

CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA GEOMORFOLOGIA E HIDROLOGIA DE LA MICROCUCNCA DEL RIO IRQUIS, PARROQUIA VICTORIA DEL PORTETE, CANTON CUENCA- PROVINCIA DEL AZUAY

Ing. Vicente Jaramillo Ochoa

*Coordinación General de Responsabilidad Ambiental del Proyecto Estratégico Minero Quimsacocha,
Comunidad Aguarongos, San Gerardo- Girón _ Azuay. 0997612182 vjaramillo@invmetals.com.ec*

Resumen: La presente investigación se considera como un estudio complementario a los diferentes proyectos de investigación que se vienen realizando en la zona por parte de Programas de Investigación como el Programa de Agua y Suelo (PROMAS) y Grupo de Ciencias de la Tierra y el Ambiente (GCTA) de la Universidad de Cuenca, quienes vienen desarrollando varios proyectos de investigación de carácter hidrometeorológicos en la zona de estudio.

En cumplimiento a los objetivos planteados, como producto final se presentan mapas temáticos relacionados a la cubierta vegetal, edafología, hidrología, pendientes y una propuesta de zonificación, así como una tabla resumen de los parámetros morfométricos y tabla resumen con el inventario de usuarios y el análisis hidroclimático

La microcuenca del Río Irquis es parte de la subcuenca del Río Tarqui, afluente de la Cuenca del Río Paute y se encuentra ubicada dentro de la jurisdicción parroquial de Victoria del Portete del Cantón Cuenca en la Provincia del Azuay. La microcuenca tiene una forma alargada (rectangular oblonga) en dirección NW - SE y se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM (WGS84) en su parte alta 698396E – 9665964N y en su parte baja en la confluencia con el Río Tarqui 713544E – 9659449N. Tiene una área de 44,95 Km² aproximadamente y un perímetro de 45.54 Km, su cota máxima es de 3869 m s.n.m. y su cota mínima es de 2643 m s.n.m.; su pendiente promedio es de 40.3% y la longitud total del cauce principal es de 21.6 km

La microcuenca se caracteriza por poseer tres zonas definidas: la parte alta que corresponde a paramo con una superficie de 17.97 Km², la parte media caracterizada por pendientes fuertes y presencia de bosque montano con mosaicos de pastizales con una superficie de 19.72 Km² y la parte baja caracterizada por ser una zona ocupada por pastizales y cultivos pequeños de ciclo corto que cubre una superficie de 7.26 Km².

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica, parámetros morfométricos, hidrometeorología, aforos, hidrogramas, zonificación

Abstract: This research is considered as a complementary study to the different research projects that are carrying out in the area by research programs such as the Program of water and soil (PROMAS) and group of Earth Science and the Environment (GCTA) of the University of Cuenca, who have been developing several characters about hydro-meteorological research projects in the study area.

In compliance with the objectives, as final product presents thematic maps related to vegetative cover, soil science, hydrology, gradient and a proposal for zoning, as well as a table summary parameter morphometric and summary table with users inventory and analysis hydro-climate of the Irquis river basin. It is part of the Tarqui river basin, tributary of the Paute river basin and is located within the rural area of Cuenca known as Victoria del Portete, in the Azuay Province.

The watershed has an elongated shape (rectangular oblong) in direction NW - SE and is located between coordinates UTM (WGS84) in its upper part 698396E - 9665964N and in its lower part at its confluence with the Tarqui River 713544E - 9659449N. It has a

44.95 Km² area approximately a perimeter of 45.54 Km, and extends between 2643 m and 3869 m above sea level; its average slope is 40.3 % and the total length of the main stream is 21.6 km.

The watershed is characterized by having three defined zones: the high part which corresponds to the Páramo ecosystem with an area of 17.97 Km², the middle part it is characterized by steep slopes and presence of Montane forest with mosaics of pasture with a 19.72 Km² surface and the lower part characterized by a zone occupied by grasslands and small crops of short cycle that covers an area of 7.26 square kilometers.

Key words. Hydrographic basin, morphometric parameters, hydro-meteorology, gauging, hydrograph, zonification

I. Introducción

La cuenca del río Paute se encuentra identificada dentro de las cinco cuencas hidrográficas prioritarias del país, debido a que en ella se encuentran importantes proyectos estratégicos: hidroeléctricos, mineros, agrícolas entre otros. A su vez cada una de las subcuencas hidrográficas presenta características muy específicas y por lo tanto el estudio integral de la cuenca del río Paute debe partir del conocimiento de la hidrología existente en cada uno de sus tributarios principales. En este sentido, la subcuenca del río Tarqui viene tomando un papel muy importante a nivel local y nacional.

En el campo de la investigación científica de los recursos hídricos, la subcuenca del río Tarqui es una de las áreas con mayores iniciativas y proyectos de investigación en comparación con las otras subcuencas más cercanas a la ciudad de Cuenca (como son la de los ríos Machangara, Tomebamba y Yanuncay). En este espacio geográfico se encuentra presente tanto el sector privado así como varias instituciones públicas (Universidad de Cuenca, Universidad del Azuay, MAGAP, ETAPA, SENAGUA, CGPaute, Consejo Provincial del Azuay, entre otros) que mantienen activamente su interés por el campo de la investigación de los recursos hídricos. En este contexto, la presente investigación pretende contribuir a la comprensión de las características morfométricas de la microcuenca del río Irquis, que es uno de los tributarios principales del río Tarqui.

II. Metodología

Se recopiló la información de los proyectos de investigación que se vienen realizando en la zona (PROMAS Y GCTA de la Universidad de Cuenca), así como la información geológica, ambiental y socio-económica generada por la Empresa IAMGOLD ECUADOR S.A. titular del Proyecto Estratégico Minero “Quimsacocha”.

Las instituciones mencionadas anteriormente tienen instalada una infraestructura y equipos que conforman la Red Hidrometeorológica, misma que fue utilizada para la obtención de la información necesaria para el procesamiento respectivo de la misma. También fue necesario adquirir nuevos equipos y realizar el mantenimiento de los existentes.

Se utilizó información cartográfica disponible del Instituto Geográfico Militar (IGM), Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), Geomática de la Universidad del Azuay, Programa de Agua y Suelo (PROMAS), IAMGOLD ECUADOR S.A. y con la utilización de herramientas informáticas como el Arc Gis 10 se pudo sistematizar la información y generar los mapas temáticos como productos finales del presente estudio.

Fue necesario también los recorridos de campo para verificar la información cartográfica y generar nueva información temática; también se incluye en esta fase las mediciones de caudal, muestreos de calidad de agua, transectos, y el desarrollo de un Diagnóstico Rural Rápido para determinar el uso actual del suelo y los aspectos socio-económicos que se desarrollan en toda la microcuenca y poder cotejar con la información existente en el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC).

III. Evaluación de Resultados y Discusión

a. Ubicación Político-Jurisdiccional de la Microcuenca del Río Irquis

La microcuenca del Río Irquis se encuentra ubicada en la zona Austral al sur-occidente del Territorio Ecuatoriano, en la parte central de la provincia del Azuay. A nivel cantonal se encuentra ubicada en la parte Sur del cantón Cuenca y en la parte centro occidental de la parroquia Victoria del Portete.

b. Situación Geográfica

La Microcuenca del Río Irquis se encuentra ubicada dentro de las coordenadas UTM (Datum WGS 84) en la parte más alta 698396E 9665964N y en la parte baja, en la confluencia con el Río Tarqui 713544E 9659449N.

c. Sistema Hidrográfico Regional

La Microcuenca del Río Irquis está considerada como una microcuenca alta que drena en sentido nor-oeste sur-este y es un afluente principal de la Subcuenca del Río Tarqui, mismo que aguas abajo se une con los Ríos Yanuncay, Tomebamba y Machangara formando el Río Cuenca que al unirse con los Ríos Burgay, Jadán y Santa Bárbara toma el nombre del Río Paute hasta unirse con los Ríos Upano y Zamora para formar el Río Santiago que en el Perú toma el nombre de Marañón, mismo que es el principal afluente del Amazonas que desemboca en la Isla de Maraja-Brazil en el océano Atlántico.

d. Vialidad

Partiendo del sistema Vial Regional, la principal vía más cercana es la denominada Girón –Pasaje que une la Ciudad de Cuenca con las ciudades de Pasaje-Machala y que atraviesa la parte baja de la microcuenca (confluencia). Desde esta vía mencionada se puede atravesar a la microcuenca con unos caminos vecinales que siguiendo las dos líneas de cumbre nos conducen hasta la parte media y alta de la microcuenca.

e. Clima

El clima predominante es el típico de páramo con lloviznas y lluvias frecuentes existiendo la presencia también de granizadas y heladas. La precipitación promedio anual está en el rango de 900 a 1600 mm basado en los periodos de 1964-2011.

Los resultados obtenidos de la información generada en la estación meteorológica Tipo DAVIS ubicada en la parte alta de la microcuenca en las coordenadas UTM (698423E – 9663781N) de cota 3762 m s.n.m. en el periodo enero-septiembre de 2012 se presentan en el siguiente análisis.

1. Precipitación.

El total de lluvia durante estos nueve meses (enero-septiembre 2012) es de 784 mm, siendo febrero el mes más lluvioso con 180,80 mm seguido de enero con 167.30 mm y

marzo con 137.40 mientras que el mes más seco del periodo es septiembre con apenas 6.8 mm.

2. *Temperatura.*

Se contó con información referente a la temperatura máxima, media y mínima y se puede indicar que la temperatura promedio es de 5.4 °C y los 10 valores correspondientes a temperaturas máximas oscila entre 12.8 y 13.8°C, mientras que los 10 valores correspondientes a temperaturas mínimas oscila entre 0 y -0.9 °C

3. *Punto de rocío.*

El promedio es de 4.6 °C, pero se puede evidenciar claramente que durante la época lluviosa entre los meses de enero a abril sus valores se mantienen cuasi uniformes y es a partir del mes de mayo en donde comienza a descender.

4. *Humedad atmosférica.*

Los valores promedio de la humedad atmosférica del periodo de estudio son máxima 99.85% media de 95.23% y la mínima es de 82.20%.

5. *Velocidad del viento*

La velocidad promedio del viento durante el periodo de estudio fue de 4.85 m/s pero la temporada con más viento se registra entre el 28 de mayo y el 11 de septiembre con valores comprendidos entre 9.16 m/s y 10.88 m/s.

6. *Presión atmosférica.*

El valor promedio es de 625.04 mbar y los 10 valores diarios máximos fluctúan entre 626.94 mbar y 627.51 mbar, mientras que los 10 valores diarios mínimos oscilan entre 622.15 mbar y 622.40 mbar. Los valores son más regulares durante la época de lluvias en donde se registran los valores máximos mientras que los mínimos están en la época de verano

7. *Radiación solar*

El valor promedio es de 123.31 W/m² y los valores máximos oscilan entre 261,46 W/m² y 304.83 W/m² en la época de verano mientras que los valores mínimos están entre 39.69 W/m² y 51.75 W/m².

f. *Geomorfología*

La geomorfología de la Microcuenca del Río Irquis está caracterizada principalmente por Colinas medianas, seguidas de un Relieve montañoso y de un relieve escarpado.

g. *Geología*

La zona de estudio se localiza en el borde este de la caldera de Quimsacocha desde el punto de vista geológico, se localiza dentro del terreno continental Chaucha, el cual está formado principalmente de rocas metamórficas, limitado al noroeste por el sistema de fallas Bulubulu, al Este y Sur por la falla Girón y al Suroeste por la falla Jubones. La litología de la microcuenca del Río Irquis es principalmente la formación Turi y la formación Quimsacocha, esta última cubre la parte alta de la microcuenca mientras que la primera se extiende por toda la misma.

h. Suelos

A nivel de toda la microcuenca y utilizando el sistema de clasificación de suelos USDA (1961) se puede notar que los grupos más representativos (90% de la superficie total) son los Tropic Hídric Histic Cryandep-Perudic, Histic Hydrandep- Udic y Histic Hydrandep- Perudic; cuyas características es que son suelos derivados de ceniza volcánica relativamente recientes, suelos alofánicos, muy ricos en materia orgánica, textura limosa untuosos, profundos y permanentemente húmedos.

Si utilizamos el sistema de clasificación de la FAO encontramos principalmente Andosoles y también Histosoles y Regosoles, pero generalmente en pequeñas cantidades y en asociaciones con Andosoles.

i. Hidrogeología

La zona alta comprende principalmente un conjunto de pequeñas lagunas de origen glaciar; de manera regional los drenajes se distribuyen de forma radial a la caldera Quimsacocha. El Río Irquis nace en el borde Nor Este y Oeste de la caldera Quimsacocha y drena hacia el Sur Este. Por su forma se la puede clasificar como un drenaje dendrítico y en parte sub-dendrítico en donde se tiene un drenaje principal que fluye en dirección principal NW-SE. En el escurrimiento de la microcuenca se consideran: escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo

j. Minería

En la parte alta de la microcuenca se encuentra el Proyecto Estratégico Minero “Quimsacocha” que comprende las concesiones mineras Cerro Casco y Río Falso operado por una Empresa Canadiense denominada INV metals y se encuentra en la etapa de exploración avanzada y está considerado por el Gobierno Nacional como uno de los cinco proyectos mineros estratégicos de minería a gran escala y que podría ser explotado en los próximos años, extrayendo minerales como oro, plata y cobre

k. Uso Actual del Suelo

La parte alta de la microcuenca o zona de páramos tiene una mínima intervención, mientras que en la parte media está caracterizada por pendientes fuertes y en donde se encuentra una ceja de montaña de bosque montano y pastizales y en la parte baja el suelo es ocupado directamente en el establecimiento de pastizales y pequeños cultivos de ciclo corto.

l. Vegetación

En el citado estudio se han considerado dos estratos: Páramo herbáceo (páramo de almohadillas y herbazal lacustre montano) y el Bosque Montano Alto



Figura 1. Vegetación típica de la zona de páramo

m. Calidad de Agua

Los puntos de monitoreo de la calidad de agua fueron localizados en las coordenadas UTM 699218E- 9663633N (parte alta) y 710555E – 9660897N (parte baja) en los mismos puntos en donde se realizaron las mediciones de los caudales.

En el protocolo para la toma de muestras de agua se consideraron procedimientos descritos en el documento MP-DC-06 basados en el Capítulo 1060 Collection and Preservation of Samples del Standard Methods for Examination of Water and Waste Water, INEN 2169, Capítulo 1 (sección 3,4 y 5) y capítulo 2 (sección 1) del Manual para Muestreo de Aguas y Sedimentos de la Dirección del Medio Ambiente y métodos EPA.

Los resultados del monitoreo fueron comparados con los límites máximos permisibles constantes en las tablas 1, 2 y 3 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) y se puede notar que existe una variación en la calidad de agua entre los dos puntos y esto se debe a que en la parte baja de la microcuenca existen varias actividades antrópicas.

TABLA 1. Resumen de los resultados de laboratorio de los muestreos de agua

PARAMETROS	11/01/2012	27/04/2012	27/07/2012	03/10/2012	TULSMA
Físico-químico:					TABL. 3
pH ^(1,2,3) b)	7,7	7,3	7,9	8,1	6, 5-9
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ ^(1,2,3) b)	38	30	57	71	N/A
Sólidos suspendidos totales mg/L ^(1,2,3)	7	5			N/A
Sólidos totales gravimétricos mg/L ^(1,3)	50	88	57		N/A
Sólidos disueltos mg/L*			34	43	N/A
Dureza Cálcica mg/L*	11	11	13		N/A
Dureza magnésica mg/L *	4	4,2	5,4		N/A
Dureza Total mg/L ^(1,3)	15	15	19		N/A
Turbidez FAU/NTU ^(1,3)	6	15	9		N/A
Oxígeno Disuelto mg/L ^(1,3) b)				7,30	No menor al 80% y no menor a 6 mg/L
Aniones y no metálicos:					
Cianuro Libre mg/L ^(1,3)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,01
Nitrógeno Amoniacal mg/L *d)	<0,1	<0,1	<0,1		N/A
Nitrato + Nitrito mg/L*d)	0,11	0,8			N/A
Nitrato mg/L ^(1,3)			<0,05	<0,05	N/A
Nitrito mg/L ^(1,3)			<0,05	<0,05	N/A
Alcalinidad Total como CaCO ₃ MG/L ^(1,2,3)	20	25	29		N/A
Bicarbonato mg/L	24	30	35		N/A
Carbonato mg/L	<5	<5	<5		N/A
Hidróxido mg/L *	<5	<5	<5		N/A
Nitrógeno Orgánico mg/L *d)	<1	1	<1		N/A
Sulfuro de Hidrógeno mg/L* ^{c)}				<0,013	0,0002
Parámetros orgánicos:					
Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L ^(1,2,3)	<3	<3	<3	<3	N/A
Demanda Química de Oxígeno mg/L ^(1,2,3)	18	13	5		N/A
Aceites y grasas mg/L ^(1,3)	<1	<1	<0,3	<0,3	0,3
Compuestos Fenólicos (LC) mg/L ^(1,3)				<0,008	0,001
Compuestos Fenólicos (LD)				0,003	

mg/L*					
Hidrocarburos totales de petróleo mg/L ^(1,3)				<0,5	0,5
Parámetros microbiológico:					
Coliformes totales NMP/100 m/L (1,3)	2400	4300	24000		N/A
Coliformes Termotolerantes NMP/100 m/L (1,3)	<30	150	<30	930	200
Metales totales: ^(1,3)					
Aluminio mg/L	0,61	1,2	0,059	0,140	0,1
Arsénico mg/L				<0,0005	0,05
Bario mg/L				0,035	1,0
Berilio mg/L				<0,0002	0,1
Boro mg/L				<0,02	0,75
Cadmio mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0001	<0,0001	0,001
Cobalto mg/L				<0,0001	0,2
Cobre mg/L	0,0008	<0,0002	<0,005	<0,005	0,02
Cromo mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0002	0,05
Fosforo mg/L	<0,2	<0,2	<0,2		N/A
Hierro mg/L	0,28	0,51	0,18	0,19	0,3
Manganeso mg/L	0,0015	0,0075	0,007	0,007	0,1
Mercurio mg/L				<0,0001	0,0002
Níquel mg/L	0,0004	0,0006	<0,001	<0,001	0,025
Potasio mg/L	0,85	1,1	1,3		N/A
Plata mg/L				<0,0001	0,01
Plomo mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0005		N/A
Selenio mg/L				<0,001	0,01
Sodio mg/L	3,5	4	4,8		N/A
Zinc mg/L	0,026	0,018	0,024	0,013	0,18

n. Aspectos Socio-económicos

Dentro de la microcuenca del Río Irquis se encuentran cuatro comunidades: Corral pamba, Irquis Chico, Irquis Ceraturo y Durazno y toda la información de los datos socio-económicos como son: población, educación, actividad económica, vivienda, acceso a servicios básicos, etc. Estos, fueron tomados del Censo de Población 2010, cuyos resultados están disponibles en la página web www.inec.gob.ec

TABLA 2. Población por cada comunidad de la Microcuenca del Río Irquis

COMUNIDAD	HOMBRE	MUJERES
Durazno	15	11
Perroloma	111	141
Ceraturo	130	151
Corralpamba	152	158
SUBTOTAL	408	461
TOTAL	869	

o. Características físicas y morfométricas de la microcuenca

Las características fisiográficas de la microcuenca pueden ser explicadas a partir de ciertos parámetros o constantes que se obtienen del procesamiento de la información cartográfica y conocimiento de la topografía de la zona de estudio.

Se consideraron parámetros de forma, relieve y relacionados a la red hidrográfica y en la siguiente tabla resumen se presentan sus resultados

TABLA 3. Tabla resumen de las características morfométricas de la microcuenca

<p style="text-align: center;">Cuenca del río Irquis: (Microcuenca de la subcuenca del río Tarqui y de la cuenca del río Paute)</p> <p style="text-align: center;">Superficie (km²) = 44,96 km² Perímetro (km) = 45,54 km Cota máxima = 3869 m.s.n.m. Cota mínima = 2643 m.s.n.m. Desnivel = 1226 m Pendiente promedio = 40,3% Longitud del Cauce Principal = 21,6 km Desnivel del Cauce (3774 - 2643 m.s.n.m.) = 1131 m Pendiente promedio del cauce principal = 15,6 %</p> <p style="text-align: center;">Desnivel Específico: Ds = 319,4 m --> Relieve Fuerte (R6) Altura Media = 3372,4 m --> Clase Am9 Lado Mayor del rectángulo equivalente = L = 20,6 km Índice de Compacidad= IC = 1,92 = Rectangular oblonga Nula Densidad de drenaje = 2,14 Tiempo de concentración (Kirpich) = 85,98 min</p>
--

p. Vertederos y Secciones de Medición

Para poder determinar el caudal de agua que se genera en la parte alta y baja de la microcuenca se establecieron dos puntos de medición denominados Vertedero Quinahuayco con coordenadas UTM 699218E 9663633N y Bocatoma –Río Irquis con coordenadas UTM 710555E 9660897N.

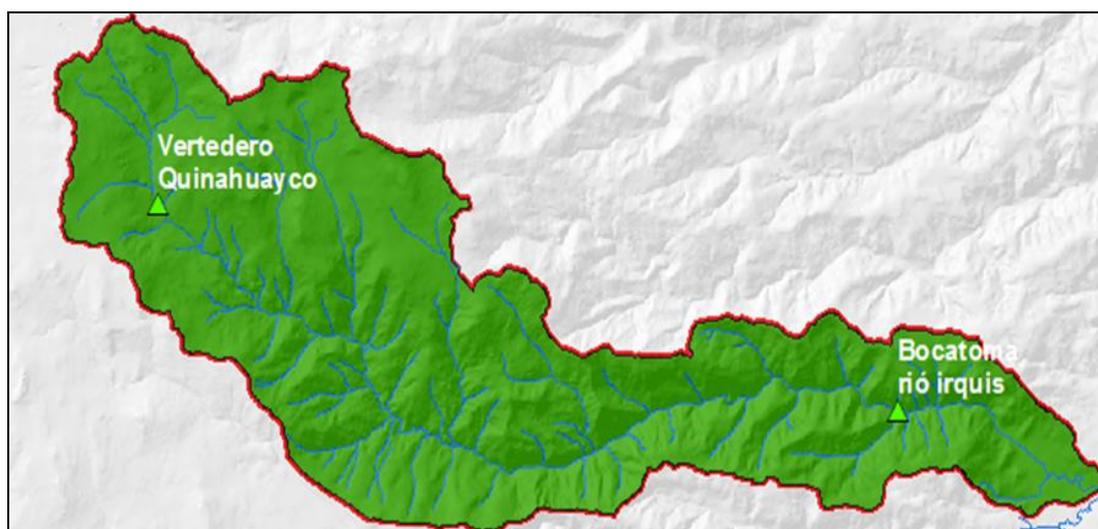


Figura 5. Ubicación de vertedero y sección de medición de caudal

Para la medición de la descarga en la **quebrada Quinahuayco** se utilizó un vertedero existente que fue construido con una estructura de aforo que comprende un vertedero combinado, el cual está compuesto por un vertedero triangular de cresta delgada de 90° para caudales bajos y medios y un vertedero rectangular de cresta delgada para los eventos de crecida. Además se ha colocado un sensor de nivel aguas arriba del vertedero con la finalidad de registrar automáticamente y de manera continua el caudal descargado sobre la estructura, dicho sensor es un transductor de presión WL 16U de la marca Global Water. El esquema de la estructura de aforo se presenta en la siguiente figura:

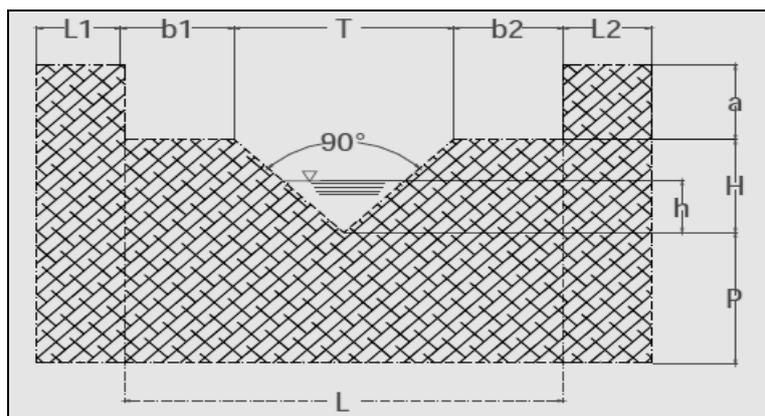


Figura 6. Vertedero y sección de medición de aforos



Figura 7. Sensor de nivel instalado en el vertedero y medición

En el punto cercano a la **Bocatoma del Río Irquis** se lo realizó de manera manual utilizando para ello un flujómetro con microprocesador de hélices (MINIATURE CURRENT METER MODEL OSS-PCI) y un flujómetro de hélices (CURRENT METER DIGITIZER MODEL CMD 9000 DIGIMETER) en secciones bien definidas.



Figura 9. Instrumentación utilizada en la medición de caudales en la parte baja de la microcuenca

La mayoría de los métodos de aforo se basan en la ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

En donde se considera el área de la sección de aforo y la velocidad para lo cual se realizan medidas en varios puntos considerando el ancho de la sección (10% ancho total) y la profundidad de aforo se consideró el 60% de la profundidad total con dos repeticiones en cada punto. Se utilizó el Método de la Semisección que consiste en determinar el caudal parcial en cada una de los tramos de la sección de control, para lo cual es necesario determinar la velocidad media en cada uno de los tramos. Estas velocidades son tomadas a lo largo de la línea media de cada tramo independientemente de los métodos a utilizar para la toma de dichas velocidades.

Si V es la velocidad media en el tramo y d_1, d_2 las profundidades que limitan este tramo, cuya distancia es B , entonces el caudal del tramo 1-2 será igual:

$$q_{1-2} = V * B * \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Y el caudal total en toda la sección de control será igual a:

$$Q = \sum q_{(n-1)-n}$$

Donde:

q_{1-2} : Caudal parcial en el tramo 1-2

V : Promedio de velocidades en el punto medio del tramo ($V_{0.6}, V_{0.2}-V_{0.8}, V_{0.2}-V_{0.6}-V_{0.8},$ etc.).

d_1, d_2 : Profundidades de las líneas de medición 1 y 2.

B : Distancia entre las líneas de medición.

Q : Caudal total que discurre por la sección transversal. (m^3/s)

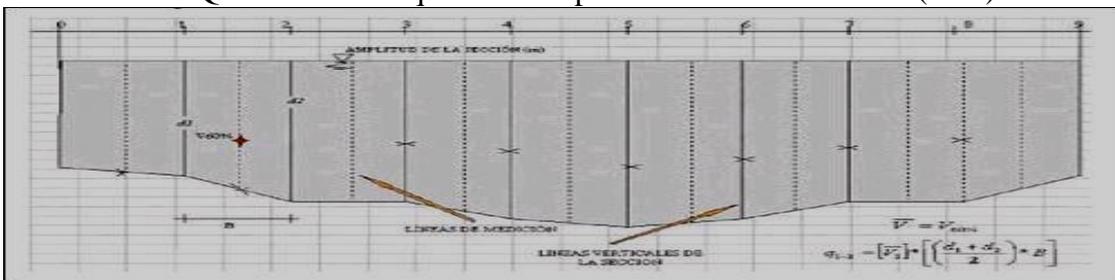


Figura 10. Sección transversal por el método de Semisección al 60% de la profundidad

La campaña de aforos realizada en los dos puntos de medición se inició el 01 de enero de 2012 y finalizó el 31 de mayo del mismo año en la parte baja de la microcuenca, mientras que en la parte alta se continuó midiendo hasta el 19 de septiembre del presente año.

En el caso del vertedero de la Quebrada Quinahuayco en la parte alta de la microcuenca las mayores crecidas diarias se registraron el 19 de febrero (551.74 l/s), el 05 de abril (618.40 l/s) y la máxima el 28 de febrero (753.22 l/s). Mientras que el caudal más bajo registrado corresponde al 19 de septiembre (17.29 l/s), el 18 de septiembre (17.65 l/s) y el 17 de septiembre (18.46 l/s). Sus resultados se presentan en las siguientes figuras

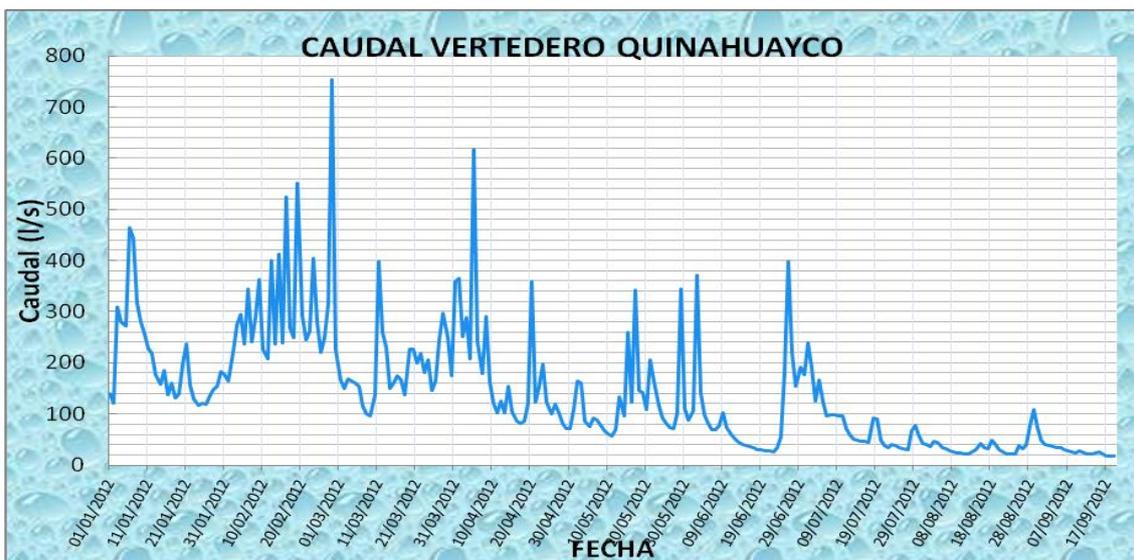


Figura 12. Hidrograma en la sección de medición de la Bocatoma del Río Irquis

En la sección de medición de la parte baja de la microcuenca las crecidas máximas diarias registradas corresponden al 06 de abril con 4358.06 l/s, el 01 de abril con 4394.92 l/s y la máxima el 05 de abril con 4652.83.

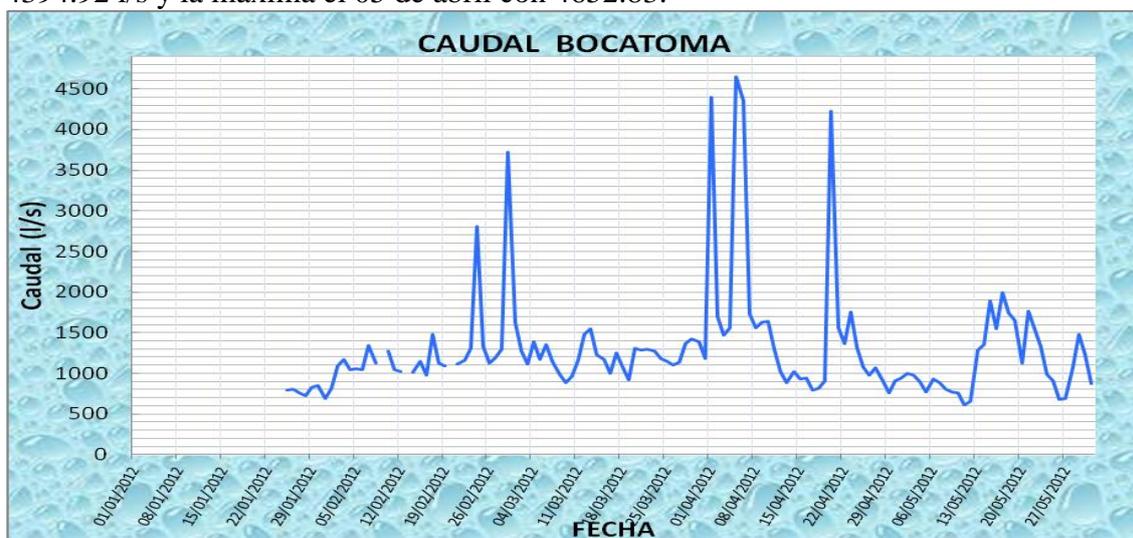


Figura 12. Hidrograma en la sección de medición de la Bocatoma del Río Irquis

Al realizar una comparación del caudal entre los dos puntos de medición podemos observar que si bien es cierto existe una relación, esta no es tan directa y esto se debe a superficie, pendiente, vegetación y red de drenaje.

q. Inventario de usuarios

El detalle de los usuarios del recurso hídrico de la microcuenca se detalla en la siguiente tabla

TABLA 1. Usuarios del recurso hídrico de la Microcuenca del Río Irquis

FORM	PARROQUIA	PRO	NOMBRE DEL	NOMBR	TIPO	Coord	Coord
24	Victoria del Portete	59	Junta de Agua Entuba	Río	D	711750	9660395
222	Victoria del Portete	357	Vélez Jorge y otros	Río	R	712731	9659745
223	Victoria del Portete	357	Vélez Jorge y otros	Río	A	712731	9659745
224	Victoria del Portete	357	Vélez Jorge y otros	Río	D	712731	9659745
7272	Victoria del Portete	357	Vélez Berrezueta Jorge	Río	R	712580	9659775
7273	Victoria del Portete	357	Vélez Berrezueta Jorge	Río	A	712580	9659775
7274	Victoria del Portete	357	Vélez Berrezueta Jorge	Río	D	712580	9659775
380	Victoria del Portete	641	Directorio de Agua del	Río	R	711750	9660395
381	Victoria del Portete	641	Junta Administradora	Río	D	711750	9660395
5066	Victoria del Portete	2176	Duran Oswaldo P.C.	Río	R	713500	9659495
4998	Victoria del Portete	6166	Pérez Guartambel	Río	D	710228	9660138

A Abrevadero D Doméstico R Riego

r. Mapas temáticos

Con toda la información obtenida y con el uso de Arc Gis 10 se elaboraron los siguientes mapas temáticos. El geoide de referencia es WGS84.

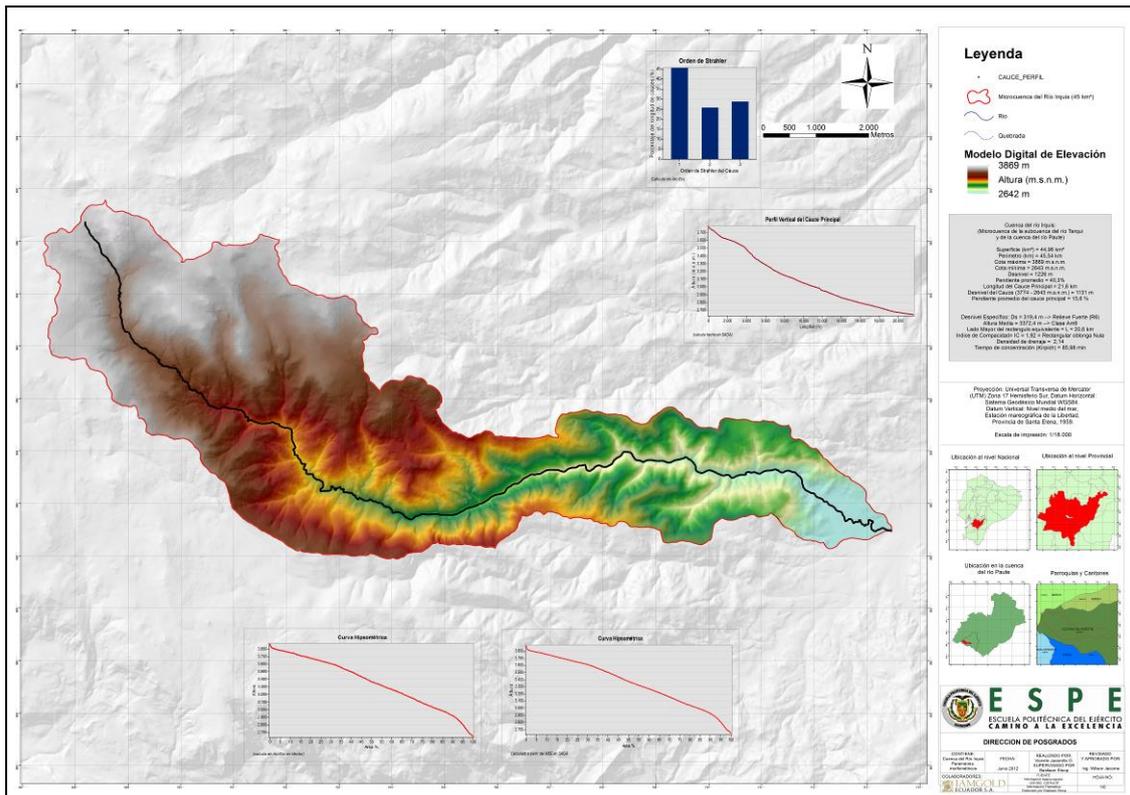


Figura 13. Mapa base de la microcuenca que incluye los parámetros morfométricos

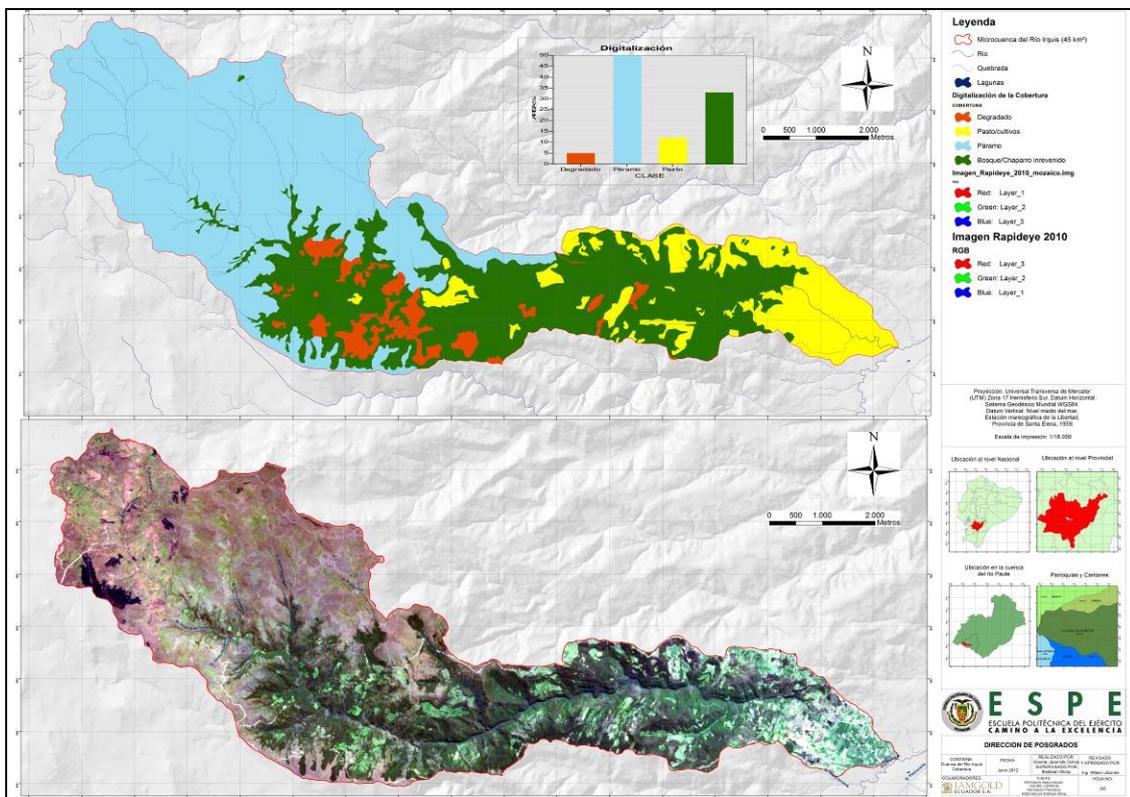


Figura 14. Mapa de cobertura vegetal de la microcuenca del Río Iruya

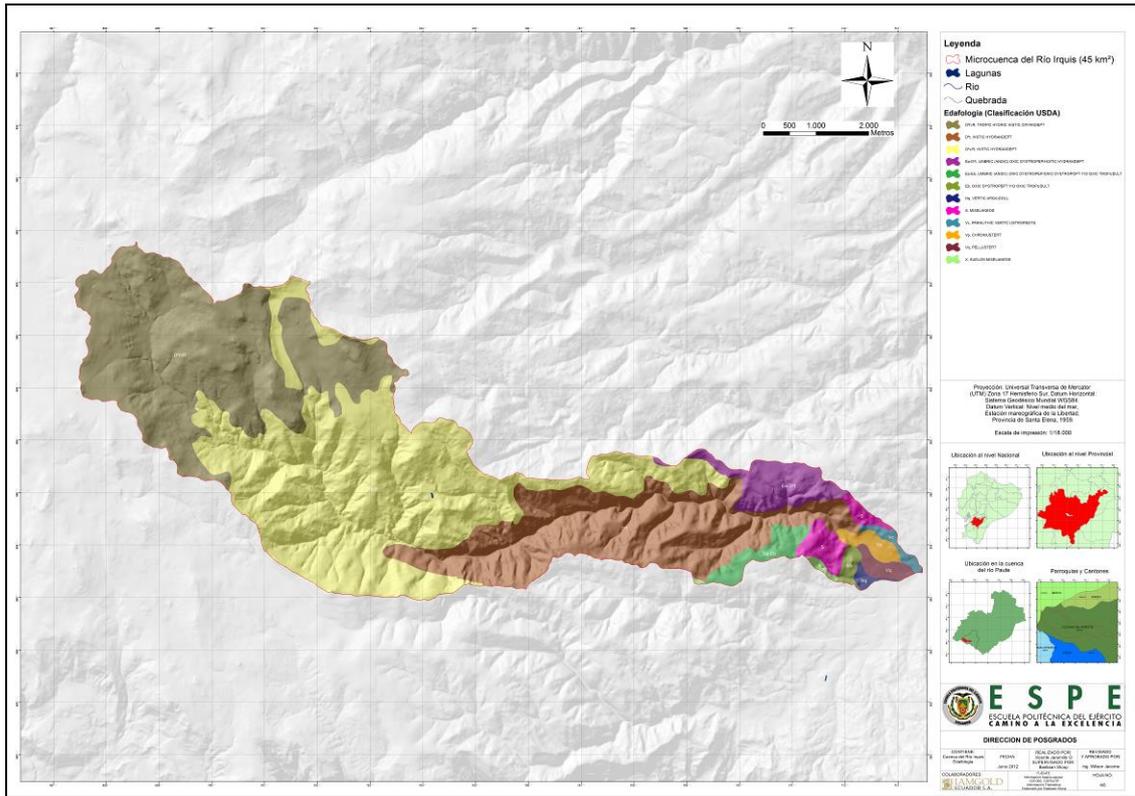


Figura 15. Mapa de suelos de la Microcuenca del Río Irquí

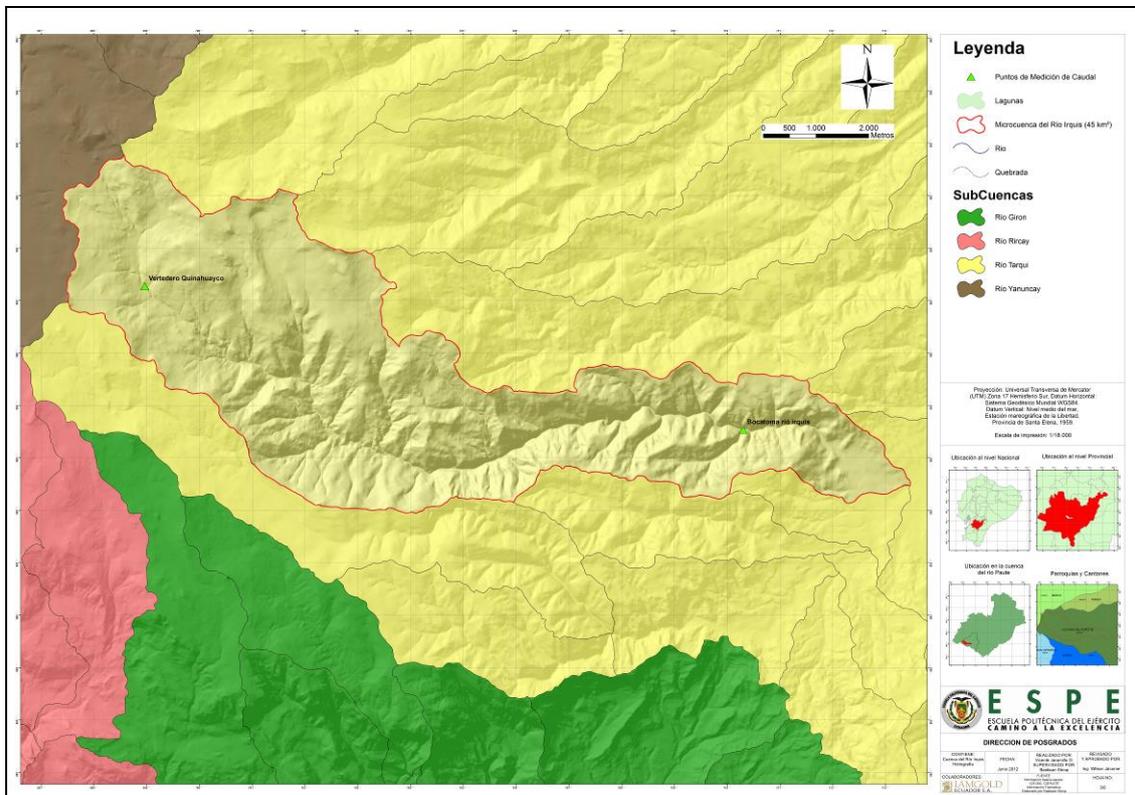


Figura 16. Mapa hidrográfico de la microcuenca del Río Irquí y colindantes

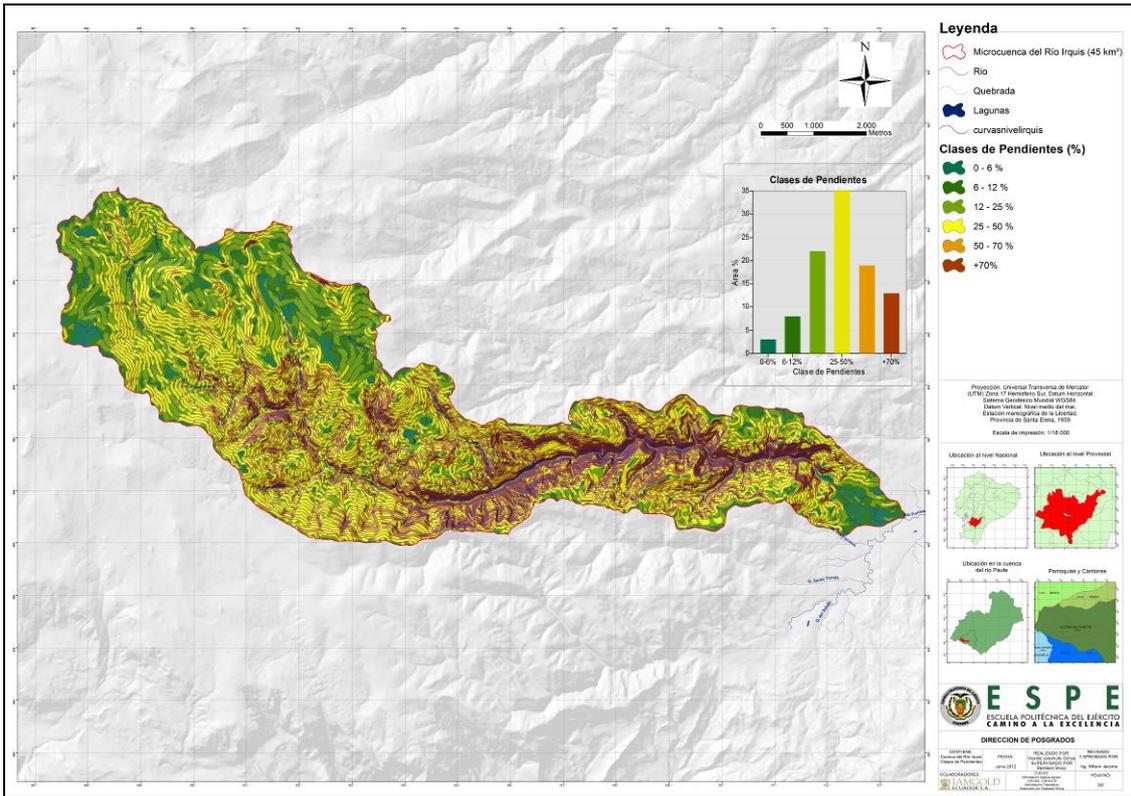


Figura 17. Mapa de pendientes de la Microcuenca del Río Irquis

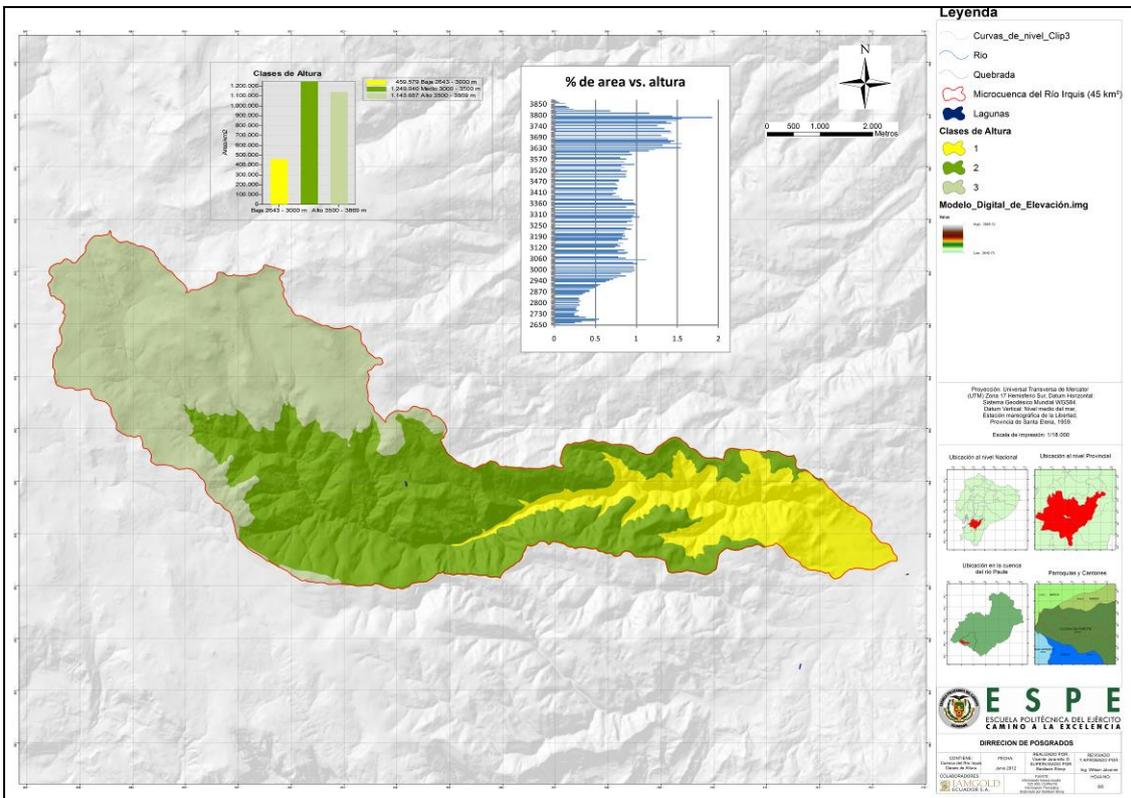


Figura 18. Mapa de zonificación de la microcuenca del Río Irquis

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La precipitación es la variable dominante en la generación espacial y temporal de caudal en los ríos de la cuenca de estudio durante los periodos húmedos. Mientras durante épocas secas las propiedades de los suelos existentes, principalmente Andosoles e Histosoles, son los responsables de la magnífica regulación de agua que se traduce en un alto flujo base.
- Al comparar los datos de precipitación con el caudal en la parte alta, se puede ver claramente que existe una relación directa entre estos dos parámetros, mientras que al relacionar la precipitación con el caudal de la parte baja, se puede notar que no existe una relación directa, por lo tanto la precipitación en la microcuenca no se distribuye de manera uniforme, sino espacial y temporal.
- De acuerdo, al valor estimado para el tiempo de concentración basado en las características fisiográficas de la cuenca, es de 85,98 minutos, la cuenca responde rápidamente ante un evento de precipitación. Esto debido a que: en la zona la precipitación es constante durante el año, la gran cantidad de pequeñas vertientes aportantes al cauce principal que drenan la cuenca, la humedad del suelo cercana a saturación la mayor parte del año y las zonas saturadas, comúnmente Histosoles, que producen flujo rápido directo hacia los cauces.
- De acuerdo al factor de forma la cuenca de estudio no es propensa a crecidas, pero esto puede ser contradictorio, debido principalmente a la precipitación constante durante el año y las razones expuestas anteriormente, hacen que la cuenca responda rápidamente frente a eventos extremos haciéndola proclive a crecidas.
- De la información recolectada y las observaciones de campo se han identificado dos principales tipos de escurrimiento, superficial o directo en zonas saturadas generalmente ubicadas en el fondo de valle con pendiente baja, en donde el principal tipo de suelo es el Histosol, y subsuperficial en zonas donde la pendiente es mayor o laderas, siendo en estos lugares los Andosoles los suelos dominantes, adicionalmente no existe evidencia de flujo Hortoniano en las laderas de acuerdo a las visitas de campo.
- Desde el punto de vista biológico, a pesar de las intervenciones antrópicas y su historia de uso y perturbación, se mantiene todavía como un ecosistema con buena salud por su diversidad, endemismo y la presencia de especies indicadoras de buen estado de conservación.

Recomendaciones

- La elaboración de éste proyecto dejó ver la necesidad de seguir generando información relacionada al caudal y más parámetros hidro-climáticos, a fin de contar con una base de datos para la generación de un verdadero balance hídrico de la microcuenca.
- Incrementar los puntos de monitoreo tanto para cantidad como para calidad de agua, considerando que en la parte alta de la microcuenca se desarrollará un proyecto estratégico minero.
- Debe existir mayor apoyo por parte de las autoridades gubernamentales y organismos de control para la ejecución de proyectos de éste tipo.

- Es importante que instituciones y organismos de control, dedicadas a la investigación, conservación, protección y planificación del aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables del país, tomen como línea base los resultados de este proyecto.

V. Bibliografía

1. APARICIO, M. F. 1992. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial limusa s.a de c.v primera edición 1989, primera reimpresión 1992 México
2. BORJA, P. y J. GARRIDO (2003), Análisis de las Características Microfísicas de los Andosoles y la Influencia del Uso del Suelo en su Capacidad de Retención de Agua. Tesis Pregrado. PROMAS- Universidad de Cuenca
3. BUYTAERT, W. (2004), The properties of the soils of the south Ecuadorian páramo and the impact of land use changes on their hydrology, Ph.D. dissertation, 228pp, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium.
4. BUYTAERT, W., B. DE BIÈVRE, G. WYSEURE, y J. DECKERS (2005), The effect of land use changes on the hydrological behaviour of Histic Andosols in south Ecuador, Hydrol. Proc., 19(20), 3985-3997.
5. BUYTAERT, W., R. CELLERI, B. De BIÈVRE, F. CISNEROS (2004), Hidrología del Páramo Andino: Propiedades, Importancia y Vulnerabilidad. Publicación Digital en la página Web de Wouter Buytaert <http://www.paramo.be/pubs/ES/Hidroparamo2.pdf> Búsqueda realizada el 15 de septiembre del 2012.
6. BUYTAERT, W., V. INIGUEZ, y B. DE BIÈVRE (2007), The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo, Forest Ecol. Manag., 251, 22-30.
7. CAJAMARCA, D. y G. TENORIO (2009), Estudio Geomorfológico y de Suelos del Paramo de Quimsacocha. Tesis Pregrado. PROMAS- Universidad de Cuenca
8. Coppus et al. 2000 en: Minga, D. & Nugra, F. 2009. Flora vascular y líquénica del Qapaq-Ñan. Informe Técnico no Publicado
9. CRESPO, P., R. CELLERI, W. BUYTAERT, V. IÑIGUEZ, P. BORJA, B. DE BIEBRE, F. CISNEROS y J. FEYEN (2009), Land use change impacts on the hidrology of Andean páramo ecosystems. In: a. herrmann and S. Shumann (eds), extended abstracts of the international Workshop on Status and Perspectives of Hidrology in Samall Basins, 30 March – 2 Abril, Goslar – Hahnenklee, Republic of Germany, J. of Landschaftsokologie und Umwltforschung, 306pp.
10. De BIÈVRE, B., V. IÑIGUEZ y W. BUYTAERT (2006), Hidrología del Páramo: Importancia, propiedades y vulnerabilidad. Conocer para conservar. Publicación digital en la página web de Wouter Buytaert. <http://www.paramo.be/pubs/ES/Hidroparamo.pdf> Búsqueda realizada el 15 de julio del 2012.
11. FAO/ISRIC/ISSS (1998), World Reference Base for Soil Resources. *World Soil Resources Report 84*, 88pp., FAO, Rome.
12. Herramienta para la Caracterización Geomorfológica de Cuencas Hidrográficas. José Guadalupe Valtierra, Dr. Miguel Ángel Domínguez, Centro Queretano de Recursos Naturales Universidad Autónoma de Querétaro.
13. AMGOLD (2006), Reporte de exploración. IAMGOLD Ecuador S.A., *Tech. Rep.*, 120pp, IAMGOLD Ecuador S.A., Cuenca, Ecuador.
14. Minga, D. & verdugo, A. 2007. Flora del parque Nacional Cajas. Informe técnico no publicado.

15. PRATT, W. T., J. F. FIGUEROA, y B. G. FLORES (1997), Geology and mineralization of the area between 3 and 48S, Western Cordillera, Ecuador. *Open File Report, WCr97r28*, British Geological Survey.
16. PROMAS/IAMGOLD (2009), Elaboración de la línea base en hidrología de los páramos de Quimsacocha y su área de influencia. *Tech. Rep.*, 68 pp., Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
17. Sierra, R., 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN / GDF – BIRF y Eco Ciencia. Quito, Ecuador.
18. Ulloa, C. & Jorgensen, P. 1995. Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador. Ed. Abya – Yala. 329 pp.
19. VEN TE CHOW, DAVID R, MAIDMENT, LARRY W. WAYS. Hidrología aplicada 1994
20. <http://ingenieriaforestalut.blogspot.com/2010/08/libro-cuencas-hidrograficas-bases.html>
21. <http://www.celec.com.ec/hidropaute/index.php/es/cuenca-del-rio-paute>
22. http://gis.uazuay.edu.ec/atlas_jubones/canton.html
23. http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manejo_integral_microcuencas/manejo_integral_microcuencas2.pdf
24. <http://pirna.com.ar/system/files/PON-Natenzon-et%20al-Cuenca%20hidrografica.pdf>
25. <http://www.wordreference.com/definicion/hidrograf%C3%ADa>
26. <http://que-significa.com.ar/significado.php?termino=hidrograf%EDa>
27. <http://personales.upv.es/~rperez/EGRH/2006/TransparenciasT1.pdf>
28. http://www.wikipedia.org/wiki/Balance_h%C3%ADrico
29. <http://www.eicunsa.tk>
30. <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionHQ03.pdf>
31. <http://www.crahi.upc.edu/es/proyectos/conocimiento/75-que-es-la-hidrometeorologia>