



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**  
**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**“CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU PARA USO POTABLE  
EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA 2004-2005.”**

**TÉSIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR : Bach. Anselma Zumaeta Soplín**  
**ASESOR : Blgo. Msc. Jorge Torres Delgado**

**MOYOBAMBA-PERÚ**

**2005**

**Nº DE REGISTRO: 06060406**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**

**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba, y siendo las nueve a.m. del día viernes 12 de Mayo del dos mil seis, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

**Ing. CÉSAR ENRIQUE CHAPPA SANTA MARIA**  
**Ing. RUBEN RUIZ VALLES**  
**Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**MIEMBRO**

**Blgo. M.S.c. JORGE TORRES DELGADO**

**ASESOR**

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado “**CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA HÍDRICA DE LA MICROCUENCA RUMIYACU-MISHQUIYACU PARA USO POTABLE EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA 2004-2005**”, presentado por la Bachiller en Ingeniería Ambiental **ANSELMA ZUMAETA SOPLIN**; según **Resolución N° 050-2004-UNSM-T/CTGFE** de fecha **04-08-2004**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de BUENO y nota CATORCE (14).

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 10:55 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. CESAR E. CHAPPA SANTA MARIA**  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. RUBEN RUIZ VALLES**  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ**  
Miembro

\_\_\_\_\_  
**Blgo. M.Sc. JORGE TORRES DELGADO**  
Asesor

## DEDICATORIA

“Con mucho amor, satisfacción y eterna gratitud, dedicó este triunfo a mi amada y abnegada **MADRE**, quien con su gran amor y ejemplo, supo inculcarme valores de responsabilidad, respeto y perseverancia; que me conllevó a fortalecer mi formación para alcanzar la culminación de mi carrera profesional.

“Para ti mamá que eres la persona a quién admiro por su perseverancia y por esa fé en Dios que vive siempre en ti”, te amo.

## AGRADECIMIENTO

- A Dios quien nos da la vida y salud para lograr nuestros objetivos y metas en la vida.
- A mi mamá quien siempre me apoyo y me dio fuerzas para seguir adelante hasta llegar a cumplir mi objetivo de titularme como una Ingeniera Ambiental.
- A mis hermanas Mireli Zumaeta y Eneida Zumaeta a quienes amo y agradezco por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mi vida universitaria y que aun continúan apoyándome.
- Muy en especial a mi amigo y asesor de tesis Msc. Blgo. Jorge Torres Delgado, quien me ayudo mucho con sus palabras de aliento y sobre todo con sus conocimientos que me sirvieron para elaborar el presente trabajo.
- A mis Co-Asesores Msc. Ing. Santiago Casas Luna y Lic. Ronald Julca Urquiza, quienes me apoyaron con sus conocimientos en la realización del presente trabajo.
- A mi alma mater Universidad Nacional de San Martín Facultad de Ecología, quien me acogió en su seno y a través de sus excelentes docentes me impartió conocimientos y valores que los llevare siempre en mi mente y mi corazón. A los cuales también hago llegar mi sincero agradecimiento y gratitud.
- A la Entidad Prestadora de Servicios y Saneamiento SRLtda. quién me dio la oportunidad y todas las facilidades para realizar el presente trabajo de investigación.
- Al Coordinador y Equipo Técnico del Departamento de Medio Ambiente y Saneamiento de la EPS Moyobamba SRLtda. por la colaboración y apoyo que me brindaron durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

- Al Ing. Rubén Ruiz Valles, Lic. Fabián Centurión Tapia y a la Blgo. Msc. Astrid Ruiz Ríos quienes siempre me brindaron su amistad y confianza como personas y como mis profesores que me impartieron sus conocimientos durante mi vida universitaria.
- Gracias a mis amigos y amigas quienes de una u otra forma colaboraron con la elaboración del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente trabajo explica la metodología que se utilizó para realizar la evaluación de las Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. La metodología se basó en la recopilación, procesamiento y análisis de la información primaria y secundaria, empleando el software SWAT MODEL y el ArcView 3.3.

El SWAT MODEL permitió georeferenciar los afluentes de la microcuenca, identificar unidades de respuesta hidrológica, determinar la producción de agua, el aporte de sedimentos al caudal por cada unidad de respuesta hidrológica y calcular el caudal simulado. El ArcView 3.3, permitió elaborar el mapa de suelos, uso de la tierra, unidades de respuesta hidrológica y la ubicación de los afluentes de la microcuenca.

Así mismo se realizó aforos para determinar el caudal real del agua y elaborar la curva de calibración del mismo, a partir de los registros de la altura de la lámina de agua, que se realizaron con un limnómetro que se instaló en la microcuenca. De igual manera se instaló un pluviómetro con el que se registró la precipitación caída durante un año en la microcuenca.

Para el análisis bacteriológico del agua se empleó el método de filtración por membrana, que permitió determinar la concentración de Coliformes Totales y Fecales presentes en el agua, que se capta para abastecer a la población de la ciudad de Moyobamba. Así mismo se analizaron parámetros físicos químicos como la Turbiedad, Sólidos Totales Disueltos, Dureza, Cloruros, Sulfatos, pH y otros que se detallan dentro del presente trabajo.

## **ABSTRACT**

SWAT MODEL allowed to georeferenciar the affluents of the micro river basin, to identify units of hydrological answer, to determine the water production, the contribution of sediments to the volume by each unit of hydrological answer and to calculate the simulated volume. ArcView 3.3, allowed to develop the ground map, earth use, units of hydrological answer and the location of the affluentes of the micro river basin.

Also, it was made gaugings to determine the water real volume and to elaborate the calibration chart of the same one, from the registries of the height of the water lamina, that were made with limnimetro that settled in micro river basin. In the save way, a rain gauge settled with the precipitation fallen during a year in micro was registered river basin.

For the water bacteriological analysis the method of filtration by membrane was used, that allowed to determine the present concentration of coliform totals and fecales in the water that attracts to supply to the population of Moyobamba city. Also the chemical physical parameters like the Turbidity, Dissolved Total Solids, Hardness, Chlorides, Sulphates, pH and other were analyzed that are detailed within the present work.



## INDICE

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE.....	vi
I. INTRODUCCION.....	01
II. OBJETIVOS.....	02
III. REVISION BIBLIOGRÁFICA .....	03
3.1. Definición de Cuenca Hidrográfica.....	03
3.2. Definición de Cuenca Hidrológica.....	03
3.3. Conceptos de Cuenca, Subcuenca y Microcuenca .....	03
3.4. Divisorias de agua .....	04
3.5. El Ciclo Hidrológico del agua .....	04
3.6. Implicaciones ecológicas de una cuenca .....	04
3.7. Elementos básicos de una cuenca hidrográfica.....	05
3.8. Funciones de una cuenca.....	07
3.9. Servicios ambientales de una cuenca .....	08
3.10. Modelo Hidrológico .....	08
3.11. Programa SWAT (Soil and Water Assessment Tool) .....	09
3.12. Esguerrimiento superficial.....	10
3.13. Infiltración .....	10
3.14. Clasificación hidrológica de los suelos.....	10
3.15. Aforo .....	11
3.16. Agua Potable .....	12
3.17. Método de filtración por membrana.....	12
3.18. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua.....	12
IV. MATERIALES Y METODO.....	17
4.1 Materiales .....	17
4.2 Equipos .....	18
4.3 Método .....	20
4.3.1 Identificación de los afluentes de la microcuenca	
Rumiyacu – Mishquiyacu .....	20

4.3.2	Cantidad de agua de la microcuenca Rumiyacu – Mishquiyacu ...	20
4.3.3	Determinación del tipo de cobertura vegetal .....	28
4.3.4	Calidad de agua de la microcuenca Rumiyacu – Mishquiyacu para uso de agua potable .....	28
V.	RESULTADOS.....	31
5.1	Identificación de los afluentes de la microcuenca Rumiyacu – Mishquiyacu .....	31
5.2	Cantidad de agua de la microcuenca Rumiyacu – Mishquiyacu .....	33
5.3	El aporte de sedimentos al caudal .....	41
5.4	Análisis de la calidad de agua para uso potable .....	43
VI.	DISCUSIONES .....	51
VII.	CONCLUSIONES .....	56
VIII.	RECOMENDACIONES .....	57
IX.	BIBLIOGRAFIA .....	58

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01:</b>	Modelo de Elevación Digital Microcuenca	
	Rumiyacu–Mishquiycu.....	32
<b>Figura N° 02:</b>	Relieve de la Microcuenca Rumiyacu–Mishquiycu .....	33

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N° 01:</b> Factor de corrección para la velocidad media del caudal del agua.....	22
<b>Cuadro N° 02:</b> Ubicación de estaciones de aforo en la microcuenca Rumiyacu-Mishqiyacu.....	33
<b>Cuadro N° 03:</b> Caudales aforados de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	34
<b>Cuadro N° 04:</b> Caudales aforados de la de la quebrada Mishqiyacu. 2005.....	34
<b>Cuadro N° 05:</b> Uso de la tierra en la Microcuenca Rumiyacu-Mishqiyacu. 2005.....	37
<b>Cuadro N° 06:</b> Unidades de Respuesta Hidrológica microcuenca Rumiyacu-Mishqiyacu. 2005.....	39
<b>Cuadro N° 07:</b> Aporte de sedimentos por Unidad de Respuesta Hidrológica de la microcuenca Rumiyacu–Mishqiyacu. 2005.....	42

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 01:</b>	Curva de calibración del caudal de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	35
<b>Gráfico N° 02:</b>	Curva de calibración del caudal de la quebrada Mishquiyacu. 2005..	35
<b>Gráfico N° 03:</b>	Precipitación diaria microcuena Rumiyacu-Mishquiyacu. 2005.....	36
<b>Gráfico N° 04:</b>	Comparación de precipitación de la microcuena Rumiyacu-Mishquiyacu con la precipitación registrada por la Estación Meteorológica .....	37
<b>Gráfico N° 05:</b>	Caudal simulado de la quebrada Rumiyacu a partir de la Precipitación de los años 1999 a 2005.....	40
<b>Gráfico N° 06:</b>	Caudal simulado de la quebrada Mishquiyacu a partir de la Precipitación de los años 1999 a 2005.....	40
<b>Gráfico N° 07:</b>	Producción de agua de cada divisoria microcuena Rumiyacu–Mishquiyacu. 2005.....	41
<b>Gráfico N° 08:</b>	Aporte de sedimentos por Unidad de Respuesta Hidrológica en la microcuena Rumiyacu–Mishquiyacu. 2005.....	43
<b>Gráfico N° 09:</b>	Coliformes Totales y Fecales de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	44
<b>Gráfico N° 10:</b>	Coliformes Totales y Fecales de la quebrada Mishquiyacu. 2005.....	44
<b>Gráfico N° 11:</b>	Turbiedad y Cloruros de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	45
<b>Gráfico N° 12:</b>	Conductividad y Sólidos Totales Disueltos de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	46
<b>Gráfico N° 13:</b>	Sulfatos y Nitratos de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	46
<b>Gráfico N° 14:</b>	Dureza y pH de la quebrada Rumiyacu. 2005.....	47
<b>Gráfico N° 15:</b>	Turbiedad y Cloruros de la quebrada Mishquiyacu. 2005.....	48
<b>Gráfico N° 16:</b>	Conductividad y Sólidos Totales Disueltos de la quebrada Mishquiyacu. 2005.....	49
<b>Gráfico N° 17:</b>	Sulfatos y Nitratos de la quebrada Mishquiyacu. 2005.....	49
<b>Gráfico N° 18:</b>	Dureza y pH de la quebrada Mishquiyacu. 2005.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

La Microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu fue reconocida mediante Ordenanza Municipal N° 071-MPM el 13 de Febrero del 2004–AG como Área de Conservación Municipal, con el objetivo principal de conservar la fuente de abastecimiento de agua de la población de la ciudad de Moyobamba (**PETT 2002**). El crecimiento poblacional en esta microcuenca, se vio influenciado por la apertura de la carretera Marginal de la Selva, que trajo como consecuencia la inmigración de campesinos, provenientes de la sierra del Perú, principalmente del departamento de Cajamarca (69%); quienes se asentaron en los alrededores para posteriormente dar origen a los caseríos de San Mateo, San Andrés, Limón y San Vicente. Dichas poblaciones, en su afán de generarse mejores condiciones de vida, se dedican a la agricultura como principal actividad, que permite el avance de la frontera agrícola, la deforestación, además de incrementar el aporte de sedimentos a las fuentes de agua (**IIAP 1995, EPS Moyobamba 2005**).

Toda esta problemática además de afectar directamente al equilibrio ambiental de la zona, también influye en el proceso de tratamiento del agua potable llevado a cabo por la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda. (EPS Moyobamba), influencia que se manifiesta en el incremento del uso de insumos químicos y por ende los costos de tratamiento del agua, además del racionamiento, en época de lluvia por causa de la elevada turbidez, al que son sujetos los sectores Zaragoza y Calvario de la ciudad de Moyobamba (**EPS Moyobamba 2005**).

Sabiendo la importancia que tiene el agua de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu para los pobladores de Moyobamba y teniendo conocimiento que la abundancia de agua y su buen uso señalan el nivel de vida y desarrollo de un pueblo; es que se realizó el presente trabajo de investigación denominado *“Características de la Oferta Hídrica de la Microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004-2005”*, orientado a determinar la cantidad de agua que produce la microcuenca, la calidad en términos de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, la cobertura vegetal y el aporte de sedimentos al caudal.

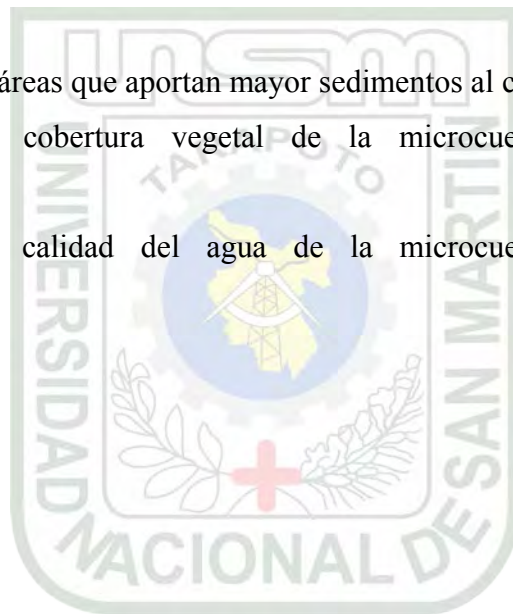
## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar las características de la Oferta Hídrica de la Microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu para uso potable en la ciudad de Moyobamba 2004-2005.

### **2.1.1. OBJETIVO ESPECÍFICOS**

- Identificar los afluentes de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.
- Determinar la cantidad de agua de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.
- Determinar las áreas que aportan mayor sedimentos al caudal
- Determinar la cobertura vegetal de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.
- Determinar la calidad del agua de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.



### III. REVISIÓN BIBLIOGRÀFICA

#### 3.1. Definición de Cuenca Hidrogràfica

- “Es el àrea natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topogràfica (divortium aquarum), que capta la precipitaci3n y drena el agua de escorrentía hasta un colector comùn, denominado rí0 principal” (VÁSQUEZ, 2000).
- Es un àrea definida Topogràficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a trav3s de una salida simple (MONSALVE, 1999).
- Es el sistema, àrea o àmbito geogràfico, delimitado por el divortium aquarum, donde ocurre el ciclo hidrol3gico e interactúan los factores naturales, sociales, econ3micos, polít0icos e institucionales y que varían en el tiempo (ZURY, 2004).

#### 3.2. Definición de Cuenca Hidrol3gica

- “Las cuencas hidrol3gicas son unidades morfol3gicas integrales y ademàs de incluir todo el concepto de cuenca hidrogràfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeol3gica subterrànea del acuífero como un todo” (INE, 2004).

#### 3.3. Conceptos de Cuenca, Subcuenca y Microcuenca

Por consideraciones pràcticas se puede dar una definici3n para trabajos de manejo de cuencas, rangos de àrea para cada unidad hidrogràfica. Los rangos de àrea se determinan en funci3n del grado de ramificaci3n de los cursos de agua. Corresponden a microcuencas los cursos de agua de 1º, 2º y 3º orden; a subcuencas los cursos de agua de 4º y 5º orden y a cuencas los cursos de agua de 6º o màs orden. El nùmero de orden de un curso de agua se inicia a partir del cause màs pequeño y teniendo como punto de referencia los límites definidos por el “divortium aquarum”. Los rangos de àrea referenciales para las diferentes unidades hidrogràficas son: cuenca de 50 000 a 80 000 ha.,



subcuenca de 5 000 a 50 000 ha y microcuenca menor de 5 000 ha. (VÁSQUEZ, 2000).

### **3.4. Divisoria de agua**

Se designa como divisoria la línea que separa la precipitación que caen en cuencas vecinas, y que encaminan la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial. La divisoria sigue una línea rígida, atravesando el curso de agua solamente en el punto de salida. La divisoria une los puntos de máximas cotas entre cuencas, lo que no impide que en el interior de una cuenca existan picos aislados con una cota superior a cualquier punto de la divisoria (MONSALVE, 1999).

### **3.5. El ciclo hidrológico del agua**

El ciclo hidrológico del agua consta de 4 etapas: almacenamiento, evaporación, precipitación y escorrentía. El agua se almacena en océanos y lagos, en ríos y arroyos, y en el suelo. La evaporación, incluida la transpiración que realizan las plantas, transforma el agua en vapor de agua. La precipitación tiene lugar cuando el vapor de agua presente en la atmósfera se condensa y cae a la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. El agua de escorrentía incluye la que fluye en ríos y arroyos, y bajo la superficie del terreno (agua subterránea) (VÁSQUEZ, 2000).

### **3.6. Implicaciones ecológicas de una cuenca**

Al interior de la cuenca, el agua funciona como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos) producidos por la actividad sistémica de los recursos. Este proceso modela el relieve e influye en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por ende en la distribución de la vegetación y del uso de la tierra.

La utilización del agua entra con frecuencia en conflicto con la conservación del ambiente y la biodiversidad. Dada la extraordinaria riqueza de recursos bióticos e hídricos de la cuenca y la degradación a la que están siendo sometidos, el análisis de la relación entre la gestión de los recursos hídricos y la del ambiente constituye una prioridad.

La cuenca integra procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal.

La cuenca constituye una unidad espacial ecogeográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación. Por lo tanto, constituye un marco apropiado para la planificación de medidas destinadas a corregir impactos ambientales producto del uso y manejo de los recursos naturales (ZURY, 2004).

### 3.7. Elementos básicos de una cuenca hidrográfica

Según VÁSQUEZ (2000), los elementos más importantes de una cuenca son:

- **El Agua**

Elemento fundamental de la cuenca y de la vida, ya que permite potenciar o disminuir la capacidad productiva de los suelos. La forma como ocurre y se traslada dentro de la cuencas puede producir grandes beneficios (riego, agua potable, pesca, electricidad, navegación, etc.) o grandes desastres (erosión, huaycos, inundaciones, etc.). Si se usa adecuadamente, permite cubrir diversas necesidades de la población humana y animal.

- **El Suelo**

Otro de los elemento importante de una cuenca, ya que si se relaciona adecuadamente con el agua de buena calidad, favorece la vida humana, animal y vegetal; caso contrario pueden producirse fenómenos nocivos como la erosión, huaycos, contaminación, deslizamientos, sedimentación de reservorios, salinización, problemas de drenaje, etc.

- **El Clima**

Elemento que actúa en la cuenca y que define el nivel de la temperatura, precipitación, nubosidad y otros fenómenos favorables o adversos para la actividad biológica.

- **La Vegetación**

Muy importante en el ciclo hidrológico debido a la evapotranspiración que origina y a la acción de amortiguamiento y protección del impacto directo del agua sobre el suelo.

- **La Topografía**

La pendiente y la topografía de la superficie del terreno permiten que el agua, al discurrir, adquiera determinadas velocidades. Para lograr un aprovechamiento racional del agua y el suelo es indispensable la aplicación de prácticas conservacionistas adecuadas, ya sea tanto en zonas planas como en laderas.

- **La Fauna**

La población animal que habita en una cuenca no solo proporciona posibilidades a la vida humana, sino que otorga condiciones para que la cuenca mantenga un equilibrio con respecto a sus recursos naturales.

- **El Hombre**

Es el elemento más importante de la cuenca, por que es el único que puede planificar el uso racional de los recursos naturales para su aprovechamiento y conservación.

### 3.8. Funciones de una cuenca

De acuerdo a **DOUROJEANNI, JOURAVLEV (1999)**, las funciones de una cuenca son:

#### ▪ **Función Hidrológica**

1. Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
2. Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
3. Descarga del agua como escurrimiento.

#### ▪ **Función Ecológica**

1. Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
2. Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

#### ▪ **Función Ambiental**

1. Alberga bancos de germoplasma
2. Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos
3. Conserva la biodiversidad
4. Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos

#### ▪ **Función Socioeconómica**

1. Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
2. Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

### 3.9. Servicios ambientales de una cuenca

De acuerdo a **VÁSQUEZ (2000)**, los servicios ambientales de una cuenca son:

- **Del flujo hidrológico**

Usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc.), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos y dispersión de semillas.

- **De los ciclos bioquímicos**

Almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes, almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, detoxificación y absorción de contaminantes.

- **De la producción biológica**

Creación y mantenimiento de hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos.

- **De la descomposición**

Procesamiento de la materia orgánica, procesamiento de desechos humanos.

### 3.10. Modelo Hidrológico

Según **MUÑOZ (1998)**, un modelo hidrológico comprende un conjunto de abstracciones matemáticas que describen fases relevantes del ciclo hidrológico, con el objetivo de simular numéricamente los procesos identificados en el estudio. Los modelos de transformación de lluvia en caudal son aplicados básicamente en el cálculo de crecidas particularmente en los casos en los que el flujo superficial es el principal proveedor de caudal en la formación de crecidas.

Los modelos hidrológicos tienen la ventaja de poder simular aceptablemente el proceso hidrológico de la generación de la avenida, si se estiman

satisfactoriamente los parámetros necesarios. Su principal limitación es precisamente la elección adecuada de los parámetros, errores en esta etapa, inducen a obtener resultados que no corresponden a la realidad.

Los resultados de la modelación son muy útiles en el apoyo, planificación y diseño de obras hidráulicas y proyectos como también para tener un mejor conocimiento de los procesos que intervienen en la transformación de lluvia en escurrimiento

### **3.11. Programa SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*)**

El SWAT es un modelo que permite predecir el impacto del manejo del suelo en la generación de sedimentos y la regulación del agua en cuencas hidrográficas. Actualmente el SWAT posee una interfase con el ArcView Gis 3.3, la cual hace más sencillo su manejo y utilización. Existen versiones anteriores de SWAT que trabajan en ambiente Windows y DOS que si bien, son un poco más complejos en su utilización, trabajan con el mismo fundamento teórico y matemático con el que trabaja la versión bajo ArcView 3.3.

El SWAT es un programa diseñado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en conjunto con la Universidad de Texas.

El SWAT para realizar las predicciones, divide la cuenca hidrográfica en pequeñas subcuencas, con el objetivo de mejorar la exactitud en los cálculos que se realizan al interior del programa. Al subdividir la cuenca en pequeñas subcuencas, es posible calcular con mayor precisión los caudales y los sedimentos presente. También, con el fin de hacer más fácil y exactos los cálculos, trabaja por unidades de respuesta hidrológica (URH), las cuales son el cruce de los diferentes tipos de suelo con los diferentes usos del suelo y a cada una de estas combinaciones les atribuye un número para diferenciarlas de las demás. Se les llama unidades de respuesta hidrológica por que el comportamiento del agua en el suelo depende de estos dos factores.

La información de entrada requerida por el programa para cada subcuenca es agrupada y organizada dentro de las siguientes categorías: topografía de la cuenca, suelos, uso del suelo, precipitación, clima (temperatura, viento, radiación solar), lagunas, reservorios y aguas subterráneas.

El programa se basa en un balance hídrico para determinar la entrada, salida y almacenamiento de agua en la cuenca (NEITSCH, 1999).

### **3.12. Escurrimiento superficial**

El escurrimiento superficial o escorrentía es la porción de la lluvia que fluye sobre el suelo en zonas de ladera o dependiente. La escorrentía se origina por las lluvias de baja intensidad y larga duración que saturan el suelo y en consecuencia, el agua al no poder penetrar en el suelo (infiltrarse) fluye por la superficie pendiente abajo por el camino de menor resistencia; o por las lluvias de alta intensidad que sobrepasan la capacidad de infiltración del suelo y por ende se desliza superficialmente el agua de exceso (MORGAN, 1986). Estos flujos superficiales transportan hasta los canales de drenaje, naturales o no, los sedimentos que han sido desprendidos por el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo y los que este flujo puede desprender de la capa superficial del suelo.

### **3.13. Infiltración**

El agua que penetra en el suelo o infiltración puede tomar varios caminos: incrementar la humedad del suelo en la zona radical, moverse subsuperficialmente como flujo lateral hacia los canales de drenaje, recargar acuíferos poco profundos, donde esta agua también llegará hasta los canales de drenaje (flujos de retorno) y recargar acuíferos profundos. En todo caso es importante recordar que el agua se mantiene en un continuo ciclo y aunque el agua se encuentre en acuíferos profundos, este puede hacer parte nuevamente de la precipitación (NEITSCH, 1999).

### **3.14. Clasificación hidrológica de los suelos**

El Soil Conservation Servis efectúa la clasificación hidrológica de los suelos en base al porcentaje de agua que penetra en el suelo superficial y que es controlado por condiciones de superficie y en base al porcentaje de agua que se mueve en el suelo y que es controlado por los horizontes. La clasificación se realiza en cuatro grupos cuyas denominaciones originales están dadas por

las cuatro primeras letras del alfabeto A, B, C, D. Estos grupos son: **(REYES, 1992)**.

▪ **Grupo Hidrológico A**

Son suelos que tienen alta tasa de infiltración (bajo potencial de escurrimiento), constituidos mayormente por arenas o gravas, presentan alta tasa de transmisión de agua.

▪ **Grupo Hidrológico B**

Son suelos que tienen tasas de infiltración moderada, constituidos mayormente de suelos profundos de textura moderadamente finas a moderadamente gruesas, presentan una tasa moderada de transmisión del agua.

▪ **Grupo Hidrológico C**

Son suelos que tienen bajas tasas de infiltración moderada, constituidos mayormente por suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo, o suelos con una textura que va de moderadamente fina a fina, presentan una baja de transmisión del agua.

▪ **Grupo Hidrológico D**

Son suelos de alto potencial de escurrimiento, de tasas de infiltración muy bajas, formados mayormente por suelos arcillosos con un alto potencial de esponjamiento, presentan una tasa muy baja de transmisión del agua.

### **3.15. Aforo**

Conjunto de operaciones para determinar el caudal de un curso de agua para un nivel observado. Su objetivo es correlacionar el nivel de agua con el caudal o gasto para obtener la curva de descarga o calibración **(VERA, 2002)**.



### 3.16. Agua Potable

Se conoce con este nombre al agua que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano, teniendo en cuenta todos sus usos domésticos.

Algunas especies biológicas, físicas y químicas pueden afectar la aceptabilidad del agua para consumo humano. Por ejemplo: su apariencia estética (turbiedad, olor, color y sabor, espuma) y su composición química (acidez, alcalinidad, aceites y grasas, compuestos orgánicos e inorgánicos en general) (AURAZO, 2002).

### 3.17. Método de filtración por membrana

El método de filtración por membrana consiste en hacer pasar un volumen de muestra a través de una membrana de celulosa, seguida de una incubación en contacto con un medio de cultivo selectivo y diferencial de lactosa a una temperatura de  $44,55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2001).

### 3.18. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua

Según BARRENECHEA (1996), las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, su relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas internacionales de calidad de agua para consumo humano son:

- **La turbidez**

La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

- **Sólidos Totales**

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada.

Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.

- **Color**

Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. Se considera que el color natural del agua, puede originarse por la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal, descomposición de la materia, la materia orgánica del suelo, presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos y por una combinación de los procesos descritos.

- **Olor y sabor**

El olor y el sabor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “A lo que huele, sabe el agua”. Estas características constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor.

En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. En el agua se pueden considerar cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo.

- **Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente.

- **pH**

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua.

- **Aluminio**

Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbiedad del agua. Las concentraciones más frecuentes en las aguas superficiales oscilan entre 0,1 y 10 ppm. En el caso del aluminio, la Organización Mundial para la Salud ha establecido un valor guía de 0,2 mg/L para aguas de consumo humano.

- **Amonio**

Es el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas y debe su origen a los siguientes factores: nitrógeno atmosférico, aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua, proteínas animales o vegetales, por putrefacción mediante acción bacteriana y la reducción de nitritos.

Se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. Cuando su concentración es mayor de 0,1 mg/L, podría constituirse en un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o industriales.

La Organización Mundial para la Salud establece como valor guía para aguas de bebida 1,5 mg/L.

- **Cloruros**

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas

fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas.

En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad.

Los límites fijados en el agua por las normas de calidad se sustentan más en el gusto que le imparten al agua que en motivos de salubridad. Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo.

- **Dureza**

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio.

En términos generales, puede considerarse que el agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como  $\text{CaCO}_3$ ).

- **Coliformes totales**

Los coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa a 35-37 °C en 24-48 horas y producir ácido y gas. Tienen la enzima cromogénica B galactosidasa, que actúa sobre el nutriente indicador Orto-nitrofenil- $\beta$ -d-galactopiranosido. Este nutriente sirve como fuente de carbono y su efecto consiste en un cambio de color en el medio de cultivo. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana.

Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal (AURAZO, 2002).

- **Coliformes Termotolerantes (fecales)**

Se sabe que la contaminación fecal del agua está relacionada con la transmisión de agentes patógenos por el agua. Se denomina *Coliformes Termotolerantes* a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por este motivo, antes recibían la denominación de *Coliformes Fecales*; crecen a una temperatura de incubación de 44,5 °C. Las técnicas de análisis son la prueba de Tubos Múltiples y la de Filtración con Membrana. La mayor especie en el grupo Coliformes Termotolerantes es la *Echerichia coli* (**NORMA TÉCNICA PERUANA, 2001**).



## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

#### ▪ De campo

- Wincha de 5 y 50 metros
- Par de Botas de jebe
- Capota impermeable, talla "S"
- Mochila de carga marca PORTA
- Flotador de Tecnopol de 10cm\*5cm
- Limnómetro (regla graduada de 1.50 m)
- Cronómetro a pilas de mano, marca CITIZEN
- Libreta de campo
- Lapicero marca PILOT

#### ▪ Cartográfico

- Mapa de Uso de la Tierra del Alto Mayo. Escala 1:100 000
- Mapa de suelos del Alto Mayo. Escala 1:100 000
- Imagen de Satélite LANDSAT TM, ETM+, MSS. (Formato TIFF, 1982).

#### ▪ Software

- SWAT MODEL (Soil and Water Assessment Tool)
- ArcView 3.3
- Extensión 3D Analyst
- Extensión Spatial Analyst
- Extensión Geoprocessing
- Extensión Projection Utility Wizard
- Windows 2 000; Office 2 000.

#### ▪ De laboratorio

- Alcohol etílico al 95%
- Frascos de vidrio de 200 ml.
- Botellas Plásticas de 1 L.



- Reactivos (ampollas, m- Endo o Agar Endo-Les y ampollas m-Fe)
- Pipetas, FORTUNA GERMANY DIN/B de 1 y 10ml, EX 20°C/+ 0.01 y 0.10ml
- Erlenmeyer, marca Pyrex de 500 ml N° 14000
- Vasos de Precipitación, marca PIREX de 250ml N° 14000/ + 5%
- Tubos de Ensayo, Model 2100P de 10 y 25 ml/CAT 24641-05 HACH Made in USA.
- Probeta, marca KIMAX 20024
- Placas Petri descartables de 5 cm de diámetro, marca HACH Made in USA.
- Mechero Bunsen
- Pinzas de metal antioxidante
- Filtros de membrana pre-esterilizadas
- Frascos kitasato de filtración, marca KIMAX de 1000ml /N° 27060
- Papel filtro, GELMAN Laboratory/600S.Wagner Road, Ann Arbor/PA 40 Quant Med Flw 112.5cm, 100PK/ Lot 749258.

#### 4.2. Equipos

##### ▪ De laboratorio

- Equipo de filtración, marca GELMAN SIENCES
- Peachímetro, con una exactitud de +- 0.1 unidades de pH.
- Turbidímetro, marca HACH
- Destilador de Agua, Modelo: FC – STREEM II-25
- Autoclave Automático, Modelo: EAGLES TEN PLUS
- Microscopio Estereoscópico, Modelo: LEICA QUEBEC DARKFIELD-COLONY COUNTER N° SERIE 222353
- Soporte para el Filtro de Membrana, GELMAN SCIENCES
- Encubadora de Baño María Modelo 2: THELCO SCIENTIFIC

▪ **De campo**

- Sistema de Posicionamiento Global GPS 12 XL (12 CHANNEL Garmin, Serie N° 85541017)
- Calculadora CASIO fx-4500P
- Cámara digital, CANON, Power Shop 310

▪ **De impresión**

- Computadora Pentium IV (Procesador 2.45GB, Disco Duro 40GB, Memo RAM 256, Monitor SAMSUNG, Serie K4WHJ-BJRY-7MMHK-6M6JH-DP6WG)
- Impresora CANON. Color Bubble Jet Printer. BJC-620





### 4.3. Método

#### 4.3.1. Identificación de los afluentes de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu.

La identificación de afluentes de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu, se realizó utilizando el programa SWAT MODEL, y se complementó el trabajo realizando la verificación en campo, mediante un recorrido de tres días dentro de la microcuenca en la que se georeferenció con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin 12XL) las fuentes de agua que se encontraron durante el recorrido.

#### 4.3.2. Cantidad de agua de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu

Para determinar la cantidad de agua producida dentro de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu, se realizó lo siguiente:

##### a) Medición del caudal

Para medir los caudales de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu se instaló dos “Estaciones de Aforo”, uno en la quebrada Rumiyaqu y otro en la quebrada Mishquiyacu, teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones que señala **DE LOS RÍOS (2000)**:

- La sección transversal donde se realice el aforo debe estar bien definida y que en lo posible no se presente degradación del lecho.
- Debe tener fácil acceso.
- El sitio debe estar libre de efectos de controles aguas abajo, que puedan producir remansos que afecten luego los valores obtenidos con la curva de calibración.

Cada estación de aforo se georeferenció con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin 12 XL).

- **Realización de aforos**

Los aforos se realizaron mediante el método del “Flotador”, que según **VÁSQUEZ (2000)**, consiste en medir la velocidad media de la corriente y el área de la sección transversal; con estos valores aplicando la ecuación de continuidad, se calculó el caudal.

**Donde:**

**Q** = Caudal de agua en m<sup>3</sup>/s

**V<sub>m</sub>** = Velocidad media del agua m/s

**A** = Área de la sección transversal m<sup>2</sup>

$$Q = V_m * A$$

- **Medida de la velocidad superficial de la corriente**

Para medir la velocidad superficial de la corriente se midió la longitud del tramo AB, el tiempo, que tardó en desplazarse el flotador en el tramo AB, con estos datos y utilizando la siguiente fórmula se calculó la velocidad superficial.

**Donde:**

**V** = Velocidad superficial en m/s

**L** = Longitud del tramo A-B en m

**T** = Tiempo medido en s

$$V = L/T$$

Para calcular la velocidad media del agua, la velocidad superficial se multiplicó por un factor de corrección que se muestra en el cuadro N° 01. El factor de corrección es calculado de acuerdo al tipo de cauce que presenta la quebrada, según **VÁSQUEZ (2000)**.

**Donde:**

**V<sub>m</sub>** = Velocidad medio m/s

**V** = Velocidad superficial m/s

**f** = Factor de corrección

$$V_m = V * f$$

**Cuadro N° 01: Factor de corrección para la velocidad media del caudal del agua.**

<b>Tipo de canal o arroyo</b>	<b>Factor de corrección</b>
Canal de concreto (profundidad del agua > 15cm)	0.8
Canal de tierra (profundidad del agua > 15cm)	0.7
Arroyo o riachuelo (profundidad del agua > 15 cm)	0.5
Arroyo o canal de tierra (profundidad del agua < 15 cm)	0.5 – 0.25

*Fuente: Vásquez, 2000.*

- **Instalación de limnómetro**

Cada estación de aforo se implementó con un limnómetro (mira graduada de 1.5 metros), que permitió medir la altura de la lámina de agua en una sección de la quebrada Rumiyacu y Mishquiyacu. Los limnómetros se ubicaron a 957 y 977 msnm, la lectura de los limnómetros se realizó tres veces al día, cada seis horas. Estos registros de la altura de la lámina de agua se correlacionaron con los caudales aforados con los que se elaboró la “*Curva de calibración*”.

**b) Medición de la precipitación**

Según menciona VÁSQUEZ (2000), la precipitación se mide en altura de agua y se expresa comúnmente en milímetros. Los aparatos de medición, se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente cilíndrico abierto en su parte superior, en el que se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. En base a lo mencionado por el autor se instaló un pluviómetro y se georeferenció con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin 12 XL). La lectura se realizó tres veces al día cada seis horas (06:00; 12:00 y 18:00 horas) durante un año.

- **Instalación de pluviómetro**

La instalación del pluviómetro se realizó teniendo en cuenta las consideraciones señaladas por **SEOÁNEZ, (2001)**.

- El pluviómetro se ubicó en un área libre de obstáculos como árboles, viviendas y construcciones.
- El soporte donde se colocó el pluviómetro no rebasa la altura de la boca para que no salpique la lluvia y no sea un obstáculo cuando haya viento.
- El soporte donde se colocó el pluviómetro se ubicó a 1 m sobre el nivel del terreno y 50 cm enterrados en el suelo para impedir que el viento u otros agentes desestabilicen al pluviómetro.

c) **Modelamiento hidrológico de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyacu**

El modelamiento hidrológico de la microcuenca se realizó utilizando el programa SWAT (Soil and Water Assessment Tool) de acuerdo a lo señalado por **NEITSCH (1999)**:

- **Recopilación de información básica**

La información básica y datos para realizar el modelamiento hidrológico de la microcuenca fueron proporcionados por el Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) y la Cooperación Técnica Alemana (GTZ). A continuación se detallan los documentos recopilados:

**Información Meteorológica**

- Los datos de precipitación, temperaturas máximas y mínimas, velocidad del viento y punto de rocío, se recopilaron de la estación climatológica de la ciudad de Moyobamba, del período marzo de 1999 a diciembre del año 2005. Dicha estación se ubica entre las coordenadas 0282157 ESTE y 9331441 NORTE a 860 msnm.

La precipitación calculada por el SWAT se contrastó con la información recopilada de la estación pluviométrica instalada en la microcuenca Rumiyacu-Mishquiycu.

### **Información Cartográfica**

- Mapa de Uso de la Tierra del Alto Mayo a escala 1:100 000, y el Mapa de Suelos del Alto Mayo a escala 1:100 000; ambos elaborados por el Proyecto Especial Alto Mayo. 1999-2002.
- Imagen de Satélite LANDSAT TM, ETM+, MSS. Fecha: Julio de 1982, que cubren el Alto Mayo, elaborado por la Universidad de Meryland–USA y Modelos de Elevación Digital (SRTM de la NASA) georeferenciado en coordenadas planas en formato TIFF, se obtuvo de la página de internet de la Universidad de Meriland-USA.
- Archivos en formato shape de curvas de nivel, ríos principales, ríos secundarios, ubicación de estaciones meteorológicas, centros poblados y vías; elaborados por el Proyecto Especial Alto Mayo.

### **Información de suelos**

- Estudio de suelos semidetallado que contiene los perfiles modales del Alto Mayo con información de profundidad de los tipos de suelo, horizontes, textura, estructura y permeabilidad (**ONERN, 1999**).
- El análisis físico-químico del estudio semidetallado de Suelos del Alto Mayo con información de horizontes del suelo, granulometría, porcentaje de carbono, conductividad hidráulica saturada, porcentaje de fragmentos de roca en el

perfil y densidad aparente, elaborado por la **ONERN (1999)**.

- Uso actual de la tierra, un estudio multitemporal realizado por la Universidad de Bayreuth con el fin de calcular la tasa de deforestación en la Cuenca del Alto Mayo, utilizando imágenes de satélite Landsat de los años 1999 y 2002, que fueron clasificadas y ajustadas con verificación de campo en la zona de estudio (**DIETZ, 2003**).

- **Preparación de la información que requiere el SWAT**

La información recopilada fue preparada e ingresada al programa, siguiendo las pautas citadas por **NEITSCH (1999)**:

- **Procesamiento de la información metereológica**

Los datos de precipitación, temperatura máxima y mínima, temperatura punto de rocío, radiación solar y velocidad del viento se procesaron utilizando el programa MS Excel con la función de tablas dinámicas que permitió calcular los promedios mensuales, la desviación estándar y el coeficiente sesgado. Posteriormente se editó una tabla Excel conteniendo los datos estadísticos y una tabla Excel conteniendo los datos diarios de precipitación, temperatura máxima y mínima. Ambas tablas fueron pasadas a formato DBF, que es el formato con el que trabaja el programa.

- **Procesamiento de datos de suelo**

Con la información del estudio de suelos se editó una tabla Excel con las siguientes categorías: Nombre del Suelo, número de capas, grupo hidrológico, erodabilidad del suelo, profundidad de la capa del suelo, densidad aparente, agua aprovechable en el suelo, conductividad hidráulica saturada, porcentaje de carbono orgánico en el suelo, así como porcentajes de arcillas, limos y arenas. La tabla fue pasada a formato DBF.

- **Geoprocesamiento de mapas de suelos y uso actual de la tierra**

Para el Geoprocesamiento de mapas de suelos, uso actual de la tierra y curvas de nivel se utilizó la extensión Geoprocessing del Arc View GIS 3.3, que permite cortar y unir mapas.

**Suelos:** Con el mapa de suelos semidetallado del Alto Mayo digitalizado a escala de trabajo 1:100,000, al visualizarlo en ArcView GIS 3.3, las partes altas de las microcuencas no contaban con información. Esta información faltante se completó con el mapa de suelos de la Mesozonificación del Alto Mayo a una escala de 1:250,000. Al cortarlo y unirlo se tuvo como resultado un nuevo mapa de suelos.

**Uso de la tierra:** Al visualizar la clasificación del año 2002 del uso de la tierra del Alto Mayo en el ArcView GIS 3.3, las partes altas de la microcuenca no contaban con la información requerida debido a la presencia de nubes. Para completar esta información se utilizó la clasificación del año 1999. Luego se procedió a cortar el mapa del año 1999 que se unió con el mapa del año 2002, obteniendo como resultado un nuevo mapa de uso de la tierra.

- **Modelo Digital de Elevación – MDE (Digital Elevation Model-DEM)**

Con las curvas de nivel y utilizando la extensión 3D Analyst del ArcView 3.3, se elaboró el Modelo Digital de Elevación del terreno.

- **Definición de la máscara**

En base a la visualización de la red hídrica, las curvas de nivel y límites de la microcuenca en el Arc View 3.3, se definió la máscara (polígono regular o irregular en formato vectorial) que permitió delimitar el área de trabajo de la microcuenca, dentro del mapa de suelos y uso de la tierra del Alto Mayo.

- **Rasterización de los mapas**

La rasterización de los mapas, máscara y Modelo Digital de Elevación se realizó a tamaño de celdas de 25 m, se utilizó este tamaño de celdas por la pequeña extensión de la microcuenca y para no perder los detalles. Para la rasterización se utilizó la extensión Spatial Analyst del Arc View 3.3.

Las tablas resultantes de la rasterización se exportaron a formato DBF para ser editadas. Esta edición sirvió para que el programa vincule la tabla en formato DBF con el mapa en formato GRID.

- **Ingreso de la información al SWAT**

Una vez preparado la información: Base de datos de suelos (User Soils), base de datos de clima (User Weather Stations) y base de datos de uso del suelo (Land Cover), se ingreso al programa SWAT:



#### **4.3.3. Determinación del tipo de cobertura vegetal**

La cobertura vegetal dentro de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu se determinó visualizando en el Programa Arc View 3.3. los mapas de uso de la tierra y unidades de suelo. Información que se contrasto con el estudio de flora realizado en la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu, por (ASPAJO, F. 2005).

#### **4.3.4. Calidad de agua de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu para uso potable**

El análisis de la calidad de agua para el uso potable se realizó siguiendo los criterios establecidos por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

- **Selección de los puntos de muestreo**

La selección de los puntos de muestreo se realizó aguas abajo donde se realiza la mezcla de los contaminantes y existe un fácil acceso, siendo los puntos de muestreo las captaciones de la quebrada Rumiyacu y Mishquiyacu, es decir antes de que el curso de agua ingrese a la planta de tratamiento. Los puntos de muestreo fueron georeferenciados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS Garmin 12XL).

- **Frecuencia del muestreo**

Para el presente estudio se determinó la frecuencia del muestreo una vez por mes durante un año y se tomaron una sola muestra por mes tanto para los análisis fisicoquímicos como para los bacteriológicos.

- **Toma de muestra de agua**

Para los análisis bacteriológicos, las muestras de agua se recolectaron en botellas de vidrio transparente de 250 ml, debidamente esterilizados.

Para los análisis fisicoquímicos, se recolectó las muestras en botellas de plástico transparente de 1 litro; ambas muestras se recolectaron colocando las botellas en contra de la corriente desde la superficie hacia al fondo en la zona media de la corriente con el objetivo de obtener una muestra homogénea. Antes de recoger la muestra para el análisis fisicoquímico se enjuagaron los envases tres veces con el objetivo de homogenizar la muestra dentro del recipiente, éste es llenado totalmente, a diferencia de los envases de vidrio para los análisis bacteriológicos que no se enjuagaron y no se llenaron completamente para facilitar la aireación y mezcla de la muestra. Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se colocó a cada envase la etiqueta correspondiente indicando el número de muestra, punto de muestreo, fecha, hora y nombre del muestreador.

- **Análisis Bacteriológico de las muestras de agua**

El análisis bacteriológico se realizó de acuerdo a lo establecido en la **NORMA TÉCNICA PERUANA (2002)**.

Se empleo el método de “Filtración por Membrana”, que consistió en hacer pasar con ayuda del vacío, un volumen de muestra de agua a través de una membrana de celulosa, la cual se colocó luego en una placa petri conteniendo un medio de cultivo (M-Endo o M-FC) y se incubó a una temperatura de 35 °C a 37 °C para coliformes totales y a 44 °C a 45 °C para coliformes fecales, durante un periodo de tiempo de 20 horas.

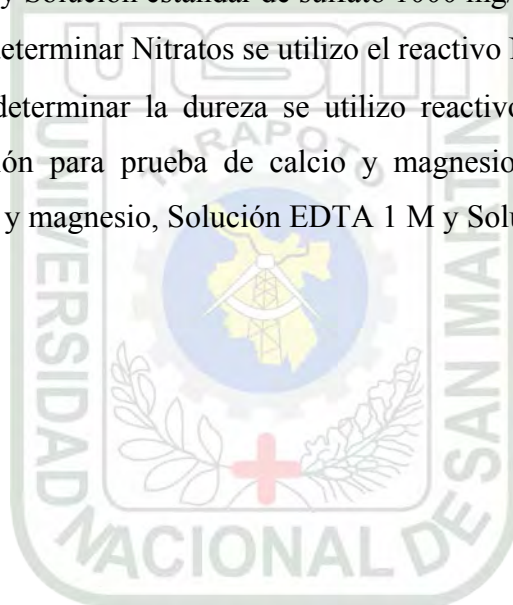
Posteriormente el recuento de coliformes se realizó mediante la siguiente formula:

$$\text{Coliformes contadas/100ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ colonias coliformes contadas} \times 100}{\text{Vol. Muestra original filtrado}}$$

- **Análisis fisicoquímicos de las muestra de agua**

Para los análisis fisicoquímicos se utilizó el turbidímetro y el DR 700, equipo automático digital que funciona a pilas y a corriente, permite determinar fácilmente y al instante los parámetros fisicoquímicos, agregando a las muestras de agua los reactivos que corresponden a cada parámetro como se describe a continuación:

- Para determinar los cloruros se utilizo reactivos como: Solución de ión férrico y Tiocinato mercúrico en solución.
- Para determinar los sulfatos se utilizo reactivos como: Sulfa Ver 4 y Solución estándar de sulfato 1000 mg/L.
- Para determinar Nitratos se utilizo el reactivo Nitra Ver 5.
- Para determinar la dureza se utilizo reactivos como: Alkali, Solución para prueba de calcio y magnesio, indicador para calcio y magnesio, Solución EDTA 1 M y Solución EGTA.



## V. RESULTADOS

### 5.1. Identificación de los afluentes de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu.

- **Característica del área de estudio**

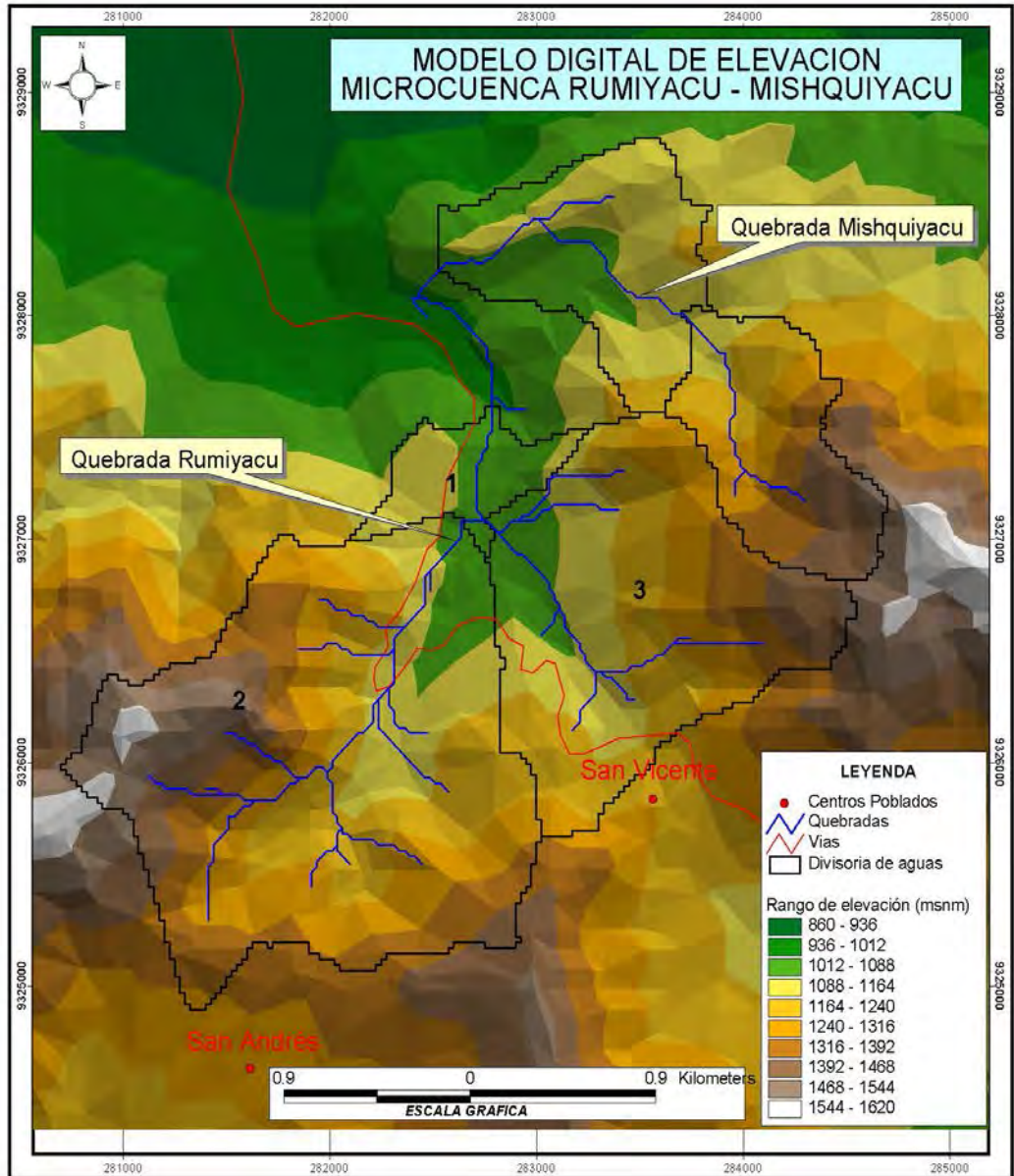
#### **Ubicación**

La microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu, se encuentra ubicada en la margen derecha del Río Mayo, jurisdicción del Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín. La quebrada Mishquiyacu es el afluente más importante de la quebrada Rumiyacu, ambos constituyen la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu, que abastece de agua a la población de la ciudad de Moyobamba (40.000 habitantes), tiene una elevación aproximada de 1620 msnm en la parte alta y 944 msnm en la parte media donde se ubica la bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda (EPS Moyobamba), encargada de brindar el servicios de agua. Los estudios se realizaron solamente hasta la parte media de la microcuenca (bocatoma de la planta de tratamiento) por que es hasta allí el ámbito de interés de la EPS Moyobamba. Así mismo es importante mencionar que la microcuenca se encuentra dentro del área de Conservación Municipal Rumiyacu-Mishquiyacu.

- En el cuadro N° 02 se muestra las coordenadas y la descripción de los 105 puntos georeferenciados de los afluentes de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu. Siendo 20 el total de afluentes que se identificó (**Ver anexo N° 01**), así como también se georeferenció el recorrido de algunas de ellas y se describió ciertas características existentes en el lugar.

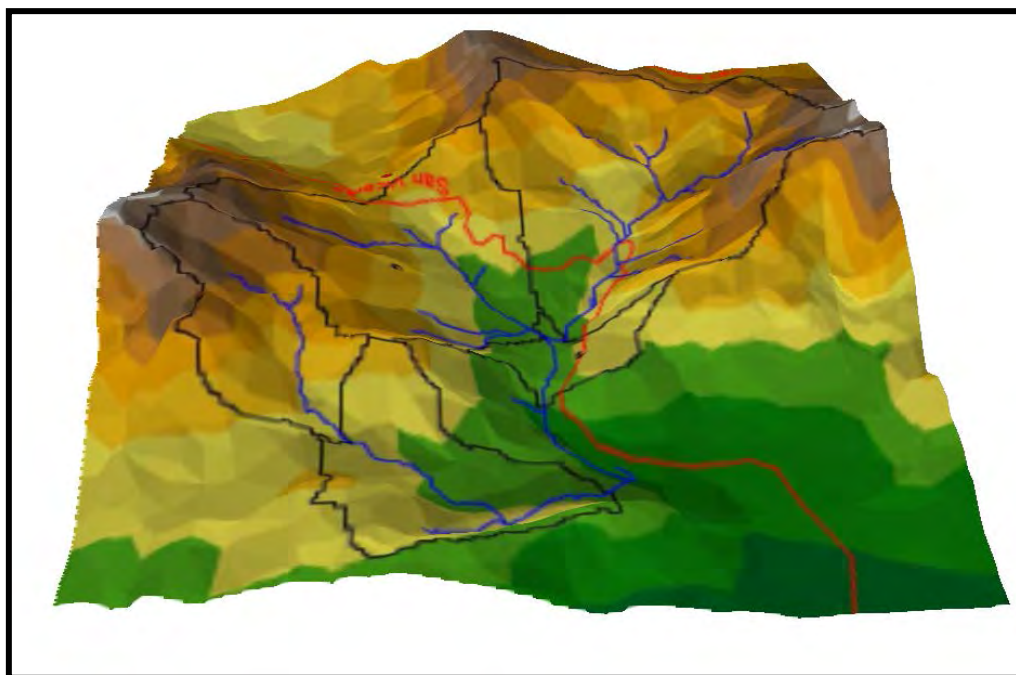
En la lámina N° 01 se muestra la divisoria de aguas y los afluentes de la microcuenca (**Ver anexo N° 02**) y en las figuras N° 01 y 02 se muestra el modelo de elevación digital y relieve del terreno en tres dimensiones.

**Figura N° 01: Modelo de Elevación Digital Microcuenca  
Rumiyacu-Mishquiyacu. 2005.**



*Fuente: Elaboración propia, 2006*

**Figura N° 02: Relieve de la Microcuenca Rumiyaqu–Mishquiyaqu. 2005.**



*Fuente: Elaboración propia, 2006*

## 5.2. Cantidad de agua de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu

### a) Medición del caudal

Se instaló dos estaciones de aforo, una en la quebrada Rumiyaqu y otra en la quebrada Mishquiyaqu cuya ubicación se muestra en el cuadro N° 02 y en la lámina N° 02. (Ver anexo N° 03).

**Cuadro N° 02: Ubicación de estaciones de aforo en la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.**

N° de estación	Quebrada	Coordenadas		
		X	Y	Altura msnm
1	Rumiyaqu	0282844	9327584	977
2	Mishquiyaqu	0282266	9328166	957

*Fuente: Elaboración propia, 2006*

En el cuadro N° 03 se muestran los caudales obtenidos a partir de los aforos realizados en la quebrada Rumiyaçu. Siendo el caudal mínimo 0.02 m<sup>3</sup> que equivale a 20 l/s y el caudal máximo en un día de lluvia es de 0.24 m<sup>3</sup>/s que equivale a 240 l/s.

**Cuadro N° 03: Caudales de la quebrada Rumiyaçu, 2005.**

N°	FECHA	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	AREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
01	02/12/2004	0.15	0.56	0.08
02	06/12/2004	0.14	0.57	0.08
03	20/01/2005	0.07	0.36	0.03
04	27/01/2005	0.06	0.32	0.02
05	15/02/2005	0.17	0.46	0.08
06	21/02/2005	0.26	0.91	0.24

*Fuente: Elaboración propia, 2006*

En el cuadro N° 04 se muestran los caudales obtenidos a partir de los aforos realizados en la quebrada Mishquiyaçu. Siendo el caudal mínimo 0.01 m<sup>3</sup> que equivale a 10 l/s y el caudal máximo en un día de lluvia es 0.06 m<sup>3</sup>/s que equivale a 60 l/s.

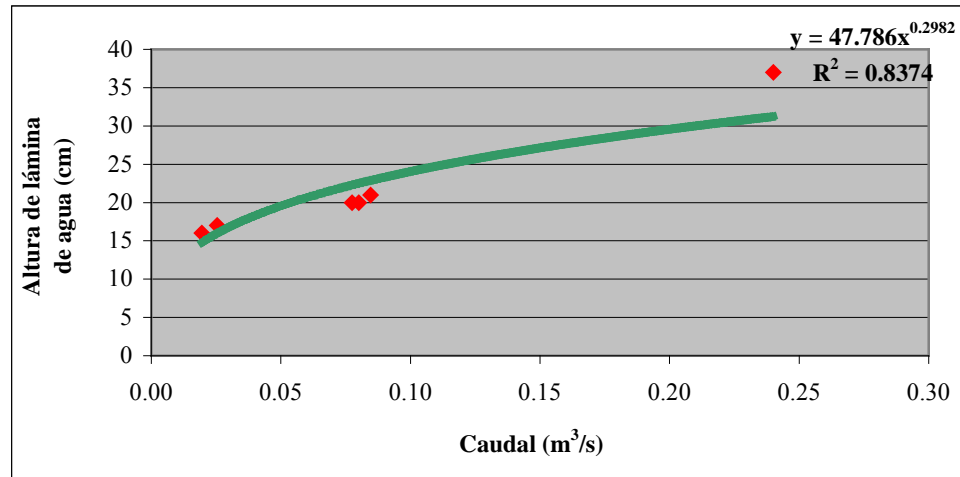
**Cuadro N° 04: Caudales de la quebrada Mishquiyaçu, 2005**

N°	FECHA	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	AREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
01	02/12/2004	0.15	0.22	0.03
02	06/12/2004	0.12	0.15	0.02
03	20/01/2005	0.09	0.12	0.02
04	27/01/2005	0.11	0.13	0.03
05	15/02/2005	0.12	0.15	0.04
06	21/02/2005	0.18	0.34	0.10

*Fuente: Elaboración propia, 2006*

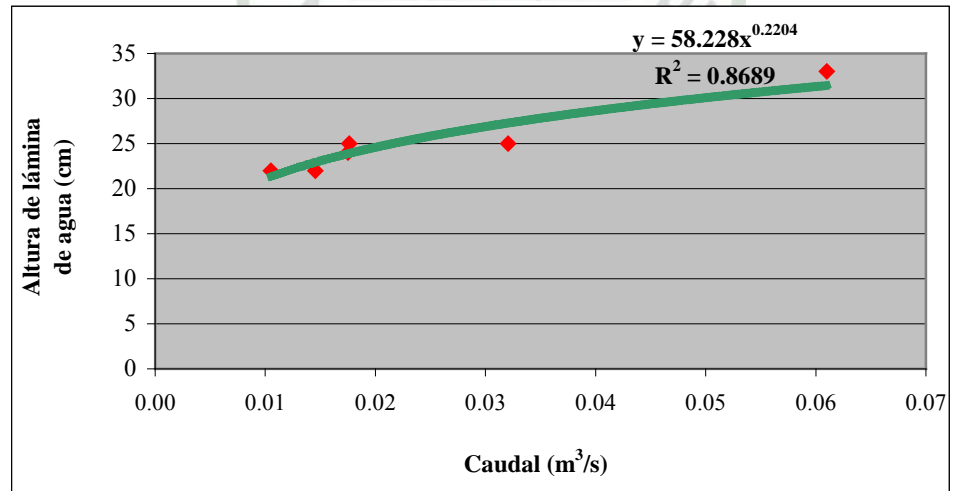
Con los caudales aforados tanto en la quebrada Rumiyaçu como en la quebrada Mishquiyaçu, se elaboró la curva de calibración que se muestra en los gráficos N° 01 y 02 con una correlación de 85 % y 86 %.

**Gráfico N° 01: Curva de calibración del caudal de la quebrada Rumiyaçu. 2005**



Fuente: Elaboración propia, 2006

**Gráfico N° 02: Curva de calibración del caudal de la quebrada Mishquiyaçu. 2005**



Fuente: Elaboración propia, 2006

La curva de calibración nos permitió obtener el caudal promedio diario de ambas quebradas (Ver anexo 04). Siendo la altura máxima de la lámina

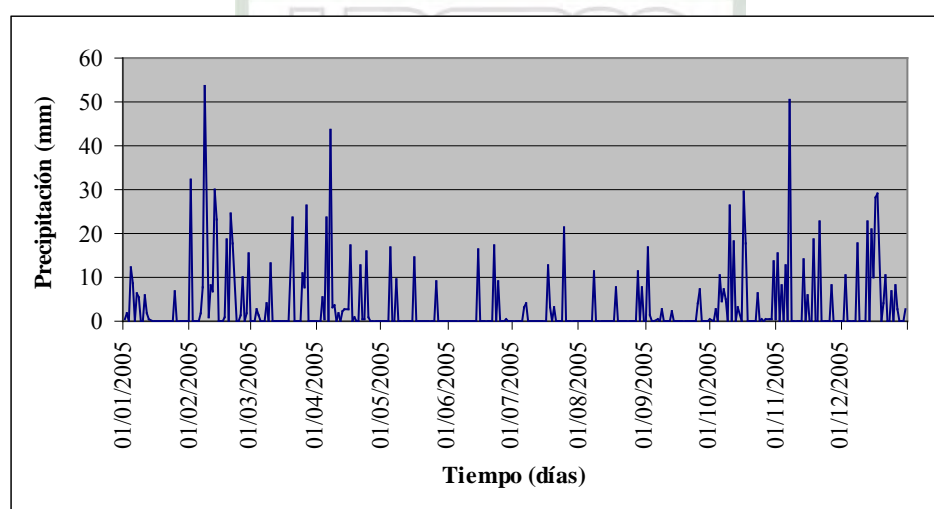


de agua de 0.34 m y el caudal máximo registrado durante el año 2005 es de 0.06 m<sup>3</sup>/s.

#### b) Medición de la precipitación

Se instaló un pluviómetro en la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu, ubicada a 951 msnm y coordenadas X=281766 y Y=9328480. La ubicación se muestra en la lámina N° 02, así como los registros de precipitación (**Ver anexo N° 03**) con los que se elaboró el gráfico N° 03.

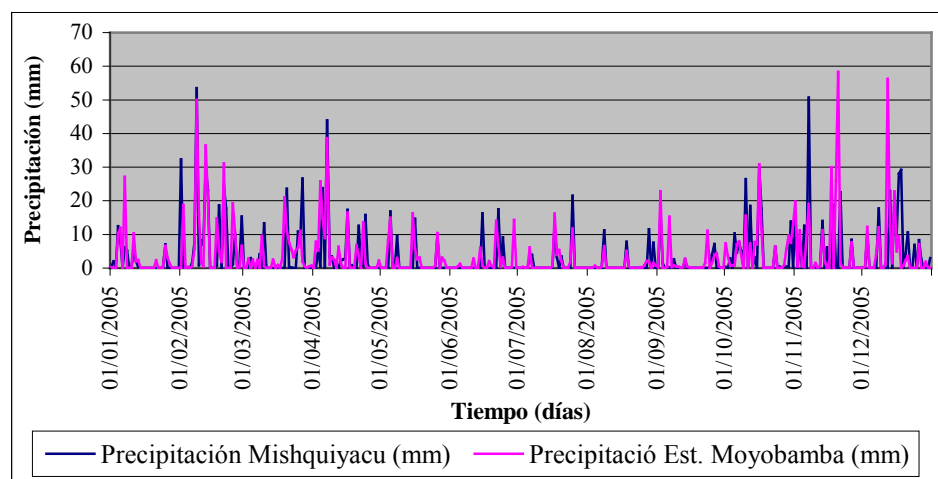
**Gráfico N° 03: Precipitación diaria microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu. 2005.**



*Fuente: Elaboración propia, 2006*

El gráfico muestra el comportamiento de la precipitación diaria durante el año 2005. La precipitación más elevada se presentó en los meses de febrero y noviembre sobrepasando los 50 mm. Esta precipitación se comparó con la precipitación registrada en la Estación Meteorológica del Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) de la ciudad de Moyobamba como se aprecia en el siguiente gráfico, donde la precipitación diaria no alcanza los 60 mm

**Grafico N° 04: Comparación de precipitación de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu con la precipitación registrada por la Estación Metereológica del Proyecto Especial Alto Mayo. 2005**



Fuente: Elaboración propia, 2006

**c) Modelamiento hidrológico**

Los principales usos de la tierra en la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu son: Bosque Primario, Vegetación Secundaria y Pasto. En el cuadro N° 05 y Lámina N° 03 se muestran los usos de la tierra, el código SWAT y la cantidad de hectáreas por uso de la tierra en la microcuenca (Ver anexo N° 05).

**Cuadro N° 05: Uso de la tierra en la Microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu. 2005.**

Código SWAT	Uso de la tierra	Área (ha)
FRST	Bosque primario	97.8
APPL	Vegetación secundaria	581.4
PAST	Pasto	42.12
<b>Total</b>		<b>721.32</b>

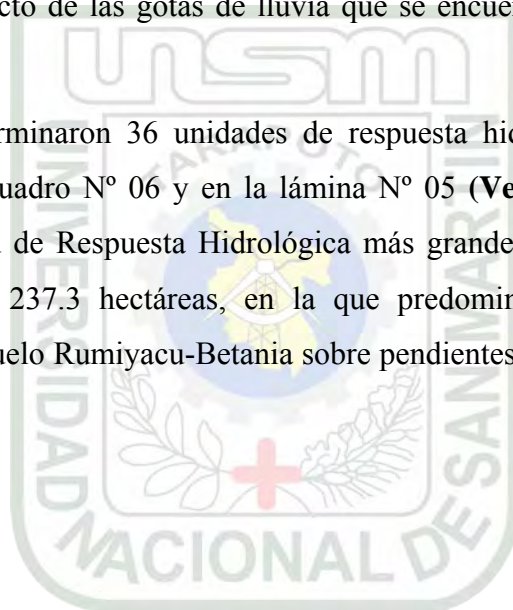
Fuente: Elaboración propia, 2006

Es predominante la vegetación secundaria (APPL) con 80.60%, seguido de bosque primario (FRST) con 13.55% y en menor cantidad el uso pasto (PAST) con 5.83%. La vegetación secundaria cubre las partes alta, media

y baja de la microcuenca, incluyendo los cafetales, que constituye el principal cultivo de la zona.

En la lámina N° 04 (**Ver anexo N° 06**) se muestra los seis tipos de suelos presentes en la microcuenca; en su composición estos suelos presentan un porcentaje elevado de arena, siendo los más arenosos, el suelo Jerillo que presenta un 66% de arena y el suelo Nipón que presenta un 80 % de arena. Otras de las características importantes en cuanto a la vulnerabilidad es la densidad aparente, en el caso del suelo Nipón que varía entre 1.35 y 1.51  $\text{mg}/\text{m}^3$  y la erodabilidad, es decir la resistencia del suelo a ser erosionada por el golpe directo de las gotas de lluvia que se encuentra entre 0.48 y 0.66.

En total se determinaron 36 unidades de respuesta hidrológica que se muestran en el cuadro N° 06 y en la lámina N° 05 (**Ver anexo N° 07**), siendo la Unidad de Respuesta Hidrológica más grande la número once con un área de 237.3 hectáreas, en la que predomina la vegetación secundaria y el suelo Rumiyacu-Betania sobre pendientes que varían entre 2 y 44%.



**Cuadro N° 06: Unidades de Respuesta Hidrológica microcuenca  
Rumiyacu-Mishquiycu. 2005**

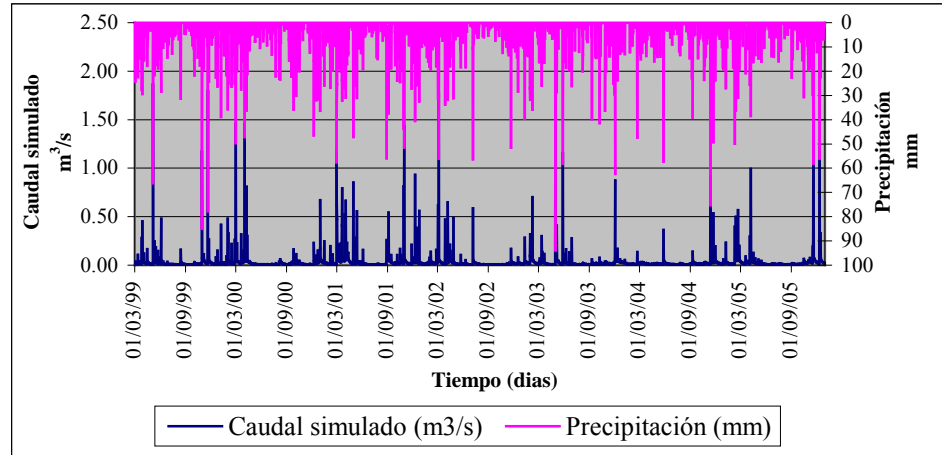
<b>Divisoria aguas</b>	<b>URH N°</b>	<b>Uso de la tierra</b>	<b>Unidad de suelo</b>	<b>Área (ha)</b>
1	1	PAST	MOYOBAMBA	2.6
1	2	PAST	JERILLO	0.9
1	3	PAST	RUMIYACUBETANIA	0.1
1	4	APPL	MOYOBAMBA	26.7
1	5	APPL	RUMIYACUBETANIA	0.8
1	6	FRST	MOYOBAMBA	2.0
1	7	FRST	JERILLO	0.3
2	8	PAST	MOYOBAMBA	2.4
2	9	PAST	RUMIYACUBETANIA	3.8
2	10	APPL	MOYOBAMBA	55.3
2	11	APPL	RUMIYACUBETANIA	237.3
2	12	APPL	JERILLORUMIYACU	27.1
3	13	PAST	MOYOBAMBA	8.2
3	14	PAST	JERILLO	1.7
3	15	PAST	RUMIYACUBETANIA	1.5
3	16	APPL	NIPON	2.5
3	17	APPL	MOYOBAMBA	87.1
3	18	APPL	JERILLO	55.8
3	19	APPL	RUMIYACUBETANIA	7.1
3	20	FRST	NIPON	3.7
3	21	FRST	MOYOBAMBA	6.7
3	22	FRST	JERILLO	18.8
4	23	PAST	CERROAMARILLO	2.3
4	24	PAST	NIPON	1.0
4	25	PAST	JERILLO	11.8
4	26	APPL	CERROAMARILLO	10.5
4	27	APPL	NIPON	2.0
4	28	APPL	JERILLO	7.6
4	29	FRST	CERROAMARILLO	26.8
4	30	FRST	NIPON	0.8
4	31	FRST	JERILLO	28.9
5	32	PAST	NIPON	1.4
5	33	PAST	JERILLO	4.5
5	34	APPL	NIPON	17.3
5	35	APPL	JERILLO	44.3
5	36	FRST	JERILLO	9.8

**FRST:** Bosque primario; **APPL:** Vegetación Secundaria; **PAST:** Pasto

*Fuente: Elaboración propia, 2006*

La precipitación y los caudales para los 7 años simulados, se muestra en el gráfico N° 05.

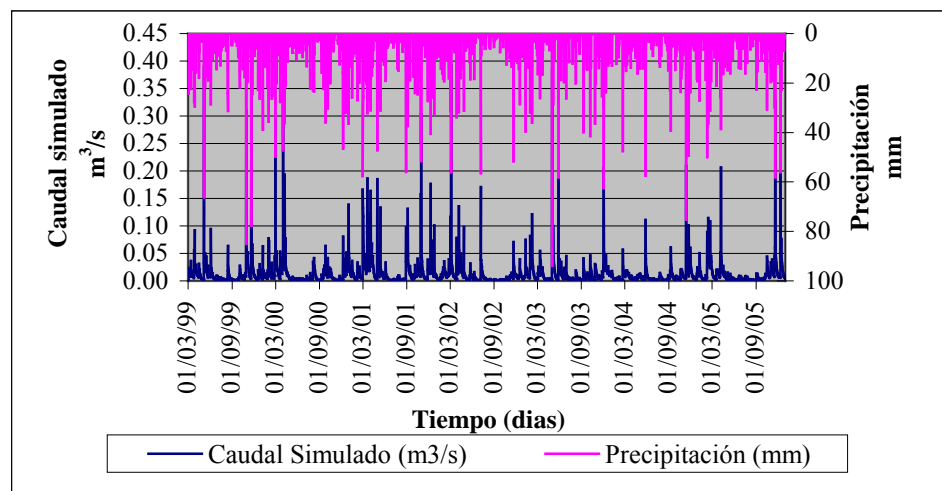
**Gráfico N° 05: Caudal simulado de la quebrada Rumiayacu a partir de la Precipitación de los años 1999 a 2005**



Fuente: Elaboración propia, 2006

El gráfico muestra una correlación entre el caudal simulado y las precipitaciones diarias, la cual se muestra generalmente cuando las precipitaciones sobrepasan los 20 mm, reflejándose en un aumento del caudal. En el caso de precipitaciones más bajas a este valor, el caudal no aumenta. El caudal simulado se mantiene generalmente en 33 l/s; son pocos los picos de caudal mayores a 1.4 m<sup>3</sup>/s.

**Gráfico N° 06: Caudal simulado de la quebrada Mishquiyacu a partir de la Precipitación de los años 1999 a 2005**

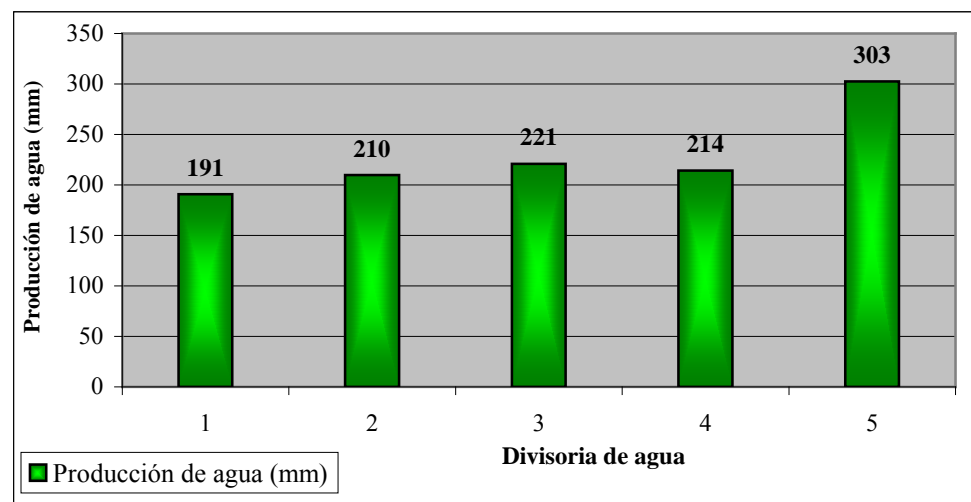


Fuente: Elaboración propia, 2006

El gráfico muestra una correlación entre el caudal y las precipitaciones diarias, la cual se muestra generalmente cuando las precipitaciones sobrepasan los 30 mm, reflejándose en un aumento del caudal.

La producción de agua de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu calculada por el SWAT, varía entre 191 mm (divisoria de agua N° 1) y 303 mm (divisoria de agua N° 5), como se muestra en el gráfico N° 07 y lámina N° 06. (Ver anexo N° 08).

**Gráfico N° 07: Producción de agua de cada divisoria microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.2005.**



Fuente: Elaboración propia, 2006

La suma total de producción de agua de las 5 divisorias es de 1138 mm. Que equivale a la producción de agua total de la microcuenca.

### 5.3. El aporte de sedimentos al caudal

El aporte de sedimentos al caudal por cada unidad de respuesta hidrológica se puede apreciar en el cuadro N° 07 donde resaltan, en contra de lo esperado, algunas unidades de respuesta hidrológica con bosque primario o vegetación secundaria, que aportan gran cantidad de sedimentos al caudal debido al tipo de suelo y pendientes altas que presentan.

**Cuadro N° 07: Aporte de sedimentos por Unidad de Respuesta  
Hidrológica de la microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu.  
2005.**

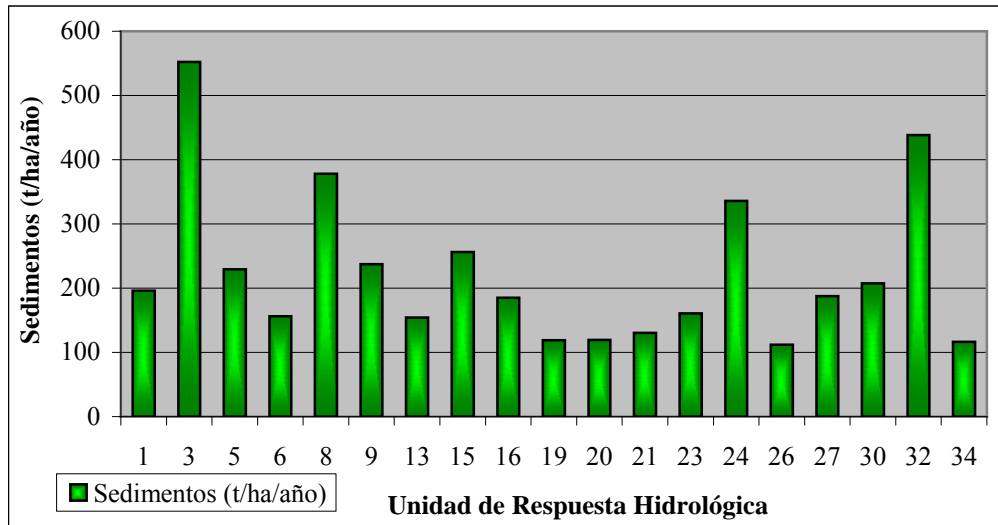
Divisoria de agua	URH N°	Uso de la tierra	Unidad de suelo	Sedimentos (t/ha/año)
1	1	PAST	MOYOBAMBA	196.0
1	2	PAST	JERILLO	77.1
1	3	PAST	RUMIYACUBETANIA	552.0
1	4	APPL	MOYOBAMBA	65.4
1	5	APPL	RUMIYACUBETANIA	229.1
1	6	FRST	MOYOBAMBA	156.3
1	7	FRST	JERILLO	53.2
2	8	PAST	MOYOBAMBA	378.2
2	9	PAST	RUMIYACUBETANIA	237.4
2	10	APPL	MOYOBAMBA	81.7
2	11	APPL	RUMIYACUBETANIA	31.6
2	12	APPL	JERILLORUMIYACU	69.0
3	13	PAST	MOYOBAMBA	154.3
3	14	PAST	JERILLO	72.0
3	15	PAST	RUMIYACUBETANIA	256.1
3	16	APPL	NIPON	184.9
3	17	APPL	MOYOBAMBA	48.7
3	18	APPL	JERILLO	10.0
3	19	APPL	RUMIYACUBETANIA	118.7
3	20	FRST	NIPON	119.5
3	21	FRST	MOYOBAMBA	130.4
3	22	FRST	JERILLO	9.1
4	23	PAST	CERROAMARILLO	160.73
4	24	PAST	NIPON	335.60
4	25	PAST	JERILLO	26.72
4	26	APPL	CERROAMARILLO	111.72
4	27	APPL	NIPON	187.39
4	28	APPL	JERILLO	25.39
4	29	FRST	CERROAMARILLO	40.38
4	30	FRST	NIPON	207.65
4	31	FRST	JERILLO	7.24
5	32	PAST	NIPON	438.39
5	33	PAST	JERILLO	51.51
5	34	APPL	NIPON	116.23
5	35	APPL	JERILLO	11.45
5	36	FRST	JERILLO	12.37

**FRST:** Bosque primario; **APPL:** Vegetación Secundaria; **PAST:** Pasto

*Fuente: Elaboración propia, 2006*

En el gráfico N° 08 se muestra las Unidades de Respuesta Hidrológica, que fueron priorizadas teniendo en cuenta la cantidad de sedimento (t/ha/año) que aportan al caudal, sin importar el tipo de uso que presentan. Estas URH priorizadas aportan más de 111.72 t/ha/año, al caudal.

**Gráfico N° 08: Aporte de sedimentos por Unidad de Respuesta Hidrológica microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu. 2005**



Fuente: *Elaboración propia, 2006*

En la lámina N° 07 (**Anexo N° 09**) se visualiza estas Unidades de Respuesta Hidrológica (URH) priorizadas, que se encuentran sobre pendiente entre 3% y 40%, siendo la que aporta mayor cantidad de sedimentos al caudal la URH N° 03 con 552 t/ha/año.

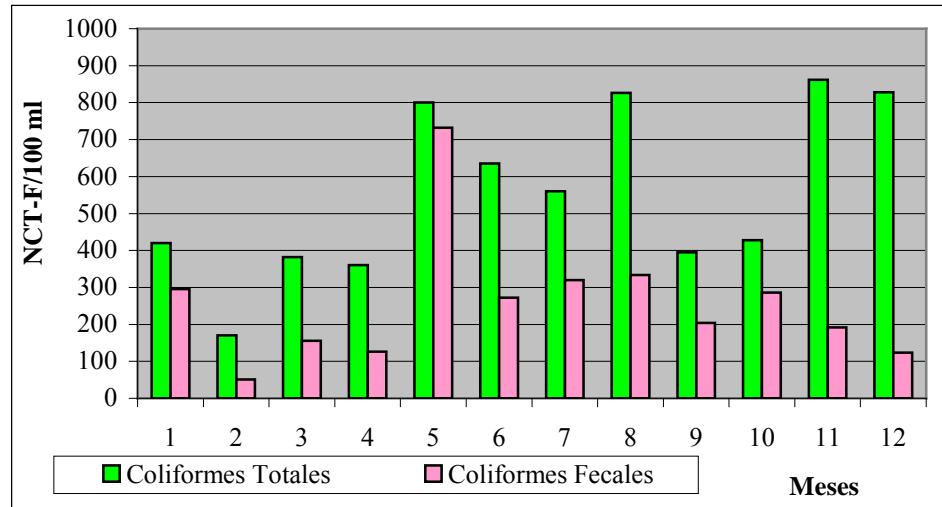
#### 5.4. Análisis de la calidad de agua para el uso potable

- **Análisis bacteriológico**

En el gráfico N° 09 se muestra la cantidad de Coliformes Totales y Fecales presentes durante el año 2005 en la quebrada Rumiyaqu.



**Gráfico N° 09: Coliformes Totales y Fecales de la quebrada Rumiycu. 2005.**

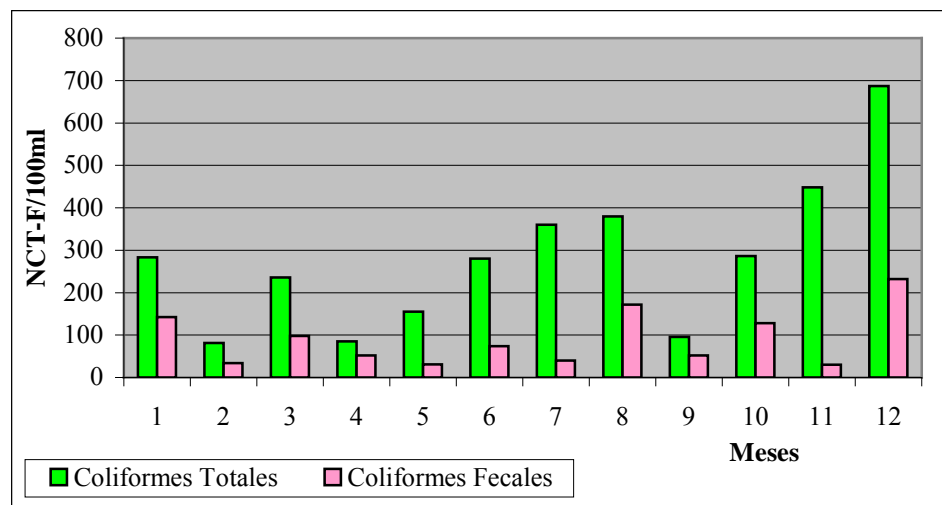


Fuente: Elaboración propia, 2006

Siendo el mes de noviembre el que presenta la mayor cantidad de Coliformes Totales (862 CT/100ml) y el mes de febrero presenta el valor mínimo (170 CT/100 ml). Respecto a los Coliformes Fecales el mes de mayo presenta la mayor cantidad alcanzando los 732 CF/100 ml y la mínima cantidad se presenta en el mes de febrero con 51 CF/100 ml.

En el gráfico N° 10 se muestra la cantidad de Coliformes Totales y Fecales presentes en la quebrada Mishquiyacu, durante el año 2005.

**Gráfico N° 10: Coliformes Totales y Fecales de la quebrada Mishquiyacu. 2005**



Fuente: Elaboración propia, 2006

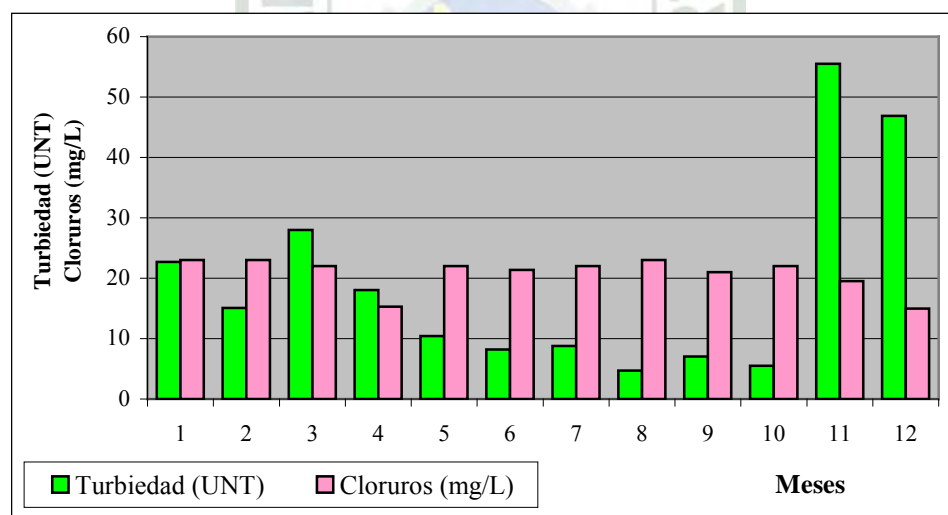
Siendo el mes de Diciembre en el que se presenta la mayor cantidad de Coliformes Totales (687 NCT/100 ml) y febrero la menor cantidad (81 NCT/100 ml). Respecto a los Coliformes Fecales el mes de diciembre presenta la mayor cantidad alcanzando los 232 NCF/100 ml y la mínima cantidad se presenta en el mes de febrero con 30 NCF/100 ml.

▪ **Análisis fisicoquímico**

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron en la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu se muestran en los siguientes gráficos:

El gráfico N° 11 muestra los resultados de los análisis de Turbiedad y Cloruros presentes en la quebrada Rumiyacu en el año 2005.

**Gráfico N° 11: Turbiedad y Cloruros de la quebrada Rumiyacu. 2005**



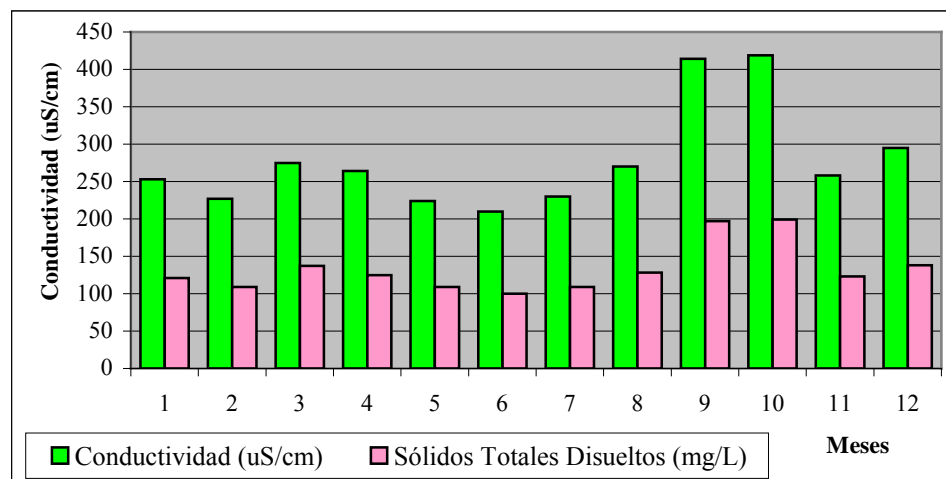
*Fuente: Elaboración propia, 2006*

Siendo los meses de noviembre y diciembre en el que se presenta una elevada Turbiedad, alcanzando los 46.9 y 55.5 UNT, el valor mínimo durante todo el año se presenta en el mes de agosto con 4.69 UNT. Los valores altos de turbidez en los meses de noviembre y diciembre, se relacionan con la época de lluvia.

Respecto a los Cloruros los valores poseen aparentemente una tendencia homogénea durante todo el año, siendo el valor máximo 23 mg/L y el mínimo 15 mg/L.

En el gráfico N° 12 se muestra los resultados del análisis de Conductividad y Sólidos Totales Disueltos presentes en la quebrada Rumiayacu durante el año 2005.

**Gráfico N° 12: Conductividad y Sólidos Totales Disueltos de la quebrada Rumiayacu. 2005**



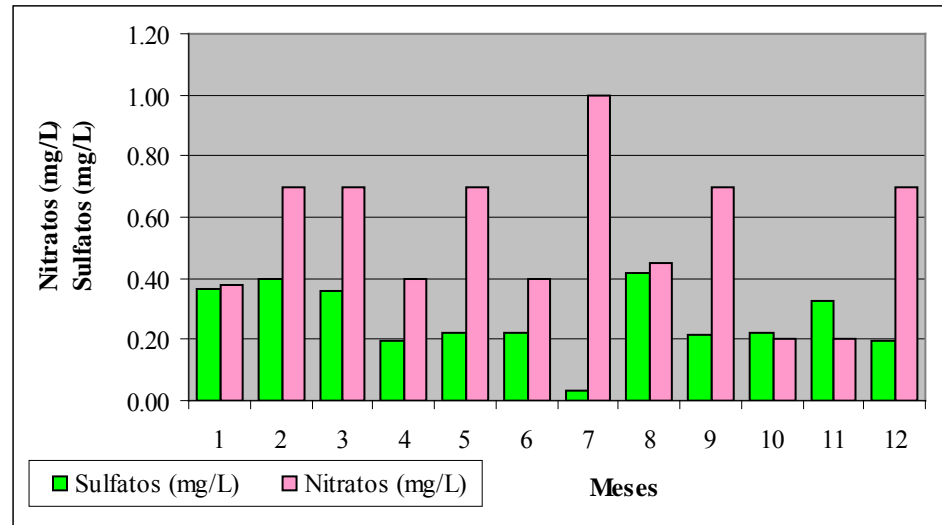
*Fuente: Elaboración propia, 2006*

Siendo el mes de junio en el que se presenta la menor cantidad de Sólidos Totales Disueltos (100 mg/L) y en el mes de octubre se presenta la mayor cantidad de Sólidos Totales Disueltos alcanzando los 199 mg/L.

Con respecto a la conductividad los meses de agosto y octubre son los meses en el que se presenta los valores mas altos de conductividad del agua que sobrepasan las 400 uS/cm. y el mes de junio es el mes que presenta el valor mas bajo de conductividad (210 uS/cm).

El gráfico N° 13 muestra los resultados de los análisis de Sulfatos y Nitratos presentes en la quebrada Rumiayacu durante el año 2005.

**Gráfico N° 13: Sulfatos y Nitratos de la quebrada Rumiyacu. 2005**



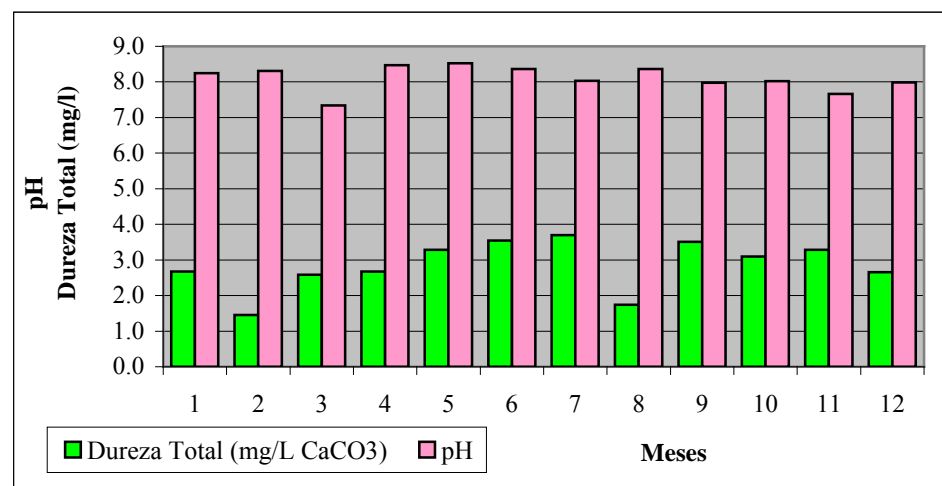
*Fuente: Elaboración propia, 2006*

Siendo el mes de agosto en el que se presenta la mayor cantidad de Sulfatos (0.42 mg/L) y en el mes de octubre se presenta la menor cantidad (0.032 mg/L).

Respecto a Nitratos el mes de julio es el mes en el que se presenta la mayor cantidad (1mg/L) y el mes de octubre y noviembre presentan los valores más bajos de nitratos que no sobrepasan los 0.2 mg/L.

El gráfico N° 14 muestra los resultados de los análisis de Dureza y pH presentes en la quebrada Rumiyacu durante el año 2005.

**Gráfico N° 14: Dureza y pH de la quebrada Rumiyacu. 2005**



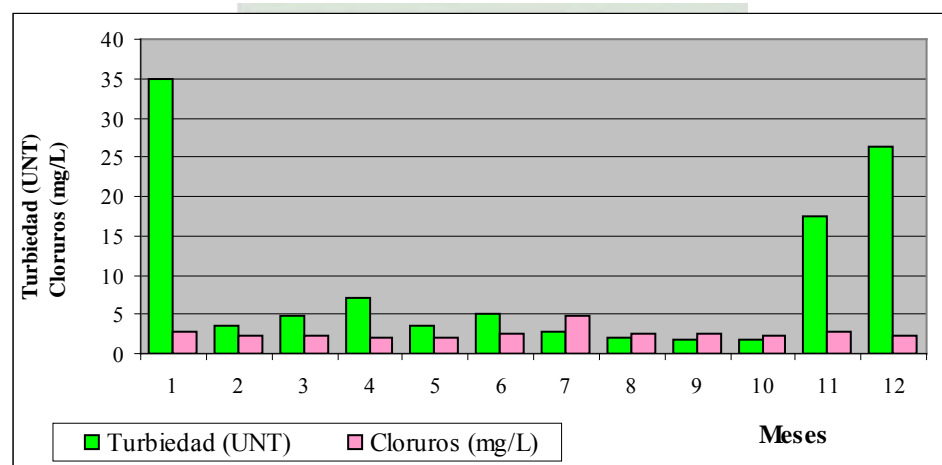
*Fuente: Elaboración propia, 2006*

Siendo el mes de marzo el que presenta un pH de 7.34 como mínimo y 8.52 como máximo en el mes de mayo.

Respecto a Dureza Total del agua, el mes de julio es el mes en el que se presenta el valor más alto (3.7 mg/L) y el mes de febrero presentan el valor más bajo que es de 1.4 mg/L.

El gráfico N° 15 muestra los resultados de los análisis de Turbiedad y Cloruros presentes en la quebrada Mishquiyacu en el año 2005.

**Gráfico N° 15: Turbiedad y Cloruros de la quebrada Mishquiyacu. 2005**



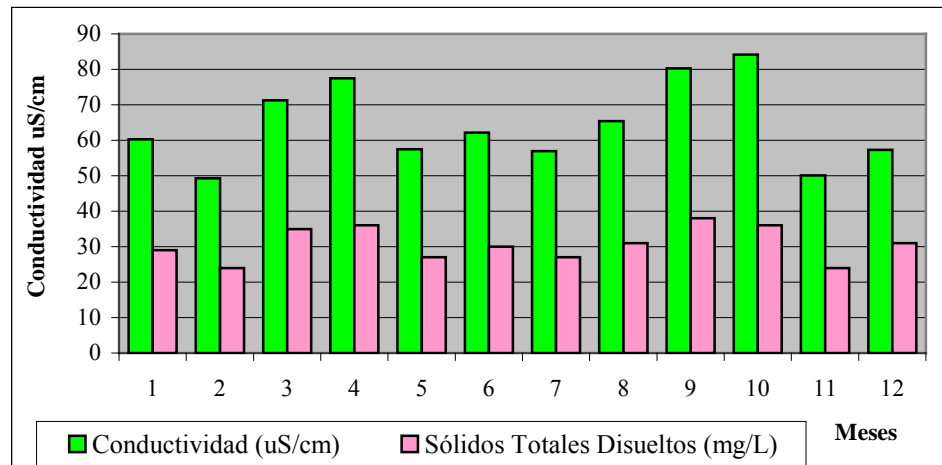
*Fuente: Elaboración propia, 2006*

Siendo los meses de enero, noviembre y diciembre los meses que se registró los valores más altos de Turbidez, estos se relaciona con la época de lluvia que se presenta en la zona durante los meses antes mencionados. El valor más alto de Turbidez es de 35 UNT, manteniéndose durante los demás meses del año por debajo de 5 UNT, a excepción del mes de abril que sobrepasa las 5 UNT.

Con respecto a los Cloruros se observa que durante todo el año se mantiene por debajo de 5 mg/L.

En el gráfico N° 16 se muestra la Conductividad y Sólidos Totales Disueltos presentes en la quebrada Mishquiyacu, los cuales fueron elaborados con los resultados de los análisis realizados.

**Gráfico N° 16: Conductividad y Sólidos Totales Disueltos de la quebrada Mishquiyacu. 2005**



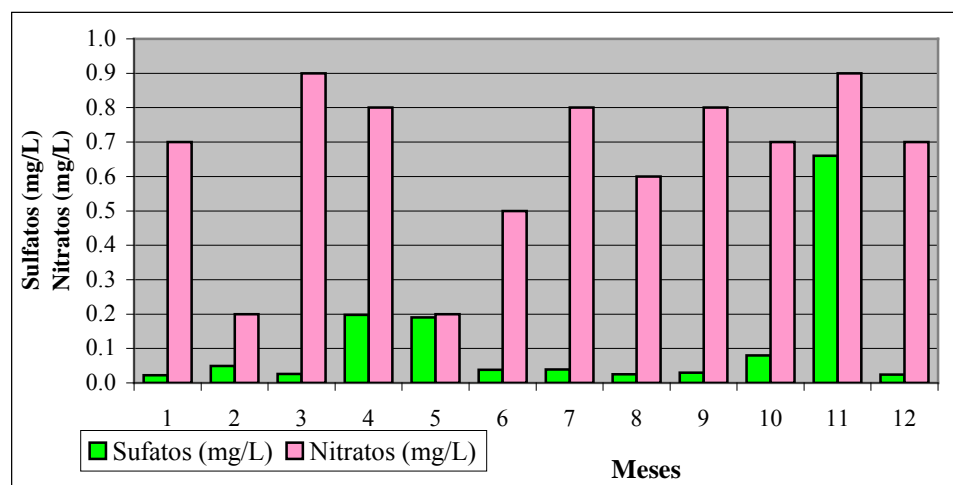
Fuente: Elaboración propia, 2006

Siendo el mes de octubre el mes en que se registra el valor mas alto de Conductividad del agua, sobrepasando los 80 uS/cm y el valor mínimo no baja de 50 uS/cm.

En cuanto a los Sólidos Totales Disueltos no sobrepasan los 40 mg/L, manteniéndose en un rango de 38 y 24 mg/L, es decir no se presentan diferencias marcadas en cuanto a Sólidos Totales Disueltos.

En el gráfico N° 17 se muestra los Sulfatos y Nitratos presentes en la quebrada Mishquiyacu, los cuales fueron elaborados con los resultados de los análisis realizados.

**Gráfico N° 17: Sulfatos y Nitratos de la quebrada Mishquiyacu. 2005**



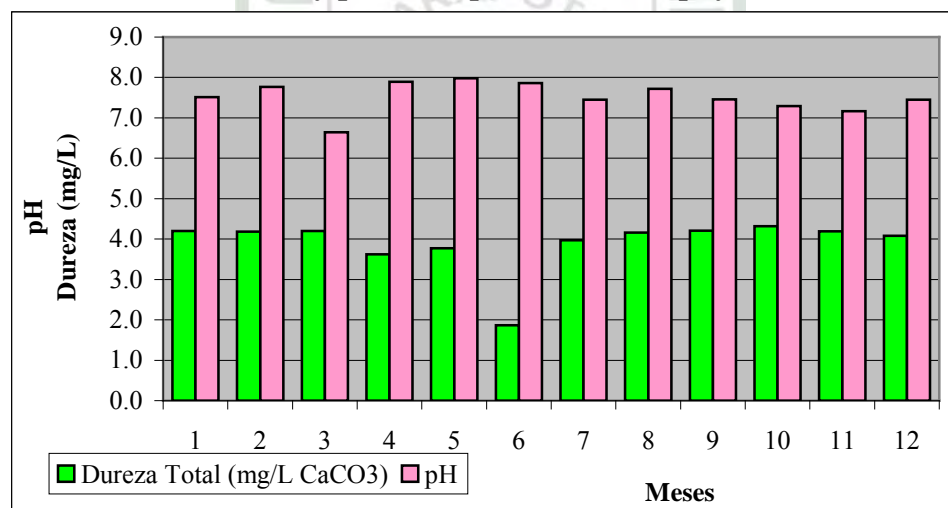
Fuente: Elaboración propia, 2006

Los Sulfatos en la fuente de agua, presenta diferencia marcada, es así que el registro mas alto durante el año 2005 se produjo en el mes de noviembre sobrepasando los 0.66 mg/L, el resto de los meses se mantiene por debajo de 0.2 mg/L.

Los Nitratos también presentan valores que no sobrepasan 1mg/L y los demás meses del año varía entre 0.2 y 0.8 mg/L.

En el gráfico N° 18 se muestra la Dureza y pH de la quebrada Mishquiyacu, los cuales fueron elaborados con los resultados de los análisis realizados.

**Gráfico N° 18: Dureza y pH de la quebrada Mishquiyacu. 2005**



*Fuente: Elaboración propia, 2006*

La Dureza de la quebrada Mishquiyacu, se mantiene casi siempre por debajo de los 4.5 mg/L, salvo el mes de junio que presenta un valor por debajo de 2.0 mg/L.

El pH se mantiene casi todo el año en 7.9, salvo el mes de febrero que llega a 6.6.

## VI. DISCUSIONES

- La identificación de los afluentes de la microcuenca Rumiayacu-Mishquiyacu permitió localizar la ubicación exacta de las nacientes, resaltándose que varias de ellas se encuentran en lugares intervenidos como zonas deforestadas, pastizales y campos de cultivo. Esta identificación nos permitió elaborar un mapa en el que se puede ver el lugar exacto donde se encuentran las nacientes, lo que a su vez podrá ser utilizado para la planificación de medidas de conservación de estas fuentes de agua.
- **NEITSCH (1999)**, menciona que el SWAT es una herramienta que permite simular los caudales de una cuenca a partir de registros históricos tanto de precipitación y temperaturas máximas y mínimas. Es por ello que comparando los caudales simulados con los reales estos tienen cierta similitud, por lo tanto se afirma que el programa es importante ya que permite ver el comportamiento del caudal y en base a ello determinar la cantidad de agua producida en la microcuenca.
- Así mismo se comparó los datos de precipitación de la microcuenca con los datos de precipitación de la estación meteorológica del Proyecto Especial Alto Mayo (Moyobamba), observándose que los registros guardan gran similitud, lo que permite afirmar que las lecturas del pluviómetro en la microcuenca en estudio proporcionó información que puede ser utilizada de forma confiable.
- Los caudales reales de la microcuenca se determinaron mediante el método del flotador, por ser este el que se adecua a las características y condiciones de la fuente en estudio; siendo recomendado además por **VÁSQUEZ (2000)**, para fuentes de agua cuyos caudales varían entre 0.1 litros/segundo a 300 litros/segundo.
- Por otro lado, la determinación de la cobertura vegetal dentro de la microcuenca es considerada de singular importancia, ya que, según **DIETZ (2003)**, los bosques filtran, limpian y almacenan grandes cantidades de agua, así como también amortiguan las lluvias fuertes que de otra manera erosionarían los



suelos. En este contexto y en función de los resultados obtenidos, la microcuenca en estudio esta constituida en un 80.6 % por vegetación secundaria (campos de cultivo abandonados y cultivos de café asociado con árboles de sombra), 13.5% por bosque primario y en un 5.8 % cubierta por pasto. Estos valores de los usos de la tierra se determinó utilizando el mapa de usos de la tierra del Alto Mayo y se contrasto con el estudio de flora que realizó **(ASPAJO, 2005)**.

- Según **NEITSCH (1999)** El SWAT, es un modelo que permite predecir el impacto del manejo del suelo en la generación de sedimentos y la regulación del agua en cuencas hidrográficas. Para ello divide la cuenca en pequeñas áreas que las llama Unidades de Respuesta Hidrológica (URH) que corresponden a unidades del territorio que tienen condiciones de suelo, clima y topografía homogéneas y por lo tanto producen un impacto particular sobre la cantidad y calidad del agua generada.  
De acuerdo a lo mencionado por el autor la microcuenca presenta Unidades de Respuesta Hidrológicas que aportan sedimentos al caudal, en los que es posible hacer un cambio de uso de suelo que permita disminuir el aporte de sedimentos.
- Teniendo en consideración los resultados de la calidad de agua y de acuerdo a lo mencionado por **CEPIS (2002)**, el agua cuando entra en contacto con el aire, el suelo o incluso el propio hombre, adquiere impurezas y modifica su composición, lo que puede producir enfermedades y perjuicios para el ser humano; por esta razón es que se realizaron los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de acuerdo a lo establecido por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, quien es el organismo responsable de normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de servicios de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) de todo el país.
- La contaminación bacteriológica de las aguas superficiales que sirve como fuentes de abastecimiento es uno de los problemas más preocupante en los países en vías de desarrollo. Esta contaminación puede ocurrir debido a la influencia de múltiples factores, dentro de los cuales se encuentran las

actividades domesticas, industriales, mineras, agrícolas, etc. que contaminan el agua con desechos biológicos y químicos (**SILVA, 2003**).

Lo señalado por el autor se confirma con los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos que sobrepasan los 800 UCT/100 ml y 700 UCF/100 ml.,siendo estos producidos por las actividades agrícolas, defecación a campo abierto, letrinas construidas cerca de las fuentes de agua, presencia de animales domésticos y silvestres.

Es importante mencionar que los agentes patógenos asociados a los coniformes totales que pueden estar presentes en aguas superficiales pertenecen a las bacterias (*Eschericia coli*, *Salmoella*, *shiguela* y *Vibrio cholerae*), virus (enterovirus y rotavirus), protozoos (*Giardia*, *entamoeba histolytica*, *cryptosporidium*), helmintos (*ascaris*, *taenia* y *trichuris*) y cianobacterias (*anabaena* y *microcystis*); los que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de severidad desde una gastroenteritis simple a severos casos de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. (**AURAZO, 2002**).

Teniendo en cuenta lo mencionado por el autor, la importancia de realizar los análisis bacteriológicos radica en la existencia de pobladores que viven dentro de la microcuenca y utilizan el agua para el consumo, así también permite a la EPS Moyobamba determinar las concentraciones exactas de los productos químicos a utilizar para el tratamiento respectivo. De ello se desprende la necesidad de implementar programas de higiene y salubridad en las comunidades establecidas dentro y alrededor del área de estudio, sabiéndose además que los más afectados son la población infantil.

- De acuerdo a **CEPIS (2002)**, la medición de la turbiedad es útil para saber cuando, como y hasta que punto debemos tratar el agua para que cumpla con los criterios de potabilización; así mismo **CHUNG (2003)**, señala que la turbiedad es un parámetro importante a considerar en las aguas para abastecimiento público, ya que de sobrepasar el límite máximo permisible (5 UNT), produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de ingerirla y utilizarla en los alimentos.

En este contexto y de acuerdo a los resultados obtenidos, los valores de turbidez de la quebrada Rumiyaçu varían entre 55.55 y 4.69 UNT y Mishquiyaçu varía

entre 35 a 1.82 UNT, valores máximos que sobrepasan los límites máximos permisibles y que podrían estar ocasionando el incremento del uso de coagulantes (sulfato de aluminio) y polímeros utilizados para disminuir la turbiedad del agua.

- Según **CEPIS (1992)**, las aguas superficiales no contienen cloruros en cantidades tan altas como para afectar sus condiciones de sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas. De acuerdo a ello comparamos los cloruros presentes en la quebrada Rumiycu que se encuentran entre 2.8 y 2.0 mg/L y la quebrada Mishquiyacu en 23.0 y 15.0 mg/L siendo valores mínimos frente al límite máximo permisible que es de 250 mg/L.
- La conductividad de la quebrada Rumiycu varía entre 419 y 210 uS/cm y de la quebrada Mishquiyacu varía entre 84.1 y 49.3 uS/cm. Según los límites máximos permisibles establecidos por la Superintendencia Nacional Servicio de Saneamiento (SUNASS), la conductividad en el agua potable no debe ser mayor a 1500 uS/cm. Pasado este valor la conductividad afecta la calidad estética del agua (**SUNASS, 2003**).
- La cantidad de Sólidos Totales Disueltos presentes en la quebrada Rumiycu varía entre 199 y 100 mg/L y en la quebrada Mishquiyacu varía en 38 y 24 mg/L. Lo cual indica que el agua de ambas quebradas tienen categoría de excelente, por que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por la SUNASS que es de 1000 mg/L.
- Los Sulfatos presentes en la quebrada Rumiycu se encuentran entre 0.42 y 0.32 mg/L y la quebrada Mishquiyacu en 0.66 y 0.02 mg/L, cuyos valores se encuentran dentro del límite máximo permisible que es de 250 mg/L. De acuerdo a estos resultados se puede afirmar que la presencia de sulfatos en las fuentes de agua no es significativa.

- Los Nitratos se producen como consecuencia del lavado de los campos agrícolas, llega a las aguas superficiales por degradación natural, por la descarga de desechos industriales, domésticos, químicos (abonos) y desechos de animales. Pero tales fuentes son relativamente pequeñas comparando con los desechos de la industria de fertilizantes que es una de las principales fuentes de contaminación. (CHUNG, 2003).

En este sentido se puede afirmar que dentro del área de estudio no existen problemas de contaminación por nitratos, ya que los resultados obtenidos en la quebrada Rumiyacu (entre 1.00 y 0.20 mg/L) y la quebrada Mishquiyacu (entre 0.90 y 0.20 mg/L) se encuentran por debajo del límite máximo permisible (50mg/L).

- El pH de la quebrada Rumiyacu varía entre 8.5 y 7.3 y la quebrada Mishquiyacu entre 7.9 y 6.6, valores que se encuentran debajo de los límites máximos permisibles que establece la SUNASS (6.5 a 8.5).
- La SUNASS, considera que la dureza es un parámetro que afecta solamente la calidad estética del agua. Por ello establece que el límite máximo permisible no debe ser menor a 500 mg/L. Comparando con los resultados de los análisis, se puede decir que las aguas de la quebrada Rumiyacu son blandas por que los valores de dureza se encuentran en 3.70 y 1.45 mg/L y la quebrada Mishquiyacu en 4.32 y 1.87 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de la clasificación de aguas blandas que es de 0 a 60 mg/L.

## VII. CONCLUSIONES

- Son 20 los afluentes identificados dentro de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu.
- El uso predominante en la microcuenca es la vegetación secundaria con un área de 581.4 ha, bosque primario con un área de 97.8 ha y pasto con 42.12 ha.
- La producción de agua de la microcuenca es de 1138 mm, de acuerdo a los resultados calculados por el programa SWAT, durante los 7 años simulados.
- Las Unidades de Respuesta Hidrológica presentes en la microcuenca son 36 y su aporte de sedimentos al caudal alcanzan las 552 t/ha/año.
- El SWAT constituyen una valiosa herramienta para la planificación de acciones que ayuden a la conservación de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu.
- Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la calidad del agua que se analizaron son: Turbiedad, Cloruros, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos, Nitratos, Dureza y pH. Siendo los más resaltantes la Turbidez y Coliformes Fecales y Totales.

Tanto la quebrada Rumiyacu como la quebrada Mishquiyacu presentan agua de buena calidad, ello se refleja en los resultados de los análisis que a excepción de la turbidez y coliformes totales y fecales sobrepasan los límites máximos permisibles, que al ingresar a la planta de tratamiento disminuyen a cero en el caso de Coliformes y referente a la turbidez disminuyen hasta 5 UNT que es lo que establece la SUNNAS. Los demás parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda y Municipalidad Provincial de Moyobamba, proteger las nacientes de agua, realizando monitoreo constantes por la zona y en lo posible evitar la apertura de nuevos campos de cultivo cerca de las vertientes quienes son las que alimentan el cauce principal. A sí mismo para proteger y conservar las áreas de bosque que aun existen dentro de la microcuenca.
- Se recomienda a la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda, Municipalidad Provincial de Moyobamba y Proyecto Especial Alto Mayo del Gobierno Regional de San Martín unir esfuerzos y adquirir una imagen satelital del área para posteriores trabajos de conservación que se realicen dentro del área de estudio.
- Para obtener una base de datos de aquí en adelante respecto a los caudales y precipitación, se recomienda a la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda continuar tomando los registros de mira y precipitación en las estaciones establecidas, información que permitirá verificar el comportamiento del caudal y precipitación de la quebrada en años próximos y en base a ello planificar las acciones a realizar dentro de la microcuenca. Así como mejorar la curva de calibración.
- Para contrarrestar el proceso de erosión dentro de la microcuenca se recomienda realizar la implementación de sistemas agroforestales, barreras vivas y proyectos de reforestación dentro de las unidades de respuesta hidrológica identificadas que aportan mayor cantidad de sedimentos al caudal.
- Se recomienda la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Moyobamba SRLtda. Construir un cerco perimétrico de la captación de las quebrada Rumiyacu y Mishquiyacu, con la finalidad de evitar posibles accesos de personas y animales que transitan por la microcuenca.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- **AURAZO, M. 2002.** Aspectos biológicos de la calidad del agua. 2da. Edición Madrid. España.
- **BARRENECHEA, A. 1996.** Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Estados Unidos.
- **BASTERRECHEA, M.; DOUROJEANNI, A.; GARCÍA, L.; NOVARA, J. y RODRÍGUEZ, R. 1996.** Lineamientos para la preparación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas para eventual financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C.
- **CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. 2002.** Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Lima. Perú.
- **CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. 1992.** El agua – calidad y tratamiento para consumo humano. Lima. Perú.
- **CHUNG, B. 2002.** Introducción al laboratorio análisis de agua. Lima. Perú.
- **DIETZ, J. 2003.** Estudio Multitemporal para calcular la tasa de deforestación en la cuenca del Alto Mayo, Perú. Bayreuth, Alemania.
- **DE LOS RÍOS, J. 2000.** Aforo de colectores método de medición manual, Lima. Perú.
- **DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV A. 1999.** Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. Lima. Perú.

- **ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO MOYOBAMBA SRLtda. 2005.** Diagnóstico Socioeconómico Ambiental de la microcuenca Rumiyacu-Mishquiyacu y Almendra. Moyobamba. Perú.
- **ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO MOYOBAMBA SRLtda. 2005.** Cuantificación de la Voluntad a Pagar de la población de Moyobamba. Moyobamba. Perú.
- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2004.** Santiago. Chile.
- **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AMAZÓNICA. 1995.** Seminario: Investigación en regeneración de bosques tropicales y agroforestería de la amazonía peruana, logros y proyecciones. Tarapoto, Perú.
- **MINISTERIO DE SALUD. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. 2002.** Guía para la toma de muestras. Lima. Perú.
- **MONSALVE, G. 1999.** Hidrología en la ingeniería. Bogotá, Colombia.
- **MUÑOZ E. 1998.** Sistema de simulación hidrológica para el cálculo de la avenida de proyecto. Cochabamba. Bolivia.
- **MORGAN, 1986.** Ciclo hidrológico del agua, Madrid. España.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA. 2001.** Agua para consumo humano. 1º Edición. Lima. Perú.
- **NEITSCH, S.; ARNOLD, J.; WILLIAMS, J. (1999):** Soil and Water Assessment Tool. Users Manual. Version 99.2.
- **OFICINA NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES, 1999.** Estudio de Suelos Semidetallado que contiene los perfiles modales del Alto Mayo. Moyobamba. Perú.



- **OFICINA NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES, 1999.** Análisis físico-químico del estudio Semidetallado de Suelos del Alto Mayo. Moyobamba. Perú.
- **PROYECTO ESPECIAL DE TITULACION DE TIERRAS Y CATASTRO RURAL-SAN MARTÍN. 2002.** Expediente Técnico sustentatorio para convertirse como Área de Conservación Municipal Rumiyacu-Mishquiyacu. Moyobamba. Perú.
- **REYES, L. 1992.** Hidrología Básica. 1ra. Edición. Lima. Perú.
- **SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO. 2003.** Control de calidad del agua. Primera Edición. Lima. Perú.
- **SILVA, T. 2003.** Riesgos a la salud y enfermedades transmitidas a través del agua. Lima. Perú.
- **SEOÁNEZ, M. 2001.** Tratado de climatología aplicada a la ingeniería medioambiental. Ediciones mundi-prensa. Madrid. España.
- **VELA, J. C., 2005.** Control de calidad de agua. Moyobamba. Perú.
- **VERA, L. E., 2002.** Análisis de aforo de la estación hidrométrica Obrajillo. Lima. Perú.
- **VASQUEZ, A. 2000.** Manejo de cuencas altoandinas. Lima. Perú.
- **ZURY, W. 2004.** Manual de planificación y gestión participativa de cuencas y microcuencas. 2da. Edic. Quito. Ecuador.

## **ANEXO 01**

**IDENTIFICACIÓN Y GEOREFERENCIACIÓN DE  
AFLUENTES DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU.2005.**

## IDENTIFICACIÓN Y GEOREFERENCIACIÓN DE AFLUENTES DE LA QUEBRADA RUMIYACU-MISHQUIYACU

N° de punto	Coordenadas		Altura (nsnm)	Características del lugar
	X	Y		
1	0282257	9328160	881	Bocatoma de la quebrada Mishquiyacu
2	0282266	9328166	957	Estación de aforo
3	0282316	9328232	947	Bosque secundario intervenido, presencia de especies de Flora (helechos y yurcociprana) y suelo arenoso
4	0283455	9328076	868	Vertiente N° 01, ubicada en la chacra de café asociado con plátano del Sr. Julio Menor, presenta un suelo limoso
5	0283491	9328164	1073	Vertiente N° 02, ubicada en la chacra de café asociado con plátano del Sr. Julio Menor, presenta un suelo limoso.
6	0283487	9328180	1089	Vertiente N° 03, ubicada en la chacra de café asociado con plátano del Sr. Julio Menor, presenta un suelo limoso
7	0283490	9328174	1081	Punto medio de la vertiente N° 03.
8	0283487	9328160	1075	Punto de unión de las vertientes 1, 2 y 3, los cuales constituyen afluentes de la quebrada Mishquiyacu.
9	0283472	9328144	1083	Bosque secundario intervenido
10	0283454	9328146	1073	Se realizó aforo en una sección homogénea en el punto de unión de las vertientes 1, 2 y 3.
11	0283743	9327688	936	Bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como: Huarmi huarmi, Helecho, Shapumba y Bijao,
12	0283927	9327908	1000	Bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como: Chanca piedra, Sacha mango y topa blanca
13	0283758	9327984	1111	Bosque secundario intervenido, con presencia de especies de Flora como: Tangarana, añallo caspi, rututi, Tullo coroto y Cordoncillo.
14	0283570	9328108	1071	Cruce de la quebrada con un camino
15	0283527	9328078	1079	Recorrido de la quebrada por un bosque con especies de flora como: Helecho, Shapumba, Yurco ciprana, Shimbillo, Quillosisa, Palmera, Moena, Ortiga, Topa y Ocuera.
16	0283529	9328084	1077	Bosque secundario intervenido, con presencia de especies de flora como: Helecho, Shapumba, Yurco ciprana, Shimbillo, Quillosisa, Palmera, Moena, Ortiga, Topa y Ocuera.
17	0283491	9328092	1065	Quebrada que cruza una chacra de café asociado con papaya, palta y cocona de propiedad del Sr: Julio Menor.

18	0283412	9328168	1053	Recorrido de la fuente de agua por un bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como la palmera, añallo caspi, yanavarilla, quinilla, pijuayo, rifari, yurco ciprana, pona, chonta, pasto y presencia de animales como vacas.
19	0283327	9328226	1043	Recorrido de la fuente de agua por un bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como la palmera, quinilla, pijuayo, sacha mango, tullo coroto, almendra, pona y chonta, presencia de suelos arenosos
20	0283210	9328294	1070	Recorrido de la fuente de agua por un bosque secundario intervenido con remanentes de especies de flora como la palmera, ruturi, renaco, pijuayo, sacha mango, tullo coroto, patiquina y yurco ciprana.
21	0283163	9328376	1068	Bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como: Alfaro, Yanocuera, Pijuayo, Cetico, Quinilla, Shapumba y Cordoncillo.
22	0282789	9328256	1055	Bosque secundario intervenido con presencia de especies de flora como: Yanocuera, Huangana huasca, Helecho, Calceta, Shapumba, Tambo huasca, Atadijo, Quillosisa, Yurcociprana y Torurco.
23	0282396	9328178	1024	Presencia de especies de flora como: Yanocuera, Huangana huasca, Helecho, Calceta, Shapumba, Tambo huasca, Atadijo, Quillosisa, Yurcociprana y Torurco.
24	0283936	9327190	1097	Vertiente N° 04, se ubica en la chacra de café del Sr. Tomás Lozada, del cual utiliza para su consumo y 10 m abajo despulpan café.
25	0284450	9327090	1438	Vertiente N° 05 que se encuentra en medio de una chacra de café asociado con plátano, cuyo suelo es arcilloso.
26	0284432	9327118	1431	Vertiente N° 06 que se encuentra en medio de una chacra nueva de café asociado con plátano y bitucas; cuyo suelo es arcilloso.
27	0284459	9327136	1401	Vertiente N° 07 quebrada Mishquiyacu, ubicada en medio de una chacra de café asociada con plátano.
28	0284337	9327168	1415	Recorrido de la vertiente N° 07 por un bosque secundario intervenido, presencia de suelo arcilloso.
29	0284281	9327180	1387	Punto de referencia donde se unen las vertientes que forman la quebrada Mishquiyacu, presencia de especies de flora como: tullo coroto, shapumba. Shimbillo, moena, helechos y chonta.
30	0284292	9327188	1351	Recorrido de la quebrada Mishquiyacu
31	0284319	9327130	1340	Recorrido de la quebrada Mishquiyacu
32	0284154	9327262	1328	Recorrido de la quebrada Mishquiyacu; presencia de especies de flora como: Bituca, plátano, setico, atadijo, topa, uvillas, moena, quinilla, yurcociprana y huangana huasca.
33	0284038	9327318	1317	Recorrido de la quebrada por medio de un bosque donde extrayeron madera de la especie Almendra.
34	0284964	9327390	1295	Desembocadura de la vertiente N° 04
35	0283809	9327858	1283	Recorrido de la quebrada; presencia de especies de flora como: cetico, patiquina, situlli, helecho, chonta.
36	0283880	9327878	1323	Vertiente N° 08 de una fuente de agua

37	0283705	9327978	1194	Vertiente N° 09, ubicada en una chacra de café de propiedad del Sr. Valentín Salazar
38	0283882	9328146	1059	Vertiente N° 10, ubicada en una chacra de café y bosque secundario
39	0283922	9328146	1048	Vertiente N° 11
40	0284018	9328336	1110	Vertiente N° 12, con un ancho es de 1m, profundidad de lámina de agua de 7cm, bosque secundario intervenido
41	0284042	9328280	1111	Recorrido de vertiente por medio de un bosque secundario con especies de cetico y helecho
42	0284030	9328270	1104	Bosque secundario con especies de helecho y café
43	0284022	9328252	1093	Bosque secundario intervenido
44	0284017	9328218	1075	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café y un bosque secundario
45	0283999	9328236	1072	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café asociado con guaba
46	0283932	9328180	1071	Vertiente N° 13, ubicada en una chacra de café y bosque
47	0283910	9328192	1069	Unión de la quebrada con vertiente
48	0283846	9328174	1083	Unión de la quebrada con vertiente
49	0283786	9328164	1113	Recorrido de la fuente de agua por una chacra de yuca y plátano
50	0283718	9328174	1098	Recorrido de vertiente por una chacra de café
51	0283625	9328150	1080	Recorrido de vertiente por una chacra de café asociado con plátano
52	0283614	9328130	1079	Recorrido de vertiente por chacra de plátano y cocona
53	0283591	9328118	1084	Unión de quebradas
54	0282992	9327954	1087	Camino de herradura, chacra de café asociado con guaba, presencia de especies de cetico, cordoncillo e ishanga.
55	0282925	9327946	1050	Camino de herradura, chacra de café asociado con guaba, presencia de especies de cetico, helechos.
56	0282902	9327942	1043	Camino de herradura, bosque, chacra de café asociado, presencia de especies de cetico, helechos, patiquina, ruturi y cordoncillo.
57	0282843	9327904	1015	Camino de herradura, bosque, chacra de café asociado con plátano, presencia de especies de cetico y helechos.
58	0282706	9327886	1018	Bosque secundario con especies de caña agria, bijau y helechos
59	0282650	9327877	1013	Desembocadura de quebrada
60	0282806	9327662	1028	Vertiente N° 14, ubicada en un bosque secundario con especies de flora como: helechos, cordoncillo, ruturi, cetico y caña agria.
61	0282853	9327630	978.5	Punto de captación de la EPS Moyobamba
62	0282844	9327584	977.2	Estación de aforo

63	0282801	9327536	966.7	Recorrido de vertiente por medio de un bosque secundario con especies de flora como: el cetico, helechos y cordoncillo.
64	0282772	9327470	996.4	Recorrido de vertiente por medio de un bosque secundario con especies de flora como: el cetico, helechos y tangarana.
65	0282781	9327390	980.8	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café asociado con guaba.
66	0282771	9327402	1019	Vertiente N° 14
67	0282761	9327390	992.2	Unión de quebrada.
68	0282742	9327358	1012	Separación de quebrada Rumiyacu
69	0282710	9327294	1009	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café.
70	0282655	9327170	998.9	Unión de vertientes con quebrada Rumiyacu, ubicada en una chacra de café, con parcelas de pastos y bosque secundario intervenido (shapumba y cordoncillo).
71	0282617	9327172	1003	Vertiente N° 15, ubicada en la chacra de café y pasto del Sr: Raúl López García
72	0282637	9327102	1014	Cruce de la vertiente por un camino y parcela de pasto, presencia de especies de renaco y helechos.
73	0282618	9327036	1047	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de pasto, presencia de especies de shapumba, cordoncillo y ruturi.
74	0282653	9326968	1010	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café y parcelas de pasto
75	0282486	9326830	998.7	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de pasto con árboles frutales.
76	0282417	9326734	987.4	Recorrido de vertiente por medio de una chacra de café asociado con especies de pan del árbol y guaba.
77	0282410	9326658	1063	Vertiente N° 16, ubicada en una chacra de café
78	0282384	9326670	1063	Unión de vertientes con quebrada Rumiyacu
79	0282252	9326382	1068	Vertiente N° 17, al costado de la carretera Moyobamba-Jepelacio
80	0282256	9326276	1071	Badén (cruce de la quebrada rumiyacu por la carretera Moyobamba-Jepelacio)
81	0282198	9326240	1074	Cruce de la quebrada por el camino al caserío de San Andrés, ancho de quebrada 3.70 m, profundidad promedio 6.5cm
82	0282167	9326162	1075	Cruce de camino con quebrada, ancho de quebrada 2.40m y una profundidad de 15cm
83	0282113	9326126	1117	Cruce de camino con quebrada
84	0282072	9326068	1096	Cruce de camino con quebrada
85	0281966	9325936	1085	Cruce de camino con quebrada y unión con otra quebrada
86	0281680	9325868	1173	Cruce de camino con quebrada
87	0281560	9325792	1213	Camino a la naciente de la quebrada Rumiyacu
88	0281520	9325762	1195	Quebrada Rumiyacu , ubicada en la chacra del Sr: Isidro Bazán

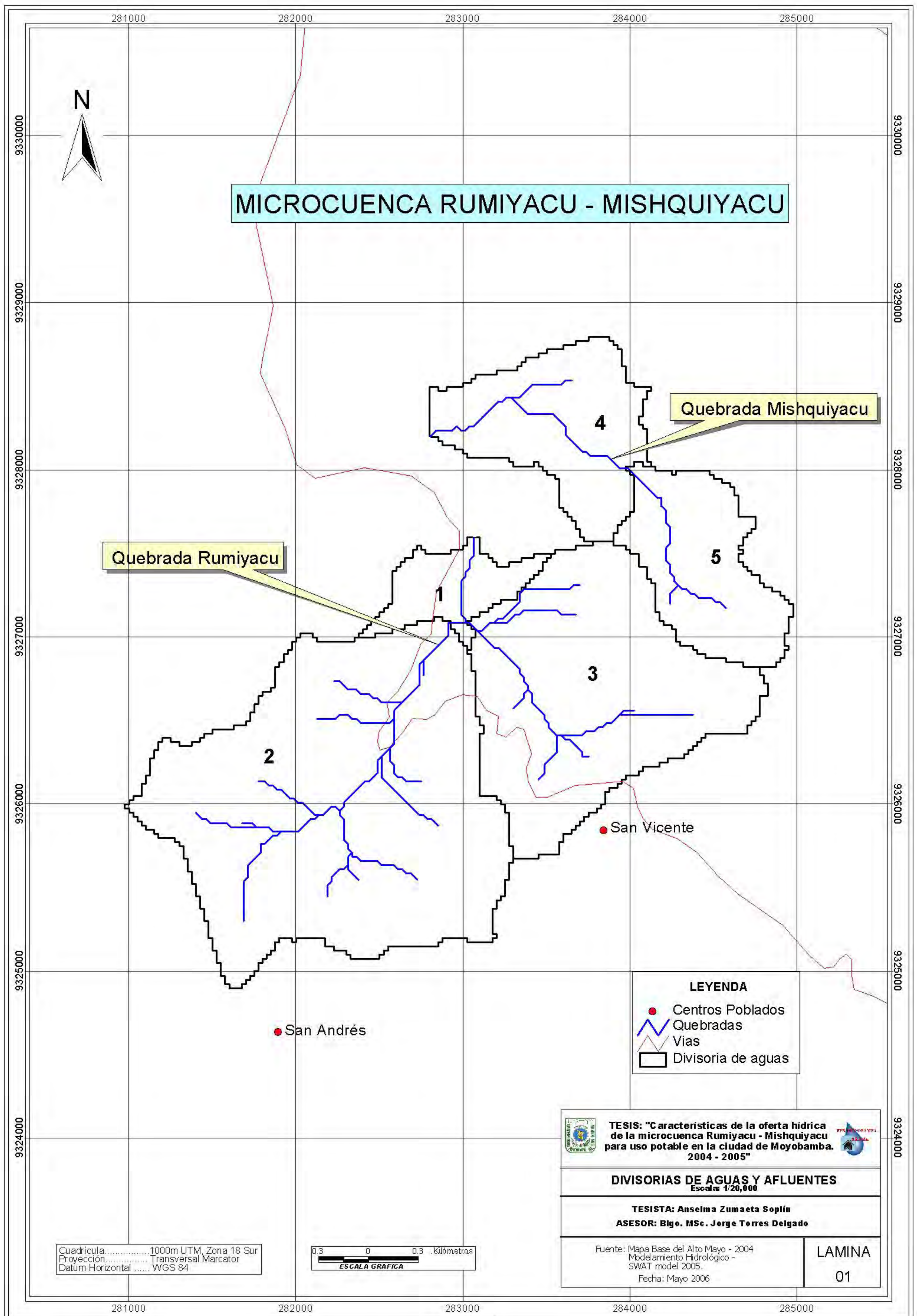
89	0281297	9325576	1206	Quebrada Rumiyaçu, presencia de bosque con especies de helechos, mango y café
90	0281175	9325480	1243	Vertiente N° 18, naciente de la quebrada Rumiyaçu, ubicada en medio de una chacra de café, presencia de especies de flora como: patiquina, cordoncillo y ortiga.
91	0281266	9325564	1248	Unión de la quebrada Rumiyaçu con vertientes
92	0281250	9325590	1245	Vertiente N° 19, se une con quebrada Rumiyaçu.
93	0281892	9325936	1216	Recorrido de vertiente, presencia de especies de helechos, renacos y palmeras, ancho de agua 2m y profundidad de 20cm
94	0282009	9325824	1216	Caida de agua de aprox. 1.7m de altura, presencia de helechos y palmeras
95	0282044	9325794	1216	Recorrido de la fuente de agua, presencia de helechos, caña agria, uña de gato y cordoncillo
96	0282029	9325764	1166	Recorrido de la fuente de agua, presencia de helechos, caña agria, uña de gato y cordoncillo
97	0282043	9325720	1149	Caida de agua de aproximadamente 3m de altura
98	0282058	9325706	1149	Unión de quebrada con vertiente, presencia de especies de palmeras y helechos
99	0282099	9325668	1138	Vertiente N° 19, ubicada en una zona accidentada (encañonada)
100	0282236	9325600	1126	Recorrido de la fuente de agua, presencia de helechos, caña agria y ruturi
101	0282060	9325680	1115	Recorrido de la fuente de agua, presencia de helechos, caña agria, palmeras, bejucos y cordoncillo
102	0282339	9325584	1115	Recorrido de vertiente por chacra de café del Sr: Genaro Cubas.
103	0282165	9325486	1224	Vertiente N° 20, ubicada en medio de una chacra recién talada y quemada
104	0282026	9325620	1216	Unión de vertientes con quebrada, presencia de café y cetico
105	0281978	9325608	1205	Recorrido de la fuente de agua por una parcela de pasto y pequeñas parcelas de maíz; presencia de palmeras, cordoncillo y patiquina.

**Fuente:** *Elaboración propia, 2006*

## **ANEXO N° 02**

**DIVISORIAS DE AGUAS Y AFLUENTES DE LA  
MICROCUENCA RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.**







**MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU**

Quebrada Mishquiyacu

Quebrada Rumiycu

- LEYENDA**
- Centros Poblados
  - ▬ Quebradas
  - ▬ Vias
  - ▭ Divisoria de aguas


**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiycu - Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**


**DIVISORIAS DE AGUAS Y AFLUENTES**  
Escala: 1/20,000

**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplin**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
 Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
 Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
01

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal ..... WGS 84

0.3 0 0.3 Kilómetros  
**ESCALA GRAFICA**

## **ANEXO N° 03**

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE AFORO Y  
PLUVIOMETRO Y REGISTROS DE PRECIPITACIÓN  
DE LA MICROCUENCA RUMIYACU-MISHQUIYACU.  
2005.

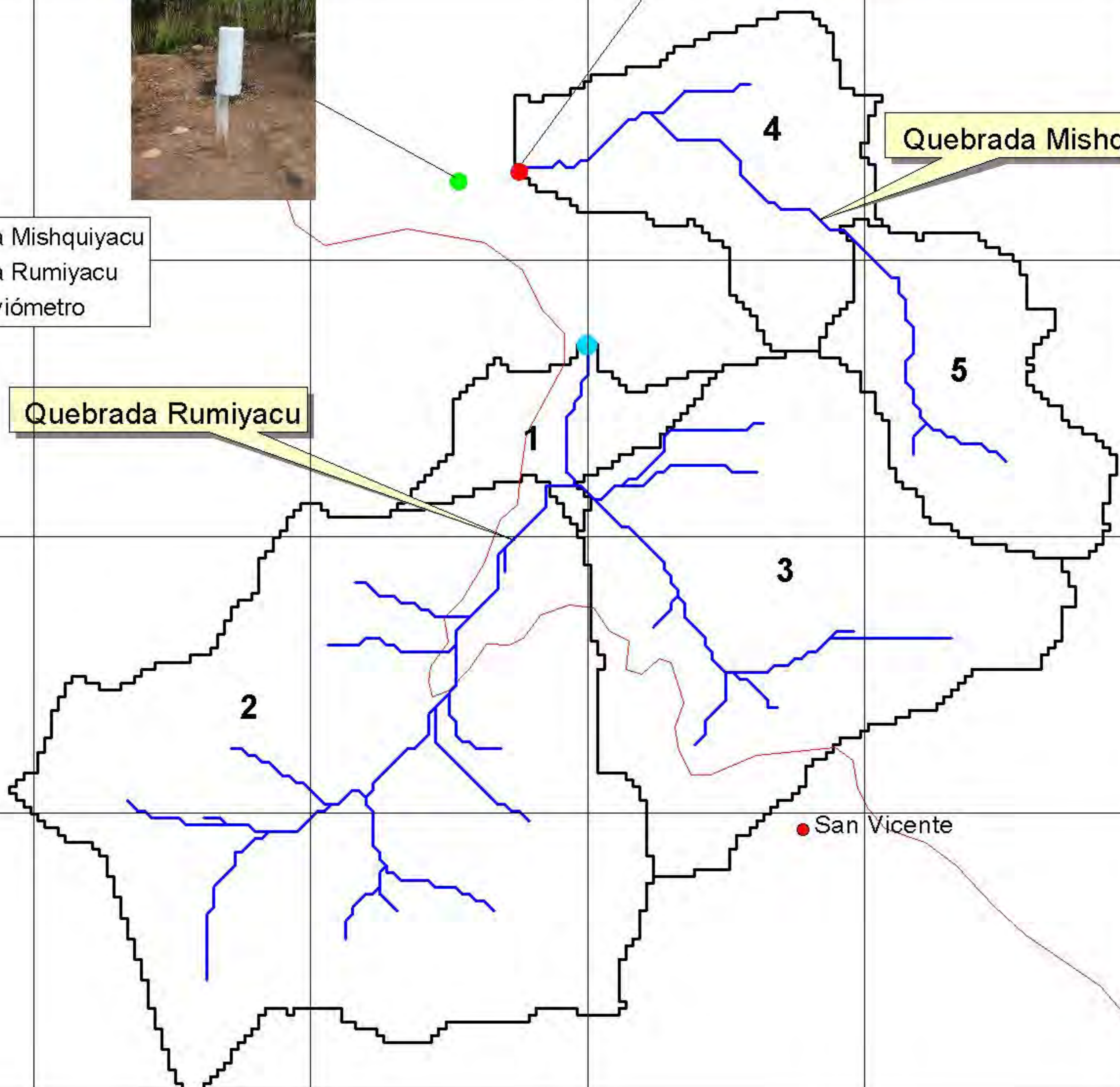
# MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU



- Mira Mishquiyacu
- Mira Rumiyaqu
- Pluviómetro

Quebrada Rumiyaqu

Quebrada Mishquiyacu



- LEYENDA**
- Centros Poblados
  - Quebradas
  - Vías
  - Divisoria de aguas

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal ..... WGS 84



**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuena Rumiyaqu - Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**

**UBICACIÓN DE ESTACIONES DE AFORO Y PLUVIÓMETRO** Escala: 1/20,000

**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplín**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
 Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
 Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
 02

## **ANEXO N° 04**

### **CAUDALES PROMEDIOS DIARIOS**

**REGISTROS DE PRECIPITACION DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.**

<b>Fechas</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Fechas</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Fechas</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
01/01/2005	0.50	19/02/2005	0.02	09/04/2005	3.45
02/01/2005	2.00	20/02/2005	24.40	10/04/2005	0.00
03/01/2005	0.00	21/02/2005	17.75	11/04/2005	2.00
04/01/2005	12.40	22/02/2005	0.00	12/04/2005	0.00
05/01/2005	8.75	23/02/2005	0.00	13/04/2005	2.10
06/01/2005	0.00	24/02/2005	1.15	14/04/2005	2.60
07/01/2005	6.20	25/02/2005	9.90	15/04/2005	2.85
08/01/2005	5.25	26/02/2005	0.00	16/04/2005	17.30
09/01/2005	0.00	27/02/2005	1.65	17/04/2005	0.00
10/01/2005	0.00	28/02/2005	15.30	18/04/2005	0.75
11/01/2005	5.75	01/03/2005	0.00	19/04/2005	0.00
12/01/2005	1.95	02/03/2005	0.00	20/04/2005	0.00
13/01/2005	0.50	03/03/2005	0.00	21/04/2005	12.50
14/01/2005	0.00	04/03/2005	2.90	22/04/2005	0.50
15/01/2005	0.00	05/03/2005	1.40	23/04/2005	0.60
16/01/2005	0.00	06/03/2005	0.02	24/04/2005	15.80
17/01/2005	0.00	07/03/2005	0.00	25/04/2005	1.00
18/01/2005	0.00	08/03/2005	4.05	26/04/2005	0.00
19/01/2005	0.00	09/03/2005	0.00	27/04/2005	0.00
20/01/2005	0.00	10/03/2005	13.25	28/04/2005	0.00
21/01/2005	0.00	11/03/2005	0.00	29/04/2005	0.00
22/01/2005	0.00	12/03/2005	0.00	30/04/2005	0.00
23/01/2005	0.00	13/03/2005	0.00	01/05/2005	0.00
24/01/2005	0.00	14/03/2005	0.00	02/05/2005	0.00
25/01/2005	7.00	15/03/2005	0.00	03/05/2005	0.00
26/01/2005	0.00	16/03/2005	0.00	04/05/2005	0.00
27/01/2005	0.00	17/03/2005	0.00	05/05/2005	16.84
28/01/2005	0.03	18/03/2005	0.00	06/05/2005	0.00
29/01/2005	0.00	19/03/2005	0.00	07/05/2005	0.00
30/01/2005	0.00	20/03/2005	23.58	08/05/2005	9.50
31/01/2005	0.00	21/03/2005	0.10	09/05/2005	0.00
01/02/2005	32.30	22/03/2005	0.15	10/05/2005	0.00
02/02/2005	0.00	23/03/2005	0.00	11/05/2005	0.00
03/02/2005	0.03	24/03/2005	0.00	12/05/2005	0.00
04/02/2005	0.00	25/03/2005	10.80	13/05/2005	0.00
05/02/2005	0.00	26/03/2005	7.75	14/05/2005	0.00
06/02/2005	1.70	27/03/2005	26.55	15/05/2005	0.05
07/02/2005	7.60	28/03/2005	0.00	16/05/2005	14.60
08/02/2005	53.50	29/03/2005	0.00	17/05/2005	0.00
09/02/2005	0.85	30/03/2005	0.00	18/05/2005	0.00
10/02/2005	8.23	31/03/2005	0.00	19/05/2005	0.00
11/02/2005	7.00	01/04/2005	0.00	20/05/2005	0.00
12/02/2005	30.20	02/04/2005	0.00	21/05/2005	0.00
13/02/2005	23.20	03/04/2005	5.50	22/05/2005	0.00
14/02/2005	0.00	04/04/2005	0.50	23/05/2005	0.00

15/02/2005	0.00	05/04/2005	23.75	24/05/2005	0.00
16/02/2005	0.00	06/04/2005	0.00	25/05/2005	0.00
17/02/2005	0.80	07/04/2005	43.85	26/05/2005	9.25
18/02/2005	18.59	08/04/2005	3.25	27/05/2005	0.00
28/05/2005	0.00	20/07/2005	3.40	11/09/2005	0.00
29/05/2005	0.00	21/07/2005	0.00	12/09/2005	0.00
30/05/2005	0.00	22/07/2005	0.00	13/09/2005	2.25
31/05/2005	0.00	23/07/2005	0.00	14/09/2005	0.00
01/06/2005	0.00	24/07/2005	0.00	15/09/2005	0.00
02/06/2005	0.00	25/07/2005	21.50	16/09/2005	0.00
03/06/2005	0.00	26/07/2005	0.00	17/09/2005	0.00
04/06/2005	0.00	27/07/2005	0.00	18/09/2005	0.00
05/06/2005	0.00	28/07/2005	0.00	19/09/2005	0.00
06/06/2005	0.00	29/07/2005	0.00	20/09/2005	0.00
07/06/2005	0.00	30/07/2005	0.00	21/09/2005	0.00
08/06/2005	0.00	31/07/2005	0.00	22/09/2005	0.00
09/06/2005	0.00	01/08/2005	0.00	23/09/2005	0.00
10/06/2005	0.00	02/08/2005	0.00	24/09/2005	0.00
11/06/2005	0.00	03/08/2005	0.00	25/09/2005	3.90
12/06/2005	0.00	04/08/2005	0.00	26/09/2005	7.15
13/06/2005	0.00	05/08/2005	0.00	27/09/2005	0.00
14/06/2005	0.00	06/08/2005	0.00	28/09/2005	0.00
15/06/2005	16.25	07/08/2005	0.00	29/09/2005	0.00
16/06/2005	0.00	08/08/2005	11.25	30/09/2005	0.00
17/06/2005	0.00	09/08/2005	0.00	01/10/2005	0.29
18/06/2005	0.00	10/08/2005	0.00	02/10/2005	0.00
19/06/2005	0.00	11/08/2005	0.00	03/10/2005	2.85
20/06/2005	0.00	12/08/2005	0.00	04/10/2005	0.00
21/06/2005	0.00	13/08/2005	0.00	05/10/2005	10.25
22/06/2005	17.50	14/08/2005	0.00	06/10/2005	4.55
23/06/2005	0.00	15/08/2005	0.00	07/10/2005	7.45
24/06/2005	9.15	16/08/2005	0.00	08/10/2005	5.00
25/06/2005	0.00	17/08/2005	0.00	09/10/2005	0.00
26/06/2005	0.00	18/08/2005	7.75	10/10/2005	26.40
27/06/2005	0.00	19/08/2005	0.00	11/10/2005	0.00
28/06/2005	0.30	20/08/2005	0.00	12/10/2005	18.40
29/06/2005	0.00	21/08/2005	0.00	13/10/2005	0.00
30/06/2005	0.00	22/08/2005	0.00	14/10/2005	3.20
01/07/2005	0.00	23/08/2005	0.00	15/10/2005	0.00
02/07/2005	0.00	24/08/2005	0.00	16/10/2005	29.50
03/07/2005	0.00	25/08/2005	0.00	17/10/2005	17.60
04/07/2005	0.00	26/08/2005	0.00	18/10/2005	0.00
05/07/2005	0.00	27/08/2005	0.00	19/10/2005	0.00
06/07/2005	3.15	28/08/2005	11.50	20/10/2005	0.00
07/07/2005	3.90	29/08/2005	0.00	21/10/2005	0.00
08/07/2005	0.00	30/08/2005	7.55	22/10/2005	0.00
09/07/2005	0.00	31/08/2005	0.00	23/10/2005	6.25
10/07/2005	0.00	01/09/2005	0.00	24/10/2005	0.00
11/07/2005	0.00	02/09/2005	16.75	25/10/2005	0.35
12/07/2005	0.00	03/09/2005	1.40	26/10/2005	0.00
13/07/2005	0.00	04/09/2005	0.00	27/10/2005	0.50

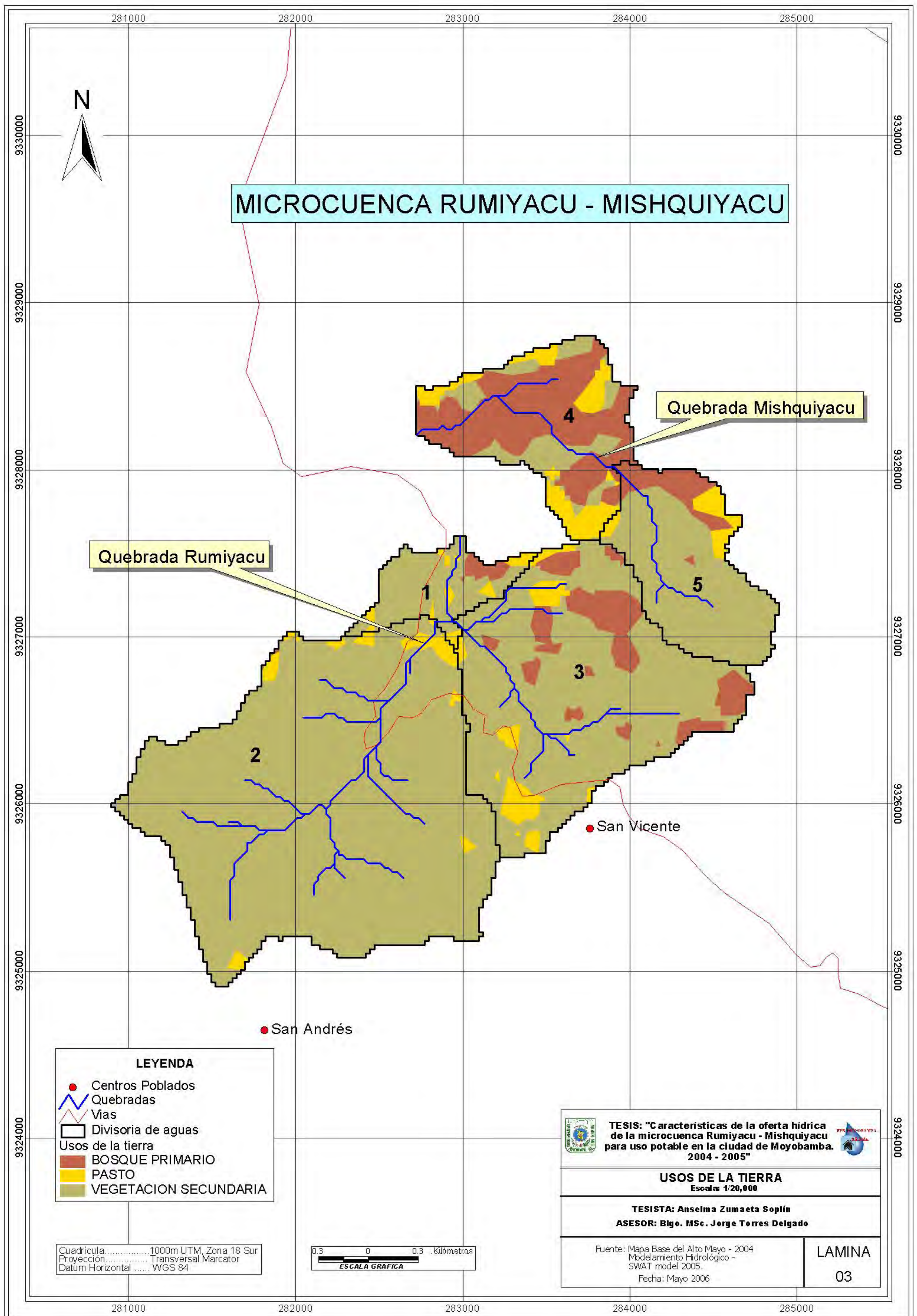
14/07/2005	0.00	05/09/2005	0.00	28/10/2005	0.40
15/07/2005	0.00	06/09/2005	0.23	29/10/2005	0.30
16/07/2005	0.00	07/09/2005	0.00	30/10/2005	13.75
17/07/2005	12.95	08/09/2005	2.60	31/10/2005	0.25
18/07/2005	3.25	09/09/2005	0.00	01/11/2005	15.25
19/07/2005	0.00	10/09/2005	0.00	02/11/2005	0.00
03/11/2005	8.00	26/12/2005	8.25		
04/11/2005	0.00	27/12/2005	2.60		
05/11/2005	12.50	28/12/2005	0.00		
06/11/2005	0.00	29/12/2005	0.00		
07/11/2005	50.65	30/12/2005	0.00		
08/11/2005	0.00	31/12/2005	2.90		
09/11/2005	0.00				
10/11/2005	0.00				
11/11/2005	0.00				
12/11/2005	0.00				
13/11/2005	14.00				
14/11/2005	0.00				
15/11/2005	6.10				
16/11/2005	0.00				
17/11/2005	0.00				
18/11/2005	18.75				
19/11/2005	0.00				
20/11/2005	0.00				
21/11/2005	22.50				
22/11/2005	0.00				
23/11/2005	0.00				
24/11/2005	0.00				
25/11/2005	0.00				
26/11/2005	8.40				
27/11/2005	0.00				
28/11/2005	0.00				
29/11/2005	0.00				
30/11/2005	0.00				
01/12/2005	0.00				
02/12/2005	0.00				
03/12/2005	10.25				
04/12/2005	0.00				
05/12/2005	0.00				
06/12/2005	0.00				
07/12/2005	0.00				
08/12/2005	17.65				
09/12/2005	0.00				
10/12/2005	0.00				
11/12/2005	0.00				
12/12/2005	0.00				
13/12/2005	22.90				
14/12/2005	0.00				
15/12/2005	21.00				
16/12/2005	10.00				
17/12/2005	28.05				

18/12/2005	29.20
19/12/2005	0.00
20/12/2005	4.25
21/12/2005	10.50
22/12/2005	0.00
23/12/2005	0.00
24/12/2005	6.80
25/12/2005	0.00



## **ANEXO N° 05**

**USOS DE LA TIERRA DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.**



**MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU**

Quebrada Mishquiyacu

Quebrada Rumiycacu

San Vicente

San Andrés

**LEYENDA**

- Centros Poblados
- ~ Quebradas
- Vías
- Divisoria de aguas
- Usos de la tierra
- BOSQUE PRIMARIO
- PASTO
- VEGETACION SECUNDARIA

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal ..... WGS 84




**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiycacu - Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**


**USOS DE LA TIERRA**  
Escala: 1/20,000

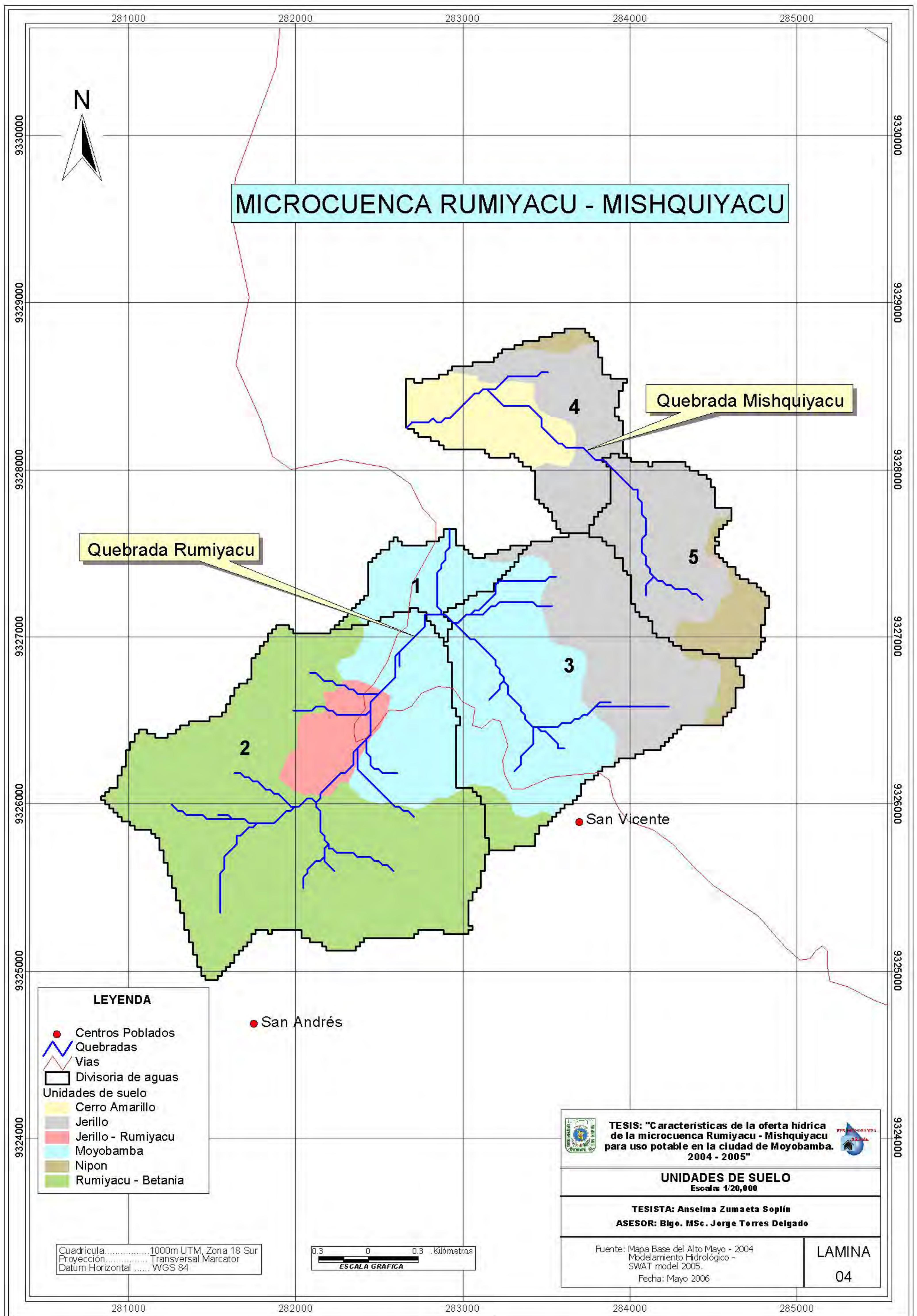
**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplin**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
 Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
 Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
03

## **ANEXO N° 06**

UNIDADES DE LA TIERRA DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.





**MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU**

Quebrada Mishquiycu

Quebrada Rumiycu

- LEYENDA**
- Centros Poblados
  - ~ Quebradas
  - Vias
  - Divisoria de aguas
  - Unidades de suelo
  - Cerro Amarillo
  - Jerillo
  - Jerillo - Rumiycu
  - Moyobamba
  - Nipon
  - Rumiycu - Betania

● San Andrés


**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiycu - Mishquiycu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**


**UNIDADES DE SUELO**  
Escala: 1/20,000

**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplin**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
 Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
 Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
**04**

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal ..... WGS 84

0.3 0 0.3 Kilómetros  
**ESCALA GRAFICA**

## **ANEXO N° 07**

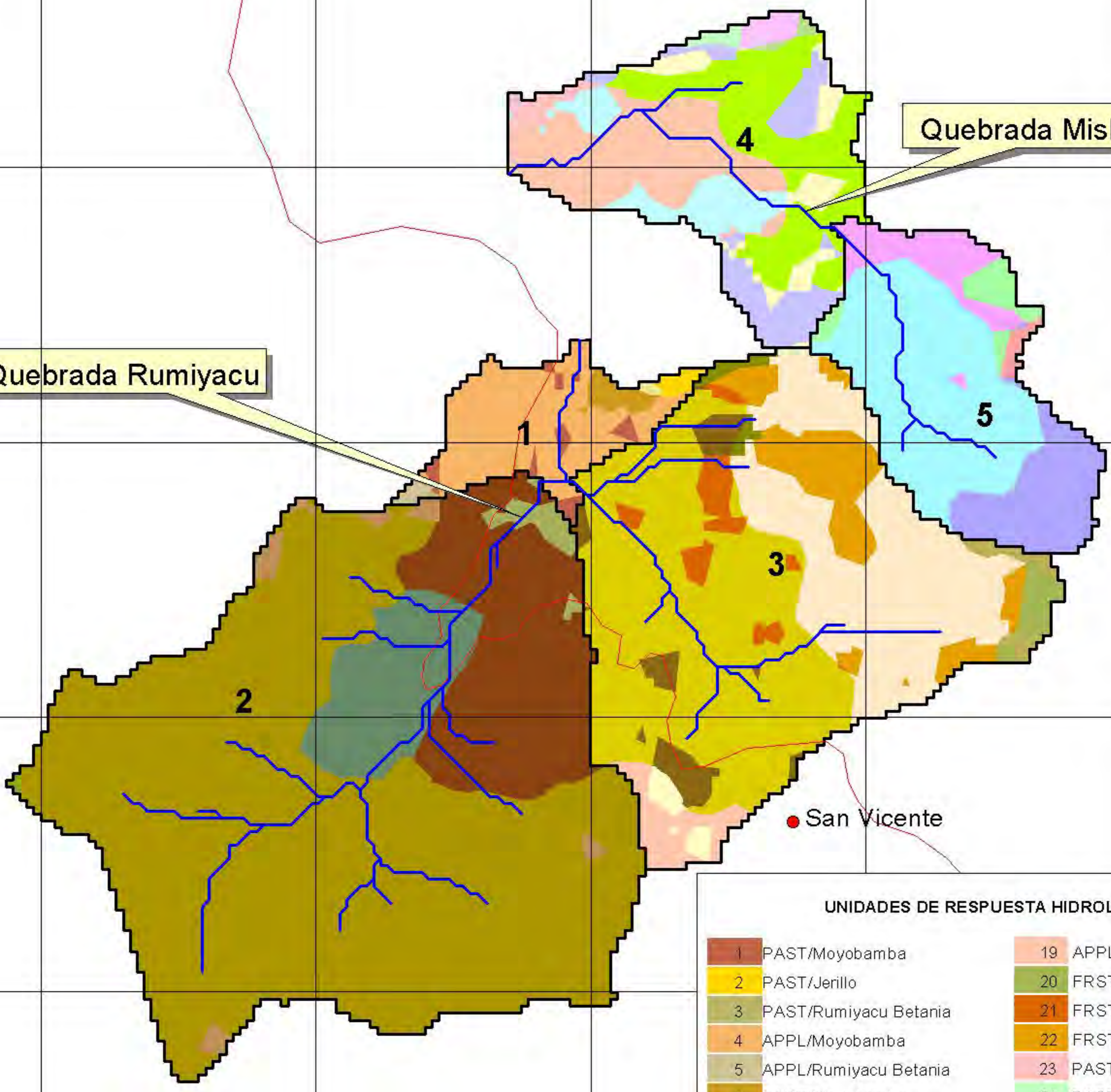
**UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLOGICA DE LA  
MICROCUENCA RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.**

# MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU



Quebrada Rumiayacu

Quebrada Mishquiyacu



**LEYENDA**

- Centros Poblados
- Quebradas
- Vías
- Divisoria de aguas

**UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA**

1 PAST/Moyobamba	19 APPL/Rumiayacu Betania
2 PAST/Jerillo	20 FRST/Nipon
3 PAST/Rumiayacu Betania	21 FRST/Moyobamba
4 APPL/Moyobamba	22 FRST/Jerillo
5 APPL/Rumiayacu Betania	23 PAST/Cerro Amarillo
6 FRST/Moyobamba	24 PAST/Nipon
7 FRST/Jerillo	25 PAST/Jerillo
8 PAST/Moyobamba	26 APPL/Cerro Amarillo
9 PAST/Rumiayacu Betania	27 APPL/Nipon
10 APPL/Moyobamba	28 APPL/Jerillo
11 APPL/Rumiayacu Betania	29 FRST/Cerro Amarillo
12 APPL/Jerillo - Rumiayacu	30 FRST/Nipon
13 PAST/Moyobamba	31 FRST/Jerillo
14 PAST/Jerillo	32 PAST/Nipon
15 PAST/Rumiayacu Betania	33 PAST/Jerillo
16 APPL/Nipon	34 APPL/Nipon
17 APPL/Moyobamba	35 APPL/Jerillo
18 APPL/Jerillo	36 FRST/Jerillo

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal ..... WGS 84



**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiayacu - Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**

**UNIDADES DE RESPUESTA HIDROLÓGICA**  
Escala: 1/20,000

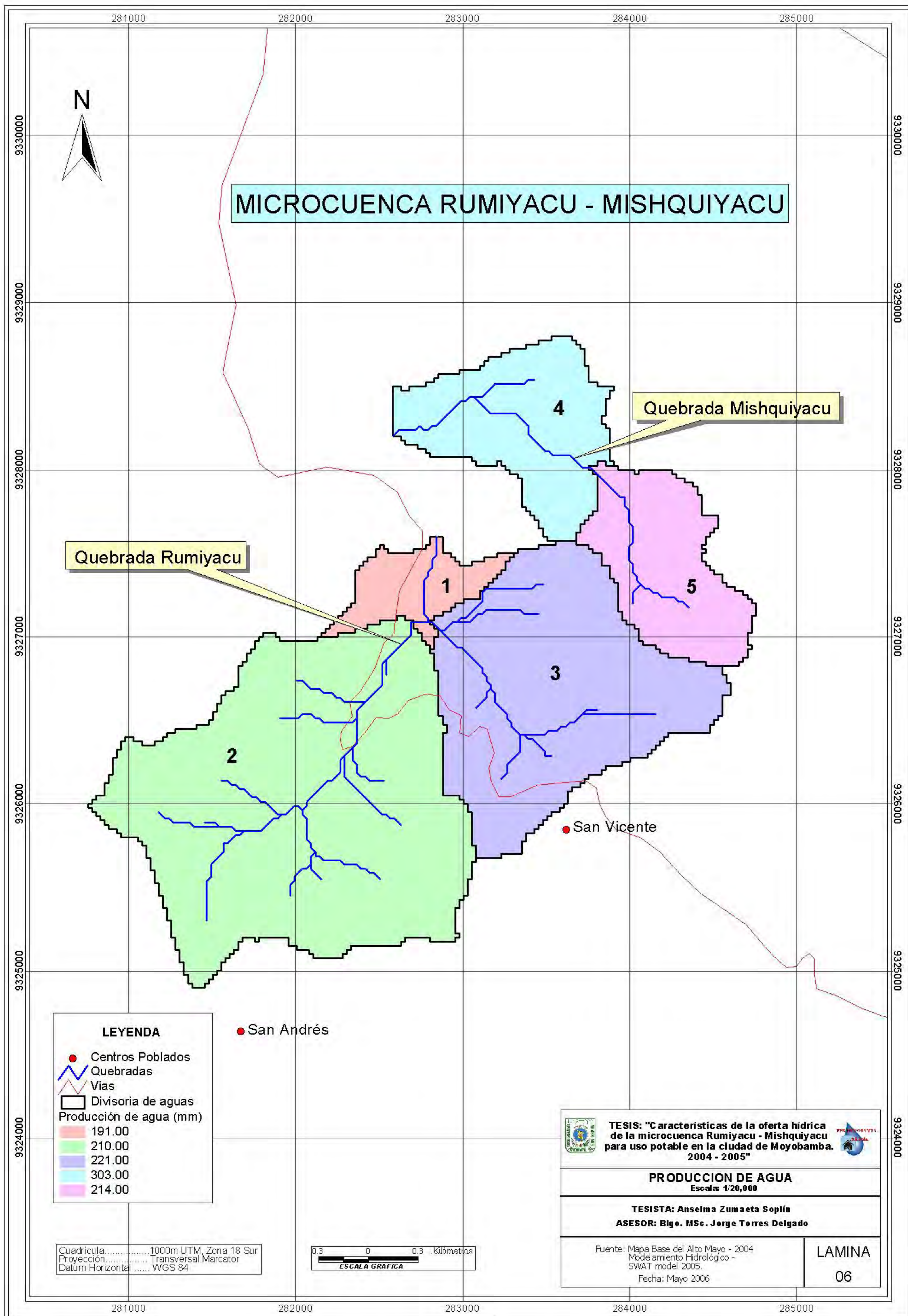
**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplin**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
05

## **ANEXO N° 08**

PRODUCCIÓN DE AGUA DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005.



**MICROCUENCA RUMIYACU - MISHQUIYACU**

Quebrada Mishquiyacu

Quebrada Rumiayacu

**LEYENDA**

- Centros Poblados
- ▬ Quebradas
- ▬ Vias
- ▭ Divisoria de aguas

Producción de agua (mm)

191.00
210.00
221.00
303.00
214.00

● San Andrés


**TESIS: "Características de la oferta hídrica de la microcuenca Rumiayacu - Mishquiyacu para uso potable en la ciudad de Moyobamba. 2004 - 2005"**


**PRODUCCION DE AGUA**  
Escala: 1/20,000

**TESISTA: Anselma Zumaeta Soplín**  
**ASESOR: Blgo. MSc. Jorge Torres Delgado**

Fuente: Mapa Base del Alto Mayo - 2004  
 Modelamiento Hidrológico - SWAT model 2005.  
 Fecha: Mayo 2006

**LAMINA**  
06

Cuadrícula.....1000m UTM, Zona 18 Sur  
 Proyección..... Transversal Marcator  
 Datum Horizontal..... WGS 84

0.3 0 0.3 Kilómetros  
**ESCALA GRAFICA**



## ANALISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA QUEBRADA MISHQUIYACU

**Localidad:** Distrito de Moyobamba

**Laboratorio:** Control de calidad de la EPS Moyobamba SRLtda.

**Punto de muestreo:** Captación de agua

**Coordenadas:** 0282257/9328160/881 msnm

N°	Fecha de Muestreo	Hora de Muestreo	Turbiedad (UNT)	pH (unidades)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Magnesio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Calcio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Cloruros (mg/L CL <sup>-</sup> )	Sulfatos (mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Nitratos (mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
<b>Mes: Enero</b>												
1	20-01-05	6:35 Hrs	35.00	7.51	60.30	29.00	1.28	2.92	4.20	2.67	0.022	0.70
<b>Mes: Febrero</b>												
2	15-02-05	9:35 Hrs	3.51	7.77	49.30	24.00	1.28	2.90	4.18	2.20	0.05	0.20
<b>Mes: Marzo</b>												
3	10-03-05	10:10 Hrs	4.87	6.64	71.30	35.00	1.34	2.86	4.20	2.20	0.026	0.90
<b>Mes: Abril</b>												
4	27-04-05	02:24 a.m	7.06	7.89	77.50	36.00	1.22	2.40	3.62	2.00	0.198	0.80
<b>Mes: Mayo</b>												
5	30-05-05	11:50 Hrs	3.43	7.98	57.50	27.00	1.14	2.63	3.77	2.00		0.20
<b>Mes: Junio</b>												
6	09-06-05	13:50 Hrs	5.06	7.86	62.20	30.00	0.55	1.32	1.87	2.50		0.50
<b>Mes: Julio</b>												
7	21/07/05	10:55 a.m	2.86	7.45	56.90	27.00	1.37	2.60	3.97	4.80	0.039	0.80
<b>Mes: Agosto</b>												
8	18/08/05	11:30 a.m	2.08	7.72	65.40	31.00	1.29	2.87	4.16			0.60
<b>Mes: Setiembre</b>												
9	05/09/05	12:30 p.m	1.82	7.46	80.30	38.00	1.31	2.90	4.21			0.80
<b>Mes: Octubre</b>												
10	25/10/05	12:20 a.m	1.84	7.29	84.10	36.00	1.36	2.96	4.32	2.20	0.080	0.70
<b>Mes: Noviembre</b>												
11	21/11/05	11:50 a.m	17.55	7.17	50.10	24.00	1.20	2.97	4.19	2.90	0.66	0.90
<b>Mes: Diciembre</b>												
12	20/12/05	12:15 p.m	26.40	7.45	57.30	31.00	1.33	2.75	4.08			0.70

Fuente: Elaboración propia 2005

## **ANEXO 10**

**PANEL FOTOGRAFICO DE LA MICROCUENCA  
RUMIYACU-MISHQUIYACU. 2005**



**Foto 01: Microcuenca Rumiyaqu-Mishquiyaqu**



**Foto 02: Parcela de pasto**

**Foto 03: Campo de cultivo de café**





**Foto 04: Extracción de madera**



**Foto 05: Contaminación del agua por el lavado de café**

**Foto 06:  
Contaminación del  
Agua por el lavado de ropa**

