de los suelos en la Microcuenca Alta del Río Blanco.	47
Tabla 9.	Puntos de Aforamiento.	49
Tabla 10.	Sección del Río (Tiaco Grande) primer aforamiento	53
Tabla 11.	Tabla del cálculo de la velocidad en la sección del río. Tiaco Grande	55
Tabla 12.	Variación del nivel del espejo de agua durante los meses de estudio.	56
Tabla 13.	Caudal del TIACO GRANDE	58
Tabla 14.	Sección del rio (TIACO CHICO) primer aforamiento	59
Tabla 15.	Tabla del cálculo de la velocidad en la sección del río. Tiaco Chico	61
Tabla 16.	Variación del nivel del espejo de agua durante los meses de estudio.	62

N°	CONTENIDO	PÁGINA.
Tabla 17.	Caudales de Tiaco Chico	63
Tabla 18.	Variación mensual del espejo de agua	64
Tabla 19.	Variación mensual de la velocidad	65
Tabla 20.	Variación mensual del caudal	66
Tabla 21.	Información tomada en los vertederos de la bocatoma del río Blanco.	67
Tabla 22.	Variación mensual de caudales en la bocatoma.	68
Tabla 23.	Caudal medio mensual en la microcuenca del Río Blanco	69
Tabla 24.	Relación entre la precipitación mm vs los caudales medios m ³ /s en la microcuenca alta del río Blanco.	70
Tabla 25.	Caudal concesionado en uso en la parte alta de la Microcuenca del Río Blanco	74
Tabla 26.	Índice de escasez respecto a la oferta	76

LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	PÁGINA.
Cuadro 1.	Oferta y demanda de los recursos naturales.	25
Cuadro 2.	Conflictos sociales y ambientales en torno al agua.	30
Cuadro 3.	Los límites de la zona de estudio de la microcuenca del río Blanco	32
Cuadro 4.	Información de los puntos de monitoreo de la Microcuenca del Rio Blanco	35
Cuadro 5.	Información de los puntos de monitoreo de la Microcuenca del Rio Blanco	36
Cuadro 6.	Inventario de especies de flora de la Microcuenca del río Blanco	42
Cuadro 7.	Demanda de agua por usos de la Microcuenca del Río Blanco	73

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA.
Gráfico 1.	Cobertura vegetal en la microcuenca alta del río Blanco	46
Gráfico 2.	Variación mensual del espejo de agua en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico	64
Gráfico 3.	Variación mensual de la velocidad en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico	65
Gráfico 4.	Variación mensual de caudal en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico	66
Gráfico 5.	Variación mensual de caudal en la bocatoma	68
Gráfico 6.	Precipitación del mes de Agosto a Noviembre por pluviómetro	61
Gráfico 7.	Demanda por uso de la Microcuenca del Río Blanco.	73
Gráfico 8.	Demanda por uso de la Microcuenca del Río Blanco (Parte Alta).	75

LISTA DE FIGURAS

Nº	CONTENIDO	PÁGINA.
Figura 1.	Medición de caudal mediante el método del flotador	7
Figura 2.	Medidas necesarias para determinar el área de un canal.	9
Figura 3.	Molinete Hidráulico.	10
Figura 4.	Medición de caudales utilizando un balde y un cronómetro.	11
Figura 5.	Medición de caudal en una tubería llena en posición horizontal.	12
Figura 6.	Distintos tipos de vertederos.	13
Figura 7.	Clasificación de la Microcuenca del Río Blanco	44
Figura 8.	Variación del área en el punto Tiaco Grande.	54
Figura 9.	Variación del nivel del espejo de agua (m).Tiaco Grande	57
Figura 10.	Variación del área en el punto Tiaco Chico	60
Figura 11.	Variación del nivel del espejo de agua (m).Tiaco Chico	63

LISTA DE ANEXO

N°	CONTENIDO	PÁGINA.
Anexo 01.	Localización de la Microcuenca del río Blanco zona de estudio.	86
Anexo 02.	Mapa de clasificación ecológica de la zona de estudio	87
Anexo 03.	Mapa de ubicación de los ríos Tiaco Grande y Tiaco Chico dentro de la zona de estudio	88
Anexo 04.	Puntos de monitoreo en la microcuenca alta del río Blanco	89
Anexo 05.	Mecanismos de monitoreo involucrando a los actores locales	90
Anexo 06.	Análisis de la información	91
Anexo 07.	Mapa de uso del suelo	93
Anexo 08.	Mapa de uso potencial del suelo	94
Anexo 09.	Mapa de clasificación ecológica del suelo	95
Anexo 10.	Sitios de monitoreo	96
Anexo 11.	Aforos de caudales en los afluentes	97- 100
Anexo 12.	Concesiones en el rio blanco	101

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE CAUDALES EN LOS AFLUENTES DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO BLANCO.

I. INTRODUCCIÓN

De los ríos que conforman la cuenca alta del Río Pastaza (Chambo y Patate), sus principales afluentes nacen de los andes Ecuatorianos en el centro del país. Es precisamente allí, en la zona de páramos, donde el hombre en su afán de subsistencia o para mejorar sus condiciones económicas amplían la frontera agrícola, que sumado al desequilibrio ambiental globalizado, la falta de políticas de conservación por parte del estado, y organizaciones locales, han ocasionado una alteración irreversible de estos ecosistemas naturales.

En cuanto a la población que predomina en las distintas zonas altas de páramos y vertientes, son campesinos y de estos la mayor parte indígenas, dedicados a la agricultura y ganadería con un bajo nivel de educación, carente de oportunidades de empleo y con la única forma de sobrevivir a través de la producción agropecuaria. Este grupo social conforman los estamentos locales que deben ser considerados como actores principales dentro de cualquier programa de manejo y conservación de los recursos hídricos. La pobreza y marginación que enfrentan, los campesinos son naturalmente recelosos y en ocasiones hasta hostiles, pero hay que reconocer que poseen la más valiosa tradición de organización y sobrevivencia en sus comunidades.

Sin embargo no se puede descuidar a los demás actores de esta realidad como la población asentada en la zona media y baja de las microcuencas que buscan satisfacer sus necesidades básicas en especial agua potable, riego, electricidad. Entonces la problemática del agua ya no es solo de índole ambiental sino que involucran otros aspectos: económicas, sociales, culturales, políticos, etc.

A. JUSTIFICACIÓN

La inversión en investigación, desarrollo de programas y proyectos de riego, monitoreo de los recursos hídricos en la cuenca alta del Río Pastaza, permite precautelar y garantizar el abastecimiento racional y sostenido en las zonas bajas.

Por lo antes expuesto resulta necesario generar información del comportamiento hidrológico de los principales afluentes de la parte alta del Río Blanco, cuya jurisdicción pertenece a la Parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia del Chimborazo.

Con este trabajo investigativo se pretende establecer la oferta hídrica que ofrece la microcuenca alta del río Blanco, durante el período de estudio, y su relación con la demanda existente por parte de varios actores, como el Sistema de Riego Quimiag, la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. (EERSA), y otros demandantes de estos recursos para establecer posibles acciones que conlleven a prevenir futuros conflictos, así como también establecer proyectos integrales de manejo sustentable de los Recursos Naturales en la microcuenca del Río Blanco.

B. OBJETIVOS

1. General

Establecer una red de monitoreo participativo de caudales, en los afluentes más importantes de la Microcuenca Alta del Río Blanco.

2. Específicos

- a. Definir y ubicar un punto de monitoreo participativo de caudales, en cada uno de los principales afluentes que forman la Microcuenca Alta del Río Blanco.
- b. Establecer mecanismos de monitoreo participativo involucrando a los actores locales.
- c. Determinar la oferta hídrica mediante aforos en los principales afluentes que forman la Microcuenca Alta del Río Blanco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MONITOREO DE CAUDALES.

1. Monitoreo

Proceso continuo de supervisión, acompañamiento y apoyo para conocer los avances y desarrollo de procesos. Sirve para realizar ajustes y tomar decisiones de cambios. Retroalimentación CATIE, (2006)

- a) Alerta temprana para control de inundaciones y manejo de embalses
- b) Ordenamiento y Desarrollo Territorial
- c) Balances Hídricos y gestión integrada de los recursos Naturales
- d) Usos para el Desarrollo productivo: carreteras, puentes, riego, agua potable, generación hidroeléctrica
- e) Impacto en los recursos hídricos a sequías y cambio climático
(Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales Hidrológicos, (2008)

2. El caudal hidrológico

El caudal de un río, es la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo. OMM, (1994)

El caudal en un tiempo dado puede medirse por varios métodos diferentes y la elección del método depende de las condiciones de cada sitio.

En dinámica de fluidos, **caudal** es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

El caudal de un río puede calcularse a través de la siguiente fórmula:

$$Q = A \bar{v}$$

Donde:

- Q Caudal ($[L^3T^{-1}]$; m³/s or ft³/s)
- A Es el área ($[L^2]$; m² or ft²)
- \bar{v} Es la velocidad linear promedio. ($[LT^{-1}]$; m/s or ft/s)

En física e ingeniería, caudal es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento. Se expresa en la unidad de volumen dividida por la unidad de tiempo (m³/s).

En el caso de cuencas de ríos o arroyos, los caudales generalmente se expresan en metros cúbicos por segundo o miles de metros cúbicos por segundo. Son variables en tiempo y en el espacio y esta evolución se puede representar con los denominados hidrogramas. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Caudal>)

3. Medición del caudal

a) **Importancia de la medición de caudales**

Los derechos o acciones sobre un río o canal, por lo general aparecen en la escritura de propiedad del predio. Cada acción o regador representa una parte conocida o "alícuota" del caudal total que fluye por el río o canal. De esta forma si un canal fue diseñado para conducir 1000 l/s de agua y tiene inscritas 1000 acciones, cada acción equivaldrá a 1 l/s. Un agricultor que tenga derechos por 30 acciones, dispondría de 30 l/s cuando el canal conduzca los 1000 l/s. Si el canal conduce menos agua el valor de la acción disminuirá proporcionalmente.

Por otra parte, en algunos sistemas de riego, una acción de agua equivale a un volumen de agua por hectárea/año (3.000 - 5.000 m³/ha/año, por ejemplo); teniendo el usuario la posibilidad de extraer del canal un determinado caudal en un tiempo definido. De esta forma, el usuario debe regular las extracciones que realice en la temporada para ajustarse al número de acciones que le pertenecen, equivalentes a un volumen total de agua.

Las variaciones de caudal en el río y en los canales se producen durante las diferentes épocas del año, lo cual hace variar el valor de cada acción o regador. De ahí entonces la importancia de poder determinar con alguna seguridad los caudales reales que recibe el predio, para poder planificar la superficie a regar especialmente en los meses de máximo consumo.

Al conocer la disponibilidad de agua del predio y la demanda de los cultivos, se puede saber la superficie factible de regar:

$$\text{Superficie regable (ha)} = \frac{\text{Oferta (l/s)}}{\text{Demanda (l/s/ha)}}$$

Según la Organización Meteorológica Mundial, 1986, tal antecedente es válido a nivel de todo el canal, como a nivel de cada predio.

4. Métodos de aforo

Entre los métodos más utilizados para medir caudales de agua se encuentran los siguientes:

- a) **Método del flotador**
- b) **Método volumétrico**
- c) **Método de la trayectoria**
- d) **Estructuras de medida**

4.1 Método del flotador

El método del flotador se utiliza en los canales y acequias y da sólo una medida aproximada de los caudales. Su uso es limitado debido a que los valores que se obtienen son estimativos del caudal, siendo necesario el uso de otros métodos cuando se requiere una mayor precisión.

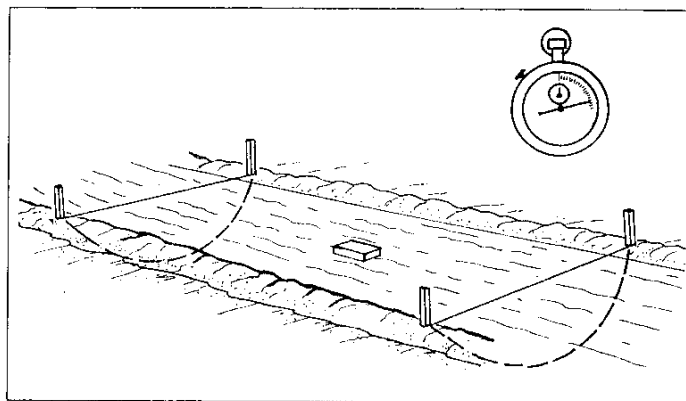
Según la (Organización meteorológica mundial) Se pueden utilizar flotadores de superficie o de varilla. Los flotadores de superficie deben sumergirse a una profundidad inferior a la

cuarta parte de la profundidad del agua. No se deberán emplear cuando se tema que la medición pueda ser afectada por el viento. Los flotadores de varilla pueden sumergirse a una profundidad superior a la cuarta parte de la profundidad del río. Los flotadores de varilla no deben rozar el lecho del canal. Durante los períodos en que las maniobras en el río pueden ser peligrosas, se pueden emplear, como flotadores naturales, cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, corcho, botellas pequeñas con agua, u otro material similar, que no ofrezca gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua.

Para la toma de datos Se elige un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, de alrededor de 30 metros de largo, donde el agua escurra libremente.

Se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora el flotador en recorrerla, con el fin de conocer la velocidad que lleva el agua en esa sección (Fig. 1).

Figura 1. Medición de caudal mediante el método del flotador



4.1.1 Determinación de la velocidad

Para conocer la velocidad del agua deberá dividirse el largo de la sección elegida, en metros, por el tiempo que demoró el flotador en recorrerla, expresado en segundos, como se indica en la siguiente relación.

$$V = \frac{\text{largo sección (m)}}{\text{tiempo en recorrerla (s)}} = (\text{m/s})$$

4.1.2 Cálculo de la velocidad

La velocidad del flotador es igual a la distancia que separa las secciones transversales divididas por el tiempo invertido en recorrerla. La velocidad corregida del flujo en cada sección es igual a la velocidad del flotador multiplicada por un coeficiente basado en la forma del perfil vertical de las velocidades y en la profundidad relativa de inmersión del flotador.

El coeficiente que debe aplicarse a la velocidad medida se debe determinar en lo posible, para cada sitio, por medio de un análisis de las mediciones del caudal efectuadas por el método del molinete. Cuando no se disponga de esas mediciones, se puede utilizar un factor F de ajuste para una estimación aproximada. (Organización Meteorológica Mundial, 1994)

Tabla 1. Valores del factor K de corrección de la velocidad

Tipo de Canal o río	Factor K
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm.	0,8
Canal de tierra, profundidad del agua > 15 cm.	0,7
Río o riachuelo, profundidad del agua > 15 cm.	0,5
Ríos o canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm.	0,25 -0,5

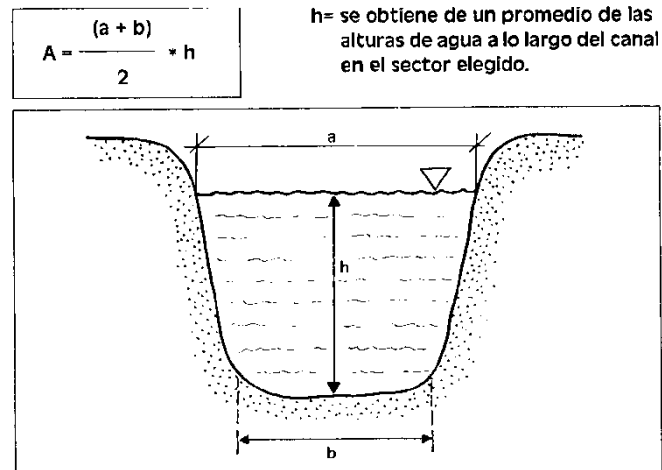
Fuente: *Apramat.iespana.es*

El paso siguiente es determinar el área promedio del cause (sección transversal del cause).

4.1.3 Determinación del área del canal

Se multiplica el ancho promedio del canal por su profundidad, con todas las medidas expresadas en metros (ver Figura 2).

Figura 2. Medidas necesarias para determinar el área de un canal.



4.1.4 Determinación del caudal

Conocida la velocidad (V) del agua y el área (A) del canal, se aplica la siguiente fórmula para calcular el caudal (Q):

$$Q = A \times V$$

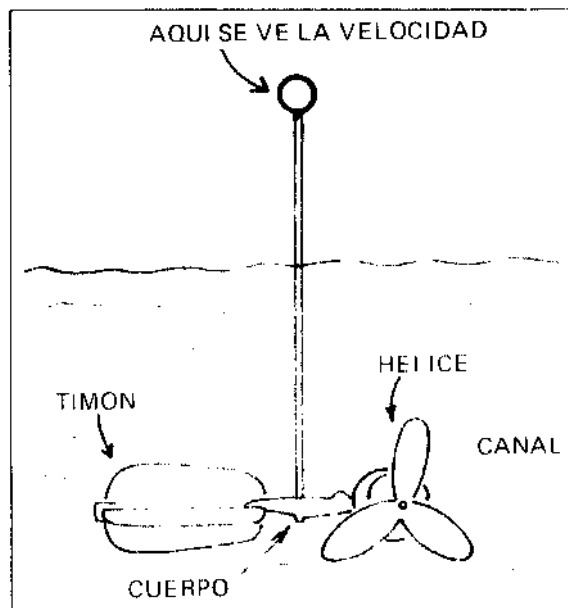
Donde:

Q = caudal en l/s

A = área del canal en m²

V = Velocidad en m/s

Una variante de este método corresponde a aquella que utiliza un "molinete hidráulico" para medir la velocidad del agua a distintas profundidades del canal; multiplicándose dicho valor por el área del canal para la obtención del caudal. Esta dado en rev/seg. Hay que transformarlos a m/seg.

Figura 3. Molinete Hidráulico.

4.2 Método volumétrico

Este método permite medir pequeños caudales de agua, como son los que escurren en surcos de riego o pequeñas acequias. Para ello es necesario contar con un balde de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demora en llenarse. Esta operación puede repetirse 2 ó 3 veces y se promedia, con el fin de asegurar una mayor exactitud (Figura 4).

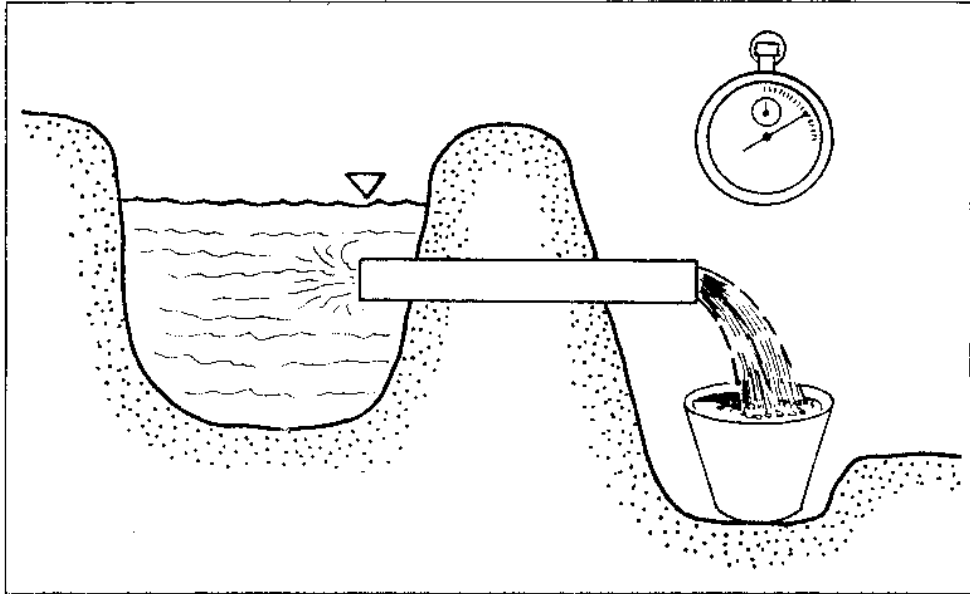
Dividiendo el volumen de agua recogido en el recipiente por el tiempo (en segundos) que demoró en llenarse, se obtiene el caudal en litros por segundo.

Ejemplo: Volumen del Balde: 20 litros.

Tiempo que demoró en llenarse: 10 segundos.

$$\text{Caudal en l/s} = \frac{20}{10} = 2 \text{ l/s}$$

Figura 4. Medición de caudales utilizando un balde y un cronómetro.



B. ESTRUCTURAS PARA MEDICIÓN DE AGUAS

Como hemos visto, la medición de caudales puede ser hecha por distintos métodos, sin duda los sistemas más eficientes y exactos son aquellos que utilizan estructuras especiales.

Casi todas las clases de obstáculos que restringen parcialmente la corriente de agua en un canal pueden ser utilizados para medición de caudales, siempre que se les calibre apropiadamente.

Existen, sin embargo, una gran cantidad de sistemas y dispositivos utilizados en la medición de aguas. En este caso, se detallan sólo los más conocidos y sencillos, como son los vertederos y orificios.

1. Vertederos

Sin duda alguna son los más sencillos y utilizados para medir el caudal de agua en canales abiertos.

Según la forma que se obligue a adoptar a la sección de la vena líquida que circule por él, se clasifican en rectangulares, trapezoidales y triangulares (Figura 5).

La carga o altura de agua que pase sobre la cresta del vertedero debe medirse a una distancia aguas arriba tal, que no sea afectada por la depresión de la superficie del agua que se produce al aproximarse a la cresta. Esto se consigue haciendo las mediciones a una distancia de por lo menos seis veces la carga (altura) máxima a la que puede llegar el vertedero.

La forma más conveniente de realizar las mediciones es clavando una estaca en el fondo del canal o acequia aguas arriba del vertedero, (a la distancia señalada de por lo menos 6 veces la carga de agua a medir), sobre la cual se fija una reglilla graduada en centímetros, cuidando que su origen, el cero, quede a la altura de la cresta del vertedero (Ver Figura 6).

Figura 5. Distintos tipos de vertederos.

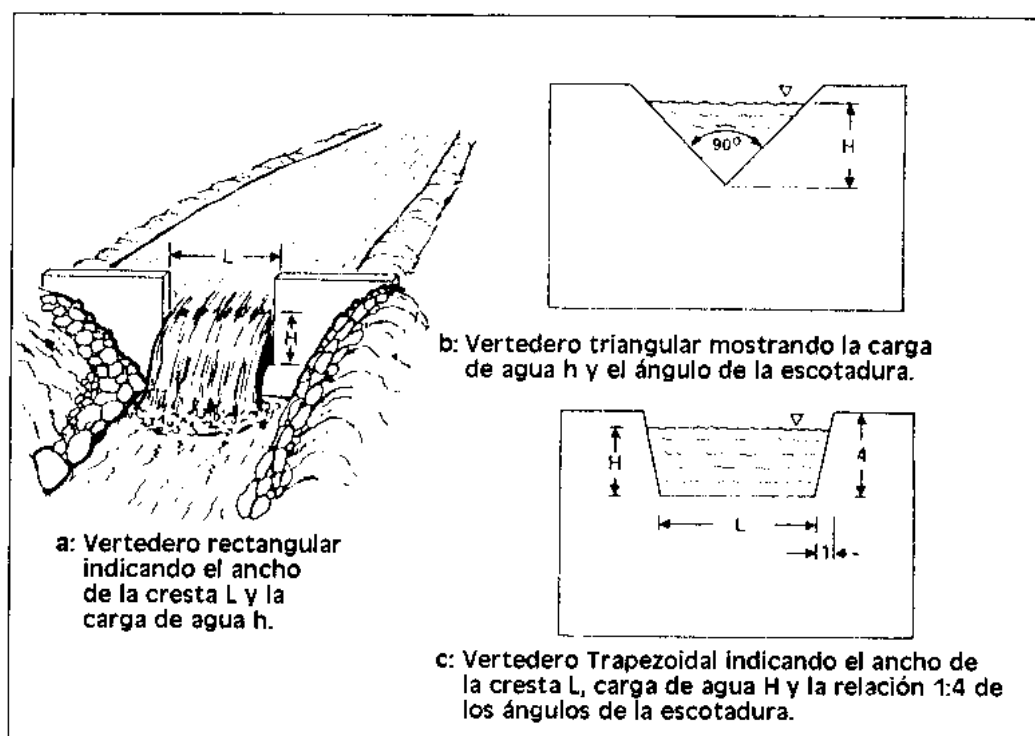
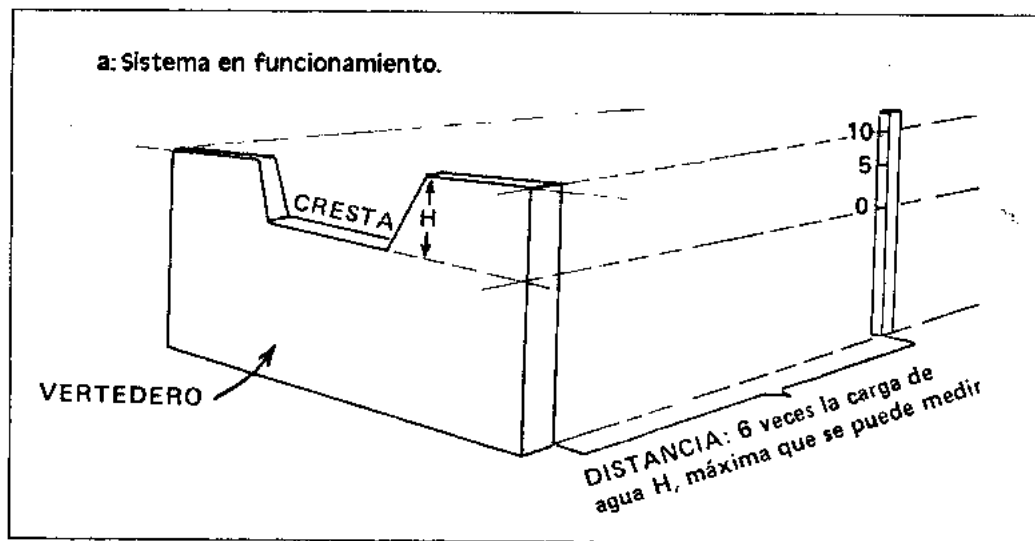


Figura 6. Esquema de medición de la carga de agua que pasa por el vertedero.



a) Ventajas y desventajas de los vertederos

El uso de vertederos como aforadores de agua ofrece las siguientes ventajas:

- **Exactitud**
- **Simplicidad y sencillez de construcción**
- **No se obstruyen con cuerpos flotantes**
- **Duración**

Entre las desventajas podemos anotar:

- Necesidad de saltos grandes de aguas, con la consiguiente pérdida de altura, lo que hace que su empleo en terrenos nivelados sea casi impracticable.
- Acumulación de grava, arena y limos aguas arriba del vertedero, lo que resta exactitud a las mediciones y obliga a una continua limpieza y mantención.

b) Vertedero rectangular

El vertedero rectangular es uno de los más sencillos para construir y por este motivo, es justamente uno de los más usados a nivel predial.

Su estructura general se puede observar en la Figura 5. La precisión de la lectura que ofrece está determinada por su nivel de error, que fluctúa entre un 3 y 5%.

Para calcular el caudal o gasto, se pueden utilizar diferentes ecuaciones empíricas; en este caso sólo mencionaremos la más utilizada y que corresponde a un vertedero rectangular con contracción lateral (Fig. 5).

$$Q = 1.84 (L - 0.2 H) H^{3/2}$$

Donde:

Q = Gasto en m³/seg.

L = Largo de la cresta de; vertedero en metros.

H = Altura o carga leída en el punto de referencia (en metros).

La Tabla 3 indica los caudales en l/s, para distintas cargas de agua (H) en centímetros y diferentes anchos de cresta (L) en metros.

- Ejemplo: Longitud de la cresta del vertedero L = 0,75 m
- Altura o carga de agua H = 0,20 m (20,0 cm)
- Caudal según Tabla 2 = 116 l/s

c) Vertederos triangulares

Dentro de los vertederos triangulares, el utilizado más comúnmente es el que tiene 90° en su vértice inferior, o sea, la escotadura forma un ángulo recto, tal como se muestra en la Figura 5.

Este tipo de vertederos es bastante eficiente, pero sin embargo presenta una gran pérdida de carga; motivo por el cual se recomienda especialmente para caudales pequeños (menores de 110 l/s), ya que en estos niveles de gastos de agua, su precisión es mayor que la de otros tipos de vertederos.

Con la finalidad de calcular el gasto, también existen diferentes fórmulas empíricas, siendo esta la más usada; y que se indica a continuación:

$$Q = 1,38 H^{5/2}$$

Donde,

Q = gasto en ml/s

H = altura o carga en metros

Tabla 2. Caudales en l/s a través de vertederos rectangulares de distintas longitudes de cresta¹.

Altura H en cm	Ancho de la cresta en metros (L)				
	0,25	0,50	0,75*	1,00	1,25
5	5,0	10,1	15,3	20,4	25,6
6	6,4	13,2	20,0	26,7	33,4
7	8,1	16,6	25,2	33,8	46,2
8	9,8	20,2	30,7	41,1	51,6
9	11,5	23,9	36,3	48,7	61,2
10	13,4	28,0	42,5	57,0	71,5
11	15,4	32,2	49,0	66,0	82,8
12	17,2	36,2	55,3	74,4	93,2
13	19,5	41,1	62,8	84,5	105
14	21,4	45,4	69,5	93,5	118
15	23,4	50,1	76,8	103	130
16	25,7	55,1	84,5	114	143
17	27,8	60,0	92,3	125	157
18	30,0	64,9	100	135	170
19	32,3	70,5	109	147	185
20*	34,5	75,5	116*	158	199
21	36,8	81,3	125	170	214
22	39,0	86,4	134	181	228
23	41,3	91,9	143	193	242
24	43,9	98,3	153	203	262
25		104	161	218	276
26		110	172	232	293
27		116	181	246	310
28		121	189	256	325
29		128	200	272	345
30		137	210	286	361
32		145	228	312	395
34		157	248	339	431
36		170	269	369	467
38		186	290	398	506
40		208	334	458	543
42		208	334	458	544
44		220	354	488	623
46		234	378	521	664
48		248	401	554	707
50		260	423	586	748

Obtenidos de la ecuación $Q = 1,84 (L-0,2H) H^{3/2}$ * Datos del ejemplo.

d) Vertederos trapezoidales

Este es un vertedero con forma trapezoidal en su abertura, tal como lo indica su nombre; también es conocido como vertedero Cipoletti .

Esta estructura requiere que el talud de sus lados sea 1:4 tal como se señala en la Figura 5c. Este vertedero es de construcción más dificultosa que los otros dos y no ofrece ventajas significativas que lo hagan destacar, razón por la que es menos usado que los anteriores.

Para el cálculo del gasto se utiliza entre otras, la siguiente fórmula.

$$Q = 1,859 LH^{3/2}$$

Donde,

Q = Gasto en l/s.

L = Largo de la cresta en metros.

H = Carga en centímetros.

En la Tabla 4 aparecen los caudales en l/s para distintas cargas de agua H y diferentes anchos de cresta L.

Tabla 4. Caudal en l/s de un vertedero trapezoidal de Cipolletti para diferentes longitudes de cresta ¹.

Altura H en cm	Longitud de la cresta del vertedero en metros					
	0,30	0,40	0,50	0,75*	1,00	1,25
5	6,2	8,3	10,3	15,6	20,8	26,0
6	8,2	10,9	13,7	20,5	27,3	34,2
7	10,3	13,8	17,2	26,0	34,6	43,2
8	12,6	16,8	21,0	31,7	42,2	52,8
9	15,1	20,1	25,1	36,3	50,2	62,8
10	17,6	23,5	29,4	44,1	58,8	73,5
11	20,4	27,1	33,9	51,1	68,0	85,0
12	23,2	30,9	38,7	57,8	77,0	96,2
13	26,2	34,9	43,6	65,9	87,7	110
14	29,2	39,0	48,7	73,0	97,4	121
15	32,4	43,2	54,0	81,0	108	135
16	35,7	47,6	59,5	89,4	119	149
17	39,1	52,2	65,2	97,7	130	163
18	42,6	56,8	71,0	106	142	177
19	46,2	61,6	77,0	116	154	193
20*	49,9	66,6	83,2	125*	166	208
21	53,7	71,6	89,5	134	179	224
22	57,6	76,8	96,0	144	192	240
23	61,6	82,1	103	154	204	256
24	65,6	87,5	109	165	220	274
25	69,8	93,0	116	174	232	290
26	74,0	98,6	123	186	248	309
28	82,7	110	133	206	275	344
30	91,7	122	153	230	307	384
32		135	168	252	336	421
34		147	184	276	368	460
36		161	201	302	402	503
38		174	218	326	435	545
40		188	234	352	469	585
42		202	253	380	506	633
44			270	406	541	676
46			290	435	580	725
48			310	465	620	767
50			328	493	656	820

¹ Obtenidos de la ecuación $Q = 1,86 LH^{3/2}$

*Datos del ejemplo. –

Ejemplo: Longitud de la cresta = 0,75 m.

Altura de agua = 20 cm.

Caudal según Tabla 4 = 125 l/s.

2. Otras estructuras de medición

Existen, además de las mencionadas, una gran diversidad de estructuras para medir el caudal que fluye a través de un canal o acequia, cuya descripción escapa al objetivo de esta investigación.

No obstante, al menos podemos mencionar las siguientes:

- Aforador Parshall
- Aforador Washington
- Distintos tipos molinetes hidráulicos
- Venturímetros
- etc.

(INTIHUASI, 1994)

C. CUENCA HIDROGRÁFICA

1. Definiciones.

Cuenca es un espacio territorial natural, conformado o delimitado por las divisorias de aguas de lluvia, cuyas aguas van a un colector o DREN principal. En hidrología representa la unidad fundamental del estudio de las aguas, en su ambiente natural, dentro de ésta se encuentra la MICROCUENCA. Su estudio, permite mejorar el análisis de los riesgos de inundación y la gestión de los recursos hídricos, así como planificar su aprovechamiento. En este espacio las personas comparten su cultura, su identidad, Trabajan en función a la disponibilidad de sus recursos. (IMA, 2005)

Hunt y Jonson (1998) Se entiende por cuenca hidrográfica la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección del río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada «divisor de aguas» o «divisoria de aguas», a partir de la sección de referencia. En

la medida en que se avanza hacia aguas abajo, la superficie de la cuenca va aumentando. En general se acepta que el divisor de las aguas subterráneas coincide con el divisor de aguas superficiales, si bien este hecho no se verifica en todos los casos.

La Cuenca Hidrográfica es una unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios. (Instituto Nacional de Ecología, 2005)

Aunque el significado de cuenca hidrográfica sea del conocimiento público, es importante enfatizar que la microcuenca debe ser considerada como un ámbito de planificación bajo un enfoque social, económico y operativo, además del enfoque territorial e hidrológico tradicionalmente considerado. Así, la microcuenca se define como "una pequeña cuenca de primer o segundo orden, en donde vive un cierto número de familias (Comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación, incluyendo cultivos y vegetación nativa, y fauna, incluyendo animales domésticos y silvestres. Desde el punto de vista operativo, la microcuenca posee un área que puede ser planificada por un técnico contando con recursos locales y/o un número de familias que pueda ser tratado como un núcleo social que comparte algunos intereses comunes (agua, camino, organización, etc.(FAO 2006)

2. Elementos de la cuenca.

Los elementos de una cuenca son todos los recursos allí presentes, entre ellos se tiene al agua en todas sus formas (nevados, lagunas, bofedales, riachuelos, ríos y manantes), el

suelo, la flora, la fauna y el hombre, todos ellos actuando de manera armoniosa, formando un ecosistema equilibrado. (IMA, 2005)

3. Clases o tipos de cuencas

Una cuenca hidrográfica puede dividirse atendiendo a diferentes criterios. Atendiendo al grado de concentración de la red de drenaje, define unidades menores como subcuencas y microcuencas..

- **Subcuenca**, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca. Varias subcuencas pueden conformar una cuenca.
- **Microcuenca**, es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una subcuenca. Varias microcuencas pueden conformar una subcuenca
- **Quebradas**, es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. Varias quebradas pueden conformar una microcuenca. A veces estos cursos de agua se interceptan directamente a los grandes ríos y cuerpos de agua.

Esta clasificación no es única, existen otros criterios asociados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran. Por lo tanto existen cuencas de segundo, tercer o cuarto orden. Con relación al tamaño, en las grandes vertientes como la del Atlántico en América del Sur, el concepto de área para definir cuenca, subcuenca o microcuenca debe adaptarse a otras consideraciones físico-naturales o socio económicos.

La cuenca también se puede dividir en “**parte alta, media y baja**”, esto generalmente se realiza en función a características de relieve, altura y aspectos climáticos. Permite relacionar cómo las partes altas de las cuencas inciden en las partes bajas, por ejemplo si se deforesta la parte alta como afecta la esorrentía en las partes bajas, ó si se aplican agroquímicos y plaguicidas en forma irracional en las partes altas, por lo que se contamina las aguas que deben aprovecharse, aguas abajo.

En algunos casos esta clasificación da origen a las denominadas cuencas de alta montaña ó altiplano (subcuencas y microcuencas) o también aquellas regiones de mayor cobertura

arbórea natural, donde la precipitación y escorrentía mantiene un adecuado equilibrio del ciclo hidrológico, estas se consideran las fuentes de agua para muchos propósitos y que tradicionalmente se denominan cuencas.

En algunos casos las cuencas son muy pequeñas o estas tienen características muy similares, compatibilizando y complementándose con intereses homogéneos para constituir "sistemas operativos de cuencas" como en el caso de cuencas vecinas de las cuales se requieren concentrar caudales para realizar derivaciones de agua, ó que constituyen oportunidades adecuadas para manejar zonas de protección y conservación. También este criterio puede aplicarse al caso de cuencas entre las cuales se realiza un trasvase de aguas o cuando por razones estratégicas se decide considerar la agrupación de las mismas.

4. El ecosistema de una microcuenca

Es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural y su medio ambiente físico, es decir todos los miembros de una microcuenca, están en continuo intercambio de materiales esenciales para la manutención de la vida. (IMA, 2005).

D. MONITOREO PARTICIPATIVO

1. Actores sociales dentro de la microcuenca.

En toda Microcuenca, es importante partir reconociendo, cuáles son los roles, necesidades y responsabilidades de todos los actores sociales involucrados. Estos pueden ser actores externos e internos. **ACTORES EXTERNOS** ACTORES INTERNOS El Estado a través de instancias como salud y educación, organismos Internacionales, organismos no gubernamentales, etc. los cuales desarrollan acciones directas e indirectas en la gestión, tales como: Facilitar procesos de capacitación, promover organizaciones, promover educación ambiental, buscar fuentes de financiamiento. Son los varones y mujeres de las comunidades, las organizaciones especializadas, los gobiernos locales, organizaciones de productores, etc. quienes también cumplen acciones directas e indirectas en la gestión de

cuencas: Ejecutando prácticas conservacionistas, planificando el cultivo de sus parcelas, teniendo acceso a las capacitaciones y tomando conciencia de la importancia de los recursos. (IMA, 2005)

Un grupo de interés o actores son un conjunto de personas que hacen las mismas actividades específicas para **usar o manejar** los recursos hídricos

2. Categorías abstractas de grupos de interés

Agricultores, industriales, mineros, poblaciones, etc

Grupos de interés específico → ámbitos locales bien definidos

- No necesariamente son usuarios directos → Hab. zonas bajas
- No necesariamente son organizados → pueden hacer actividades individualmente

(Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, 2006)

3. El agua como un recurso importante.

El agua es considerada un recurso importante, porque sin ella no habría seres vivos en la tierra. Es un recurso renovable, pero escaso y debido a la explotación irracional que realiza el hombre en sus distintas actividades; por ello es que se está convirtiendo en un bien muy escaso dentro de la cuenca. Como recurso se encuentra dentro de la naturaleza de distintas formas: nevados, lagunas, cursos de aguas superficiales (riachuelos y ríos), agua subterránea (remanentes), todas ellas listas para ser aprovechadas por el hombre, pero tomando en cuenta las consideraciones arriba señaladas. (IMA, 2005)

4. El agua como amenaza.

El agua siendo un elemento importante dentro de la naturaleza, también se puede convertir en una amenaza, debido a condicionantes naturales o fuerzas desequilibrantes como son: el suelo (suelos frágiles), pendientes fuertes y climas marcados (estación seca o lluviosa), que cuando actúan de manera conjunta, son capaces de provocar desastres.

En la estación lluviosa, se presentan precipitaciones muy fuertes denominados chaparrones que, ayudados por las condicionantes naturales de pendiente y suelos sin cobertura, provocan huaycos e inundaciones, afectan a las poblaciones y obras de saneamiento, si éstas no están debidamente protegidas o ubicadas adecuadamente. Por otro lado se tiene al hombre que, cuando maneja de manera irracional el agua, en su afán de utilizar este recurso en su provecho, realiza la tala de bosques, quema los pastizales o realiza cambios de uso del suelo, utilizando suelos con altas pendientes y muy frágiles, suelos cascajosos, para actividades productivas; ocasionando problemas de deslizamientos que afectan las poblaciones, sus recursos y bienes severamente, así como a las obras de saneamiento. (IMA, 2005)

E. OFERTA Y DEMANDA HÍDRICA

1. Oferta y demanda de recursos naturales.

a. Oferta, es lo que el mercado tiene para ofrecer a los usuarios o consumidores; en el caso de los recursos dentro de la microcuenca, es cuando éstos están disponibles en su estado natural.

b. Demanda, es lo que los consumidores necesitan para satisfacer sus necesidades. En términos de recursos, es la forma cómo los usuarios queremos encontrarlos, para nuestro beneficio a través de un uso racional.

c. **La oferta y demanda** de los recursos naturales, las presentamos a través de una matriz, de manera general, pero enfatizando en la disponibilidad del agua para consumo humano.

La oferta y demanda se expresa en términos de (m³/s) o (l/s)

Cuadro 1. Oferta y demanda de los recursos naturales.

Recurso	Oferta	Demanda	Escasez
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> - Agua limpia de buena calidad. - Manantes con buen caudal 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua limpia y de buena calidad, para consumo humano. - Agua suficiente, para el consumo humano y las actividades productivas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas de salud en la población. - Limitaciones para el uso doméstico y la realización de actividades agropecuarias.
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> -Suelos productivos. - Suelos con buena Cobertura vegetal. - Suelos sin Problemas de erosión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos con buen nivel de fertilidad. - Suelos donde se obtengan cosechas rentables y que aseguren la seguridad alimentaria de las familias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inseguridad alimentaria. - Bajos niveles de ingresos familiares. - Disminución del nivel de vida de la población. - Enturbiamiento de las aguas para consumo humano, por arrastre de sedimentos. - Problemas de erosión y huaycos.
FLORA	<ul style="list-style-type: none"> - Flora y fauna en armonía y equilibrio ambiental. - Disminución de las aguas de escorrentía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia constante de árboles, arbustos y pastos. - Material para construcción y como leña. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de las aguas en los manantes por falta de infiltración. - Carencia de agua para consumo en reservorios. - Falta de purificación del aire, contaminado

	- Aumento de la tasa de infiltración. -Praderas naturales con buen pasto.		por humo
AIRE	- Aire puro con alto contenido de Oxígeno. - El CO2 tomado por las plantas	Aire puro libre de contaminantes	- Problemas de salud a nivel respiratorio. - Problemas de conjuntivitis.

(IMA, 2005)

2. Oferta y demanda del agua.

La gestión del agua para el uso doméstico, es el arte de administrar la oferta y la demanda de agua para tener agua suficiente, en cantidad y calidad adecuada. Por otro lado, no sólo es la gestión del agua para el consumo humano, sino es el manejo de la red de abastecimiento, también es el manejo de la fuente de agua, de donde ésta proviene.

También está relacionada a lo que la naturaleza nos ofrece en calidad y cantidad para satisfacer nuestras necesidades.

¿Cómo determinamos la oferta del agua en la microcuenca?

- Conociendo la ubicación de todas las fuentes hídricas.
- Conociendo las fluctuaciones del agua mediante aforo, en época de lluvia y estiaje.
- Determinando la calidad del agua a través de un análisis físico químico, tomando en cuenta el conocimiento popular sobre este aspecto.

- Determinando el uso de las fuentes, lo que nos permitirá designar, asignar y planificar el agua para el consumo humano en el futuro y evitar los conflictos con los otros usos.
- Identificando y delimitando las zonas de donde proviene el agua del manante, porque aquí están los acuíferos.
- Evaluando el estado de la cobertura vegetal, (pastos) y los suelos, porque ahí es donde están relacionados directamente con el agua. (IMA, 2005)

¿Cómo conocemos la demanda de agua por la población?

- Realizando censos comunales y actualizando los padrones comunales (número de usuarios de la infraestructura para consumo humano o para riego).
- En los padrones indicar la disponibilidad del agua, esto indica el conocimiento dentro del ámbito comunal, qué uso se da al agua (consumo humano, de animales y el riego de pequeños huertos familiares).
- Midiendo y evaluando la cantidad y calidad del agua, a lo largo de todo el sistema de abastecimiento, debido a que en el recorrido puede haber pérdidas considerables o también contacto con fuentes de contaminación. Esta tarea nos permite observar la eficiencia del sistema en su conjunto y tomar las medidas adecuadas (prevención y reparación) antes de decidir la utilización de otras fuentes de agua. (IMA, 2005)

La demanda hídrica de la subcuenca depende de los usos de agua. Se han identificado cuatro usos principales: Doméstico, Riego, abrevadero e industrial.

Los seres humanos utilizan intensivamente el recurso hídrico tanto para sus necesidades biológicas y culturales básicas como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características físico químicas y biológicas particulares, por lo cual el análisis de oferta y demanda no puede realizarse exclusivamente en términos cuantitativos de rendimientos o caudales.

Aunque el mayor uso de agua tiene lugar en las actividades agropecuarias los aspectos más críticos de disponibilidad tienen relación con sus usos para el abastecimiento de agua potable para la población, para los procesos industriales y para la generación de energía eléctrica.

Tabla 5. Códigos de agua usados por la agencias de aguas.

CÓDIGOS _ FUENTE – USO			
CÓDIGO	TIPO DE FUENTE	CÓDIGO	TIPO DE USO
E	ESTERO (EST)	A	ABREVADERO
G	GALERÍA (GAL)	T	BALNEOLOGIA - TERMAL
L	LAGUNA (LAG)	C	CAMARONERAS
P	PÖZO	D	USO DOMESTICO
Q	QUEBRADA (QDA)	H	HIDROELECTRICIDAD
R	RÍO	I	INDUSTRIA
V	VERTIENTE (VTE)	O	OTROS USOS
M	MAR	P	AGUA POTABLE
U	REMANENTE (REMAN)	R	RIEGO
O	OTRAS FUENTES	M	AGUAS MINERALES
A	ACEQUIA (ACQ)	S	PISCÍCOLAS
C	CANAL (CAN)	F	FUERZA ELECTROMECHANICA
D	DRENAJE (DREN)	T	TERMAL
Son códigos utilizados en todas las agencias de aguas del Ecuador			

FUENTE: SENAGUA

Para los análisis de oferta y demanda del sector agropecuario debe tenerse en cuenta que buena parte de la producción es realizada en condiciones de secano lo cual quiere decir que aprovecha directamente el recurso hídrico procedente de la precipitación principalmente.

El Índice de Escasez, representa la demanda como porcentaje de la oferta, para su evaluación se tiene las categorías descritas en tabla 6

Tabla 6. Criterios de clasificación del índice de escasez.

Categoría	Índice de escasez	características
No significativo	menor 1%	Demanda no significativa en relación a la oferta
Mínimo	1 - 10%	Demanda muy baja con respecto a la oferta
Medio	11 - 20%	Demanda baja con respecto a la oferta
Medio alto	21 -50%	Demanda apreciable
Alto	mayor 50%	Demanda alta con respecto a la oferta

FUENTE: www.unesco.org.uy

3. Conflictos sociales y ambientales en el uso del agua.

Dentro de las funciones fundamentales de los responsables de la gestión del agua, está la resolución de conflictos que se generan entre los diferentes usuarios del agua; entre los principales conflictos sociales o problemas por el uso del agua, destacan los mostrados en el cuadro 2.

Para el caso de los conflictos ambientales que devienen en los conflictos sociales debe tomarse en cuenta en la siguiente recomendación:

“El hombre no debe explotar los recursos más de los que éstos pueden soportar”, debido a que causa su deterioro y muchas veces su extinción, lo cual en algunos casos resulta difícil revertir y es muy costoso, esto se da por un mal manejo o el uso de técnicas inapropiadas, en las actividades productivas o extractivas. Como se indicó anteriormente, las aguas provienen principalmente de acuíferos, a través de los manantes y otros de menor importancia de riachuelos y lagunas, se puede citar algunas causas que ponen en conflicto al hombre con la naturaleza, con énfasis en su actividad doméstica (agua para consumo humano). (IMA, 2005)

Cuadro 2. Conflictos sociales y ambientales en torno al agua.

Conflicto ambiental y social	Causa	Efectos
Disminución progresiva de los volúmenes de agua.	<ul style="list-style-type: none"> - La disminución de la cobertura vegetal (bosques y pastos), en las zonas de los acuíferos, con actividades de tala indiscriminada, quema y sobre pastoreo, provoca que el agua discurra superficialmente, disminuyendo las posibilidades de infiltración con lo cual mantiene los manantes o riachuelos en épocas de sequía. - La pérdida de la cobertura vegetal, desnuda el suelo y lo somete a procesos de erosión, disminuyendo la fertilidad, por lo tanto la actividad agropecuaria se vuelve no rentable y se afecta la seguridad alimentaria de las familias. - La sobreexplotación de los recursos hídricos, que se da por un deficiente manejo del agua, desde la toma de captación, traslado al reservorio y en las tuberías de conducción, demandan mayores volúmenes y el uso de mayores fuentes de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los ciclos hídricos dentro de la cuenca son cada vez mas espaciados, es decir las lluvias no son normales. - Como hay escasez de lluvia, los manantes disminuyen su caudal, por lo tanto disminuye el agua para consumo humano. - La disminución de las aguas genera mayores conflictos entre los pobladores, para las diferentes actividades que el hombre desarrolla
Aguas de mala calidad	<ul style="list-style-type: none"> - La contaminación de las fuentes de agua, por agentes contaminantes, como el uso de los agroquímicos que se utilizan en las actividades productivas agrícolas, especialmente en las zonas de recarga de los acuíferos. - Presencia de basuras o desechos, que producen líquidos (letrinas o corrales) que llegan hasta las fuentes hídricas. - Manantes no protegidos y expuestos a la contaminación por deposiciones humanas y de animales. - Infraestructuras deterioradas, que permiten el ingreso de contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Aparición de Enfermedades parasitarias, a la piel, e intoxicaciones en la población especialmente en los niños, que son los más afectados. - Tratamiento costoso del agua para consumo humano. - Cultivos con altas tasas de absorción de elementos contaminantes, que pierden el valor comercial.

	- La contaminación de las aguas de ríos y riachuelos, por aguas servidas que no han tenido tratamiento.	
Uso de agua no planificado	- El uso progresivo del agua para Consumo humano, no planificado. - Presencia de proyectos de construcción que utiliza fuentes de agua en forma no planificada.	- Perjuicio para el riego y uso de los animales, que genera conflictos entre los habitantes de centros urbanos y las comunidades campesinas. - Problemas sociales entre pobladores de arriba y abajo.

(IMA, 2005)

4. Manejo de conflictos con relación al agua.

Para la solución de conflictos sobre el uso del agua, se debe promover la participación organizada de la población (hombres y mujeres), así como de agentes productivos de la zona, con el apoyo de instituciones públicas y privadas en acciones de concertación a fin de lograr el buen manejo de los recursos naturales, especialmente con aquellos que tienen que ver con la oferta del agua (suelo y cobertura vegetal). Así mismo se debe concertar la distribución, manejo y uso adecuado del recurso hídrico, del mismo modo la operación y mantenimiento de las redes de distribución y las infraestructuras, a favor de las diferentes actividades que el hombre realiza. (IMA, 2005)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. **CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

1. Localización

El presente trabajo se realizó en los predios que pertenecen a la asociación “Zoila Martínez” que se encuentra ubicada en la Microcuenca Alta del Río Blanco, perteneciente a parroquia Quimiag, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo¹. (Anexo 1)

2. Ubicación geográfica

Cuadro 3. Los límites de la zona de estudio de la microcuenca del río Blanco

PUNTOS CARDINALES	LIMITE
NORTE	Cantón Penipe
SUR	Cantón Chambo
ESTE	Parque Nacional Sangay
OESTE	Asociación Chiniloma

Fuente: Diagnostico Participativo

Realizado por: Edison Calderón.

3. Características climáticas

La microcuenca alta goza de una:

- a. Temperatura de la zona: 10°-15° C.
- b. Precipitación anual: 1100 mm.
- c. Humedad relativa: 75-80 %

¹ Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007.

En el área existe diversidad de zonas climáticas, debido a la variación de altitud y la influencia de los vientos que provienen desde la Amazonía. En el páramo se registra un clima ecuatorial frío de alta montaña, por esto, la presencia de heladas en los meses de enero y diciembre.

Según el atlas de IGM en la zona se ubica un clima mesotérmico semi-húmedo/seco, el cual es uno de los más frecuentes de la región interandina.

4. Clasificación ecológica

Según el Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007 . Esta área presenta las siguientes zonas de vida.

- Páramo seco
- Páramo herbáceo
- Bosque siempre verde montano alto
- Nieves perpetúas (Anexo 2)

5. Características del suelo

Según Cartografía base SIG Chimborazo, en la mayor parte de la zona alta el tipo de suelo es Negro Andino de topografía inclinada con pendientes mayores a 55%

B. MATERIALES

1. Materiales

Libreta de campo, lápiz, flexómetro, estacas, clavos, pintura roja, brocha, botas, materiales de oficina.

2. Equipo

Vehículo, GPS, cámara fotográfica, altímetro, cronometro, molinete, estación total, equipos de oficina (computadora, impresora), etc.

C. METODOLOGÍA

1. Definir y ubicar un punto de monitoreo participativo de caudales, en cada uno de los principales afluentes que forman la Microcuenca Alta del Río Blanco.

a) **Contacto con autoridades, instituciones, organizaciones del sector.**

Se tomo contacto con las autoridades de la parroquia a Quimiag, con el consorcio Rio Blanco y con la asociación Zoila Martínez, con quienes finalmente se trabajo en forma directa.

b). **Recopilación de la información**

1) Información General.

La información general, gran parte se la obtuvo in situ gracias a la colaboración de los compañeros tesisistas que realizaron trabajos de investigación en esta microcuenca dentro del **PROGRAMA DE TESISISTAS – Segunda Promoción - GLOWS Y FUNDACION NATURA 2008**, para la información restante se consulto el **Plan de manejo integral del margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007**

2) Información Cartográfica

Con la ayuda de los mismos comuneros en talleres de trabajo y con la utilización de papelógrafos se elaboraron croquis. Posteriormente y con la utilización del paquete informatico Arc View 3.2. Se elaboró mapas tematicos de la zona (microcuenca alta).

c). Recorridos para el reconocimiento de los sitios de monitoreo

Una vez recopilada y analizada la información básica se accedió conjuntamente con los actores locales de la asociación “Zoila Martínez” a la zona de influencia tanto al margen izquierdo (Tiacó chico), como al margen derecho (Tiacó Grande).(Anexo 03)

Se instalaron 5 puntos de monitoreo uno por afluente y tres en la bocatoma del Río Blanco. La ubicación de los sitios donde se decidió instalar los puntos de monitoreo, se determinó tomando en consideración las siguientes razones:

Cuadro 4. Información de los puntos de monitoreo de la Microcuenca del Río Blanco

PUNTOS DE AFORO	ACCESIBILIDAD	FRECUENCIA	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS
Río Tiacó Chico	Media	2 veces por mes	Sí
Río Tiacó Grande	Media	2 veces por mes	Sí
Bocatoma	Media	2 veces por mes	Si

Fuente: Información levantada en el campo.

d). Información geográfica de los puntos de monitoreo.

En la definición, de los puntos de monitoreo se levantó la información geográfica de cada sitio de estudio.(Anexo 04)

Cuadro 5. Información de los puntos de monitoreo de la Microcuenca del Río Blanco

PUNTOS DE AFORO	COORDENADAS		ALTITUD	UBICACIÓN
	N	E	m.s.n.m	
Río Tiacó Chico	780320	9812417	3480	Microcuenca Alta Río Blanco
Río Tiacó Grande	779498	9811788	3475	Microcuenca Alta Río Blanco
Bocatoma	779074	9813154	3328	Microcuenca Alta Río Blanco

Fuente: Información levantada en el campo.

2. Establecer mecanismos de monitoreo participativo involucrando a los actores locales, para que sean gestores de su propio desarrollo.

a) Involucramiento de los actores locales en el proceso

Luego que se tomó contacto con la dirigencia de la Asociación Zoila Martínez, se convocó a reuniones participativas con todos sus miembros, en donde se establecieron acuerdos como el apoyo y la participación en todos los talleres a realizarse y compromisos, como el acompañamiento en las salidas de campo, la entrega del documento final y se explicó claramente los objetivos y metas de la propuesta de investigación. (Anexo 05)

3. Determinar la oferta hídrica mediante aforos en los principales afluentes que forman la Microcuenca Alta del Río Blanco.

a) Aforos de caudales principales afluentes

Se realizaron en total 13 lecturas hidrométricas en los dos afluentes principales una en el mes de julio (2008) y dos en los siguientes meses hasta enero (2009). Estos aforos de caudales fueron periódicos (Cada quince días), y se utilizó el método del flotador.

La información generada se registró en un formulario, con los parámetros requeridos para calcular el caudal, mismos que nos permitieron manejar codificadamente la información de cada uno de los aforamientos que se realizó.

1) Determinación del área del río

Para la determinación del área en cada punto de monitoreo, se utilizó una metodología muy práctica que consiste en ubicar un sitio a lo largo del río lo más uniforme posible que tenga 10m de longitud o más, una vez identificado los sitios adecuados se procedió a medir el ancho del espejo de agua en el punto inicial, en el medio de la sección y al final de la misma, a su vez cada una de las longitudes del espejo de agua fue dividida en 10 secciones iguales y en cada sección con la ayuda de una regleta casera se determinó la profundidad,

con lo cual se puede establecer la forma aproximada del lecho o tirante del río. Una vez obtenida la información del espejo de agua en el punto inicial, en el punto medio y al final de la sección del río se estableció su respectivo promedio, de la misma manera se realizó el cálculo de las profundidades, para obtener el área con la fórmula

$$A = b \times h \quad \text{donde:}$$

A= area, b= base, h= altura

En vista de que resultó sumamente difícil ingresar a los ríos para determinar las profundidades en cada aforo, y para poder dar seguimiento a la variación de caudales se instalaron dentro del área del cauce una barilla fija de hierro ($\varnothing = 12\text{mm}$) marcada cada 10 cm, a manera de regleta con la finalidad de poder medir la altura del espejo de agua en cada una de las salidas durante seis meses (2 veces / mes). Esta información es necesaria para poder determinar el área, una vez obtenida esta área se determina la velocidad para luego calcular el caudal.

El área del cauce de cada punto de aforo se determinó con la ayuda del programa AutoCAD, que permite graficar los perfiles de los ríos para luego calcular el área correspondiente. En cada salida (2 veces / mes), se midió la variación del espejo de agua de acuerdo a la regleta (regla casera) previamente instalada, obteniendo en cada salida un dato del nivel del tirante hidráulico el cual fue comparado con el perfil de referencia para volver a graficar en el AutoCAD determinando el área correspondiente a cada aforo.

2) **Determinación de la velocidad del cauce**

Para medir la velocidad de los ríos en los puntos de monitoreo, se utilizó el método del flotador, por las siguientes razones:

La difícil disponibilidad de un molinete.

Lo difícil del acceso a la zona

Las características de los ríos

En el Tiaco Grande se determinó una longitud en línea recta de 12m, en el Tiaco Chico nos fue imposible encontrar un sitio adecuado cuya longitud sea mayor a 10m por este motivo el tramo que se determinó en este río fue de 7,5m.

Los tramos seleccionados presentaron las siguientes características como son: un flujo de agua más o menos uniforme, es decir que no haya presencia de obstáculos como piedras, rocas, ramas, etc sin turbulencias con una velocidad constante.

Inicialmente probamos algunos materiales como: frascos con agua, pelotas de ping-pong, pedazos de madera y luego de las pruebas iniciales se decidió utilizar un flotador simple o de superficie (trozo de madera 10 x 4 cm), procurando en lo posible mantener la misma masa del flotador en todos los puntos de aforo.

Para medir la velocidad se procedió de la siguiente manera:

Se deja caer el flotador unos metros antes del punto inicial.

Cuando el cuerpo flotante ya alcanzado una velocidad estable y cruza el punto 0m. se hecha andar el cronómetro para empezar con la medición del tiempo, el cronómetro se detiene cuando el flotador cruza por el punto final 12m en un caso y 7,5 en el otro.

El dato obtenido en segundos se registra en las hojas de campo.

Esta actividad se repitió por doce veces con la finalidad de establecer una velocidad promedio ya que la velocidad en toda la sección no es la misma pues esta es influenciada por el viento, pequeños remolinos, atascamiento en rocas o materiales suspendidos en los ríos etc.

Una vez obtenida la información promedio del tiempo y la distancia recorrida por el flotador se estimó la velocidad del caudal, aplicando la fórmula de French.

$$V = e/t$$

donde:

e = espacio recorrido, t= tiempo gastado

3) Determinación de caudales

Una vez calculado el área y la velocidad se procedió a la estimación del caudal del cauce de monitoreo, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$Q = A * V(fc)$$

donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Area de la sección transversal (m²)

V = Velocidad del agua en esa sección (m/s)

Fc= 0.5 para río o riachuelo, profundidad > 15 cm

El factor de corrección se usa en caso de medir caudales con el método del flotador.

a) Aforos de caudales en la bocatoma (Río Blanco)

Los aforos de caudales en el azud del Rio Blanco y en los dos vertederos que conforman la bocatoma se realizaron al igual que en los afluentes a partir de la última semana julio (2008) hasta la última semana de enero (2009)

1). Determinación de caudales en el azud y los vertederos que forman el sistema de la bocatoma (Río Blanco)

En la bocatoma se realizaron aforos en el azud del rio, en el vertedero que desvia el agua al canal de riego y en el vertedero que retorna el excedente de agua al cauce.

En todos los casos se realizaron medidas del tirante hidráulico directamente sobre los vertederos con la ayuda de una cinta metrica ya que en el sistema de la bocatoma no existe regletas linnímetricas para poder medir el nivel del agua.

Estos aforos se los realizaba el mismo día una vez que se aforan los ríos

Para calcular el caudal o gasto, se pueden utilizar diferentes ecuaciones empíricas; en este caso utilizamos la siguiente: $Q = 1.84 (L - 0.2H)^{3/2}$ que es la más utilizada y que corresponde a un vertedero rectangular con contracción lateral

$$Q = 1.84 (L - 0.2 H) H^{3/2}$$

Donde:

Q = Gasto en m^3/s .

L = Largo de la cresta de vertedero en metros.

H = Altura o carga leída en el punto de referencia (en metros).

b) Análisis de la información

La información obtenida de cada aforo en los afluentes así como también en la bocatoma fueron tabulados y se procedió al análisis, relacionando la información obtenida con los datos de precipitación (Tapia, D 2009) luego esta información fue digitalizada lo que arroja información de la verdadera disponibilidad hídrica de la Microcuenca Alta durante los siete meses de estudio, misma que podrá ser utilizada por actores locales e instituciones de desarrollo para tomar decisiones encaminadas a satisfacer la demanda potencial, de los diferentes usos y generar alternativas de gestión integrada de los recursos hídricos.(Anexo 06)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. Descripción general

La microcuenca del Río Blanco nace de los deshielos del nevado “El Altar”, en la cordillera oriental alimentando al Río Chambo y desemboca en la cuenca del Pastaza.

La investigación se realizó en la parte alta de la microcuenca del río Blanco la que se encuentra desde los 3340 m.s.n.m. altura a la que se encuentra la bocatoma que desvía el caudal del río para que sea utilizada en el riego y en la generación de energía eléctrica; La Asociación Agropecuaria “Zoila Martínez”, posee una superficie de 3821.61 hectáreas; de las cuales 200 hectáreas fueron parceladas para dedicarlas a la agricultura y ganadería.

Los principales afluentes del Río Blanco que se encuentran ubicados en la parte alta de la microcuenca son los ríos Tiaco Chico y Tiaco Grande, los cuales son una referencia del área de estudio ya que la misma se la realizó en las zonas cercanas a estos ríos².

a) **Flora**

La mayoría de las especies de flora han sido objeto de una intensa explotación así como también de bosques naturales tanto que muchas de estas especies hoy se encuentran en proceso de extinción.

En años anteriores estas especies significaban un ingreso para la población de la zona ya que se han utilizado como madera, leña, postes para cercas, ciertos aperos de labranza y fundamentalmente para la elaboración de carbón; pero jamás han vuelto a ser replantadas o reforestadas estas especies. Estos y otros factores como los fenómenos erosivos han

² Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007

determinado que la biodiversidad de la zona se vea afectada significativamente, acentuando la sequedad del suelo del páramo que esta cubierta en su gran mayoría por:

Cuadro 6. Inventario de especies de flora de la Microcuenca del río Blanco

Nombre común	Familia	Nombre científico
Paja de páramo	Poaceae	Estipa ichu
Tipo	-----	Bistropogam mollis
Chuquiragua	Asteracea	Chuquiraga jussieui
Matico	-----	Piper aduncum L.
Llanten	Plantaginaceae	Plantago mayor L.
Borraja	Borraginaceae	Borago officinalis L.
Ortiga	Urticaceae	Urtica repens
Ruda	-----	Ruta graveolens L.
Escancel	-----	Aerva sanguinolenta L.
Taraxaco / diente león	Asteraceae	Taraxacum officinalis
Cebadilla	-----	Bromus catharticus
Verbena	-----	Verbena litorales
Paico	-----	Chenopodium ambrosoides
Culantrillo	Adiantum capillus.	
Arrayán de monte	-----	Myrtus sp
Cabuya blanca	Agabaceae	Fourcroya gigantea
Chilca	Asteraceae	Bracchiaria floribunda
Chocho Silvestre	Fabaceae	Lupinus pubescens
Lechero	Euphorbiaceae	Euphorbia laurifolia
Palo de rosa	-----	Galadendron punctatum
Árbol de papel	Rosaseae	Polylepis incana
Piquil	-----	Gynoxis oleifolia

Fuente: Consorcio para el manejo integral de la microcuenca del río Blanco, 2007

b) Fauna

Las especies de fauna silvestres siguen desapareciendo, pues la caza con armas de largo alcance y la captura de peces con el sistema de envenenamiento utilizando sustancias tóxicas, ha ocasionado grandes perjuicios a la fauna del lugar, pero debe manifestarse que con la sensibilización comunitaria y el apoyo de los guarda parques del Parque Nacional Sangay, se ha reducido la pesca y caza en forma considerable. Se pueden enumerar algunas especies: Shibrí cabra /cerví cabra (chivo de monte) *Mazama rufina*, Chucurí (*Mustela frenata*), Colibrí andino (*Oreothrochilus estrella*), Conejo Silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*), Gavilán (*Buteo magnirostri*), Golondrina (*Streptoprocne zonaris*), Guarro (*Granoaetus melanoleucus*), Lobo de páramo (*Dusicyon culpaeus*), Mirlo (*Turdus serranus*), Raposa (*Marmosa robinsoni*), Tórtola (*Zenaida oriculata*), Venado (*Odocoileus virginianus*), Quilico - ligli (*Falco espaverius*), Gaviota andina (*Larus serranus*), Zorillo (*Conepatus chinga*), Pavas de monte (*Penelopeortoni*), Tigrillo, Puma (*Felis concolor*), Perdiz (*Attagis gayi*) Sachacuy o cuy de monte (*Agouti linnaeus*), Colibrí o quinde *Varias especies*. (Consortio para el manejo integral de la microcuenca del río Blanco, 2005).

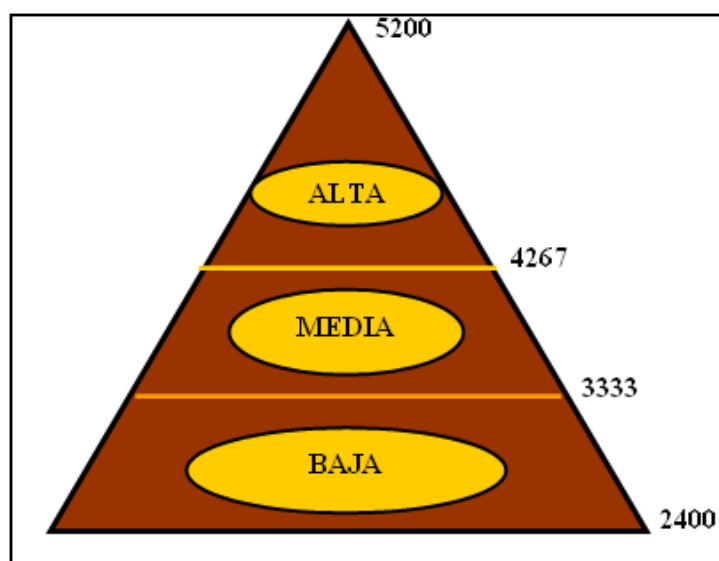
c) Descripción general del área de estudio

En esta zona alta se encuentra asentada La asociación “Zoila Martínez” la cual posee gran parte de tierras de la misma 3821 ha principalmente páramos³.

En las partes altas, picos y crestas montañosas el suelo tiende a estar seco debido al rápido drenaje y a una mayor exposición a la luz del sol y vientos, mientras que en las zonas cercanas a los ríos el suelo tiende a ser húmedo, debido principalmente a la escorrentía.

³ Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007

Figura 7 Clasificación de la Microcuenca del Río Blanco



Fuente. Base SIG. Chimborazo (2009)

Los suelos son negros ambiguos de textura franco arenosa, franco arcilloso de origen volcánico, derivado de materiales piro plásticos, alofónicos con gran capacidad de retención de agua. Constituida por una pequeña capa de materia orgánica y tierra limosa en su parte superficial con un grosor de 50 cm. de profundidad, en su parte inferior está formada por restos volcánicos, pirita, escorias, piridoxeno, ceniza y rocas volcánicas en su parte alta (Base SIG. Chimborazo (2009)).

La erosión que existe en las pendientes pronunciadas hace que la capa del suelo sea delgada, registrándose un espesor de menos de 10 cm. en algunos casos, en cambio en las pendientes suaves es más amplio, registrándose un espesor de hasta 1,60 m de suelo.

La población dentro del área de influencia de la microcuenca del río Blanco es de 7.210 habitantes, de los cuales el 52% representa las mujeres.

La producción agrícola se la realiza en las zonas cercanas a la bocatoma. Esta actividad se encuentra vinculada con algunos acontecimientos religiosos y fenómenos naturales como el ciclo lunar, los meses en los que se producen las mayores heladas, granizadas,

ventarrones, exceso y ausencia de lluvias. Cabe anotar que mucha de esta actividad agrícola se la realiza por sobre la frontera permitida (3600 a 3700 m.s.n.m.) ya que se ha podido evidenciar un avance de la misma por sobre los 3800 m.s.n.m. y de lo cual están concientes los mismos comuneros. . (Anexo 07)

La actividad agrícola se desarrolla en parcelas familiares; los productos se cultivan para subsistencia y también para la venta y en orden de importancia son: papa, haba, hortalizas.

Para el establecimiento de estos cultivos, en los últimos años ya utilizan tecnología semi-tecnificada (usan fertilizantes, plaguicidas), La preparación del suelo lo hacen en forma manual con yunta o de forma mecánica con tractor.

Para las labores culturales de siembra se recurre al sistema de prestamanos, maquita mañachi, y/o al contrato de jornales agrícolas dependiendo de la situación económica del agricultor. No realizan fertilizaciones, ni control de enfermedades. . (Anexo 08)

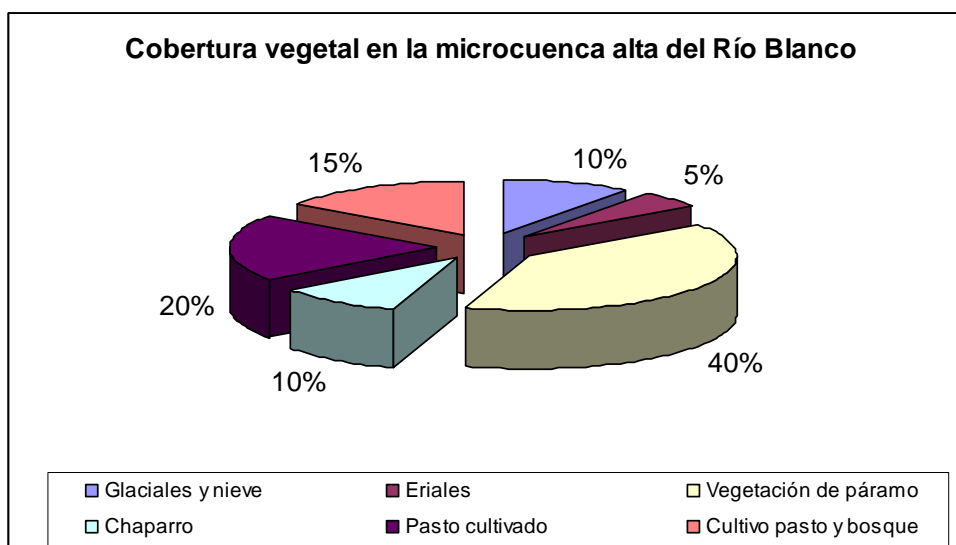
Cobertura vegetal

Tabla 7. Cobertura vegetal en la microcuenca alta del río Blanco

Altitud m.s.n.m		Glaciales y nieve	Eriales	Vegetación de páramo	Chaparro	Pasto cultivado	Cultivo, pasto y bosque
<i>Inicio</i>	<i>Final</i>	%	%	%	%	%	%
4267	5200	10	5	40	10	20	15

Fuente: ArcView SIG Chimborazo (2009)

Gráfico 1. Cobertura vegetal en la microcuenca alta del río Blanco



Fuente: ArcView SIG Chimborazo (2009)

El gráfico 1, la zona alta de la microcuenca del Río Blanco se encuentra dentro de los rangos altitudinales desde los 4267 y los 5200 msnm; con una superficie aproximada de vegetación de páramo en un 40% de la superficie de esta zona, pasto cultivado 20%; cultivo, pasto y bosque 15%; chaparro, glaciales y nieve en un 10% y eriales en un 5%.

Son suelos típicos de páramo, negros y húmedos, la descomposición de materia orgánica es muy lenta, lo que hace que se acumule una gruesa capa de suelo orgánico. Estos suelos se hallan sobre depósitos volcánicos, de baja densidad aparente, consistencia untuosa, alta retención de humedad, deshidratación irreversible, alta estabilidad estructural, alta fijación de fósforo, CO₂ y alta capacidad reguladora.

Presentan una ligera intervención, pero aún mantiene casi en su totalidad las características naturales propias de páramo protegidas por un manto de pajonal aún intacto en su mayor parte. Se aprecia además que hay actividades silvopastoriles, ya que la presencia de pasto introducido hace notar que en esta zona hay ganado en una pequeña parte.

Características del suelo

Tabla 8. Características de los suelos en la Microcuenca Alta del Río Blanco.

TEXTURA	DRENAJE	REGIMEN HUMEDAD	PENDIENTE	%
Roca	Malo	ROCA	-	30
Franco arcillo-limosa	Media	UDIC	> 50 %	60
Franco	Bueno	USTIC	> 25 %	10

Fuente: ArcView SIG Chimborazo (2009)

La parte alta de la microcuenca alta del Río Blanco presenta una textura arcillo-limosa en su mayor parte, ya que en esta zona permanece con su vegetación natural y por consiguiente no ha afectado las propiedades físicas del suelo, presentando un drenaje bueno, un régimen de humedad UDICO con pendientes > 50 % con un porcentaje del 60% de la parte alta de la microcuenca.

Además encontramos una textura franco con drenaje bueno y un régimen de humedad USTICO con una pendiente de > 25 % que representa el 10 % de la parte alta de la microcuenca.

Los riesgos climáticos más frecuentes que amenazan la actividad agrícola son: la sequía, las heladas y el exceso de precipitaciones; otros factores son las enfermedades fungosas como la lancha, el tizón y la roya.

Adicionalmente cabe señalar que Existen plantaciones de bosque de Pino (*Pinus radiata*) en los humedales de la Zona Alta, provocando que exista una disminución de la función ecológica del páramo y la disminución en la cantidad de agua.

La deforestación es evidente, causado por la implementación de pastizales. La agricultura se la realiza en terrenos con pendientes onduladas que por acción de las intensas lluvias, produce la pérdida de suelo y además son propensos a deslizamientos de tierra. En el área de la microcuenca alta del río Blanco, la explotación de bovinos de doble propósito es la actividad más importante de las explotaciones pecuarias existentes, en los, especialmente

en las unidades de producción comprendidas entre 0,1 y 5,0 ha, en las que la actividad principal es la producción de leche y los animales mayores tanto machos como hembras son utilizadas en las labores agrícolas.

La crianza de especies menores como: ovinos, porcinos, cuyes y aves tiene poca importancia debido a que los dueños de las tierras de altura no viven en esta zona solo realizan trabajos agropecuarios en la misma

El destino de la producción pecuaria es el mercado urbano un 70% y en un 30% lo destinan al consumo familiar; las festividades locales y otros eventos propios de la cultura indígena y mestiza.

Los pajonales están sujetos a remoción en las partes bajas de la Microcuenca alta debido a la expansión de cultivos y zonas de pastoreo, existen pastos naturales, raygrass, pasto azul y trébol, estas unidades son el resultado intensivo y continuo del ganado, el cual ha contribuido a degradar los pajonales por el pisoteo y siembra. El pastoreo sobre pantanos se da en la parte plana de los páramos, los suelos están saturados de agua y son orgánicos, convirtiéndose en una reserva constante de agua para las partes bajas durante la época de estiaje. Muchas de estas zonas son utilizadas para el pastoreo de ganado. Existen plantaciones de bosque de pino y eucalipto en su mayoría, no están presentes en todas las comunidades.

Las estaciones climáticas varían durante todo el año, sin embargo como la temporada de lluvia se inicia en el mes de febrero hasta el comienzo del mes de julio, alcanzando su máxima intensidad los meses de abril a junio; mientras que la temporada seca va desde julio hasta febrero, alterándose con lluvias esporádicas los meses de enero, septiembre y octubre; en tanto que las nevadas tienen lugar los meses de enero, septiembre, noviembre y diciembre, los cuales afectan principalmente a los páramos.

La zona alta presenta variaciones climáticas diversas debido la influencia de los vientos que provienen del nevado El Altar, los de la región amazónica y del Volcán Tungurahua,

es decir, el clima es Frío ecuatorial húmedo. La temperatura promedio va desde los 8 °C, con días que superan los 12°C y mínimos inferiores a los 0°C

Las precipitaciones son bastante irregulares entre uno y otro año. Generalmente la precipitación va de 800 a 2000 mm y a veces con lluvias de larga duración pero de poca intensidad. ArcView SIG Chimborazo (2009)

Casi todo el año existe una evaporación constante, especialmente en el bosque nativo y el páramo, su humedad relativa es de 80%⁴.(Anexo 09)

B. UBICACIÓN DE TRES PUNTOS DE MONITOREO EN LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO BLANCO.

1 Instalación de puntos de monitoreo

Tabla 9. Puntos de Aforamiento. Anexo 3

PUNTOS DE AFORO	COORDENADAS		ALTITUD	UBICACIÓN
	N (Lat)	E (Long)	m.s.n.m	
Rio Tiaco Chico	780320	9812417	3480	Microcuenca Alta Rio Blanco
Rio Tiaco Grande	779498	9811788	3475	Microcuenca Alta Rio Blanco
Bocatoma	779074	9813154	3328	Microcuenca Alta Rio Blanco

Fuente: Calderón, E (2009)

Se realizarón aforamientos en tres puntos de monitoreo en El Tiaco Chico, Tiaco Grande y Bocatoma. (Anexo 10)

a. Por afluentes .- Se hizo el estudio de los afluentes con mayor relevancia por su capacidad de almacenamiento y la superficie de cobertura. Se determinaron puntos

⁴ Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007

estratégicos para la medición, realizando recorridos de reconocimiento con los actores sociales y ayudados por mapas base de la zona.

b. Accesibilidad.- Los puntos importantes de monitoreo se consideraron por la la facilidad para su llegada a la zona de estudio, precautelando la integridad física. El tiempo que toma para trasladarse hasta cada afluente que es de aproximadamente dos horas.

2. Río Tiaco Chico (RB1)

El punto de monitoreo del río Tiaco Chico se encuentra en las coordenadas 0780336 (X) y 9812454 (Y) a una altura de 3614 msnm. El lugar designado se encuentra aproximadamente a unos 1500 metros aguas arriba hacia el lado oriental de la bocatoma del proyecto de riego Rio Blanco-Quimiag. En la zona se realizan actividades ganaderas y turísticas. La vegetación preponderante es el pajonal, restos de lo que fue un bosque primario y un bosque de pino que fue plantado con fines de producción de madera.

3. Río Tiaco Grande (RB2)

El punto de monitoreo del río Tiaco Grande está ubicado en las coordenadas 0779580 (X) y 9813154 (Y) a una altura de 3565 msnm. Este punto se encuentra aproximadamente a unos 1600 metros aguas arriba de la bocatoma del Proyecto de riego Rio Blanco-Quimiag hacia el lado occidental, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sangay. El sitio es visitado continuamente por turistas y ganaderos que realizan sus actividades en el sector. La vegetación en su mayoría es pajonal, hay pequeños sitios donde se mantienen el bosque primario; de igual manera el bosque de pino cubre grandes extensiones. Anexo 4

4. Desembocadura (RB4)

El punto de monitoreo de la desembocadura del río Blanco está ubicado en las coordenadas 779074 (X) y 9822641 (Y) a una altura de 3328 msnm. Está ubicado a unos 40 metros aguas arriba de la desembocadura del río Blanco en el Chambo, aguas arriba se desarrollan actividades ganaderas, agrícolas y asentamientos humanos.

C. MECANISMOS DE MONITOREO INVOLUCRANDO A LOS ACTORES LOCALES

El primer domingo de cada mes (agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre.) durante las reuniones ordinarias de la Asociación Zoila Martínez, se realizaron talleres de capacitación a los comuneros en diferentes temas, como importancia del estudio en la zona, actividades antrópicas, calidad de agua, medición de caudales, etc. relacionados con los proyectos de investigación del grupo de tesis.

De esta manera los actores locales fueron directamente involucrados en este proceso general. Concomitante con esta capacitación se dio a conocer la metodología específica que fue utilizada para esta investigación.

a. Fase logística

1. Contacto con instituciones de apoyo

Se contactó con técnicos de, INAR, CESA, los cuales brindaron el apoyo necesario para la elaboración del presente trabajo.

Se planificaron reuniones para definir el inicio de la ejecución de los temas de investigación, contando con el apoyo de un equipo de trabajo, un guía de la zona quienes fueron una fuente de ayuda para la ejecución de este proyecto.

2. Líderes comunitarios

Se contactó con los líderes, comunitarios quienes acompañaron en algunas acciones durante el desarrollo de la investigación. Fue importante que durante los diversos recorridos, acompañe una persona conocedora de la zona.

3. Recopilación de la información

3.1 Información ambiental

La información ambiental se obtuvo conjuntamente con compañeros de la misma investigación, la cual fue levantada *in situ*, y registrada para su uso posterior. Para obtener la caracterización de la situación actual, de las actividades antrópicas, de los usos del agua (Concesiones), etc.

3.2 Información cartográfica

La cartografía base digitalizada fue la misma que se manejó en el programa del Arc View 3.2 utilizado por el CENSIG de la ESPOCH, (SIG de Cuencas Chimborazo utilizado por CNRH- 2008), misma que fue validada.

D. OFERTA HIDRICA EN LOS PRINCIPALES AFLUENTES DE MICROCUENCA ALTA DEL RIO BLANCO

1. Aforos de Caudales en los afluentes

Se realizarón aforamientos en dos puntos de monitoreo, determinando en promedio la fluctuacion de caudales basados en los siguientes pasos.(Anexo 11)

2. Determinación del área del río

Se procedió de acuerdo a la metodología del método del flotador. Y se obtubieron los siguientes resultados.

2.1 Cuadros de resultados de aforos

Tabla 10. Sección del Río (Tiacó Grande) primer aforamiento

PUNTO DE AFORO # 1 (TIACO GRANDE) SECCION DEL RIO (12 m de largo)						
		PUNTOS				PROM
		INICIO "0 m"	MITAD "6 m"	FINAL "12 m"		
PROFUNDIDAD	1	0,22	0,32	0,4	0,31	
	2	0,56	0,43	0,51	0,50	
	3	0,76	0,49	0,48	0,58	
	4	0,82	0,54	0,45	0,60	
	5	0,83	0,63	0,55	0,67	
	6	1,01	0,51	0,52	0,68	
	7	0,72	0,36	0,54	0,54	
	8	0,63	0,22	0,42	0,42	
	9	0,61	0,16	0,2	0,32	
PROFUNDIDAD PROMEDIO					0,51	
ESPEJO DE AGUA		PUNTOS				PROM
		INICIO "0 m"	MITAD "6 m"	FINAL "12 m"		
		5,26	5,46	6,14	5,62	
ESPEJO DE AGUA PROMEDIO					5,62	

FUENTE: Información levantada en campo

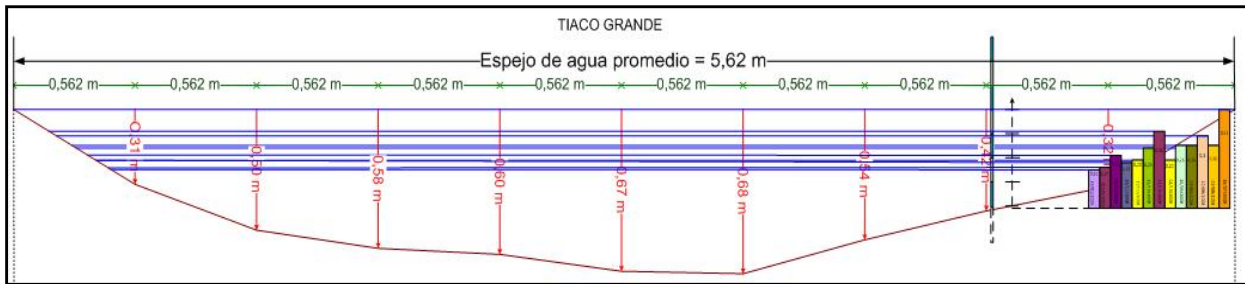


Figura 8. Variación del área en el punto Tiaco Grande.

FUENTE: Información levantada en campo

Discusión

La tabla 10 y figura 8, representa el punto de aforo Tiaco Grande, donde se obtuvo el promedio de los nueve valores de profundidad dando como resultado 0,51 m y un valor promedio del espejo de agua de 5,62 m, esta información nos permitió realizar un perfil y establecer el área aproximada de la sección del río, a partir de la cual se determinaron las posteriores áreas con la ayuda del programa Autocat, como se muestra en la figura N° 11

La tabla 10 se muestran los valores de profundidad obtenidos en la medición transversal del río, de los 9 valores obtenidos se obtuvo un promedio de profundidad que corresponde a 0,51 m, y un valor de espejo de agua de 5,62 m. Con estos datos se procedió a realizar una gráfica (Figura 8) con la ayuda del programa AUTOCAT en donde se aprecia la forma del lecho del río y con lo cual se pudo determinar el área aproximada de la sección, lo cual nos sirvió de base para el cálculo de espejo de agua y área de las subsecuentes mediciones también con la ayuda del programa AUTOCAT.

Tabla 11. Tabla del cálculo de la velocidad en la sección del río. Tiaco Grande

	PUNTO DE AFORO # 1			TIACO GRANDE		SECCION DEL RIO (12 m de largo)			CALCULO DE LA VELOCIDAD				
# MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FECHA	26/07/2008	09/08/2008	20/08/2008	07/09/2008	20/09/2008	04/10/2008	17/10/2008	31/10/2008	15/11/2008	27/11/2008	18/12/2008	15/01/2009	29/01/2009
T1	13,02	16,28	14,38	15,1	10,5	14,9	14,45	16,1	12,46	11,31	11,28	12,67	12,45
T2	10,2	14,93	15,92	15,1	16,58	11,01	12,34	15,9	14,52	15,7	16,78	15,06	15,8
T3	9,52	15,1	12,2	13,6	14,47	12,66	11,23	10,1	14,67	14,64	12,35	15,54	13,54
T4	10,42	16,38	13,65	13,1	16,9	11,67	10,7	13,27	13,23	11,04	14,56	12,99	12,35
T5	13,27	9,64	11,93	13,2	13,62	11,59	14,2	13,82	12,94	12,74	10,8	15,06	16,78
T6	13,02	16,11	14,56	12,9	14,1	13,15	14,4	14,51	16,56	17,43	10,45	13,06	12,23
T7	9,77	15,47	11,29	14,5	12,91	15,1	10,5	16,9	14,56	16,16	11,34	12,8	11,79
T8	10,2	11,46	8,73	12,7	15,86	12,3	11,6	10,67	14,78	13,94	15,78	15,34	12,34
T9	8,43	15,11	9,91	13,4	11,5	11,54	13,9	15,13	12,56	12,77	13,48	13,56	13,56
T10	9,3	14,66	12,91	15,3	14,63	10,6	14,1	13,44	17,58	13,91	12,49	12,47	14,7
T11	11,1	15,74	10,55	15,2	14,78	14,34	11,56	15,26	14,56	13,81	15,23	14,89	12,49
T12	10,8	14,6	12,6	15,1	15,2	12,56	12,3	12,45	15,87	14,2	16,9	15,67	12,34
TIEMPO PROM	10,75	14,62	12,39	14,10	14,25	12,62	12,61	13,96	14,52	13,97	13,45	14,09	13,36
VELOCIDAD = DISTANCIA X EL TIEMPO													
VELOCIDAD = DISTANCIA DEL TRAMO SELECCIONADO /TIEMPO PROMEDIO DE 12 LANZAMIENTOS CON EL FLOTADOR X EL FACTOR DE CORRECCION													
DISTANCIA(m)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
TIEMPO (s)	10,75	14,62	12,39	14,1	14,25	12,62	12,61	13,96	14,52	13,97	13,40	13,98	13,29
VELOCIDAD(m/s)	1,12	0,82	0,97	0,85	0,84	0,95	0,95	0,86	0,83	0,86	0,90	0,86	0,90
Fc (ríos y canales)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
VELOCIDAD(m/s)	0,56	0,41	0,49	0,43	0,42	0,48	0,48	0,43	0,42	0,43	0,45	0,43	0,45

FUENTE: Información levantada en campo

Discusión

La tabla 11, representa el cálculo de la velocidad de la sección del río Tiaco Grande, en donde se observa la información obtenida durante los trece monitoreos, durante los seis meses de estudio, presentando el valor más alto en el mes de julio con un valor de 0.56 m/s y la velocidad más baja se la obtuvo en el mes de agosto con un valor de 0.41. Lo que nos da un valor promedio de 0.49 m/s. Mientras que los meses restantes mantuvieron una fluctuación entre estos valores.

En el mes de Julio existe información de precipitación ya que estos iniciaron en agosto. pero deducimos que en este mes se debieron presentar las mayores precipitaciones del semestre del período de investigación (julio-enero), ya que a mayor precipitación mayor caudal, y como estos dos están directamente relacionados , es fácil suponer que si aumentó el caudal, también aumento la velocidad del flujo de agua. Esto se explica por que al aumentar el caudal es mayor la cantidad de agua que pasa por un determinado punto y esto naturalmente obliga a que aumente su velocidad para ser desfogado. lo contrario ocurrió en los meses donde presentaron menores velocidades, es decir disminuyó el caudal y así mismo la velocidad de la corriente de agua.

Por lo tanto, mientras haya variación y como se evidencia en las tablas posteriores, tanto la velocidad como el espejo de agua aumentarán o disminuirán proporcionalmente al caudal medido en cada sitio de monitoreo y en cada mes que duró la investigación.

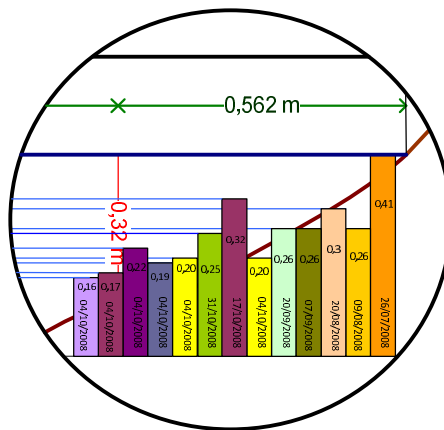
Tabla 12. Variación del nivel del espejo de agua durante los meses de estudio.

TIACO GRANDE - Variación del nivel del espejo de agua (m)													
MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FECHA	Jul	Ago	Ago	Sept	Sept	Oct	Oct	Oct	Nov	Nov	Dic	Ene	Ene
NIVEL (m)	0,41	0,26	0,3	0,26	0,26	0,2	0,32	0,25	0,2	0,19	0,22	0,17	0,16

FUENTE: Información levantada en campo

La tabla 12, representa la variación del espejo de agua durante los meses de estudio en el punto Tiaco Grande, donde se puede observar que en el mes de julio se obtuvo el valor más alto del espejo de agua con 0.41 m, mientras que en el mes de Enero se obtuvo el valor más bajo con 0.16 m, lo que nos da a entender que durante el mes de julio presentó el caudal más alto, valor que se comprobará posteriormente en la tabla 23 que representa el caudal medio mensual en la microcuenca del Río Blanco. Como se evidencia en la figura 9

Figura 9. Variación del nivel del espejo de agua (m).TIACO GRANDE



FUENTE: Información levantada en campo

Tabla 13. Caudal del TIACO GRANDE

TIACO GRANDE				
FECHA	ESPEJO DE AGUA (m)	AREA (m²)	VELOCIDAD (m²/s)	CAUDAL (Q = A*V) (m³ / s)
26/07/2008	0,41	2.87	0.56	1.61
09/08/2008	0,26	1.79	0.41	0.73
20/08/2008	0,3	2.00	0.49	0.98
07/09/2008	0,26	1.79	0.43	0.77
20/09/2008	0,26	1.79	0.42	0.75
04/10/2008	0,2	1.49	0.48	0.72
17/10/2008	0,32	2.10	0.48	1.00
31/10/2008	0,25	1.74	0.43	0.75
15/11/2008	0,2	1.49	0.42	0.63
27/11/2008	0,19	1.45	0.43	0.62
18/12/2008	0,22	1.59	0.45	0.72
15/01/2009	0,17	1.35	0.43	0.58
29/01/2009	0,16	1.30	0.45	0.59
Σ				10.45
Caudal promedio (Q = m³ / s)				0.80

FUENTE: Información levantada en campo

Discusión

La tabla 13, representa un resumen de la información levantada en el punto Tiaco Grande, durante los meses de estudio, en donde se indica el espejo de agua (medido con la regleta), área y velocidad, componentes que fueron necesarios para la obtención de los caudales, es así que en el mes de julio se tiene el caudal más alto con 1,61 m³/s, mientras que en el mes de enero presenta el valor más bajo con 0.58 m³/s. Estos valores obtenidos posteriormente serán relacionados con los datos que se tienen de la precipitación en la zona.

Tabla 14. Sección del río (TIACO CHICO) primer aforamiento.

PUNTO DE AFORO # 2 (TIACO CHICO) SECCION DEL RIO (7.4 m de largo)						
PROFUNDIDAD	PUNTOS				PROM	
	INICIO "0 m"	MITAD "3,7 m"	FINAL "7,4 m"			
	1	0,25	0,15	0,15		0,18
	2	0,51	0,29	0,45		0,42
	3	0,56	0,29	0,51		0,45
	4	0,58	0,46	0,53		0,52
	5	0,41	0,55	0,42		0,46
	6	0,43	0,57	0,35		0,45
	7	0,49	0,61	0,3		0,47
	8	0,36	0,29	0,13		0,26
9	0,22	0,16	0,11	0,16		
PROFUNDIDAD PROMEDIO				0,38		
ESPEJO DE AGUA	PUNTOS				PROM	
	INICIO "0 m"	MITAD "6 m"	FINAL "12 m"			
	3,6	4,7	5,3	4,53		
ANCHO PROMEDIO				4,53		

FUENTE: Información levantada en campo

Discusion

La tabla 14, representa el punto de aforo Tiaco Chico, donde se obtuvo el promedio de los nueve valores de profundidad dando como resultado 0.38 m y un valor promedio del espejo de agua de 4.53 m, esta información nos permitió realizar un perfil y establecer el área aproximada inicial de la sección del río con la ayuda del programa AUTOCAT, a partir de la cual se determinaron las posteriores áreas también determinadas con la ayuda del Autocat, como se indica en la figura 10.

Tabla 15. Tabla del cálculo de la velocidad en la sección del río. Tiaco Chico

	PUNTO DE AFORO # 2			TIACO CHICO		SECCION DEL RIO (7.4 m de largo)			CALCULO DE LA VELOCIDAD				
# MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FECHA	26/07/2008	09/08/2008	20/08/2008	07/09/2008	20/09/2008	04/10/2008	17/10/2008	31/10/2008	15/11/2008	27/11/2008	18/12/2008	15/01/2009	29/01/2009
T1	13,45	13,68	8,39	11,7	9,46	16,78	8,6	12,92	10,3	7,88	8,34	12,33	11,35
T2	11,34	10,82	8,19	7,4	10,56	11,75	12,5	13,09	9,8	14,06	9,45	12,67	11,66
T3	9,8	10,92	8,19	10,2	12,2	9,27	11,56	11,72	11,45	14,2	11,23	10,45	10,47
T4	11,65	9,64	11,46	11,3	8,62	13,42	9,45	11,43	12,34	7,47	11,56	9,95	12,04
T5	10,7	10,82	15,47	7,6	12,83	10,71	13,4	9,24	12,3	11,05	12,3	10	12,16
T6	11,34	11,73	7,35	10,4	9,9	13,43	12,7	11,6	10,23	11,8	12	12,74	10,45
T7	10,56	11,9	13,65	10,6	8,14	11,05	10,4	9,43	9,8	13,47	10,35	12,45	9,34
T8	9,9	9,91	11,56	10,1	8,5	10,4	11,7	7,14	10,34	9,33	9,67	11,43	10,32
T9	13,24	8,46	13,1	6,7	12,53	11,25	10,4	11,51	12,4	12,24	9,54	13,2	9,32
T10	10,18	9,37	9,74	11,1	8,4	9,57	9,8	8,5	9,3	8,34	11,89	13,4	11,4
T11	11	13,4	12,74	9,4	13,97	10,07	11,5	7,4	10,22	13,67	13,5	10,5	10,32
T12	9,4	10,2	7,2	10,8	9	13,05	10,2	10,26	11,6	9,43	10,2	12,57	9,23
TIEMPO PROM	11,05	10,90	10,59	9,78	10,34	11,73	11,02	10,35	10,84	11,08	10,84	11,81	10,67
VELOCIDAD = DISTANCIA X EL TIEMPO													
VELOCIDAD = DISTANCIA DEL TRAMO SELECCIONADO /TIEMPO PROMEDIO DE 12 LANZAMIENTOS CON EL FLOTADOR X EL FACTOR DE CORRECCION													
DISTANCIA(m)	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
TIEMPO (s)	11,05	10,9	10,59	9,78	10,34	11,73	11,02	10,35	10,84	11,08	10,84	11,81	10,67
VELOCIDAD(m/s)	0,67	0,68	0,70	0,76	0,72	0,63	0,67	0,71	0,68	0,67	0,68	0,63	0,69
Fc (ríos y canales)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
VELOCIDAD(m/s)	0,34	0,34	0,35	0,38	0,36	0,32	0,34	0,36	0,34	0,34	0,34	0,32	0,35

FUENTE: Información levantada en campo

Discusión

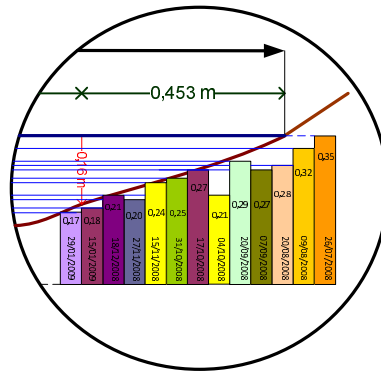
La tabla , representa el cálculo de la velocidad de la sección del río Tiaco Chico, en donde se observa la información obtenida durante los trece monitoreo, durante los seis meses de estudio, presentando el valor más alto en el mes de septiembre con un valor de 0.38 m/s y la velocidad más baja se la obtuvo en el mes de agosto con un valor de 0.32. Lo que nos da un valor promedio de 0.35 m/s. Mientras que los meses restantes mantuvieron una fluctuación entre estos valores.

Tabla 16. Variación del nivel del espejo de agua durante los meses de estudio.

TIACO CHICO - Variación del nivel del espejo de agua (m)													
MEDICIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VARILLA	Jul	Ago	Ago	Sept	Sept	Oct	Oct	Oct	Nov	Nov	Dic	Ene	Ene
NIVEL (m)	0,35	0,32	0,28	0,27	0,29	0,21	0,27	0,25	0,24	0,2	0,21	0,18	0,17

FUENTE: Información levantada en campo

La tabla anterior , representa la variación del espejo de agua durante los meses de estudio en el punto Tiaco Chico, donde se puede observar que en el mes de julio se obtuvo el valor más alto del espejo de agua con 0.35 m, mientras que en el mes de Enero se obtuvo el valor más bajo con 0.17 m, lo que nos da a entender que durante el mes de julio presentó el caudal más alto, valor que se comprobará posteriormente en la tabla 23 que representa el caudal medio mensual en la microcuenca del Río Blanco.

Figura 11. Variación del nivel del espejo de agua (m).TIACO CHICO**Tabla 17.** Caudales de Tiaco Chico

TIACO CHICO				
FECHA	NIVEL ESPEJO DE AGUA (m)	AREA (m ²)	VELOCIDAD (m ² /s)	CAUDAL (Q = A*V) (m ³ / s)
26/07/2008	0,35	1,53	0,34	0,52
09/08/2008	0,32	1,39	0,34	0,47
20/08/2008	0,28	1,22	0,35	0,43
07/09/2008	0,27	1,18	0,38	0,45
20/09/2008	0,29	1,26	0,36	0,45
04/10/2008	0,21	0,94	0,32	0,30
17/10/2008	0,27	1,18	0,34	0,40
31/10/2008	0,25	1,10	0,36	0,40
15/11/2008	0,24	1,06	0,34	0,36
27/11/2008	0,2	0,90	0,34	0,31
18/12/2008	0,21	0,94	0,34	0,32
15/01/2009	0,18	0,83	0,32	0,27
29/01/2009	0,17	0,80	0,35	0,28
Σ				4,96
Caudal promedio (Q = m ³ / s)				0,38

FUENTE: Información levantada en campo

Discusión

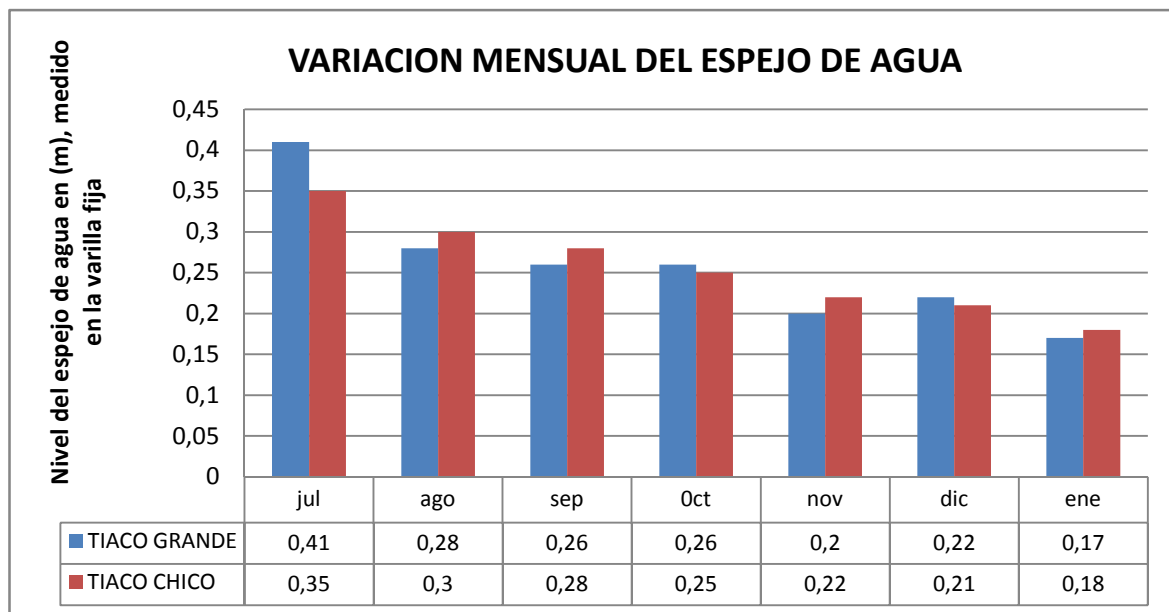
La tabla , representa un resumen de la información levantada en el punto Tiaco Chico, durante los meses de estudio, en donde se indica el espejo de agua (medido con la regleta), área y velocidad , componentes que fueron necesarios para la obtención de los caudales, es así que en el mes de julio se tiene el caudal más alto con $0.52 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que en el mes de enero presenta el valor más bajo con $0.27 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 18. Variación mensual del espejo de agua

VARIACION MENSUAL DEL ESPEJO DE AGUA (m)							
MES	jul	ago	sep	0ct	nov	dic	Ene
TIACO GRANDE	0,41	0,28	0,26	0,26	0,2	0,22	0,17
TIACO CHICO	0,35	0,3	0,28	0,25	0,22	0,21	0,18

FUENTE: Calderon E, (2009)

Gráfico 2. Variación mensual del espejo de agua en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico



FUENTE: Calderon E, (2009)

Discusión

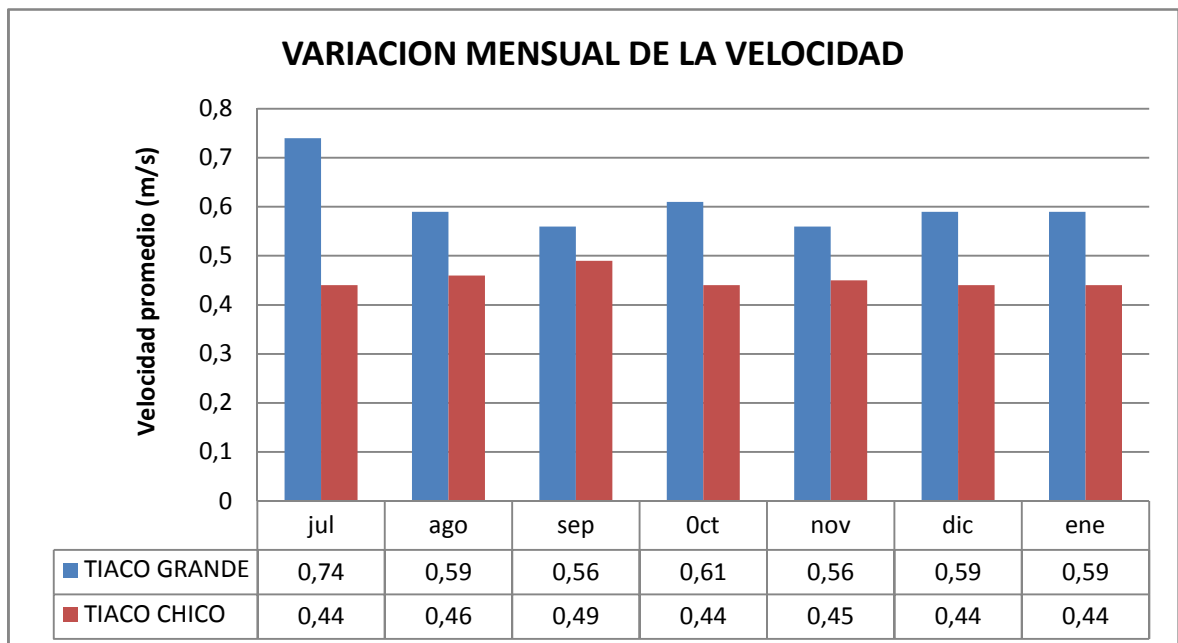
La tabla N° 19 y el gráfico 2 representan la variación del espejo de agua medido durante los seis meses de estudio (julio-enero), en donde se observa que desde el mes de inicio de la investigación, se obtuvo el valor más alto tanto en el Tiaco Grande como en el Tiaco Chico, existiendo un decrecimiento notorio durante los meses posteriores hasta el final del monitoreo.

Tabla 19. Variación mensual de la velocidad

VARIACION MENSUAL DE LA VELOCIDAD (m2/s)							
MES	jul	ago	sep	0ct	nov	Dic	ene
TIACO GRANDE	0,74	0,59	0,56	0,61	0,56	0,59	0,59
TIACO CHICO	0,44	0,46	0,49	0,44	0,45	0,44	0,44

FUENTE: Calderon E, (2009)

Gráfico 3. Variación mensual de la velocidad en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico



FUENTE: Calderon E, (2009)

Discusión

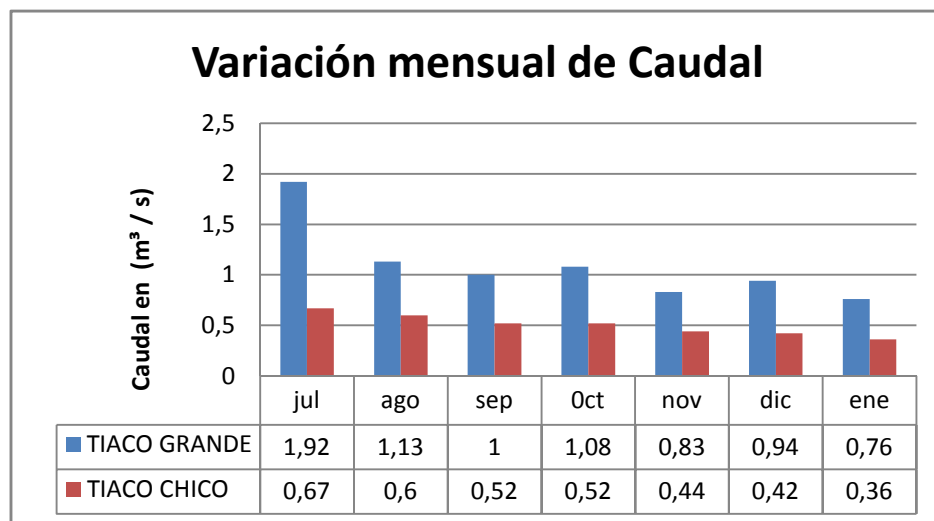
La tabla N° 19 y el gráfico 3 representan la variación de la velocidad medido durante los seis meses de estudio (julio-enero), en donde se observa que desde el mes de inicio de la investigación, se obtiene el valor más alto en el Tiaco Grande mientras que en el punto Tiaco Chico no existe una variación representativa en su velocidad. Por lo que se puede manifestar que el Tiaco Grande presentó mayor caudal durante el tiempo de estudio.

Tabla 20. Variación mensual del caudal

VARIACION MENSUAL DE CAUDAL ($Q = m^3 / s$)							
MES	jul	ago	sep	Oct	nov	dic	ene
TIACO GRANDE	1,92	1,13	1	1,08	0,83	0,94	0,76
TIACO CHICO	0,67	0,6	0,52	0,52	0,44	0,42	0,36

FUENTE: Calderon E, (2009)

Gráfico 4. Variación mensual de caudal en los puntos Tiaco Grande y Tiaco Chico



FUENTE: Calderon E, (2009)

Discusión

La tabla N° 20 y el gráfico 4, presentan la variación del caudal obtenido durante los seis meses de estudio (julio-enero), en donde se observa que desde el mes de inicio de la

investigación, se obtienen los valores más altos en el Tiaco Grande mientras que en el punto Tiaco Chico presentan los valores más bajos. Por lo que se puede manifestar que el Tiaco Grande presentó mayor caudal durante el tiempo de estudio. Esto debido principalmente a que este río ubicado en la margen derecha de la microcuenca tiene una área promedio mayor que la del río tiaco chico ubicado en la margen izquierda.

Tabla 21. Información tomada en los vertederos de la bocatoma del río Blanco.

BOCATOMA RIO BLANCO									
VERTEDERO 1			VERTEDERO 2			VERTEDERO 3 (azud)			
	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)
26/07/2008	0,58	7,5	6,00	0,2	1,5	0,24	0,05	24	0,49
09/08/2008	0,44	7,5	3,98	0,12	1,5	0,11	0,06	24	0,65
20/08/2008	0,42	7,5	3,71	0,15	1,5	0,16	0,07	24	0,82
07/09/2008	0,38	7,5	3,20	0,1	1,5	0,09	0,12	24	1,83
20/09/2008	0,54	7,5	5,40	0,2	1,5	0,24	0,025	24	0,17
04/10/2008	0,5	7,5	4,81	0,12	1,5	0,11	0,01	24	0,04
17/10/2008	0,56	7,5	5,70	0,16	1,5	0,17	0,12	24	1,83
31/10/2008	0,37	7,5	3,08	0,14	1,5	0,14	0,03	24	0,23
15/11/2008	0,4	7,5	3,45	0,1	1,5	0,09	0,12	24	1,83
27/11/2008	0,41	7,5	3,58	0,07	1,5	0,05	0,05	24	0,49
18/12/2008	0,21	7,5	1,32	0	1,5	0,00	0	24	0,00
15/01/2009	0,18	7,5	1,05	0	1,5	0,00	0	24	0,00
29/01/2009	0,16	7,5	0,88	0	1,5	0,00	0	24	0,00
Σ			46,17			1,40			8,40
Caudal promedio (Q = m³ / s)			3,55			0,11			0,65

FUENTE: Información levantada en campo

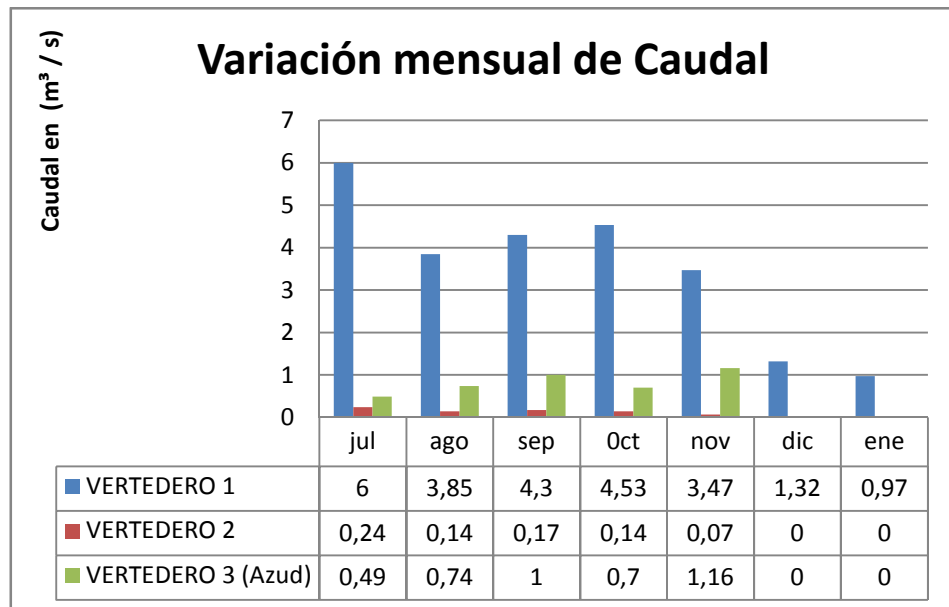
Discusión

La tabla 21, representa los caudales medidos en la bocatoma en los trece aforos realizados en los vertederos, mediante la lectura directa de caudales, en donde se pudo determinar que el vertedero 1 presentó un mayor caudal con 3.55 m³/s, mientras que en los vertederos 2 y 3, mostró un caudal de 0.11 y 0.65 m³/s, respectivamente.

Tabla 22. Variación mensual de caudales en la bocatoma.

VARIACION MENSUAL DE CAUDAL ($Q = m^3 / s$)							
MES	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
VERTEDERO 1	6,00	3,85	4,3	4,53	3,47	1,32	0,97
VERTEDERO 2	0,24	0,14	0,17	0,14	0,07	0,00	0,00
VERTEDERO 3 (Azud)	0,49	0,74	1,00	0,7	1,16	0,00	0,00

FUENTE: Información levantada en campo

Gráfico 5. Variación mensual de caudal en la bocatoma

FUENTE: Calderon E, (2009)

Discusión

La tabla N° 22 y el gráfico 5 representan la variación mensual de caudales medidos en la bocatoma durante los siete meses de estudio en los vertederos, mediante la lectura directa de caudales, en donde se pudo determinar que el vertedero 1 presentó un valor mayor en el

mes de julio con $6 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que el valor menor lo presentó el vertedero 2 y 3 con 0 en diciembre y enero.

Esto debido a que en estos meses diciembre y enero el caudal descendió a menos de la mitad del valor inicial como se puede observar en el gráfico 5, por esta razón toda el agua era desviada al canal de riego (vertedero 1).

Tabla 23. Caudal medio mensual en la microcuenca del Río Blanco

MICROCUEENCA ALTA DEL RIO BLANCO									
PUNTOS DE AFORO		AFOROS METODO FLOTADOR							
		Fecha	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
		UM	1	2	3	4	5	6	7
RIOS	TIACO GRANDE	V (m/s)	0,56	0,45	0,43	0,46	0,43	0,45	0,44
		A (m ²)	2,87	1,90	1,79	1,78	1,47	1,59	1,33
		Q (m ³ /s)	1,61	0,86	0,76	0,82	0,63	0,72	0,59
	TIACO CHICO	V (m/s)	0,34	0,35	0,37	0,34	0,34	0,34	0,34
		A (m ²)	1,53	1,31	1,22	1,07	0,98	0,94	0,82
		Q (m ³ /s)	0,52	0,47	0,45	0,36	0,33	0,32	0,28
BOCA TOMA	VERTEDERO 1	Q (m ³ /s)	6	3,85	4,30	4,53	3,47	1,32	0,97
	VERTEDERO 2	Q (m ³ /s)	0,24	0,14	0,17	0,14	0,07	0,00	0,00
	AZUD	Q (m ³ /s)	0,49	0,74	1,00	0,70	1,16	0,00	0,00
CAUDAL PROMEDIO MENSUAL DE LA MICROCUENCA ALTA EN (m ³ /s)			6,73	4,73	5,47	5,37	4,70	1,32	0,97
CAUDAL PROMEDIO DE LA MICROCUENCA ALTA EN (m ³ /s)			4,18						

FUENTE: Información levantada en campo

ANÁLISIS COMPARATIVO DE DOS PUNTOS DE AFORO

En el gráficos 4 se puede visualizar los caudales medios mensuales de los aforos realizados en la microcuenca alta del Río Blanco, en los afluentes Tiaco Grande, Tiaco Chico y en el gráfico 5 se visualiza los caudales obtenidos aguas abajo en la Bocatoma (vertederos)

Como se puede ver en el gráfico los caudales obtenidos en los aforos son proporcionales a los datos de la estación, lo cual da mayor confiabilidad de los mismos ya que la información emitida por el estudio a pesar de haberse realizado mediante el método del flotador tiene cierto grado de errores.

Cabe recalcar que la diferencia de caudales depende del área que aún recorre el sistema, que aproximadamente es de 199.498 km de longitud que tiene el río entre un punto de aforo, recorrido en el que el sistema sigue abasteciéndose de dos microcuencas y la mayor parte de drenajes menores, por donde se encuentra la Estación hidrométrica Cebadas.

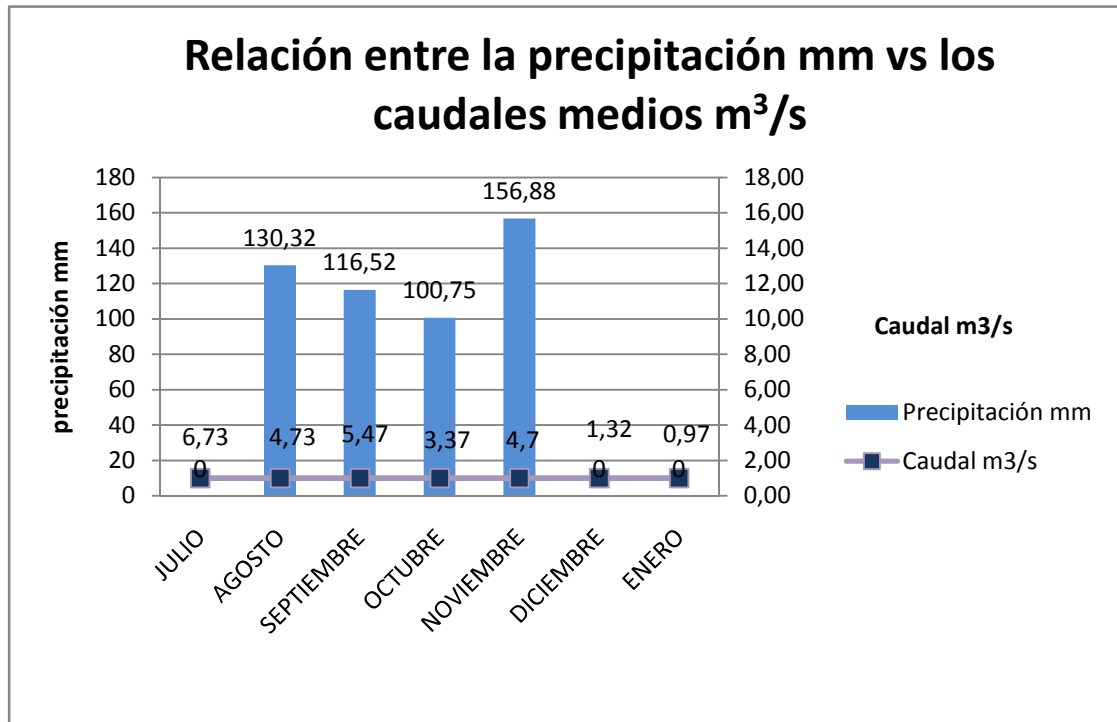
A pesar de que el aporte de estas áreas es mínima (aproximadamente en unos 4 m³/s), a comparación con las áreas de las microcuencas que están en la parte alta de la subcuenca, contribuyen en cierto grado al abastecimiento del Río Chambo.

Tabla 24. Relación entre la precipitación mm vs los caudales medios m³/s en la microcuenca alta del río Blanco.

Relación entre la precipitación mm vs los caudales medios m³/s							
MES	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE
Precipitación mm	0,00	130,32	116,52	100,75	156,88	0,00	0,00
Caudal m³/s	6,73	4,73	5,47	3,37	4,7	1,32	0,97

FUENTE: Calderon E, (2009)

Gráfico 6. Precipitación del mes de Agosto a Noviembre por pluviómetro



FUENTE: Calderon E, (2009)

La tabla y el gráfico 24 y 6 respectivamente analiza la información pluviométrica e hidrométrica de la microcuenca alta del Río Blanco, que se obtuvo durante los meses de Julio 08 a enero 09, mostrándonos que la incidencia de la precipitación es mayor en los meses de septiembre y noviembre, teniendo un rango que va de 156,88 a 166,52 mm de precipitación (Tapia, D 2008), notándose a la vez un incremento de caudal, pues se tienen valores de 5,47 y 4,7 m³/s respectivamente; mientras que en el mes de enero se presenta el caudal menor con 0,97 m³/s, en cuanto a la precipitación no presenta registros en la información de julio, diciembre y enero, pero se presume que en julio fue alta y en los otros dos meses baja ya que esto va relacionado directamente con los caudales.

En los márgenes que dan lugar a río, presentan suelos de textura franco arcillosos y limosos, con régimen e humedad UDICO, PERUDICO y USTICO, en los cuales se desarrolla vegetación natural en su gran mayoría, pero también existen cultivos de ciclo corto (tabla N° 10 cobertura vegetal), y pasto.

Estas características, ejercen influencia en el comportamiento del caudal, debido a que donde existe mayor vegetación natural existe mayor retención de agua y poca escorrentía; mientras que en los suelos cultivados, la retención de agua disminuye y aumenta el escurrimiento superficial.

E. ANALISIS DE LAS CONCESIONES

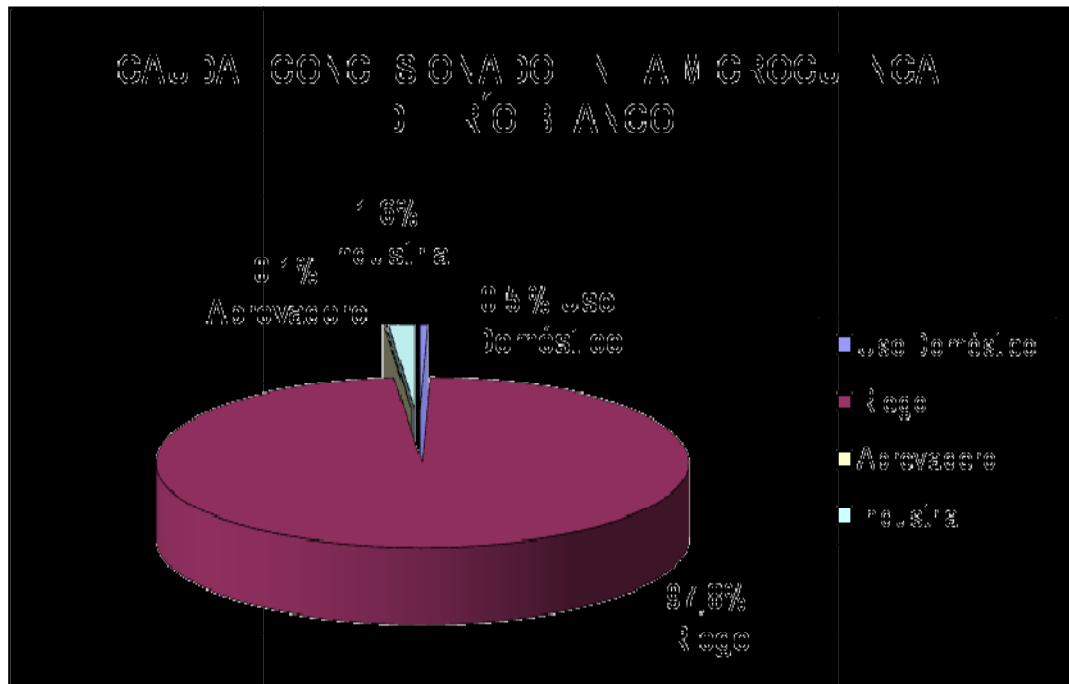
1. Oferta hídrica del río Blanco.

La oferta hídrica en el punto de monitoreo Bocatoma representa la descarga del Río Blanco al río Chambo. Para determinar la oferta hídrica del Río Blanco, es necesario analizar los caudales concesionados existentes en la microcuenca, para lo cual se recopiló información de las concesiones que se encuentran registradas en la Secretaría Nacional de Aguas de Riobamba (SENAGUA).(Anexo 12)

Cuadro 7. Demanda de agua por usos de la Microcuenca del Río Blanco

JURISDICCIÓN	CUENCA	SUBCUENCA	CAUDAL (l/s)	%	Uso
CHIMBORAZO	Pastaza	Río Chambo	5042	97.8	Riego
CHIMBORAZO	Pastaza	Río Chambo	82	1.6	Industria
CHIMBORAZO	Pastaza	Río Chambo	26.9	0.5	Uso Doméstico
CHIMBORAZO	Pastaza	Río Chambo	3	0.1	Abrevadero
Total litros			5153.9	100,00	
Total m³/s			5.1539		

Fuente: Tomado de la base de Concesiones de la Secretaría Nacional de Aguas de Riobamba (SENAGUA), 2010.

Gráfico 7. Demanda por uso de la Microcuenca del Río Blanco.

Fuente: Tomado de la base de Concesiones de la Secretaría Nacional de Aguas de Riobamba (SENAGUA), 2010.

Discusión

En el gráfico N° 7, Según las adjudicaciones entregada por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), se evidencia que en la microcuenca del río Blanco; existe las siguiente concesiones con valores de: 97.8% (5042 L/s) para riego, 1.6% (82L/s) para industria, 0.5% (26.9 L/s) para uso doméstico y 0.1% (3L/s) para abrevaderos. En un 0,014 % (0,69 L/s) para abrevadero, un 0,20 % (7,21 L/s) para uso doméstico.

Cabe mencionar que la mayor utilización del agua en la microcuenca es para riego, la cual utiliza el 97.8%. Anexo 7

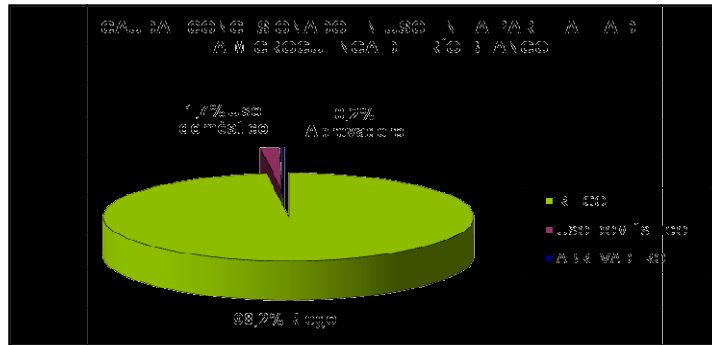
1. Caudal concesionado en uso en la Microcuenca del Río Blanco (parte alta).

Tabla 25. Caudal concesionado en uso en la parte alta de la Microcuenca del Río Blanco

Caudal concesionado en uso en la parte alta de la Microcuenca del Río Blanco		
USO	Caudal (%)	Caudal (L/s)
Riego	98.2	112.16
Uso doméstico	1.7	1.91
Abrevadero	0.2	0.2
Total	100	114.27

Fuente: Tomado de la base de Concesiones de la Secretaría Nacional de Aguas de Riobamba (SENAGUA), 2010.

Grafico 8. Demanda por uso de la Microcuenca del Río Blanco (Parte Alta).



Fuente: Tomado de la base de Concesiones de la Secretaría Nacional de Aguas de Riobamba (SENAGUA), 2010.

Discusión

En el gráfico N° 8, muestra el caudal concesionado en la parte alta de la Microcuenca del río Blanco según la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), teniendo valores de: 98,2% (112,16 L/s) para riego; 1,7% (1,91 L/s) para uso doméstico; 0,2% (0,2 L/s) para abrevadero.

La demanda en la parte alta resulta es muy baja en relación a la oferta esto es lógico si tomamos en cuenta que por sus características de tipo de suelo, temperatura, humedad y topográficas no requiere de cantidades significativas de agua. Más bien la demanda se genera en la zona media y baja de la cuenca.

2. Índice de escasez de la oferta respecto a la demanda

De acuerdo al índice de escasez de la oferta respecto a la demanda tenemos el siguiente cuadro.

Tabla 26. Índice de escasez respecto a la oferta

Microcuenca Nombre	Oferta media (m ³ /s)	Caudal concesionado en Uso (m ³ /s)	Caudal Concesionado aproximado (fc) (m ³ /s)	Oferta Total (m ³ /s)	Oferta Neta (m ³ /s)	Índice de escasez %	Apreciación de la escasez
Río Blanco	4,18	0,12	0,096	4,276	2.5	2,80	Demanda muy baja con respecto a la oferta

FUENTE: Calderon E, (2009)

Según Díaz P, (2007). El caudal concesionado se multiplica por un factor de corrección que es 0.8, por presentarse en la base de datos de la subcuenca irregularidades así como concesiones no actualizadas.

B. OFERTA HIDRICA

Para evaluar el recurso hídrico disponible se recurrió a las mediciones de aforo hechas en los tres puntos de monitoreo de los ríos indicados anteriormente en el objetivo 1, durante siete meses para la obtención de datos.

1. Cuantificación

Para la estimación de la oferta hídrica de cada uno de los sistemas hidrográficos estudiados, se estimó el volumen en el cual se determinó su variación de caudal durante los siete meses de estudio, realizadas en tres puntos de monitoreo, para estimar su comportamiento hidrológico.

Después de obtener los valores de cada uno de los puntos de aforo se calcularon datos promedios para conocer la *oferta media* del sistema durante el tiempo de estudio.

La oferta hídrica promedio de la microcuenca es de 4,18 m³/s, información obtenida durante los siete meses de monitoreo (Desde julio del 2008 hasta Enero del 2009).

La oferta hídrica total se obtiene de la suma entre la oferta hídrica media y la demanda adjudicada por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA.)

Para esto fue necesario ajustar la demanda que la Agencia de aguas Riobamba tiene en su base de datos de la microcuenca, ya que las concesiones al ser revisadas presentan irregularidades, como duplicación de datos, nombre, caudales, que no coinciden entre la base magnética y los registros de la agencia, así como también concesiones no actualizadas, es decir no se ha hecho un verdadero inventario y se desconoce realmente los caudales reales adjudicados, por esta razón fue necesario, ajustar al máximo el error que puede existir en la base. La demanda se multiplica por el factor 0.8, siendo la *oferta total* de 0,096 m³/s

Los resultados de esta etapa de cuantificación se ajustaron considerando una reducción de la oferta real del 40%, (avalado por la UNESCO) representado en caudal para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento de los ecosistemas y en las limitaciones en la disponibilidad de agua para diferentes usos por las alteraciones de la calidad del recurso hídrico. Con esta reducción se obtiene un 2,5 m³/s como *oferta hídrica neta*.

VI. CONCLUSIONES

- La red de monitoreo participativo de caudales en la Microcuenca alta del Río Blanco está integrada por los siguientes puntos de monitoreo: Río Tiaco Grande, Río Tiaco Chico, y Bocatoma.
- Se realizaron talleres de capacitación el primer domingo de cada mes (agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre.) durante las reuniones ordinarias de la Asociación Zoila Martínez, de esta manera se instruyó a la gente sobre la importancia de mantener las fuentes de agua y de la metodología para la obtención de caudales por el medio del flotador consiguiendo así el acompañamiento y la colaboración durante el trabajo de investigación involucrando a los actores locales, quienes acompañaron en todas las acciones durante el desarrollo de la investigación. Fue importante que durante los diversos recorridos, acompañe una persona conocedora de la zona, además se logró el contacto con instituciones de apoyo (INAR, EERSA, CESA), los cuales apoyaron para la elaboración del presente trabajo.
- El caudal promedio que se tiene durante el monitoreo participativo de caudales en el Río Tiaco grande es de $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$, el caudal mínimo se registró a mediados del mes de enero del 2009 con $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal máximo se presentó a inicios del mes de Julio del 2008 con $1,61 \text{ m}^3/\text{s}$.
- En el monitoreo participativo de caudales realizado en el Río Tiaco Chico, desde Julio a Enero 2009, presenta un caudal promedio de $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$, un máximo de $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$ en el mes de Julio m^3/s y un mínimo de $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$ en el mes de Enero.
- El monitoreo participativo de caudales en la bocatoma, que representa el total de agua existente en la parte alta de la Microcuenca del Río Blanco, de Julio a

Enero de 2009, tiene un caudal promedio de $4,18 \text{ m}^3/\text{s}$, el máximo fue de $6,73 \text{ m}^3/\text{s}$ y un mínimo de $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$. Los caudales medios mensuales realizados presentan un rango comprendido entre 4 y $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal, lo que da a comprender que existe suficiente agua para los requerimientos según la época del año.

- El caudal concesionado en uso que presenta la microcuenca del Río Blanco es de $5,15 \text{ m}^3/\text{s}$, identificándose en la parte alta que fue la zona de estudio $114,27 \text{ L/s}$, encontrando, 7 concesiones las mismas que se clasifican para distintos usos: 4 para Riego, 2 para Consumo Domestico y 1 para Abrevadero.
- La oferta hídrica total de la Microcuenca alta del Río Blanco es de $4,276 \text{ m}^3/\text{s}$, la misma que se obtiene de sumar la oferta media $4,18 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal concesionado aproximado que es $0,096 \text{ m}^3/\text{s}$, para obtener la oferta neta se reduce la oferta total en un 40% para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento del ecosistema. Con lo cual se ha determinado que la oferta hídrica neta del Rio Blanco en la parte alta durante esta investigación es de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar el monitoreo de caudales en la parte media y baja de la Microcuenca para establecer la oferta hídrica total en toda la Microcuenca.
- Realizar estudios de monitoreo en los puntos establecidos durante los seis meses restantes que no se contemplan en la presente investigación (febrero a Julio), de manera que se tenga información de por lo menos un año completo para tener datos anuales con los que se tenga una visión más clara del comportamiento hídrico, especialmente en épocas de estiaje. Además el monitoreo de caudales debe ir acompañado de la medición de precipitaciones en distintos ecosistemas de la microcuenca.
- Procura utilizar la estación total, para determinar un valor más exacto del área de la sección donde se va a medir los caudales, puesto que en los ríos provenientes de las microcuencas no se tiene uniformidad en la sección. Y de ser posible utilizar también un molinete con lo cual se obtendría una información más certera de la velocidad de los ríos.
- Es recomendable realizar una actualización de la base de datos de las concesiones que maneja la Agencia de Aguas de Chimborazo (SENAGUA), debido a que se ha encontrado irregularidades en varios aspectos como la ubicación, nombre del adjudicatario, caudal y las actualizaciones de la concesión.
- Es necesaria realizar actividades de protección de los perímetros inmediatos de las vertientes de agua, humedales y sitios de recarga hídrica, con la finalidad de lograr una regeneración natural de estos espacios y evitar el deterioro de los mismos lo que provocaría desajustes hídricos de la microcuenca.

VIII. RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo establecer una red de monitoreo participativo de caudales en los principales afluentes del río Blanco, que pertenece a la parroquia Quimiag, provincia de Chimborazo, se ubicaron tres puntos de monitoreo los ríos Tiaco Chico, Tiaco Grande y la Bocatoma del Río Blanco, para determinar la velocidad de los ríos se utilizó el método del flotador, luego se realizó un perfil de las secciones de los ríos y con la ayuda del programa Autocad se determinó las áreas. Para determinar el caudal de los ríos se utilizó la fórmula $Q = A * V(fc)$, para determinar el caudal en los dos vertederos y el azud del río se utilizó la fórmula $Q = 1.84 (L - 0.2 H) H^{3/2}$. La información fue recopilada cada 15 días durante los meses de julio 2008 a enero 2009, dando como resultado: El R.T.Ch. presenta un Q prom de $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$, un máx de $0,52$ y un mín de $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$. El R.T.G. presenta un Q prom de $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$, un máx de $1,61 \text{ m}^3/\text{s}$ y un mín de $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$. En la bocatoma, el Q prom fue de $4,18 \text{ m}^3/\text{s}$, el máx de $6,73 \text{ m}^3/\text{s}$ y un mín de $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$. El caudal concesionado en uso que presenta la microcuenca del Río Blanco es de $5,15 \text{ m}^3/\text{s}$, identificándose en la parte alta que fue la zona de estudio $114,27 \text{ l/s}$, encontrando, 7 concesiones La oferta hídrica total de la Microcuenca alta del Río Blanco es de $4.276 \text{ m}^3/\text{s}$, y la oferta hídrica durante esta investigación es de $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Lo que significa que en la parte alta la oferta es superior a la demanda.

IX. SUMMARY

The current study proposes: to establish a net monitoring participant of flows at the main affluents of blanco river, belonging to Quimiag Parish, province of Chimborazo; three points of monitoring were located the Tiaco Chico river, Tiaco Grande, and the Water inlet of the Blanco river, to determine the speed of these ones, the turnstile method was used, then a profile of the river sections was done with help of the Autocat program was determined the areas. To determine the flow of the rivers was used the formula $Q = A * V(fc)$, to determine the flow in the two effluents and a water wheel of the river was used the formula $Q = 1.84 (L - 0.2 H) H^{3/2}$. The information was collected every 15 days from July 2008 to January 2009, given as results: The R. T. Ch. shows an average flow of $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$, a maximum of $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$ and a minimum of $0.27 \text{ m}^3/\text{s}$. The R.T.G. shows and average flow of $0,86 \text{ m}^3/\text{s}$, a maximum of $1,61 \text{ m}^3/\text{s}$ and a minimum of $0,58 \text{ m}^3/\text{s}$, in the water inlet, the flow was $4,18 \text{ m}^3/\text{s}$, the maximum of $6,73 \text{ m}^3/\text{s}$ and minimum of $0.97 \text{ m}^3/\text{s}$. The granted flow in use shows that the Blanco river's micro basin is of $5,15 \text{ m}^3/\text{s}$, identifying on the top part which was the study area $114,27 \text{ l/s}$, finding, 7 concessions. The total water supply of the High Micro basin of Blanco river is of $4.276 \text{ m}^3/\text{s}$, and the water supply during this study is of $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Which means that the high part the supply is on the top of the demand.

X. BIBLIOGRAFÍA

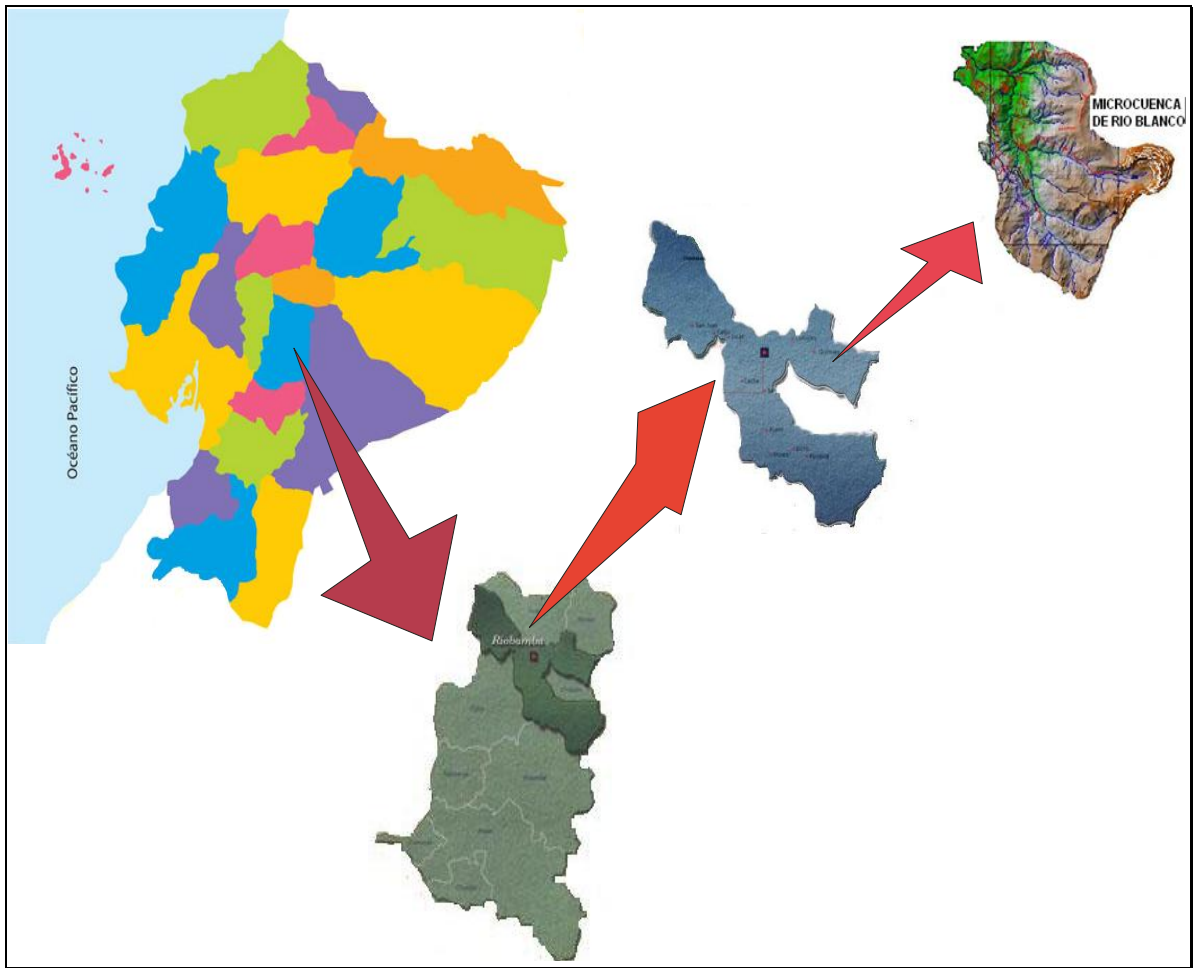
1. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), 2006 Curso de Especialización en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Material de Aprendizaje y Capacitación 2005 (Costa Rica).
2. FAO (aquastat, 2003), www.fao.org/ag/agl/AGLW/aquastat/log/indexesp.stm - 19k
2. HUND, D; JONSON, K. 1998. Sistema de Gestión Medioambiental. Madrid, McGraw Hill. 318 pp
4. IGM 2001)
5. IMA (Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente) 2005 Manual: “Aprendamos a conservar el Agua y proteger nuestra Microcuenca Cuzco – Perú. 37 – 47 pp.
6. INE (Instituto Nacional de Ecología, ME). 2005. Conceptos de Cuenca. (en línea) Consultado 29 de Mayo. 2008. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/index.html>.
7. INTIHUASI, 1994 Centro Regional, de investigación Agropecuarias 5° Cartilla Divulgativa, “CÓMO MEDIR EL AGUA DE RIEGO” editado Departamento de Recursos naturales y medio Ambiente 1- 6 pp.
8. Memorias Taller “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos” Análisis de Actores en la Gestión Del Agua .Octubre 2006. Ecuador.
9. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales Hidrológicos. El Salvador (en

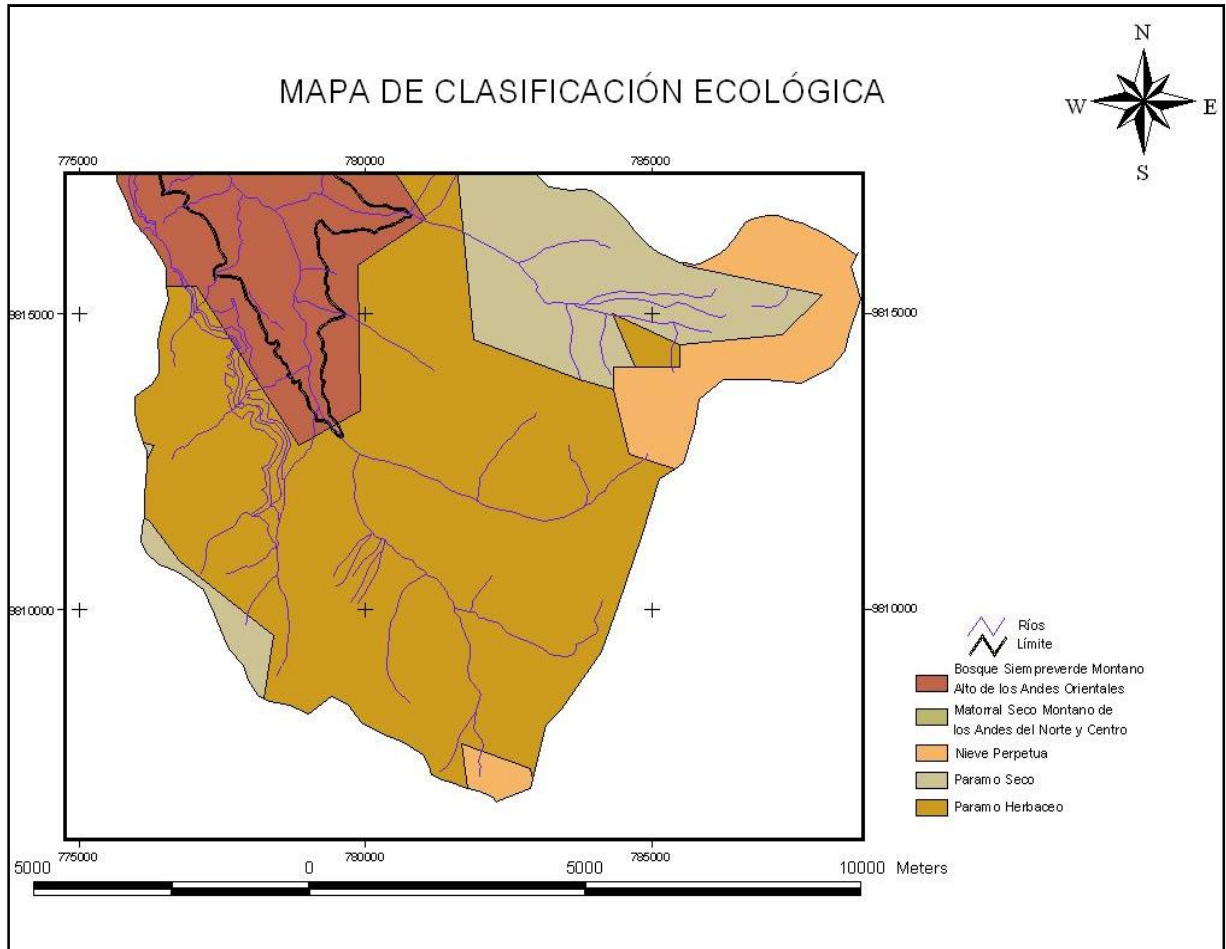
Línea). Consultado 29 de Mayo 2008. Disponible en:
(<http://www.snet.gob.sv/ver/hidrologia/monitoreo+hidrologico/caudales/>).

10. OMM. Organización Meteorológica Mundial GUÍA DE PRÁCTICAS HIDROLÓGICAS. 1994. Quinta edición. 1994. 147 pp.
.
11. <http://es.wikipedia.org/wiki/Caudal>.
12. Plan de manejo integral de la margen izquierda de la Micro cuenca del Río Blanco, 2007
13. Sistema de Información Geográfica de Chimborazo
14. www.unesco.org.uy

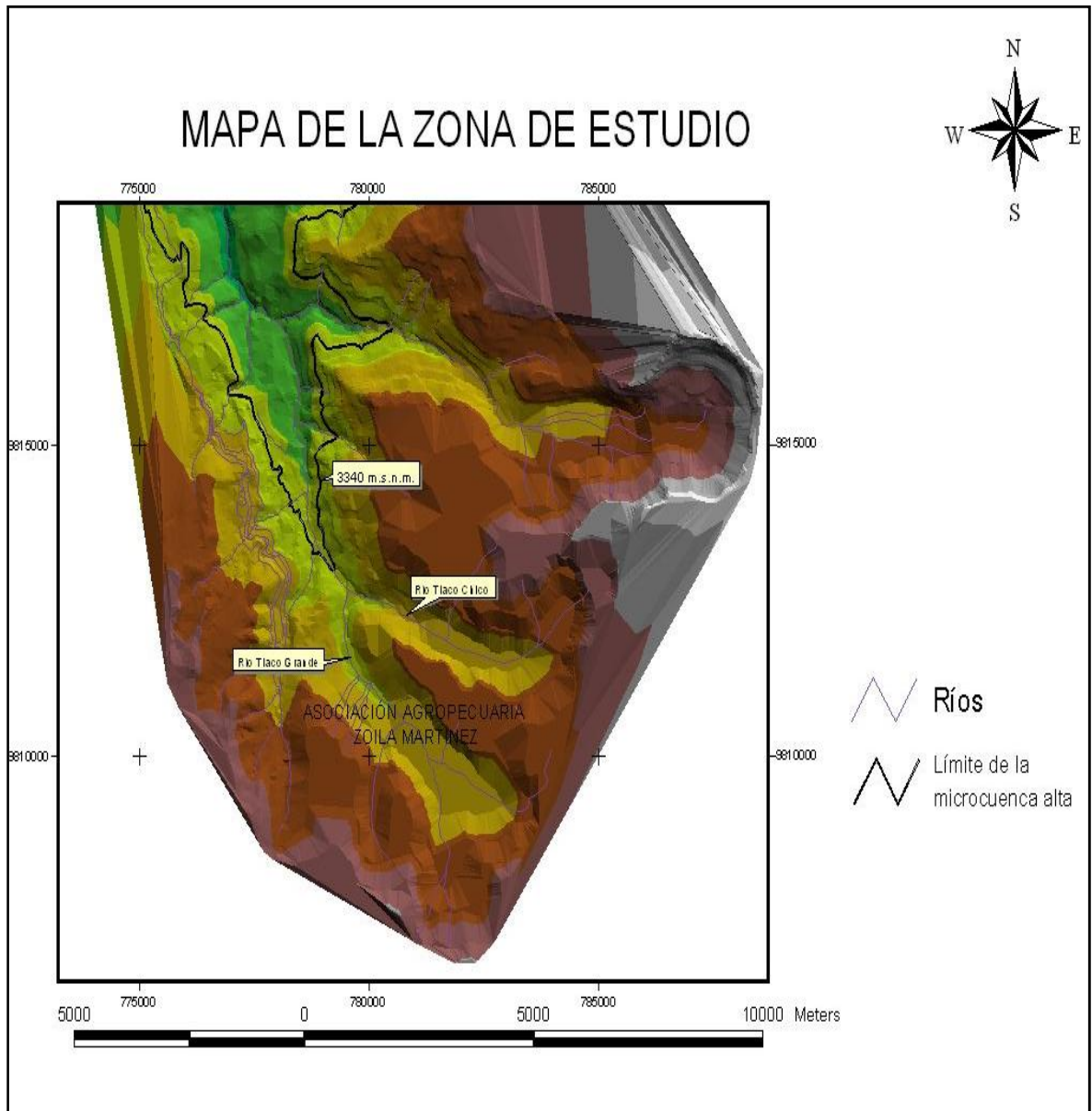
XI. ANEXOS

Anexo 01. Localización de la Microcuenca del río Blanco zona de estudio.

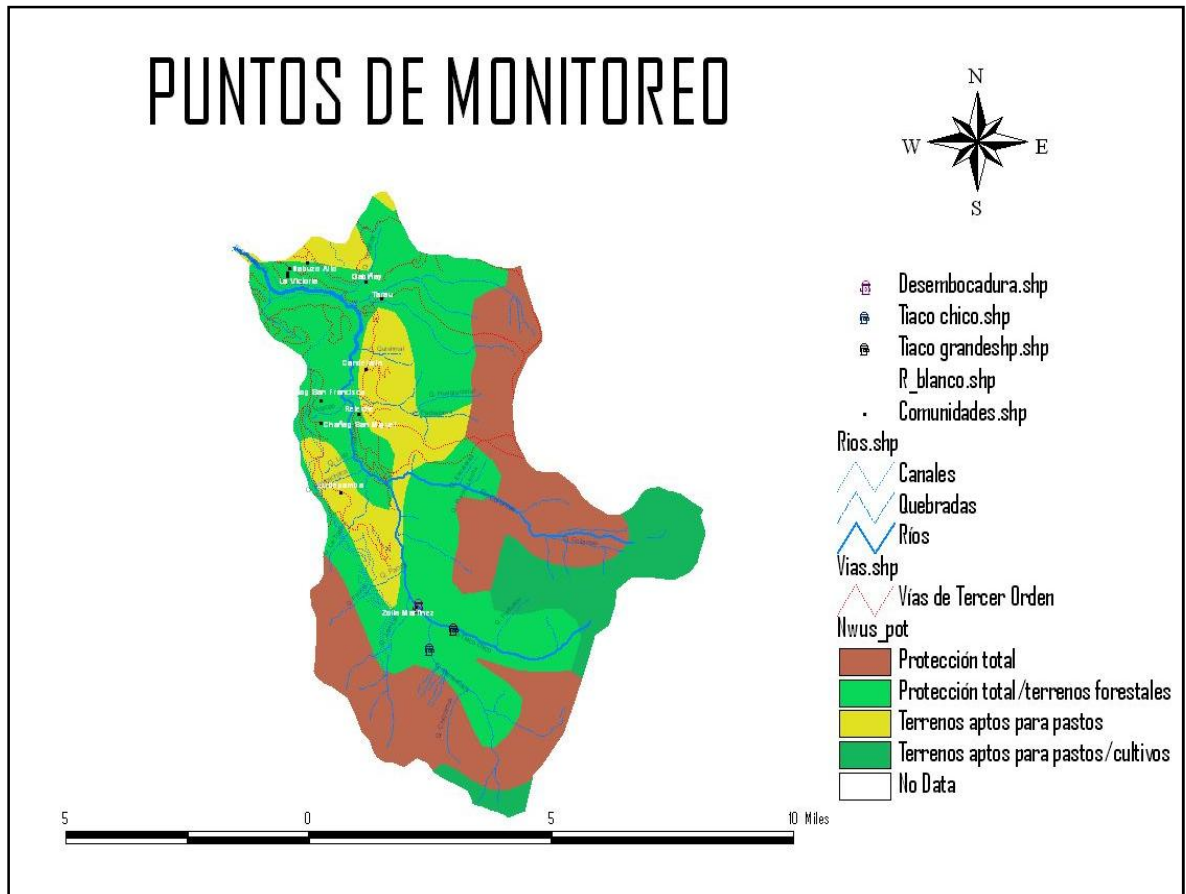


Anexo 02. Mapa de clasificación ecológica de la zona de estudio

Anexo 03. Mapa de ubicación de los ríos Tiaco Grande y Tiaco Chico dentro de la zona de estudio



Anexo 04. Puntos de monitoreo en la microcuenca alta del río Blanco



Anexo 05. Mecanismos de monitoreo involucrando a los actores locales



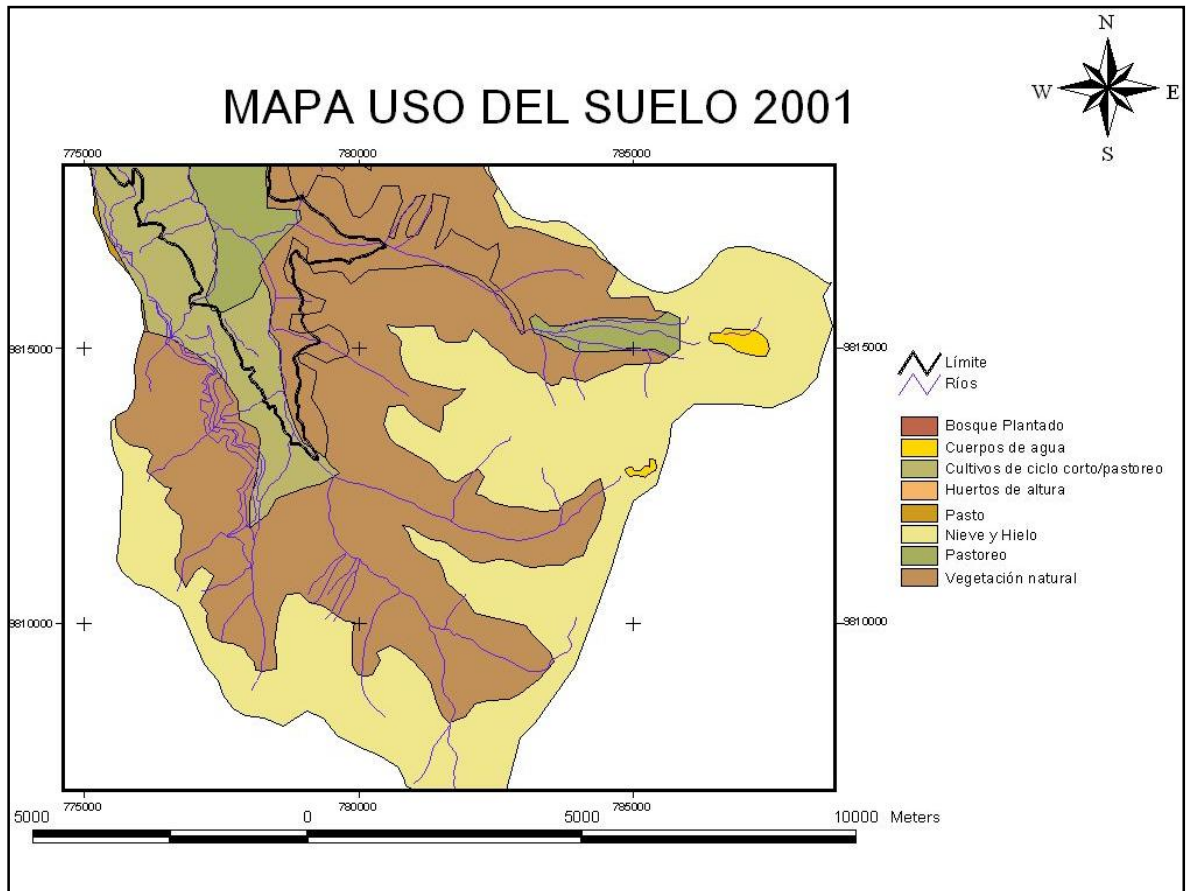
Anexo 06. Análisis de la información

MICROCUECNA ALTA DEL RIO BLANCO															
PUNTOS DE AFORO		AFOROS METODO FLOTADOR													
		Fecha	26/07/08	09/08/08	20/08/08	07/09/08	20/09/08	04/10/08	17/10/08	31/10/08	15/11/08	27/11/08	18/12/08	15/01/09	29/01/09
		UM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RIOS	TIACO GRANDE	V (m/s)	0.74	0.54	0.64	0.56	0.56	0.63	0.63	0.57	0.55	0.57	0.59	0.57	0.60
		A (m ²)	2.60	1.79	2.00	1.79	1.79	1.49	2.10	1.74	1.49	1.45	1.59	1.35	1.30
		Q (m ³ /s)	1.92	0.97	1.28	1.00	1.00	0.94	1.32	0.99	0.82	0.83	0.94	0.76	0.77
	TIACO CHICO	V (m/s)	0.45	0.45	0.46	0.50	0.47	0.42	0.44	0.47	0.45	0.44	0.45	0.45	0.45
		A (m ²)	1.53	1.39	1.22	1.18	1.26	0.94	1.18	1.10	1.06	0.90	0.94	0.83	0.80
		Q (m ³ /s)	0.69	0.62	0.56	0.59	0.60	0.39	0.52	0.52	0.48	0.40	0.42	0.37	0.36
BOCATO MA	VERTEDERO 1	Q (m ³ /s)	6	3.98	3.71	3.20	5.40	4.81	5.70	3.08	3.45	3.58	1.32	1.05	0.88
	VERTEDERO 2	Q (m ³ /s)	0.24	0.11	0.16	0.09	0.24	0.11	0.17	0.14	0.09	0.05	1.05	0	0
	AZUD	Q (m ³ /s)	0.49	0.65	0.82	1.83	0.27	0.01	1.83	0.32	0.67	0.49	0.98	0	0

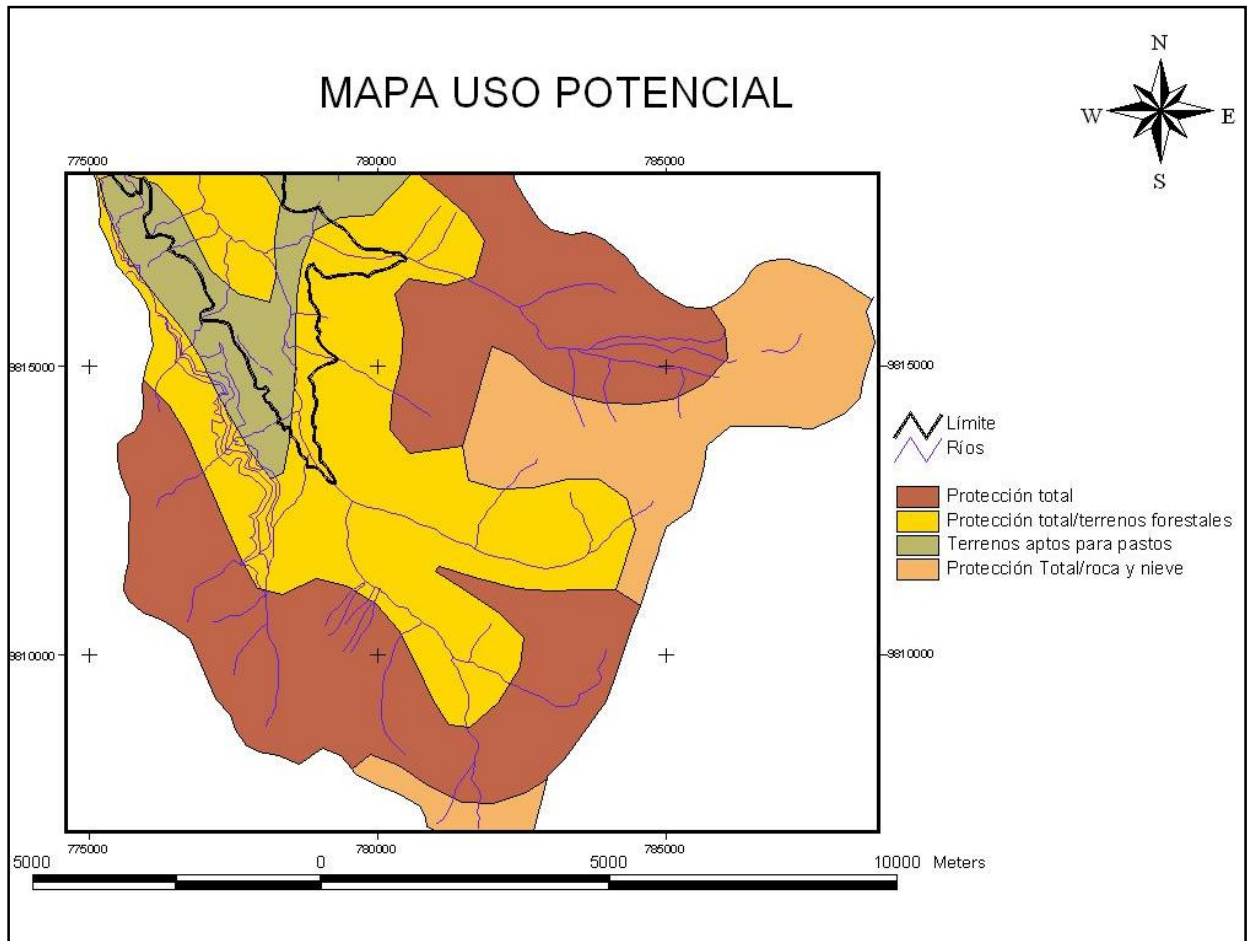
CAUDAL PROMEDIO POR
AFORO DE LA
MICROCUECNA ALTA EN
(m³/s)

6.73 4.74 4.69 5.12 5.90 4.94 7.70 3.54 4.21 4.13 3.35 1.05 0.88

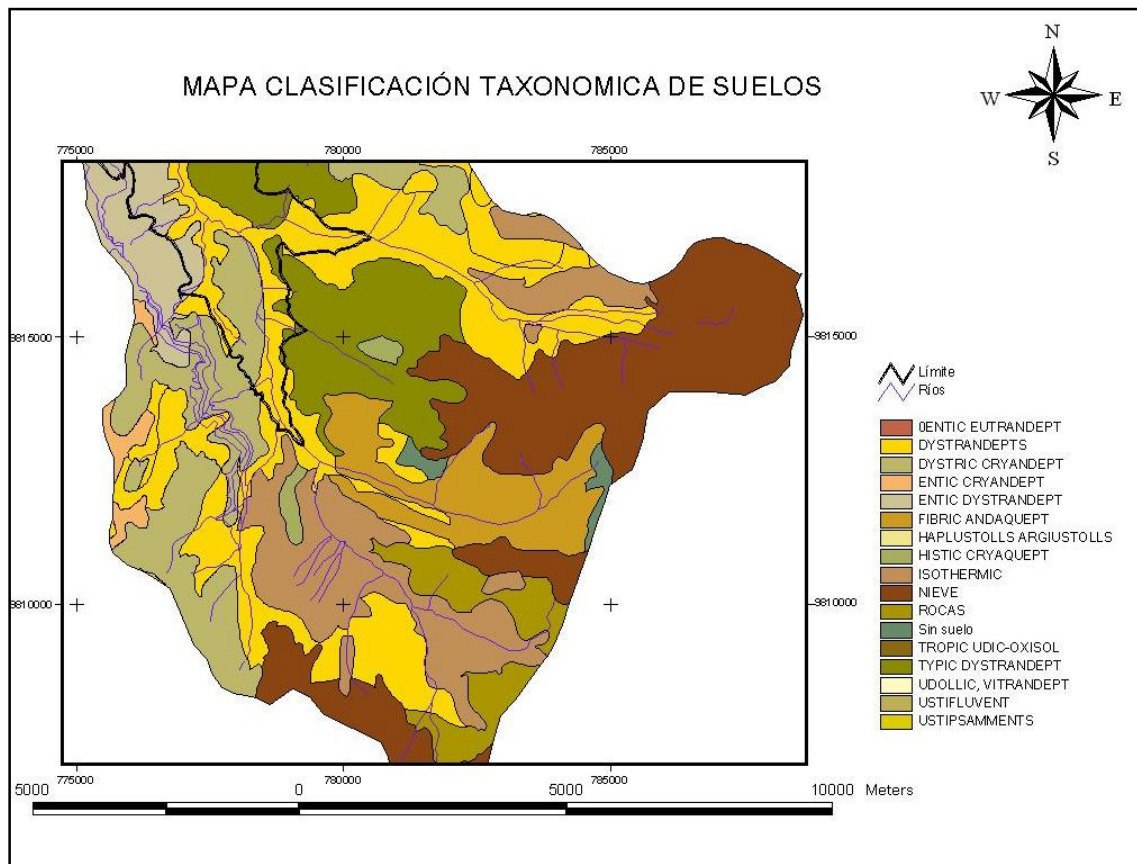
BOCATOMA RIO BLANCO									
VERTEDERO 1			VERTEDERO 2			VERTEDERO 3 (azud)			
	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)	CARGA (m)	ALTURA DE LA CRESTA (m)	CAUDAL (Q = m ³ /s)
26/07/2008	0.58	7.5	6.00	0.2	1.5	0.24	0.05	24	0.49
09/08/2008	0.44	7.5	3.98	0.12	1.5	0.11	0.06	24	0.65
20/08/2008	0.42	7.5	3.71	0.15	1.5	0.16	0.07	24	0.82
07/09/2008	0.38	7.5	3.20	0.1	1.5	0.09	0.12	24	1.83
20/09/2008	0.54	7.5	5.40	0.2	1.5	0.24	0.025	24	0.17
04/10/2008	0.5	7.5	4.81	0.12	1.5	0.11	0.01	24	0.04
17/10/2008	0.56	7.5	5.70	0.16	1.5	0.17	0.12	24	1.83
31/10/2008	0.37	7.5	3.08	0.14	1.5	0.14	0.03	24	0.23
15/11/2008	0.4	7.5	3.45	0.1	1.5	0.09	0.12	24	1.83
27/11/2008	0.41	7.5	3.58	0.07	1.5	0.05	0.05	24	0.49
18/12/2008	0.21	7.5	1.32	0	1.5	0.00	0	24	0.00
15/01/2009	0.18	7.5	1.05	0	1.5	0.00	0	24	0.00
29/01/2009	0.16	7.5	0.88	0	1.5	0.00	0	24	0.00
Σ			46.17			1.40			8.40
Caudal promedio (Q = m³ / s)			3.55			0.11			0.65

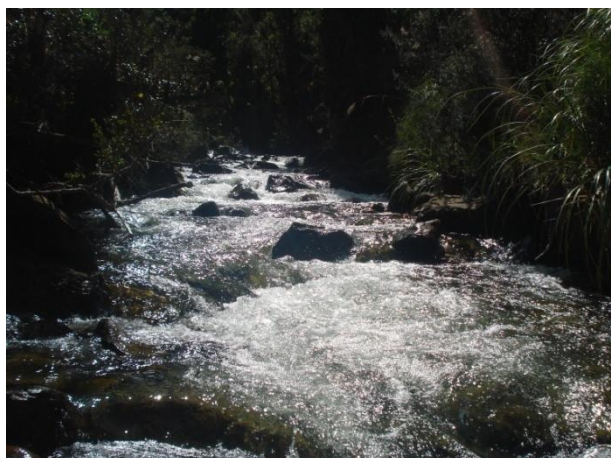
Anexo 07. Mapa de uso del suelo

Anexo 08. Mapa de uso potencial del suelo



ANEXO 09. Mapa de clasificación ecológica del suelo

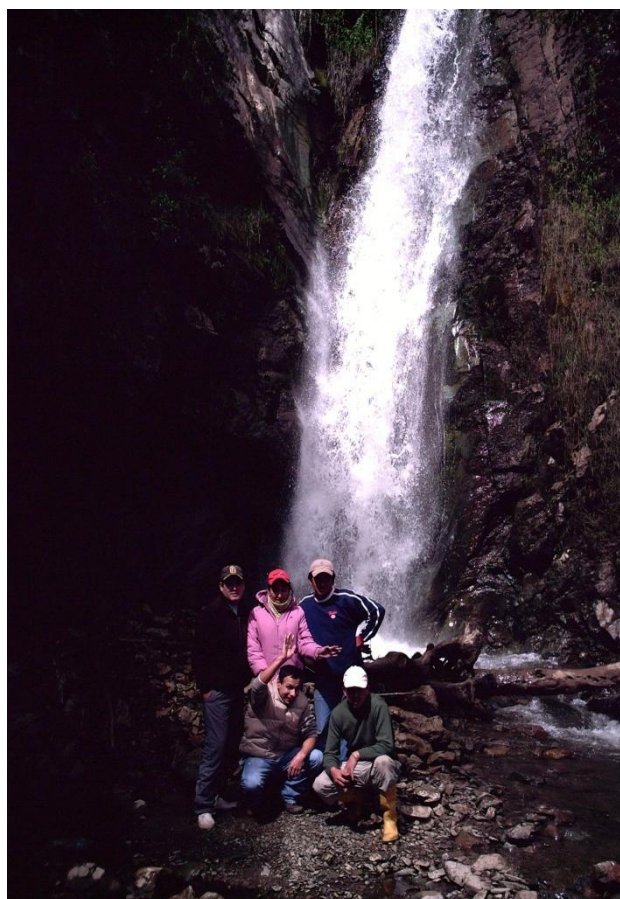


Anexo 10. Sitios de monitoreo

Anexo 11. Aforos de caudales en los afluentes







Anexo 12. Concesiones en el río blanco

