

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FICAYA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN VICENTE, CORRESPONDIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA LÍNEA DE FLUJO DEL POZO SHUSHUQUI 13, CANTÓN LAGO AGRIO, PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”

AUTOR: MANUEL TREJO
DIRECTOR: ING. GUILLERMO BELTRÁN

AGRADECIMIENTO

- * Ministerio del Ambiente (MAE)
- * Programa de Remediación Ambiental y Social (PRAS)
- * Centro de Transferencia de Tecnologías (CTT-FICAYA)
- * Al Ing. Guillermo Beltrán (Director de Tesis), por sus acertados comentarios y recomendaciones, y a todos los asesores que me dieron las sugerencias necesarias para enriquecer el contenido del presente trabajo.

Problemas

Retención de hidrocarburos en zonas planas en la microcuenca

No existe datos de parámetros meteorológicos

No existe base de datos de caudales

FALTA DE INFORMACIÓN

MICROCUCUENCA DEL RÍO SAN VICENTE

Intervención Humana

Contaminación RR.NN. Por Hidrocarburos.

Rotura de la tubería



Contaminación del recurso agua



Contaminación del recurso suelo

JUSTIFICACIÓN

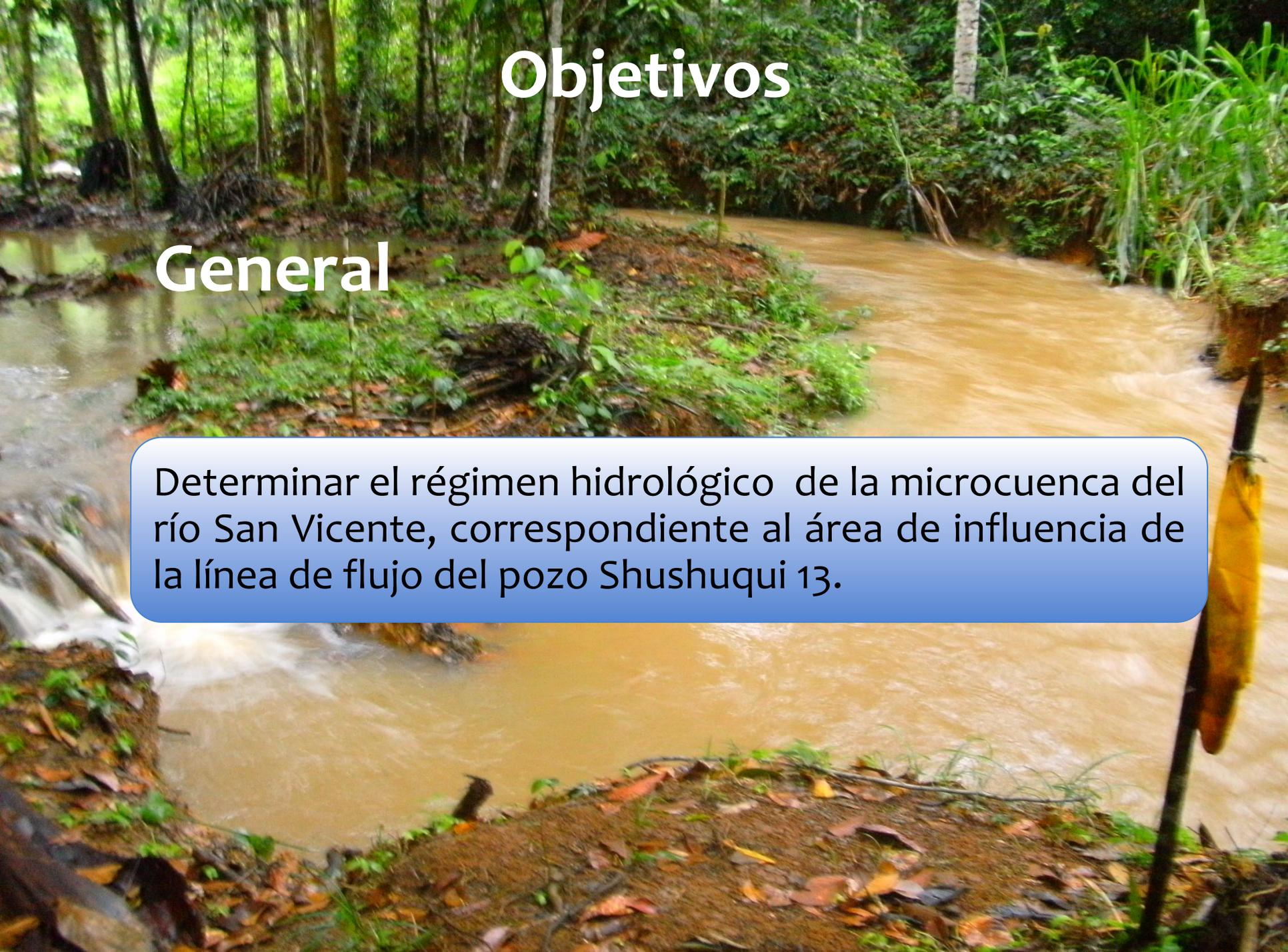


Genera información necesaria para realizar el diseño de los diques los mismos que servirán para contrarrestar la contaminación.

Servirá para la elaboración de programas de agricultura en la época seca y lluviosa.

Utilizará para la planificación de técnicas de tratamiento en el campo.

Objetivos

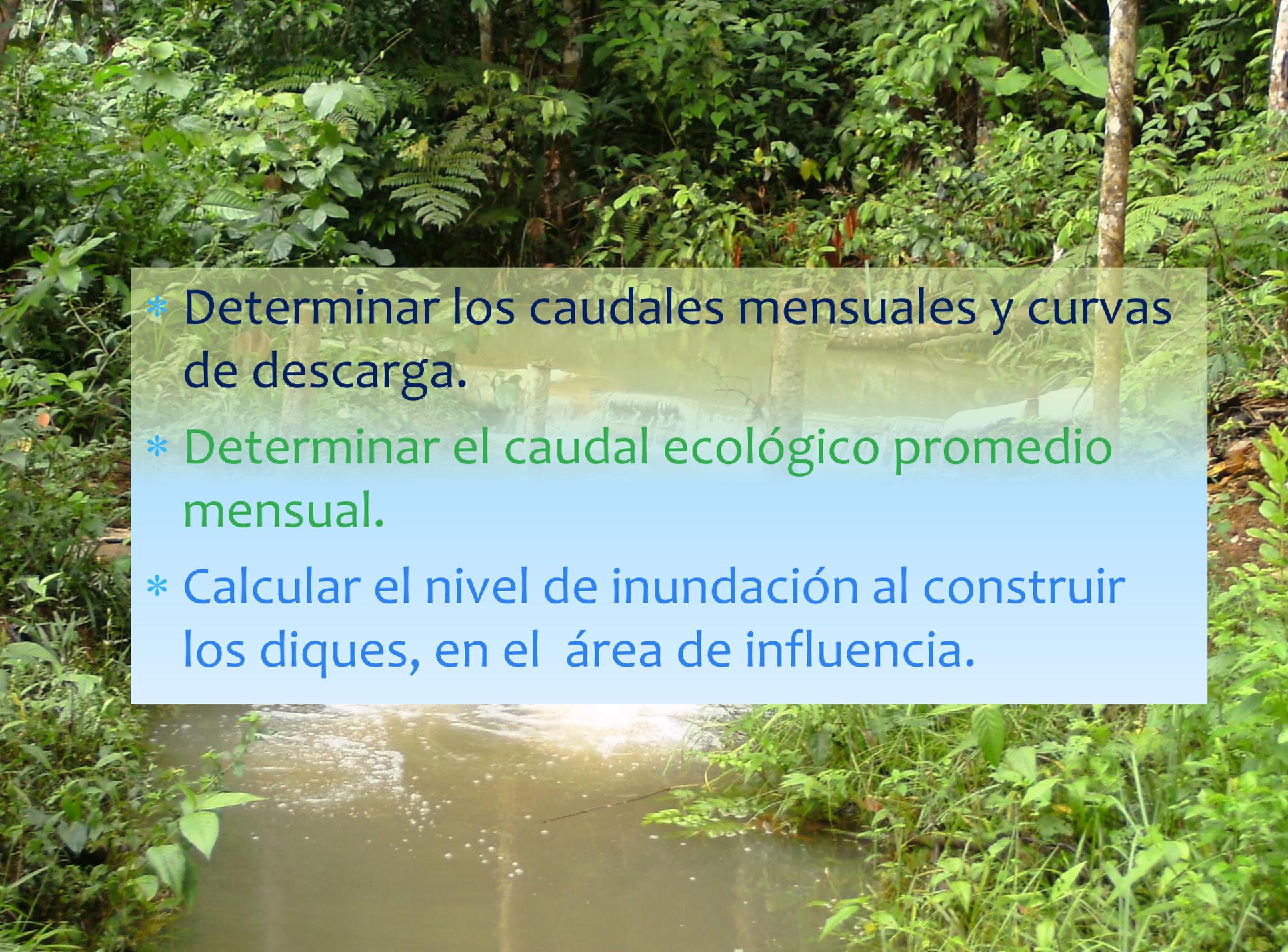


General

Determinar el régimen hidrológico de la microcuenca del río San Vicente, correspondiente al área de influencia de la línea de flujo del pozo Shushuqui 13.

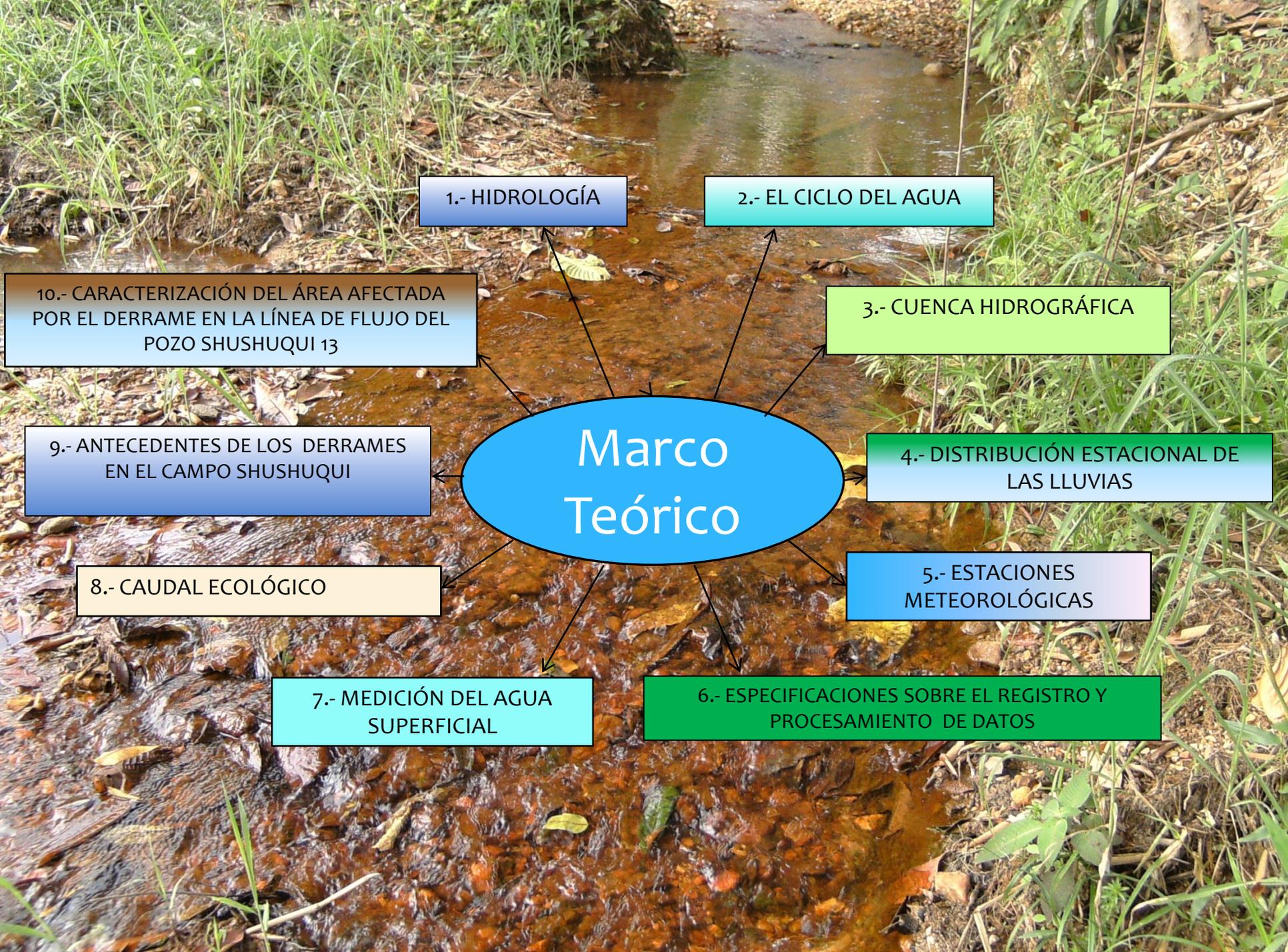
Específicos

- * Realizar la caracterización del área de estudio.
- * Realizar el levantamiento topográfico y cartográfico del área de influencia.
- * Analizar y cuantificar los componentes del balance hídrico, precipitación, evapotranspiración en el área.
- * Procesar e interpretar los datos obtenidos de la estación meteorológica digital.

- 
- * Determinar los caudales mensuales y curvas de descarga.
 - * Determinar el caudal ecológico promedio mensual.
 - * Calcular el nivel de inundación al construir los diques, en el área de influencia.

Pregunta Directriz

- * ¿Influirá el régimen hidrológico en la construcción de obras civiles en la microcuenca del río San Vicente?
- * ¿El incremento del nivel de agua en el embalse, afectará a las unidades experimentales?



1.- HIDROLOGÍA

2.- EL CICLO DEL AGUA

3.- CUENCA HIDROGRÁFICA

4.- DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE LAS LLUVIAS

5.- ESTACIONES METEOROLÓGICAS

6.- ESPECIFICACIONES SOBRE EL REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

7.- MEDICIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL

8.- CAUDAL ECOLÓGICO

9.- ANTECEDENTES DE LOS DERRAMES EN EL CAMPO SHUSHUQUI

10.- CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA AFECTADA POR EL DERRAME EN LA LÍNEA DE FLUJO DEL POZO SHUSHUQUI 13

Marco Teórico



**METODOLOGÍA PARA
EL ESTUDIO
HIDROLÓGICO DE LA
MICROCUEENCA DEL
RÍO SAN VICENTE**

**1. Caracterización del
Área de Estudio**

**2. Georeferenciación y
levantamiento
topográfico**

**3. Implantación de
Estación
Meteorológica y
Análisis de
parámetros
meteorológicos**

**4. Medición de
Caudales**

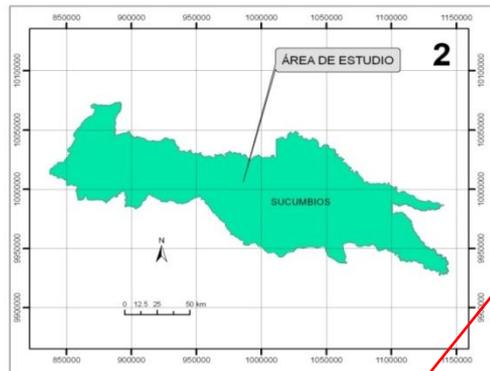
5. Caudal Ecológico

UBICACIÓN

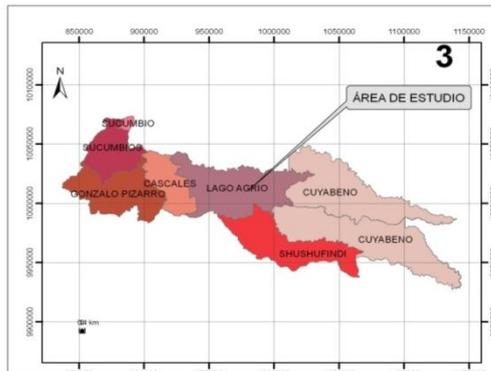
UBICACIÓN EN EL ECUADOR



UBICACIÓN EN LA PROVINCIA DE SUCUMBIOS



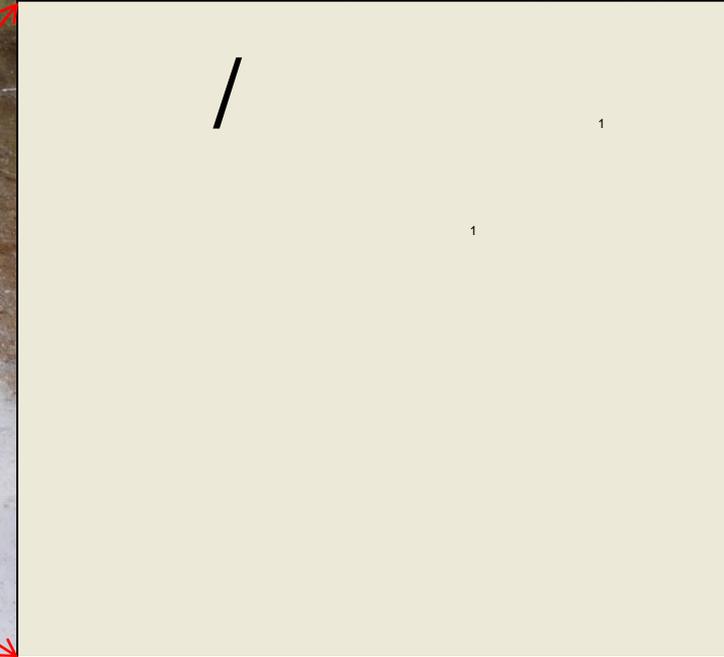
UBICACION DEL CANTON LAGO AGRIO



UBICACION DE LA PARROQUIA PACAYACU



MICROCUENCA DEL RÍO SAN VICENTE



1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

1ra. FASE

* RECORRIDO DEL AREA

2da. FASE

- OBSERVACIÓN DIRECTA
- ENTREVISTAS A LOS MORADORES CON GUIAS ILUSTRADAS DE LA FLORA Y FAUNA



2. Georeferenciación y levantamiento topográfico

- * ESTACION TOTAL SOKKIA – SCT6 – D22852
- * GPS GARMIN 60 CSx



IMPLANTACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA HOBO® Micro Station

- * CONSTRUCCIÓN BASE
- * CERRAMIENTO

SOFTWARE:
Box Car Pro 4



PARÁMETROS:

Precipitación,
Temperatura,
Humedad Relativa,
Punto de Rocío,
Presión Atmosférica,
y Radiación Solar.



4.- Medición de Caudales

Sección de Aforo



- Situada sobre un lecho fluvial en lo posible recto.
- **Sección preferentemente uniforme.**
- **Pendiente regular a lo largo del tramo.**
- **No existan islotes que interfieran en la regularidad de la sección.**
- **No exista un sitio desbordante.**
- No coincida con la llegada de caudales afluentes.
- La sección a medir abarque la totalidad del caudal, verificando que no existan ramificaciones del cauce aguas arriba.
- No existan sectores de zonas muertas, contracorrientes, remolinos, o que sean lechos fangosos.



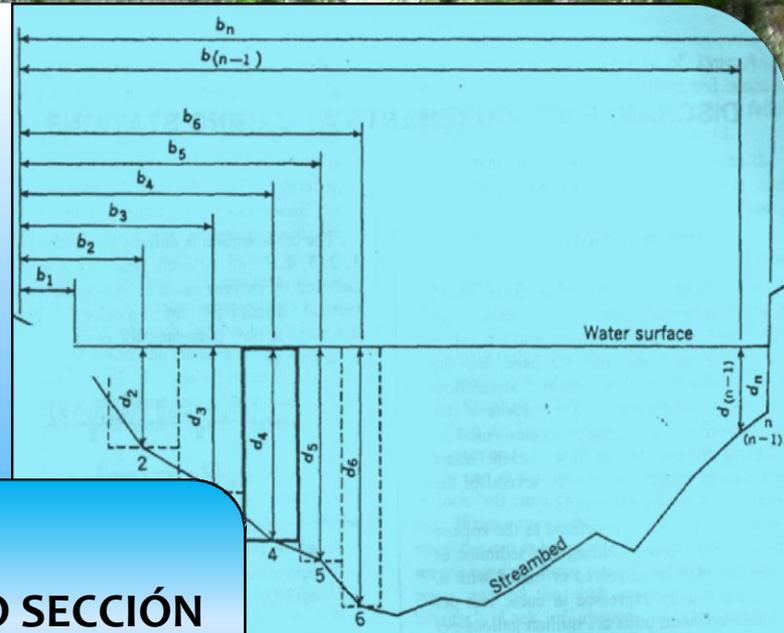
Técnicas de Aforo

- 1.- Molinete Electrónico (Método Sección Media)
- 2.- **Aforo utilizando Vertederos (Vertedero de Pared Delgada Triangular)**
- 3.- **Aforo con Flotadores de Superficie**
- 4.- **Método Volumétrico**

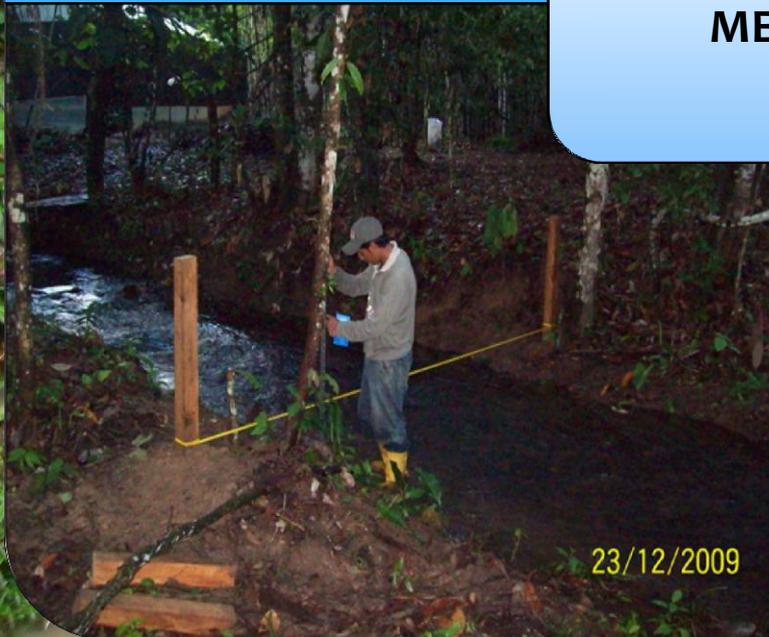
EXPLICACIÓN

1, 2, 3...n Puntos de observación
 b_1, b_2, b_3, \dots Distancia, desde el punto inicial hasta el punto de observación.
 d_1, d_2, d_3, \dots Profundidad de agua, en el punto de observación.

Las líneas discontinuas de Límites de las secciones parciales, indican el texto del método de la sección media.



MÉTODO SECCIÓN MEDIA



Fórmula:
$$Q = \Sigma (A.V)$$

VERTEDERO DE 90 GRADOS

VERTEDERO TRIANGULAR

Tabla Calculo Del Caudal

Q=	$Ce * 8/15 * \sqrt{2g} * \tan(\theta/2) h_e^{2,5}$
Ce=	0,578
g=	9,8
θ =	90
he=	$h1 + Kn$
h1=	Altura de la carga medida
Kn=	0,0008
$\sqrt{2}$ =	1,41
$\sqrt{2g}$ =	4,427
8/15=	0,533

FÓRMULA

$$Q = C \frac{8}{15} \sqrt{2} g \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) h_e^{2.5}$$



CUANDO EXISTE MÁXIMAS CRECIDAS
DETERMINA LA VELOCIDAD SUPERFICIAL CON AYUDA
DE UN CUERPO FLOTANTE

MÉTODO FLOTADORES DE SUPERFICIE

Fórmula del Caudal

$$Q = A_m \times V$$

Fórmula de Manning para la Velocidad

$$V = (R^{2/3} \times S^{1/2}) / n$$

En donde:

R= Radio hidráulico en metros o profundidad hidráulica media

S= Pendiente media del canal en metros por metro

n= Es un coeficiente, conocido como coeficiente de rugosidad de Manning

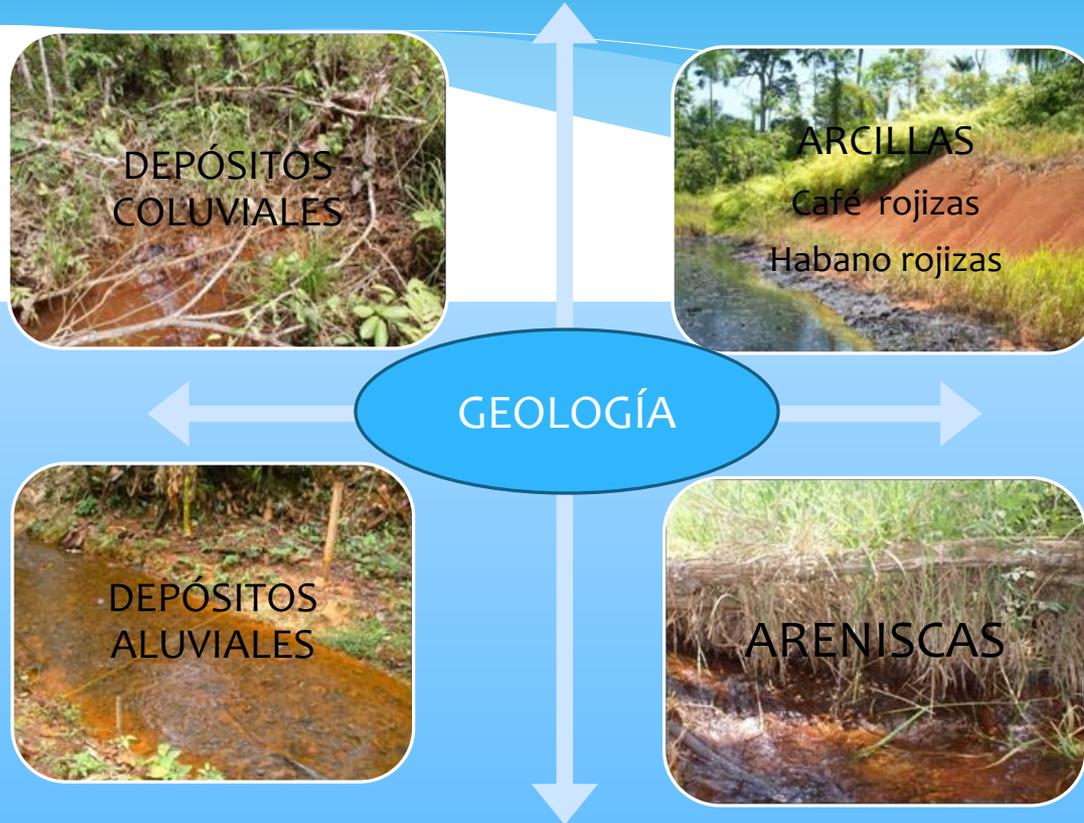
n= 0.016 – 0.150 (Dependiendo de la corriente y la vegetación)

5.- CAUDAL ECOLÓGICO

* MÉTODO TENANT.

- * Identifica diferentes niveles de caudales recomendados como adecuados para la vida acuática con base en diversas proporciones de los caudales medios. (Aceman & Dunbar, 2004; Moore, 2004; Smakhtin, 2001; Stewardson, 2005),
- * El 10 % del caudal medio anual es el mínimo recomendable.
- * El 30 % del caudal medio anual es recomendable para mantener un hábitat adecuado para la sobrevivencia de las diversas formas de vida acuática.
- * El 60 % del caudal medio anual es recomendable para generar un hábitat de características excelentes a excepcionales para la mayoría de las formas de vida acuática. (García et al. 1999; Maunder & Hindley, 2005; Pyrcce, 2004).

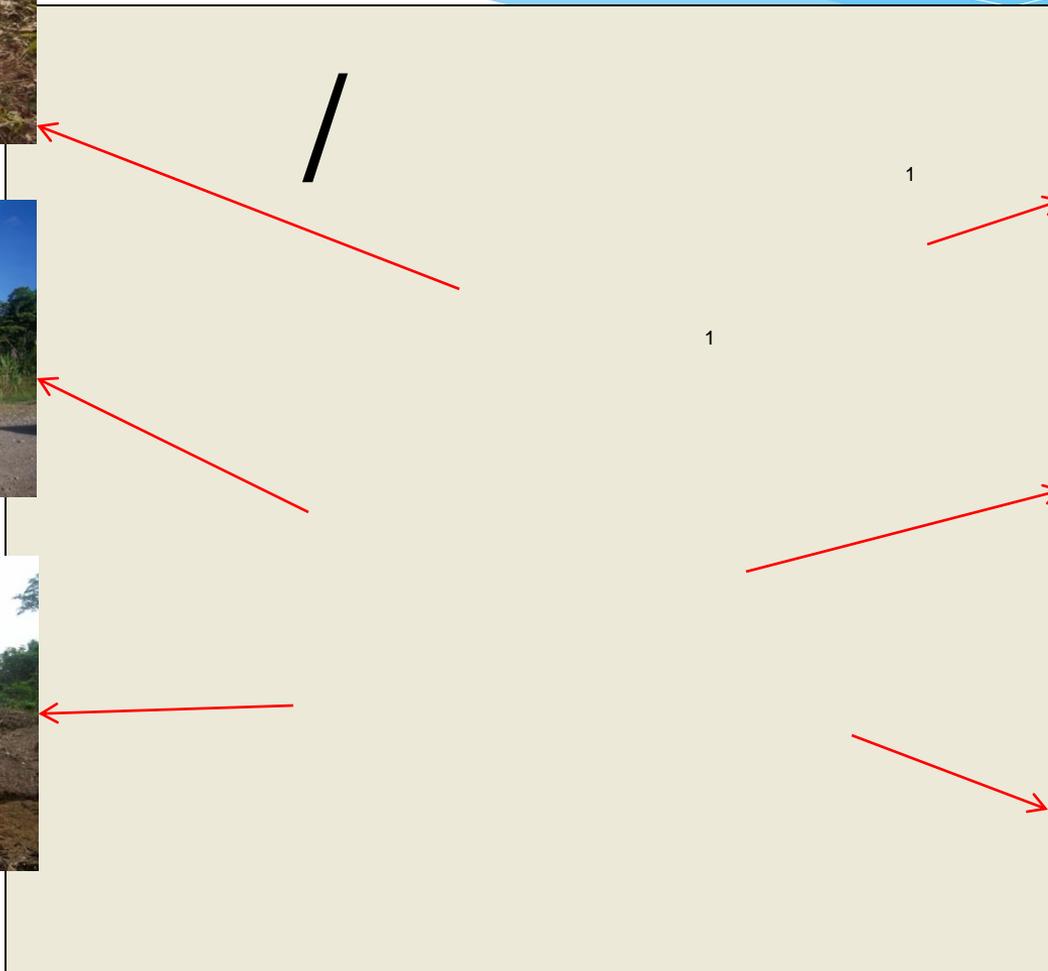
RESULTADOS Y DISCUSIONES



GEOMORFOLOGÍA

PENDIENTE DE LA MICROCUENCA

		AREA (m ²)	PORCENTAJE AREA TOTAL (%)
1	0-5 Plano	285666,92	28,97
2	5-12 Ligeramente Ondulado	43165,04	4,37
3	12-25 Ondulado	287715,96	29,08
4	25-50 Montañoso	184029,04	18,66
5	50-70 Muy Montañoso	57148,11	5,74
6	>70 Escarpado	129185,61	13,10
TOTAL			100.0



Medio Biótico

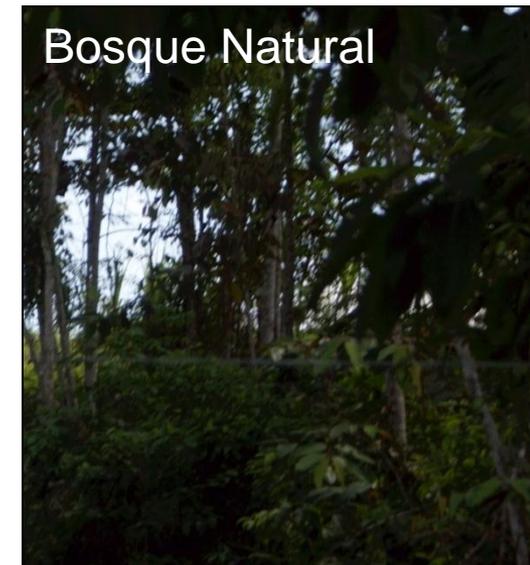
Flora

Especie	Familia	Nombre Vulgar	Hábito
<i>Paspalum fasciculatum</i>	Poaceae	Gramalote	Hierba
<i>Psidium guajava</i>	Mirtaceae	Guayaba	Arbusto
<i>Polypodium sp.</i>	Polypodiaceae	Helecho	Hierba
<i>Ptelipteris</i>	Ptelipteridaceae	Helecho	Hierba
<i>Eugenia sp.</i>	Mirtaceae		Hierba
<i>Killinga pumila</i>	Cyperaceae	Killinga	Hierba
<i>Toccoca sp.</i>	Melastomataceae	Toccoca	Arbusto
<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	Anturio	Liana
<i>Iriartea deltoidea</i>	Araceae	Palmera	Árbol
<i>Astrcarium chambira</i>	Araceae	Chambira	Árbol
<i>Geonoma sp.</i>	Arecaceae	Cola de pez	Arbusto
<i>Cyperus odoratus</i>	Ciperaceae	Coquitos	Hierba
<i>Vismia sp.</i>	Cluciaceae		Arbusto
<i>Gurania pedata</i>	Cucurbitaceae		Liana
<i>Alsophila cuspidata</i>	Cyatheaceae	Helecho arbóreo	Arbusto
<i>Dioscoria sp.</i>	Dioscoriaceae		Liana
<i>Banara guianensis</i>	Flacourtiaceae		Arbusto
<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae		Arbusto
<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae	Guarumo	Árbol
<i>Ficus maxima</i>	Moraceae		Hierba
<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae		Arbusto



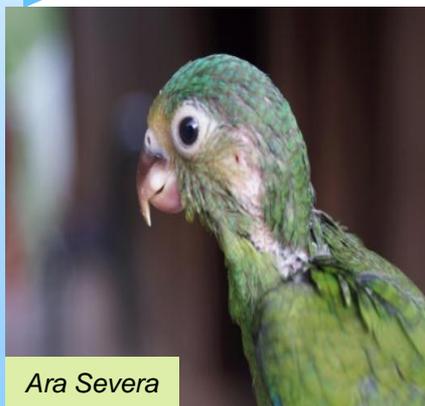
Flora

Especie 1	Poaceae	Pasto (caña morada)	Hierba
<i>Polypodium attenuatum</i>	Polypodiaceae	Helecho	Hierba
<i>Mimosa pudica</i>	Fab-Mimosoideae	Sensitiva	Hierba
<i>Inga sp.</i>	Fab-Mimosoideae	Guaba	Árbol
<i>Heliconia sp.</i>	Heliconiaceae	Heliconia	Arbusto
<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	Plátano	Arbusto
<i>Bohemeria sp.</i>	Urticaceae	Ortiguilla	Hierba
<i>Annona sp.</i>	Annonaceae	Annona	Árbol
<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae	Chontaduro	Árbol
<i>Asplenium sp.</i>	Aspleniaceae	Helecho	Hierba
<i>Ocotea quixos</i>	Lauraceae	Ishpingo	Árbol
<i>Ficus sp.</i>	Moracea	Matapalo	Liana
<i>Psychotria sp.</i>	Rubiaceae	Labios ardientes	Arbusto
<i>Selaginella sp. 1</i>	Selaginellaceae	Selaginela	Hierba
<i>Selaginella sp. 2</i>	Selaginellaceae	Selaginela	Hierba
Especie 3	Arecaceae	Palmera	Árbol
Especie 4	Arecaceae	Palmera	Árbol
<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Jacaranda	Árbol



FAUNA

AVES



Ara Severa



Vanellus Silencis

	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	OTROS REGISTROS
Aves	Carpintero crestirrojo	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Observación directa
	Carpintero penachiamarillo	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Observación directa
	Tucán goliblanco (Dios te de o predicador)	<i>Ramphastos tucanus</i>	Observación directa
	Guacamayo azul y amarillo	<i>Ara ararauna</i>	Observación directa
	Pava de monte	<i>Pipile cumanensis</i>	Observación directa
	Loro	<i>Ara severa</i>	Observación directa
	Garza estriada	<i>Butorides striatus</i>	Conversación moradores.
	Gavilan alirrojizo	<i>Buteo magnirostris</i>	Observación directa
	Golondrina fajiblanca	<i>Atticora fasciata</i>	Conversación moradores.
	Mirlo piconegro	<i>Turdus ignobilis</i>	Observación directa
	Perico alicobalto	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Observación directa
	Oropendola	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Observación directa



Campephilus melanoleucos



Melanerpes cruentatus

MAMÍFEROS

	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	OTROS REGISTROS
Mamíferos	Danta	<i>Tapirus terrestris</i>	Huellas
	Capibara	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Conversación moradores.
	Cuchucho	<i>Nasua nasua</i>	Obs. Directa
	Cusumbo	<i>Potos flavus</i>	Conversación moradores.
	Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Conversación moradores.
	Mono chichico (mono de bolsillo)	<i>Callithrix pygmaea</i>	Obs. Directa
	Puerco espín	<i>Coendou bicolor</i>	Obs. Directa
	Puerco zajino	<i>Pecari tajacu</i>	Obs. Directa
	Guanta	<i>Cuniculus paca</i>	Madriguera
	Guatusa	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Madriguera
	Guatín (tin-tin)	<i>Myoprocta pratti</i>	Conversación moradores.
	Ardilla	<i>Sciurus sp.</i>	Obs. Directa
	Mono ardilla (payaso)	<i>Saimiri sciureus</i>	Obs. Directa
	Raposa	<i>Caluromys lanatus</i>	Obs. Directa
	Armadillo	<i>Dasypus sp.</i>	Obs. Directa
	Mono lanudo (chorongo)	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Conversación moradores.
	Nutria	<i>Lontra longicaudis</i>	Conversación moradores.
Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	Conversación moradores.	



Peces, Anfibios y Reptiles

	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	OTROS REGISTROS
Reptiles	Equis	<i>Bothrops atrox</i>	Obs. Directa
	Coral	<i>Micrurus sp.</i>	Obs. Directa
	Boa	<i>Boa constrictor</i>	Obs. Directa
	Verrugosa	<i>Lachesis muta</i>	Obs. Directa
	Lora	<i>Bothriechis schlegelii</i>	Obs. Directa
	Lagartija	NI	Obs. Directa
Anfibios	Viejitas	NI	Obs. Directa
	Guanchichi	NI	Obs. Directa
	Damitas	NI	Obs. Directa
	Sardinilla	NI	Obs. Directa
Peces	Rana	<i>Hyla sp.</i>	Obs. Directa
	Sapo	<i>Rinella marinus</i>	Obs. Directa



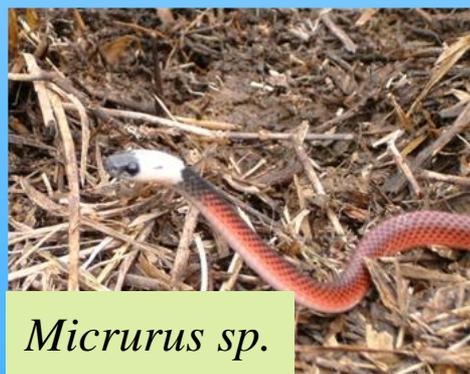
Rinella marinus



Hyla sp.



Lagartija



Micrurus sp.



Viejita

Levantamiento Cartográfico

PARÁMETRO	FÓRMULA	RESULTADO	OBSERVACIONES
PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE LA MICROCUCENCA.			
Área	Software (ArcGis)	A= 0,99 km ² o 99,109 has	Microcuenca del Río "San Vicente"
Perímetro	Software (ArcGis)	P= 3,87 km	Delimitación, foto aérea
Morfometría Lineal			
Longitud del canal principal:	Software (ArcGis)	L= 1,98 km	Longitud Media
Longitud máxima entre los extremos de la cuenca:	Software (ArcGis)	L _m = 1,48 km	Longitud Media
Longitud máxima entre el extremo de la cuenca y el desagüe:	Software (ArcGis)	L = 1,05 km	Longitud Media
Longitud intermedia:	Software (ArcGis)	L ₁₀₋₈₅ = 0,91 km	Longitud Media
Ancho máximo de la cuenca:	Software (ArcGis)	A _m = 1,48 km	Ancho medio
Ancho medio de la cuenca:	$A_m = A / L_m$	A _m = 0,67 km ²	Ancho medio

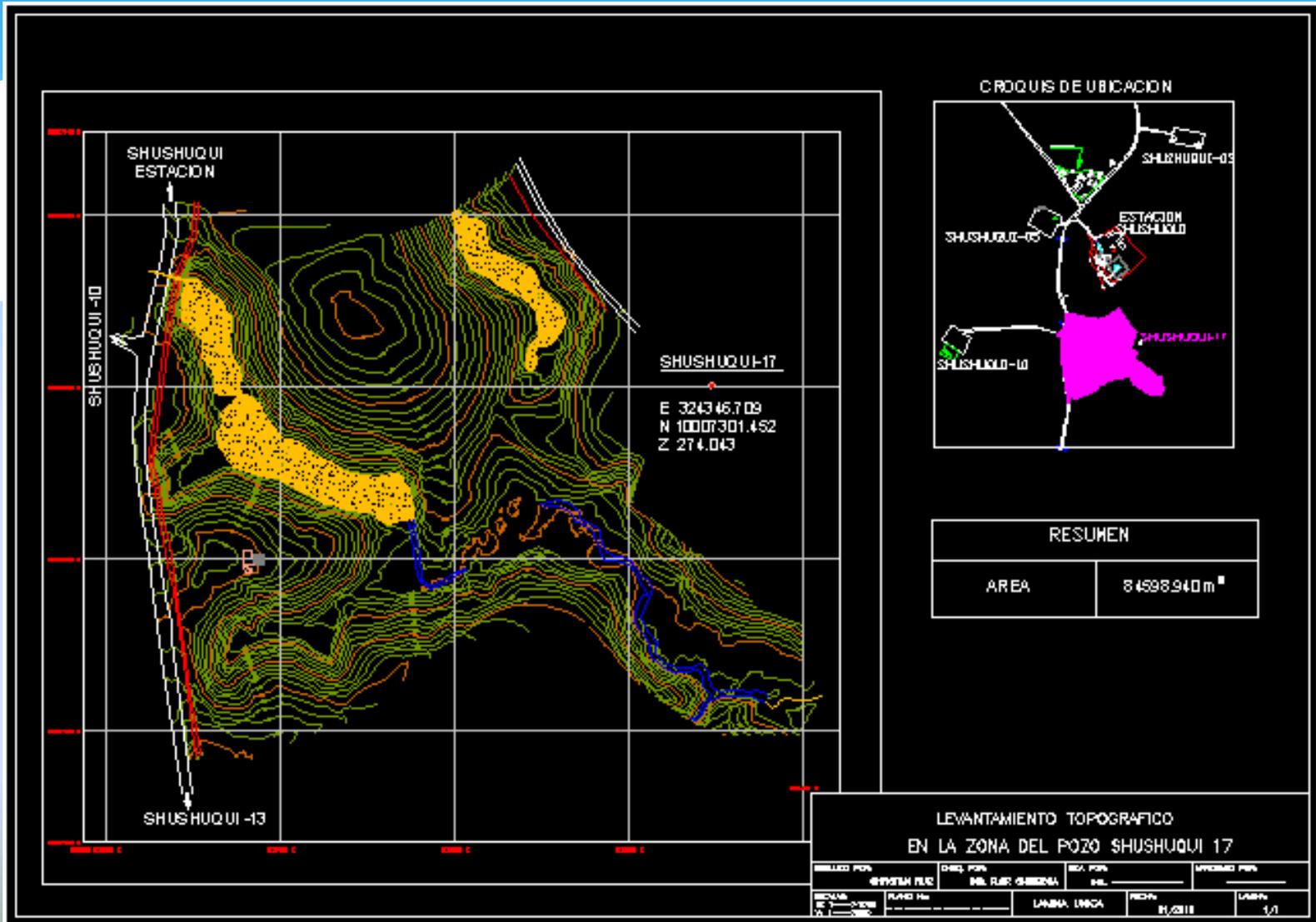
Forma De La Cuenca

<p>Índice De Compacidad (Ic-C)</p>	$C = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$	<p>C=1,09</p>	<p>La microcuenca tiene una forma de casi redonda a oval redonda, la tendencia a las crecidas es alta.</p>
<p>Pendiente media (Ir)</p>	$Ir = \frac{HM - Hm}{1000 \times L} \times 100$	<p>Ir = 2,58</p>	<p>Este valor indica un relieve casi plano, por lo que las aguas de las diferentes corrientes dan lugar a numerosas zonas pantanosas o fáciles de inundarse, lo cual coincide con la realidad de la Microcuenca.</p>

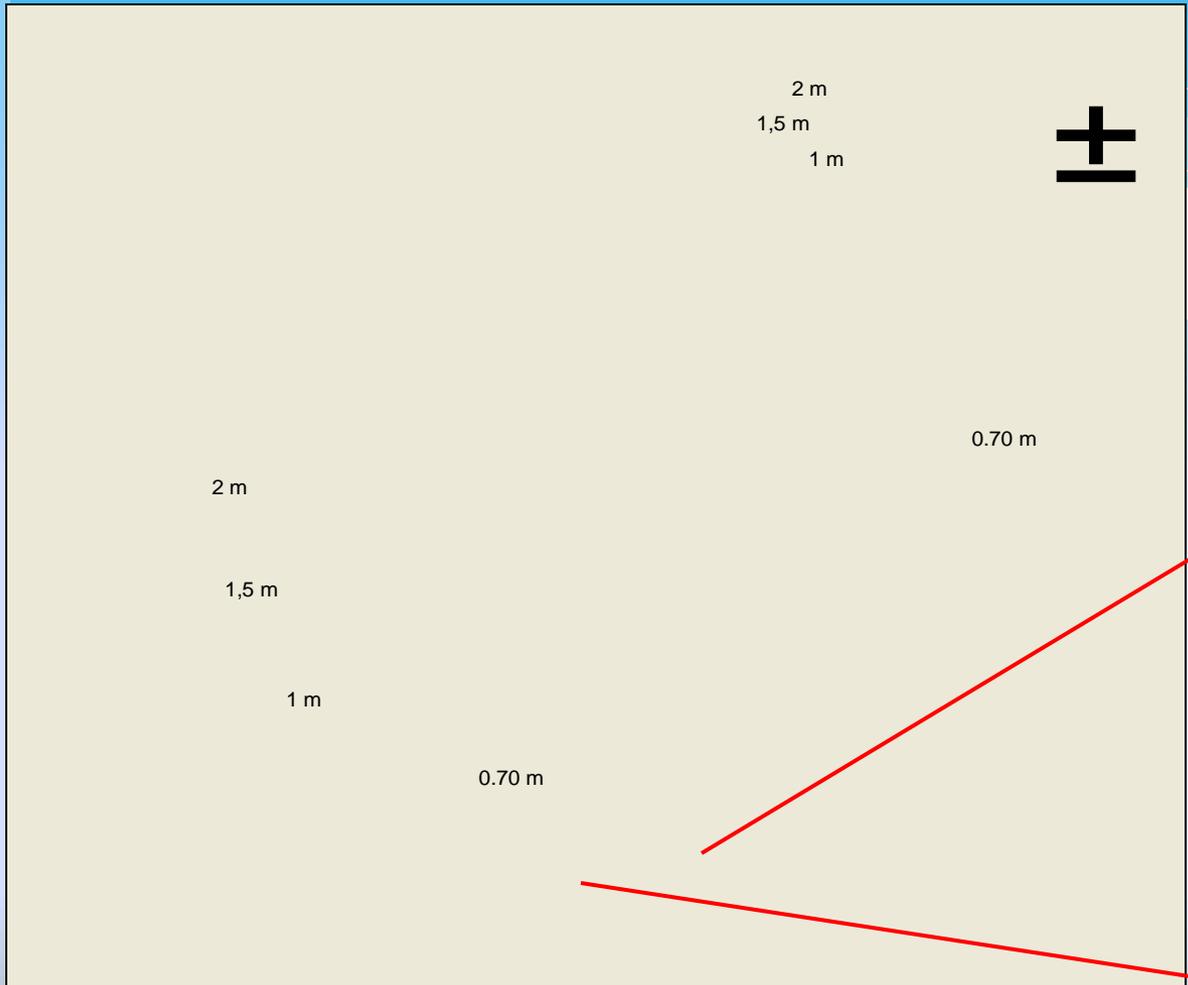
Sistema de Drenaje

<p>DENSIDAD DEL DRENAJE</p>	$Dd = \sum \frac{Lx}{A}$	<p>Dd=4,594 km/km²</p>	<p>Este valor indica una Alta densidad de drenaje, por lo que se debe tomar precauciones, en lo que se refiere a la construcción de cualquier obra de infraestructura, además de tomar en cuenta el parámetro de precipitación en las épocas tanto seca, como lluviosa.</p>
------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------	--

Topografía del Área



ÁREA DE INFLUENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES



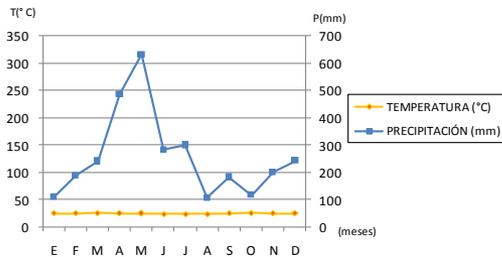
Área de Inundación			
Estero 1		Estero 2	
Altura (m)	Área (m ²)	Altura (m)	Área (m ²)
0.70	2575.02	0.70	1737.42
1	2959.92	1	1916.23
1.50	3886.54	1.50	2403.13
2	4657.13	2	3084.92



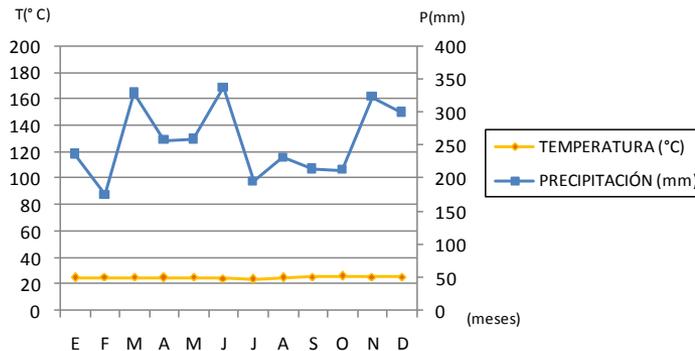
Análisis de los parámetros meteorológicos

* Estaciones Meteorológicas en la Región

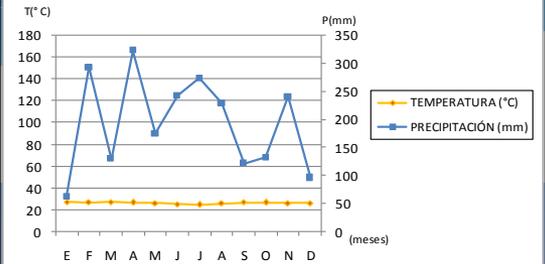
ESTACIÓN TENA



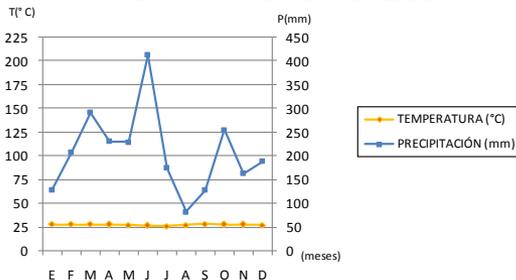
ESTACIÓN SHUSHUQUI



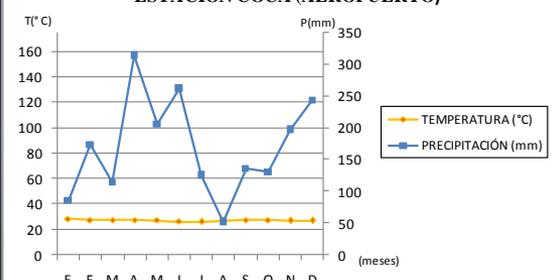
ESTACIÓN LAGO AGRIO



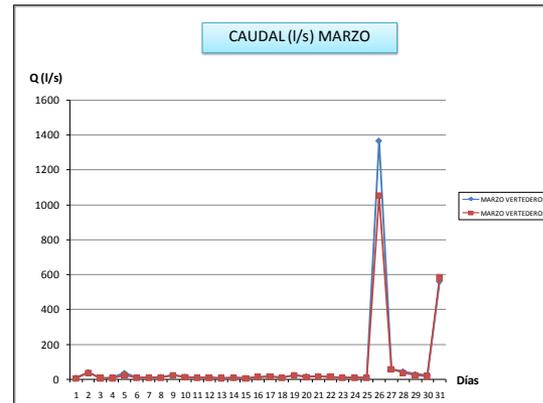
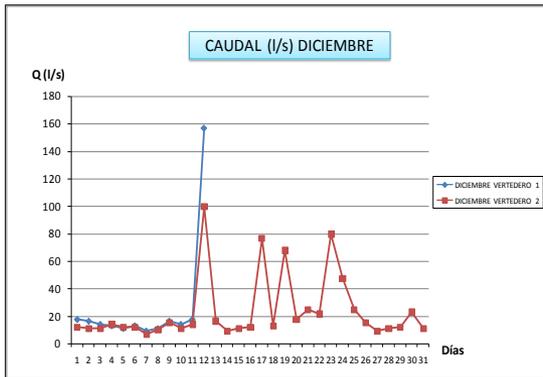
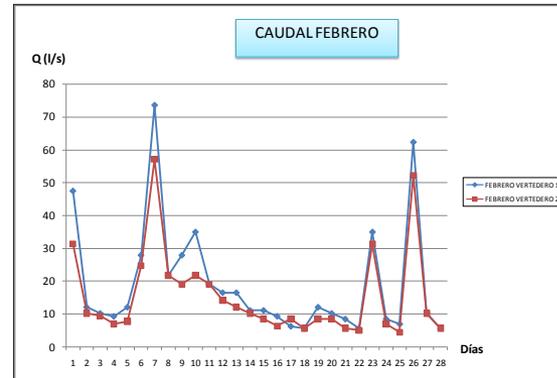
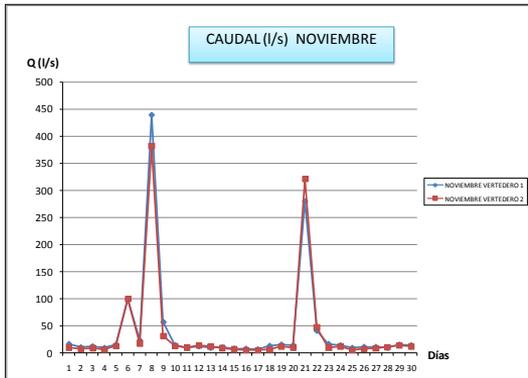
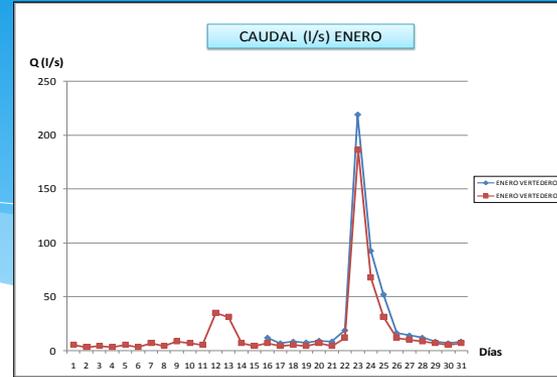
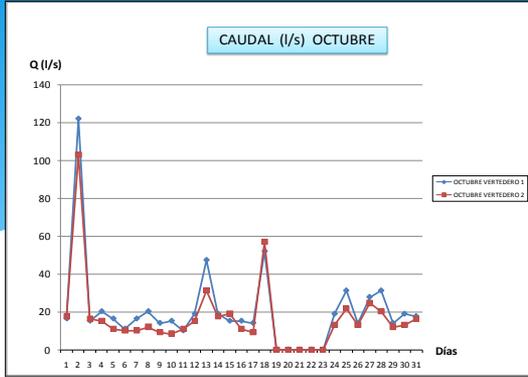
ESTACIÓN NUEVO ROCAFUERTE



ESTACIÓN COCA (AEROPUERTO)



RESULTADO MEDICIÓN DE CAUDALES



CAUDAL PERÍODO 2010

Cuadro de resúmenes de caudales medios obtenidos en los esteros de la microcuenca del río "San Vicente"

Periodo 2009 -2010	Aforo método vertedero triangular (l/s)		Aforo método molinete electrónico (l/s)			Caudal método polígonos de thiesen (l/s)		Caudal método isoyetas (l/s) periodo 2010	Caudal método isoyetas (l/s) periodo 1980 - 2009
	PUNTOS DE AFORO		PUNTOS DE AFORO	Q= l/s	Detalle	Mensual	Anual	Anual	Anual
Oct.	Estero 1	24,39							
	Estero 2	19,98							
Nov.	Estero 1	40,77							
	Estero 2	37,72							
Dic.	Estero 1	25,9							
	Estero 2	23,64							
Ene.	Estero 1		AFORO 1	27,052					
		31,14	AFORO 2	25,86					
	Estero 2	23,74	AFORO 3	23,32					
	RÍO		AFORO 4	43,97					
	Estero 3		AFORO 5	33,38					
Feb.	Estero 1		AFORO 1	13,08	Lavado - pantano agua utilizada aforo 1				
		19,15	AFORO 2	20,26					
	Estero 2	15,39	AFORO 3	15,3					
	RÍO		AFORO 4	46,67		30,84			
	Estero 3		AFORO 5	50,84					
Mar.	Estero 1	77,45			mes en que se presenta > precipitación				
	Estero 2	65,85							
	RÍO					75,73			
	Estero 3								
Anual							50,02	50,37	57,43

CAUDAL MEDIO MENSUAL Y ANUAL

Cuadro de resúmenes de caudales medios obtenidos en los esteros de la microcuenca del río "San Vicente"

Periodo 2009 -2010	Aforo método vertedero triangular (l/s)	Aforo método molinete electrónico (l/s)			Caudal método polígonos de thiesen (l/s)	Caudal método isoyetas (l/s) periodo 2010	Caudal método isoyetas (l/s) periodo 1980 - 2009
Media	Estero 1	36,47		23,06			
	Estero 2	31,05		29,31			
	Rio	67,52		52,37		50,02	50,37
	Estero 3			42,11			

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos de los diferentes parámetros meteorológicos, fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Digital, que fue instalada dentro de la Estación de Bombeo Shushuqui, y que generó una base de datos durante el período 2010, en donde se registró que los meses en que existió la mayor cantidad de pluviosidad fueron: marzo, junio y noviembre respectivamente, sobrepasando los 300 mm.

Instalar dentro del área, una Estación Meteorológica en donde se recopile la mayor cantidad de datos de los parámetros meteorológicos, ya que se debe tener una base de datos para poder predecir con exactitud los meses en que se presenta la mayor cantidad de precipitación dentro de esta zona.

La crecida máxima que existió durante la fase de campo en los esteros de la microcuenca fue el día 26 de marzo del 2010, con una precipitación de 87,82 mm, durante un tiempo de 2 horas 30 minutos, en donde se calculó un caudal aproximado de 1367 l/s para el primer estero, mientras que para el segundo estero un caudal de 1050 l/s.

Para el cálculo de máximas crecidas se recomienda utilizar diferentes métodos de aforo para obtener un caudal preciso en los esteros en estudio.

- Con la información recopilada por la Estación Meteorológica Digital se llegó a la conclusión de que en el área de estudio no se presentan meses ecológicamente secos, ya que la distribución de la precipitación mensual, sobrepasan con más del doble a la temperatura promedio mensual; y analizando los datos de precipitación y temperatura media anual (3073,75 mm/año ; 25,15 °C), según la clasificación de Holdridge, tiene un bioclima cálido húmedo.

- En el área de estudio no se presentan meses ecológicamente secos lo cual limita el establecimiento de determinados cultivos anuales, por lo que se recomienda que las plantaciones dentro de la microcuenca sean cultivos temporales como chontaduro, yuca, plátano, café y cacao que van acorde con la precipitación y temperatura que existe en la zona.

- Se identificó que la microcuenca, tiene una forma de casi redonda a oval oblonga, es decir que tiene una alta tendencia a las crecidas, con un relieve casi plano por lo que cuando se tiene fuertes precipitaciones, existe inundaciones y una alta densidad de drenaje en los esteros.

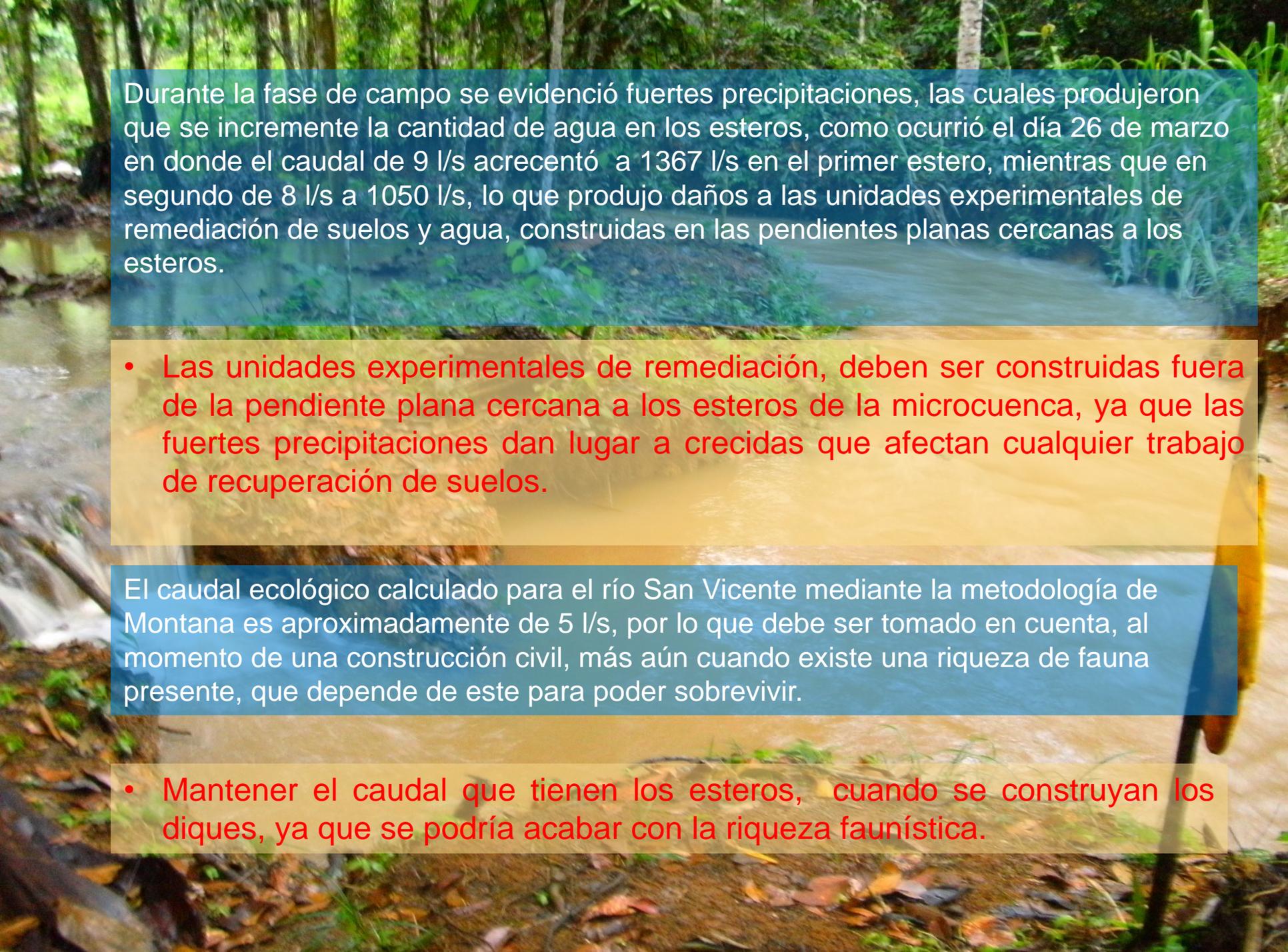
- Los trabajos de remediación del suelo, se recomienda hacer en lugares, fuera de las áreas de inundación, cercanas a los esteros de la microcuenca.

- En la microcuenca existen 2 esteros principales los mismos que forman el río San Vicente, estos fueron aforados por un tiempo de 6 meses, empleando diferentes métodos y formas para el cálculo del caudal, teniendo un promedio aproximado de 34,53 l/s para el primer estero mientras que para el segundo estero es de 29,86 l/s.

- Seguir monitoreando el caudal que tienen los esteros de la microcuenca, como también verificando la calidad de agua ya que puede existir contaminación con hidrocarburos en la parte alta de la microcuenca y contaminar los trabajos de remediación que realiza el CTT - FICAYA de la Universidad Técnica del Norte

- El régimen hidrológico que existe en la microcuenca influye dentro de las construcciones de obras civiles, cuando estas son realizadas sobre una pendiente plana y que se encuentran cerca a los esteros, es decir en el área de inundación, principalmente durante los meses en donde se presenta la mayor cantidad de precipitación; y que luego de analizar cada una de las estaciones cercanas, de Nuevo Rocafuerte, Lumbaqui, Lago Agrio, y Palma Oriente, por un período de más de 25 años, se puede concluir diciendo los meses más lluviosos son los de: abril, mayo y junio, con promedio aproximado de 391 mm/mes.

- Tomar en cuenta los niveles de máximas crecidas que han tenido los esteros de la microcuenca San Vicente, para la construcción de cualquier obra civil, ya que inunda las partes planas por donde fluye la corriente de agua.



Durante la fase de campo se evidenció fuertes precipitaciones, las cuales produjeron que se incremente la cantidad de agua en los esteros, como ocurrió el día 26 de marzo en donde el caudal de 9 l/s acrecentó a 1367 l/s en el primer estero, mientras que en segundo de 8 l/s a 1050 l/s, lo que produjo daños a las unidades experimentales de remediación de suelos y agua, construidas en las pendientes planas cercanas a los esteros.

- Las unidades experimentales de remediación, deben ser construidas fuera de la pendiente plana cercana a los esteros de la microcuenca, ya que las fuertes precipitaciones dan lugar a crecidas que afectan cualquier trabajo de recuperación de suelos.

El caudal ecológico calculado para el río San Vicente mediante la metodología de Montana es aproximadamente de 5 l/s, por lo que debe ser tomado en cuenta, al momento de una construcción civil, más aún cuando existe una riqueza de fauna presente, que depende de este para poder sobrevivir.

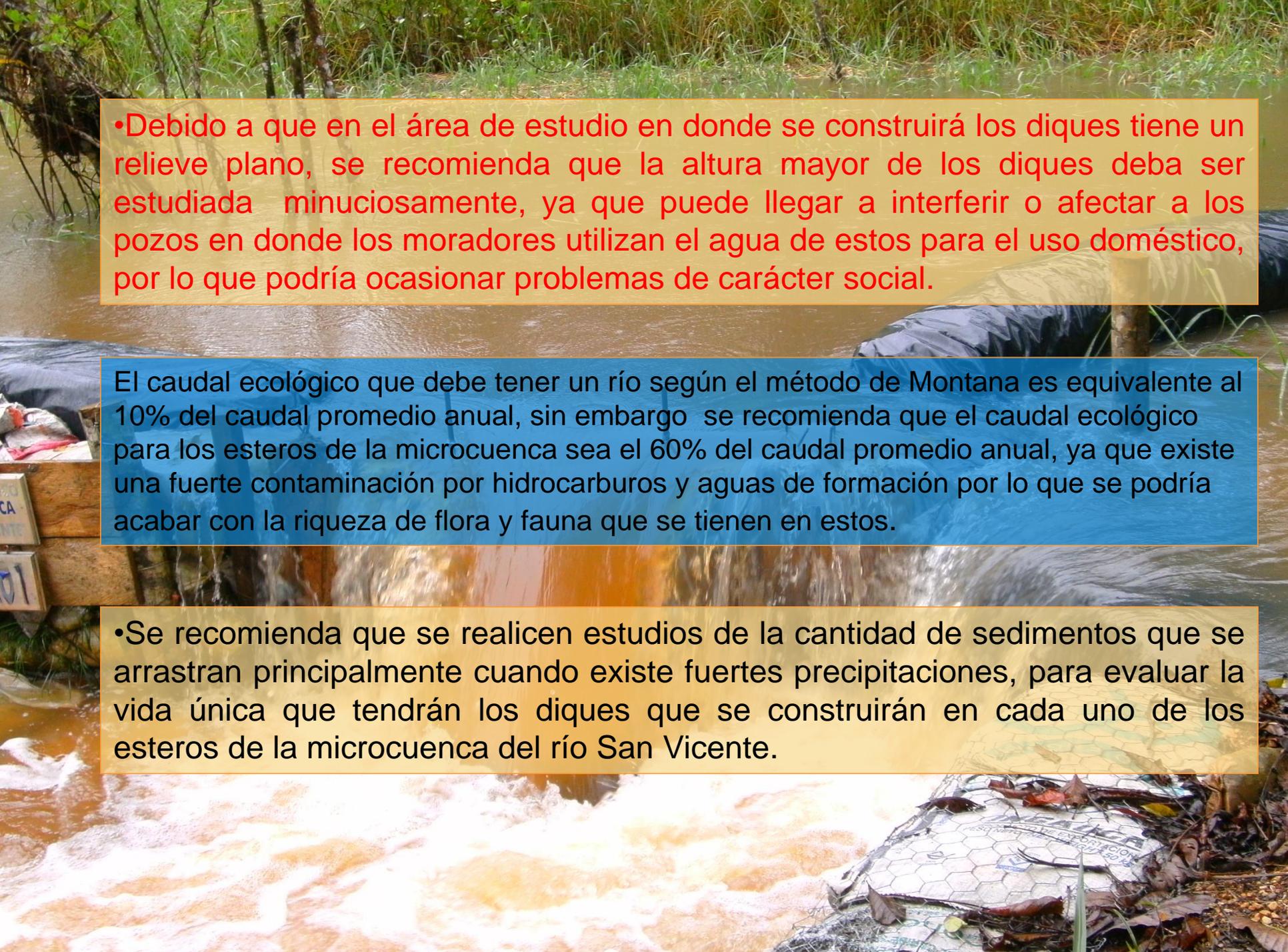
- Mantener el caudal que tienen los esteros, cuando se construyan los diques, ya que se podría acabar con la riqueza faunística.

* Las unidades experimentales de remediación de suelos sufrieron daños en el mes de marzo en donde se presentó la mayor cantidad de precipitación que fue de 80 mm, en un tiempo de 2 horas.

• Elaborar medidas preventivas y de contingencia para evitar daños en las unidades experimentales de remediación de suelos y aguas, principalmente en los meses en que se presentan la mayor cantidad de precipitación como son los de abril, mayo y junio.

• La caracterización de la microcuenca muestra que tiene un potencial en flora y fauna por lo que las microcuencas de esta parte de la Amazonía deben ser investigadas continuamente, para poder dar un buen manejo a estos componentes y tener un desarrollo sostenible.

• No se puede obtener un caudal medio mensual, ya que las diferencias de tiempos de estiaje y lluvioso, en un día son variados por lo que para el estudio de máximas crecidas solo se tomó en cuenta la mayor de cada mes, concluyendo que la máxima crecida que tuvo el río San Vicente durante la investigación fue el día 26 de marzo con un caudal aproximado de 2500 l/s.



•Debido a que en el área de estudio en donde se construirá los diques tiene un relieve plano, se recomienda que la altura mayor de los diques deba ser estudiada minuciosamente, ya que puede llegar a interferir o afectar a los pozos en donde los moradores utilizan el agua de estos para el uso doméstico, por lo que podría ocasionar problemas de carácter social.

El caudal ecológico que debe tener un río según el método de Montana es equivalente al 10% del caudal promedio anual, sin embargo se recomienda que el caudal ecológico para los esteros de la microcuenca sea el 60% del caudal promedio anual, ya que existe una fuerte contaminación por hidrocarburos y aguas de formación por lo que se podría acabar con la riqueza de flora y fauna que se tienen en estos.

•Se recomienda que se realicen estudios de la cantidad de sedimentos que se arrastran principalmente cuando existe fuertes precipitaciones, para evaluar la vida única que tendrán los diques que se construirán en cada uno de los esteros de la microcuenca del río San Vicente.

A photograph of a flooded landscape. In the foreground, there is a concrete curb and a road on the right side. The ground is covered with tall green grass. In the middle ground, there is a large area of brown, muddy water that has flooded the area. Several green bushes and small trees are partially submerged in the water. In the background, there is a dense line of green trees and a utility pole with power lines. The sky is overcast and grey. The word "GRACIAS" is written in large, white, sans-serif capital letters across the center of the image.

GRACIAS