



**ESTUDIOS TEMÁTICOS
PARA ZONIFICACIÓN
ECOLÓGICA Y ECONÓMICA
DEL DEPARTAMENTO DE
SAN MARTÍN**

HIDROGRAFÍA

José Maco García

Autor:

José Maco García

© 2007

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP

Programa de Ordenamiento Ambiental

Av. Abelardo Quiñones km. 2.5, Iquitos - Perú

Correo electrónico: poa@iiap.org.pe, preside@iiap.org.pe

Teléfonos: +51-(0)65-263451 Fax: +51-(0)65-265527

<http://www.iiap.org.pe/>

Cita Sugerida:

Maco, J. 2007. Hidrografía del Departamento de San Martín. Proyecto de Zonificación Ecológica y Económica, Convenio entre el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana y el Gobierno Regional de San Martín. Iquitos –Perú.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
RESUMEN	5
I. OBJETIVOS	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1.MATERIALES.....	7
2.2.MÉTODOS	
III. HIDROGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN	11
3.1.Descripción de la cuenca e hidrología.....	11
3.2.Régimen hidrológico.....	23
3.3 Física y química del agua.....	26
3.4.Tipificación de los cuerpos de agua.....	36
IV. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	39

Lista de Tablas

Tabla 1. Principales Ambientes Acuáticos Visitados y su Ubicación Geográfica.....	9
Tabla 2. Principales Métodos de Análisis Químicos de las Muestras de Agua de los Principales Ríos.....	10
Tabla 3. Cuencas Hidrográficas del departamento de San Martín.....	22
Tabla 4. Parámetros Hidrológicos de los Cuerpos de Agua Muestreados.....	23
Tabla 5. Parámetros Hidrológicos de los Cuerpos de Agua Reportados por el Presente Estudio.....	24
Tabla 6. Parámetros Físicos y Químicos de los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados.....	28
Tabla 7. Características Físicas, Químicas e Hídricas de Cuerpos de Agua del área de Estudio. 1981.....	29
Tabla 8. Características Físicas, Químicas e Hidrológicas de Cuerpos de Agua del área de estudio. 1979-1980.....	30
Tabla 9. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Zona de Estudio Según ONERN (1984).....	31
Tabla 10. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Alto Mayo, Periodo de Creciente.....	31
Tabla 11. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Alto Mayo, Periodo de Vaciente.....	32
Tabla 12. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales Registrados en el Presente Estudio.....	33
Tabla 13. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales Registrados en el Presente Estudio.....	35

Lista de Imágenes

Foto 1. Vista de un río en la cordillera andina (Foto: J. Maco).....	12
Foto 2. Vista de un río en el Llano amazónico (Foto: F. Reátegui).....	12
Foto 3. Vista del río Huallaga (Foto J. Maco).....	14
Foto 4. Vista del río Tocache, nótese el fondo pedregoso (Foto J. Maco).....	15
Foto 5. Vista del río Saposoa (Foto; J. Maco).....	17
Foto 6. Vista del río Mayo, cerca de la desembocadura del río Yuracyacu.....	19
Foto 7. Vista de la laguna Sauce (Foto J. Maco).....	21

Lista de Figuras

Figura 1. Niveles de Agua del Río Huallaga a la Altura de la Ciudad de Yurimaguas 1996.....	25
Figura 2. Caudales del Río Mayo.....	25
Figura 3. Caudales del Río Cumbaza.....	25
Figura 4. Caudales del Río Sisa.....	26

PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el informe final del estudio de la cuenca hidrográfica del departamento de San Martín. Forma parte de los estudios temáticos que sirven de base para realizar el análisis y modelamiento del territorio con la finalidad de formular una propuesta de Zonificación Ecológica y Económica como la base técnica y científica para el Ordenamiento del departamento de San Martín.

El estudio tiene como propósito identificar y caracterizar la red hidrográfica, su comportamiento hidrológico; así como, determinar las características físicas y químicas de los principales cuerpos de agua que la conforman.

Como el agua juega un importante papel en nuestra Amazonía, el presente estudio hidrográfico junto con los estudios hidrobiológicos y fisiográficos sirve de base para establecer los niveles de potencialidad pesquera de la zona de estudio; con el estudio de suelos, fisiografía y geología sirve para determinar las potencialidades piscícolas, turísticas, agrícolas, entre otras, de la zona estudiada.

El estudio se ha elaborado a partir del análisis del material bibliográfico existente sobre el tema y de imágenes de satélite Landsat TM y ETM y de imágenes de radar Nasda Jers-1 SAR, complementado con trabajos de campo en tres oportunidades. La escala de trabajo fue de 1:250,000.

RESUMEN

La red hidrológica del departamento de San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga Central con una extensión de 51179, 642 ha (Mapa de ubicación). Sus tributarios principales de la margen izquierda tienen sus nacientes en territorios de la Cordillera Oriental, algunos a más de 4 000 msnm; mientras que los principales tributarios de la margen derecha nacen en la Cordillera Sub-Andina a unos 2,000 m.s.n.m. Sin embargo, los valles formados en las partes media y baja de los principales ríos de la zona de estudio, presentan altitudes que no sobrepasan los 1 000 msnm.

En las zonas de cordillera, los ríos recorren planicies, terrenos colinosos y montañosos formando valles aluviales intramontanos con áreas de inundación estrechas. Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Sub-Andina se presentan valles más amplios donde el curso del Huallaga es de forma anastomosada con presencia de pequeñas lagunas y áreas de inundación más amplias. El curso del Huallaga se vuelve a “encajonar” en su recorrido por la Cordillera Sub-Andina. Finalmente, en el Llano Amazónico las áreas de inundación son mucho más amplias, con varias lagunas en forma semilunar y curso anastomosado en algunos sectores y meándrico en otros

En el área de estudio, el Huallaga tiene una longitud de 567 km; la parte más ancha es de 3.3 Km se ubica en el Llano Amazónico y los sectores más estrecho, de 40 a 50 m, se presentan al cruzar las cordilleras. La velocidad de corriente es de muy rápida a rápida (1.52 m/s, en creciente y de 1.933 a 0.969 m/s, en vaciante).

Entre los principales tributarios se pueden citar: por la margen izquierda a las sub-cuencas de los ríos Chontayacu, Tocache, Matallo Huayabamba, Saposoa, Sisa, Mayo, Shanusi y Cainarachi; y, por la margen derecha tenemos, principalmente, a las sub-cuencas de los ríos Biabo, Ponaza y Chipurana. El río Huallaga presenta dos periodos hidrológicos bien marcados con periodos de transición. El periodo de creciente entre los meses de diciembre a abril y el periodo de vaciante, entre los meses de julio a setiembre. El periodo de transición de media vaciante ocurre entre los meses de mayo y junio, mientras que el periodo de media creciente se presenta entre los meses de octubre y noviembre. Con excepción de los elevados niveles de salinidad, cloruros y dureza total en la laguna Limón y en algunos tributarios menores, como las quebradas Mishquiyacu y Sacanche entre otros, las características físicas y químicas de los cuerpos de agua estudiados reúnen condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida acuática.

MAPA DE UBICACIÓN - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN



I. OBJETIVOS

Caracterizar la red de drenaje y determinar las características hidrológicas, físicas y químicas básicas de los principales cuerpos de agua de la zona de estudio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

Se utilizaron los materiales satelitales y cartográficos siguientes:

- a. Mapas topográficos o cartas nacionales levantados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), a escala 1:100 000 del año 1985 y actualizados recientemente. Las hojas utilizadas corresponden a 12h, 12i, 12j, 13i, 13j, 13k, 13l, 14h, 14i, 14j, 14k, 14l, 15h, 15i, 15j, 15k, 16i, 16j, 16k, 17j, 17k, 17l.
- b. Imágenes de satélite Landsat TM5, TM7 de los años 1998 y 2002; y radar Jers-1 SAR del año 1995. Estas imágenes tienen la siguiente denominación:

SATÉLITE	IMAGEN	FECHA	FUENTE
Landsat	009_064	11/09/87 19/08/99	BIODAMAZWWF
Landsat	009_065	19/08/99	PNUFID
Landsat	008_064	12/05/86 11/0799	BIODAMAZWWF
Landsat	008_065	15/05/87 11/07/99	BIODAMAZWWF
Landsat	008_066	11/07/99 30/08/01	WWFINPE
Landsat	007_064	23/09/88 26/08/01	BIODAMAZGLCF
Landsat	007_065	25/08/89 05/08/99 26/06/02	BIODAMAZ GLCFINPE
Landsat	007_066	13/11/86 08/09/97 06/07/00 26/08/01	BIODAMAZ TREES PNUFIDGLCF
Jers-1 SAR		09/12/95	Global Rain Forest Mapping Project

2.2. MÉTODOS

El presente documento fue elaborado con base a la información obtenida en los trabajos de campo realizados en tres etapas:

- a. Una etapa de reconocimiento con un recorrido rápido del área de estudio realizada entre el 26/02/03 y el 08/03/03.
- b. Una segunda etapa de levantamiento de información de la cuenca del Alto Mayo realizado entre el 11 y el 24/07/04.
- c. Una tercera etapa de levantamiento de información del tramo del río Huallaga entre el río Uchiza, en Selva Alta, hasta el río Cainarachi, en Selva Baja, realizada entre el 20/08/04 y el 11/09/04.

La información de campo fue complementada con los estudios realizados por el IIAP y otras instituciones, como los siguientes:

- a. Guerra *et al.* (1999), describen la cuenca hidrográfica de un sector del departamento de San Martín con fines de caracterizar el medio físico donde se desarrollan especies ícticas exóticas; tales como; Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), Carpa común (*Cyprinus carpio*), Camarún gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*), entre otras.
- b. Campos (1983), evaluó el potencial pesquero del Huallaga Central y Bajo Mayo.
- c. Correa *et al.* (1982), evaluó el potencial de los recursos hídricos e hidrobiológicos de la cuenca hidrográfica del Huallaga Central y Bajo Mayo.
- d. Fukushima, et al. (1971) evaluaron la población del Paiche (*Arapaima gigas*) e implantación de un programa limnológico pesquero en el lago Sauce.

2.2.1. Fase preliminar de gabinete

Se realiza la recopilación de la información satelital, cartográfica y bibliográfica sobre el tema de la zona de estudio. A partir del análisis del material recopilado y, mediante el empleo del programa SIG ARC/INFO se genera un mapa preliminar con la red hidrográfica, carreteras y principales poblados de la zona de estudio. Esta información sirvió de base para planificar las actividades desarrolladas en la etapa de levantamiento de información de campo del área de estudio.

2.2.2. Fase de campo

Durante las tres etapas de campo se realizaron muestreos de los principales cuerpos de agua con la finalidad de identificarlos y caracterizarlos. Se registraron algunas características, tales como: tipo de curso, forma de las orillas, material de las orillas y fondo, velocidad de corriente, profundidad, caudal, coloración visual, tipo de agua. Se colectó 1 litro de muestras de agua de los principales ríos en botellas de polietileno, que fueron preservadas, posteriormente fueron enviadas al laboratorio para el análisis de sus principales características químicas. Asimismo se indagó con respecto a la navegabilidad de los principales ríos. Cada lugar de visita fue debidamente geo referenciado, como aparece en la Tabla 1.

2.2.3. Fase de laboratorio

Las muestras de agua colectadas de los principales ríos fueron enviadas al Laboratorio Envirolab - Perú S.A.C. para el análisis de sus principales componentes químicos como se muestra en la Tabla 2 y que son reportados en el Informe de Ensayo N° 409117 de dicho laboratorio.

Tabla 1. Principales Ambientes Acuáticos Visitados y su Ubicación Geográfica.

ESTACIÓN	LUGAR	FECHA	X	Y
Río Chipurana	desembocadura	24/08/0	421888	929770
Río Cainarachi	desembocadura	25/08/0	357782	930022
Río Yuracyacu	desembocadura	25/08/0	358024	930117
Río Cumbaza	Puente San Pedro de Cumbaza	31/08/0	344398	929030
Río Cumbaza	Caserío Juan Guerra	31/08/0	351827	927270
Río Shilcayo	cerca bocatoma	31/08/0		
Río Shilcayo	Puente de carretera	31/08/0	348276	927896
Río Mayo	Puente Colombia	30/08/0	355685	927161
Río Ponaza	Puente de carretera	02/09/0	356120	923992
Río Sisa	Puente de carretera	04/09/0	338898	922488
Río Huallaga	Puente Picota	02/09/0	353306	923433
Río Saposoa	Puente de carretera	04/09/0	317899	921632
Río Huallabamba	Puente Santa Martha	04/09/0	308089	919614
Río Uchiza	Puente Uchiza	07/09/0	354887	907112
Río Challuayacu	Puente Challuayacu	08/09/0	320400	910452
Río Tocache	Puente Tocache	08/09/0	323978	909362
Río Huallaga	Puente Tocache	08/09/0	333895	909473
Río Mayo	Puerto Shimbillo	13/07/0	283240	933359
Río Gera	cerca desembocadura	15/07/0	292544	932604
Río Indoche	carretera Yantalo	16/07/0	277155	933851
Río Negro	Puente Río Negro, carretera marginal	17/07/0	249589	933610
Río Tunchima	Puente Tunchima	17/07/0	269209	933089
Río Yuracyacu	Nueva Cajamarca	17/07/0	244204	934313
Río Huascayacu	cerca de la desembocadura	18/07/0	268740	934414
Río Avisado	Estación turística	18/07/0	265788	934563
Río Yuracyacu	cerca desembocadura	20/07/0	253325	934426
Río Huascayacu	Pueblo Libre	20/07/0	266932	934952
Río Yuracyacu	Puente Florida	21/07/0	240757	934139
Río Mayo	Puente Yuracyacu	21/07/0	254457	934509
Río Soritor	Puente Soritor	22/07/0	240033	935163
Río Naranjillo	Puente Naranjillo	22/07/0	234742	935741
Río Naranjos	Puente Naranjos	22/07/0	222565	936540
Río Tumbo	Puente Tumbo	22/07/0	230328	936086
Río Serranoyacu	Puente Serranoyacu	23/07/0	203616	937192

Tabla 2. Principales Métodos de Análisis Químicos de las Muestras de Agua de los Principales Ríos

PARAMETROS EN AGUAS	METODO DE REFERENCIA
Turbidez	EPA 180.1 Turbidity (Nephelometric). "Methods for Examination of Water and Wastewater". Revised 2.0 August 1993.
Dureza Total	EPA 130.2 Hardness Total (Titrimetric, EDTA) "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes" Revised March 1983.
Alcalinidad Total	SM 2320-B Alkalinity "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" - 20th Ed. 1998.
N-Nitratos	EPA 352.1 Nitrogen, Nitrate (Colorimetric, Brucine). "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes" Revised March 1983
Fosfatos	EPA 365.3 Phosphorus, All Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid, Two Reagent). "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes" Revised March 1983.
Carbonatos/ Bicarbonatos	SM 4500CO2-D Carbon Dioxide and Forms of Alkalinity by Calculation. "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" - 20th Ed. 1998
Cloruros	EPA 325.3 Chloride Titrimetric, Mercuric Nitrate. "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes" Revised March 1983.
Ca, Mg, Na, K	EPA 200.7TDetermination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Cipled Plasma - Atomic Emissions Spectrometry. Rev. 4.4 May 1994.

Fuente Envirolab - Perú S.A.C.

2.2.4. Fase de gabinete

En esta fase se realiza la sistematización, análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las fases de campo y de laboratorio, así como, de la información obtenida en la fase preliminar de gabinete y se procedió a la elaboración del informe correspondiente. Para la identificación y tipología de los cursos de agua se ha seguido la nominación regional, identificándose como caños, quebradas y ríos.

La información obtenida fue registrada a un proceso de automatización mediante el empleo del programa SIG ARC/INFO para el acondicionamiento cartográfico y el ajuste temático del mapa hidrográfico y de cuencas. Paralelamente, se implementó una base de datos tabular, la cual se enlazó a los mapas temáticos con la finalidad de facilitar la descripción de las características hidrográficas.

III. HIDROGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN

3.1. Descripción de la cuenca e hidrología

La red hidrográfica del departamento de San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga Central, cuyos principales tributarios se muestran en la tabla 3. Las nacientes de las principales sub-cuencas de la margen izquierda del Huallaga Central se localizan en territorios de la Cordillera Oriental, algunos de ellos a más de 4 000 msnm; mientras que las sub-cuencas de la margen derecha nacen en la Cordillera Sub-Andina a unos 2 000 msnm. Los valles formados en las partes media y baja de los principales ríos de la zona de estudio no sobrepasan los 1 000 msnm. Los ríos recorren planicies y terrenos colinosos formando valles aluviales intramontanos.

Por otro lado, es notoria la presencia de rápidos en ciertos sectores de los ríos los que se caracterizan por presentar fuertes desniveles de su cauce en tramos muy cortos. Estos tramos son, generalmente, obstruidos parcialmente por rocas o piedras que obstaculizan el paso de las aguas, que adquieren mayor velocidad de corriente.

En su recorrido por los Andes, los ríos presentan alta pendiente y gran velocidad de corriente, fluyendo por valles estrechos y cauces definidos y relativamente estables de naturaleza pedregosa y rocosa (Foto 1). Las áreas de inundación son muy variables; se presentan muy estrechas en su recorrido entre los cerros y al llegar a los valles se van ampliando cada vez más a medida que alcanzan su desembocadura. En el Llano Amazónico, los ríos son más caudalosos y discurren por lechos menos consolidados y de muy baja pendiente con áreas de inundación bastante amplias (Foto 2). La alta velocidad de la corriente y los grandes volúmenes de agua que acarrearán los ríos, asociados a la intensidad de las inundaciones y al material inconsolidado de los suelos, producen intensos procesos erosivos y de sedimentación en las riberas. Estos fenómenos de erosión y sedimentación ocasionan migraciones laterales de los cursos de los ríos que se intensifican en los sectores bajos de la cuenca.

En el presente informe se tomó en consideración la toponimia de los cuerpos de agua proporcionados por los pobladores de la localidad y fueron contrastadas con la toponimia de la Carta Nacional.



Foto 1. Vista de un río en la cordillera andina (Foto: J. Maco)



Foto 2. Vista de un río en el Llano amazónico (Foto: F. Reátegui)

3.1.1. Río Huallaga

El Huallaga es afluente del Marañón, al que vierte sus aguas por la margen derecha, en territorio del departamento de Loreto, luego de recorrer aproximadamente 1 300 km desde su nacimiento en el departamento de Pasco, al sur de la cordillera de Ranura en la laguna de Huascacocha. Nace con el nombre de río Ranracancha, luego toma el nombre de río Blanco y río Chaupihuaranga, después de su unión con el río Huariaca, toma el nombre del río Huallaga. En el departamento Huánuco, el río Huallaga forma un importante valle interandino entre Ambo - Huánuco y Santa María del Valle, luego de cruzar el relieve de Carpish en la Selva Alta, forman el valle de Tingo María.

El río Huallaga ingresa por la parte sur del departamento de San Martín, siguiendo una orientación SE-NO hasta encontrarse con el río Huayabamba; en este sector su curso es, generalmente, meándrico presentando meandros pequeños y sectores alargados que siguen el contorno de las variadas formas del paisaje montañoso, se presentan pequeñas islas, escasez de lagunas y áreas de inundación con valles en forma de “v” y muy estrechos.

Después de su unión con el río Huayabamba, el Huallaga tiene un recorrido SO-NE hasta abandonar la Cordillera Sub-Andina. Entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Sub-Andina se presentan valles más amplios donde el curso del Huallaga es de forma anastomosada con presencia de pequeñas lagunas y áreas de inundación más amplias. El curso del Huallaga se vuelve a encajonar cuando atraviesa la Cordillera Sub-Andina. Finalmente, se amplía nuevamente durante su recorrido en el Llano Amazónico, donde las áreas de inundación son mucho más amplias, con varias lagunas en forma semilunar y curso anastomosado en algunos sectores y meándrico en otros.

En el área de estudio, el Huallaga tiene una longitud de 567 km.; la parte más ancha es de 3.3 km, ubicada en el Llano Amazónico y los sectores más estrechos, de 40 a 50 m se ubican en las cordilleras. De acuerdo a Guerra et al. (1999) la velocidad de corriente va de muy rápida a rápida (1.52 m/s, en creciente y de 1.933 a 0.969 m/s, ven vaciante; Tabla 4). Sin embargo, en el presente estudio, realizado durante el periodo de vaciante, se reportan velocidades medias de 0.60 a 0.78 m/s y velocidades máximas de 1.19 y 0.97 m/s, a la altura del Puente Picota y Puente Tocache, respectivamente (septiembre de 2004).

A partir de estas velocidades se calcularon los valores de caudal en los mencionados lugares que ascienden a 878.19 m³/s y 350.20 m³/s, respectivamente (Tabla 5). Se estima que, en los denominados rápidos la velocidad de corriente es mucho mayor, tal como ocurre en el lugar denominado Mal paso Shumilla cerca de la comunidad de Shapaja.

En selva alta, la configuración del cauce del río Huallaga es de material predominantemente pedregoso; sin embargo, existen áreas donde las riberas están formadas por material más suave e inconsolidado y fácilmente erosionables, como la arena (Correa et al., 1980). En el Llano Amazónico la configuración del cauce es de material inconsolidado, específicamente compuesto de material arcillo - arenoso y pedregoso.

Al río Huallaga llegan una serie de afluentes que forman sub-cuencas de diversa magnitud y forma. Entre las principales sub-cuencas de la margen izquierda tenemos a la de los ríos Chontayacu, Tocache, Matallo Huayabamba, Saposoa, Sisa, Mayo, Shanusi y Cainarachi. Por la margen derecha tenemos, principalmente, a las sub-cuencas de los ríos Biabo, Ponaza y Chipurana (Mapa de Cuencas). Los ríos de estas sub-cuencas tienen cauces estrechos y de material predominantemente rocoso y pedregoso; algunos afluentes, como el río Sisa en las partes bajas, cerca su desembocadura, el material de fondo es areno-arcilloso. De material areno-arcilloso y pedregoso son los cauces de los afluentes de los principales ríos del río Huallaga del sector del Llano Amazónico.

En el departamento San Martín, la cuenca del Huallaga presenta una extensión de 51179,642 ha (Tabla 3, Foto 3).



Foto 3. Vista del río Huallaga (Foto J. Maco)

Río Tocache

La cuenca del río Tocache se ubica en la parte sur del departamento de San Martín, es un afluente de la margen izquierda del río Huallaga. Nace en las Cordillera Oriental y tiene un recorrido SO-NE. Su longitud desde sus nacientes hasta su desembocadura, que se produce cerca al caserío Balsa Provana, es de 99 km. El río Tocache al final de su recorrido se abre como especie de delta cerca de su desembocadura en el río Huallaga. Su cauce está compuesto de material predominantemente pedregoso. En septiembre de 2004, a la altura del Puente sobre el río Tocache, se registró un ancho de 51.5 m con una profundidad media de 0.66 m y una profundidad máxima de 1.38 m. Su velocidad de corriente promedio fue de 1.23 m/s y máxima de 1.68 m/s, teniendo un caudal de 47 m³/s (Tabla 5, Foto 4). La cuenca tiene una extensión de 137 325 ha que representa el 2.65 % del departamento de San Martín.



Foto 4. Vista del río Tocache, nótese el fondo pedregoso (Foto J. Maco)

Río Huayabamba

Uno de los principales afluentes estudiados del río Huallaga es el río Huayabamba, de 100 m de ancho promedio, no es un río muy profundo (Campos, 1983); en septiembre de 2004 se registraron 4.15 m como profundidad promedio y 6.34 m como profundidad máxima. Su cauce está conformado predominantemente de material pedregoso; sin embargo, parte de sus riberas en el sector bajo, presentan material areno-arcilloso. Guerra et al. (1999) reporta que su velocidad de corriente es muy rápida, de 1.520 a 2.275 m/s, presentando los mayores valores durante el periodo de vaciante (Tabla 4). Sin embargo, en el presente estudio a la altura del Puente Santa Martha, se registró que la velocidad media es de 0.94 m/s con velocidad máxima de 1.08 m/s. Con base a estos resultados se obtuvo un caudal de 395.33 m³/s (Tabla 5). Su longitud es de 165 km presentando un recorrido general de NO-SE; en su recorrido se presentan sectores anchos como de 1.38 km. y sectores estrechos como de 20 m. La red de drenaje es amplia, diversificada y compleja; en algunos sectores el drenaje es de forma dendrítica, en otros es pinnado o rectangular. Su cuenca es de 11213, 226 ha y representa el 23.42 % de la extensión del departamento de.

Importantes afluentes desembocan en el río Huayabamba: por su margen izquierda tenemos a los ríos Simacache, Shemacache, y Pachicilla; por su margen derecha se tienen a los ríos Verde, Huabayacu, Condorcillo, Jelache y Abiseo, todos ellos caracterizados por ser torrentosos y con recorridos sinuosos a través de la Cordillera Oriental. Merece especial referencia la cuenca del río Abiseo que forma parte del Parque Nacional Río Abiseo, su cuenca tiene una extensión SIG de 303 440 ha.

Río Saposoa

El río Saposoa (Foto 4) es somero, tiene un ancho promedio de 70 m. De acuerdo a Guerra et al. (1999) presenta una velocidad de corriente rápida en creciente (0.74 m/s) y muy rápida en vaciante (1.756 m/s). Sin embargo, en septiembre de 2004 se registraron 0.91 m/s como velocidad media y 1.34 m/s como velocidad máxima, con profundidad media de 1.33 m. A partir de esta información se calcula un caudal de 84.59 m³/s para este río (Tabla 5). Su cauce está conformado principalmente por material arenoso y pedregoso, principalmente en su curso inferior. Su recorrido general es de NO-SE, y su desembocadura en el río Huallaga ocurre a la altura del poblado de Tingo de Saposoa. La red de drenaje, generalmente, es de forma pinnada. Su cuenca tiene una extensión de 199 455 ha y representa el 3.85% de la extensión del departamento de. Entre sus principales afluentes destaca el río Sacanche cuya cuenca tiene una extensión de 19 234 ha.



Foto 5. Vista del río Saposoa (Foto; J. Maco)

Río Sisa

Otro de los afluentes principales del río Huallaga es el río Sisa, con un ancho promedio de 70 m. Guerra et al. (1999) menciona que en creciente, la velocidad de corriente es de nivel medio (0.32 m/s) a la altura del poblado de Agua Blanca; sin embargo, río abajo la velocidad de corriente se torna lenta con tendencia a ser muy lenta (0.12 m/s, Tabla 4). Contrariamente, en el periodo de vaciante, los valores de velocidad de corriente se invierten, es decir, en el sector medio la velocidad de corriente es lenta (0.232 m/s) y en el sector bajo, este parámetro es de nivel medio (0.388 m/s). Este hecho es explicable por la presencia de pequeñas zonas con rápidos en este río. En septiembre de 2004 se registraron 0.41 m/s como velocidad media y 0.53 m/s como velocidad máxima con caudal de 11.36 m³/s (Tabla 5). El río Sisa tiene un recorrido general de NO-SE y su desembocadura en el río Huallaga se realiza a la altura del poblado de Puerto Rico. La red de drenajes es de forma, generalmente, pinnada. Su cuenca tiene una extensión de 207 943 ha y representa el 4.01% de la extensión del departamento de.

Río Mayo

Otro afluente principal del Huallaga en el sector estudiado es el río Mayo (Foto 5) que tiene 80 m de ancho medio (Campos, 1983). Siendo somero en los sectores medio y bajo del río donde es accesible solo con embarcaciones pequeñas. Sin embargo, en el Alto Mayo el río es más profundo permitiendo la navegación de embarcaciones hasta de 8 tan (Correa et al., 1983). En periodo de creciente, la velocidad de corriente en el Alto Mayo es de nivel medio (0.41 m/s); por otro lado, cuando baja el nivel de las aguas, la velocidad se torna muy rápida (1.163 m/s; Tabla 4), llegando alcanzar valores de 2.759 m/s en los rápidos presentes debajo de la desembocadura del río Jera y, posiblemente, niveles superiores a estos valores en los impresionantes rápidos de Maroma. En el Bajo Mayo (Puente Colombia) la velocidad de corriente es muy rápida (1.136 m/s, Tabla 4). En el presente estudio se ha registrado que la velocidad media es de 0.82 m/s a la altura del Puente Yuracyacu, de 0.87 m/s a la altura del Puerto Shimbillo y de 1.38 m/s a la altura del Puente Colombia con registros de caudal de 152.54, 304.04 y 421.57 m³/s, respectivamente (Tabla 5). El río Mayo tiene un recorrido general NO-SE y su desembocadura se produce en las inmediaciones del poblado de Shapaja. La red de drenajes es diversificada y compleja, presentándose sectores con drenajes de forma pinnada, rectangular y dendrítica. Su cuenca tiene una extensión de 902,084 ha y representa el 17.42% de la extensión del departamento de. Los ambientes lenticos del sector del Alto Mayo son formados por desvíos en el curso del río o son brazos del mismo.

Entre los afluentes principales del río Mayo, por la margen izquierda, se encuentran a los ríos Huasta, Avisado, Huascayacu y Cumbaza. Por su margen derecha destacan los ríos Serranayacu, Naranjos, Naranjillo, Yuracyacu, Negro. Tónchima, Indoche y Jera. Entre estos destacan las cuencas de los río Huascayacu con 90 265 ha; Cumbaza (donde se localiza la ciudad de Tarapoto), con 58 718 ha; Yuracyacu (donde se realiza una intensidad actividad agrícola) con 26 615 ha e Indoche con 52 219 ha.



Foto 6. Vista del río Mayo, cerca de la desembocadura del río Yuracyacu

Río Biabo

Por la margen derecha del río Huallaga, el principal afluente es el río Biabo que nace en las vertientes de la Cordillera Sub-Andina, su recorrido es complejo con una tendencia general hacia el norte; igualmente la red de drenaje es bastante compleja sin un patrón definido y con ausencia de importantes lagunas. Desemboca por la margen derecha del río Huallaga a la altura de San Rafael. Tiene 387 km de longitud con sectores tan anchos como 380 m y sectores tan estrechos como 30 m. Su cuenca tiene una extensión de 698 243 ha y representa el 13.48 % de la extensión del departamento de. Entre sus principales afluentes se registran, por la margen izquierda, a los ríos Chupichotal, Platanillo, Piquiyacu; y por la margen derecha, a los ríos Yuracyacu, Ponacillo y Bombonajillo.

Río Cainarachi

Tiene sus nacientes en las alturas de la Cordillera Sub-andina, en el flanco oriental, su recorrido es de SO-NE. Los sectores medio y bajo de la cuenca se encuentran en el Llano Amazónico, su desembocadura ocurre por la margen izquierda del río Huallaga a la altura del poblado de Santa Elena. Desde sus nacientes a su desembocadura recorre cerca de 104 km. En septiembre del 2004, en el puente del Pongo de Cainarachi se registró un ancho de 45 m con profundidad media de 1.60 m y máxima de 4.4 m; en ese entonces, la velocidad media fue de 0.40 m/s y la máxima de 1.23 m/s arrojando un caudal de 49.93 m³/s (Tabla 5). El cauce del río está conformado principalmente de material rocoso. El área de su cuenca es de 172,993 ha que representa el 3.34 % del territorio del departamento de San Martín.

Tributarios menores

Los tributarios menores del río Huallaga y de sus principales afluentes presentan velocidades de corriente muy variadas. Los mismos se encuentran fuertemente influenciados por las circunstancias de las precipitaciones locales del momento, es decir, cuando ocurren pequeñas, moderadas o intensas lluvias, con consecuencia la inmediata en la variación de la velocidad y caudal de estos pequeños afluentes. Sin embargo, como ocurre en los ríos mayores se observan, generalmente, las mayores velocidades y caudales en periodos de creciente y menores velocidades y caudales en periodo de vaciante (Tabla 4). Tal es el caso de los tributarios del río Mayo: como el río Cumbaza, cuya cuenca tiene una extensión de 58,718 ha y su velocidad de corriente en creciente es de 0.8 m/s y en vaciante es de 0.171 m/s (Tabla 4), el río Cumbaza registró una velocidad media de 0.36 y 0.47 m/s (Tabla 5). No obstante, el río Indoche cuya cuenca tiene una extensión de 58,218 ha, por ejemplo, presenta velocidad de corriente muy rápida en creciente (0.54 m/s) y en vaciante (0.57 m/s). En este estudio, en el río Indoche se registró una velocidad media de 0.48 m/s (Tabla 5).

El color de los ambientes acuáticos está relacionado al color visual aparente y al material inorgánico en suspensión que presentan, siendo muy variable en muchos de los cuerpos de agua muestreados. La mayoría de estos cuerpos de agua disminuyen los niveles de transparencia debido al aumento considerable de la carga de material en suspensión después de las frecuentes lluvias que caen en la cuenca.

Por otro lado, debido al alto contenido de material sólido suspendido (arcilla, limo y arena), que acarrear los ríos Huallaga, Mayo, Saposoa y Huallabamba, se producen niveles altos de turbidez con bajos niveles de transparencia, los mismos que limitan los procesos de la productividad primaria.

3.1.2. Lagunas

La escasez de lagunas es notoria en el departamento de San Martín. La mayoría de cuencas no ostentan importantes lagunas que puedan apoyar al desarrollo de una importante actividad pesquera en el departamento. La mayoría de las lagunas tienen origen tectónico como las que se encuentran ubicadas en las nacientes de los pequeños afluentes de los principales ríos, especialmente las que se encuentran en la Cordillera Oriental. Estas lagunas son pequeñas y presentan, generalmente, formas redondeadas. Sin embargo, en la parte central de la cuenca se encuentran lagunas también de origen tectónico, destacando la laguna Sauce (Foto 6) y la pequeña laguna Limón. Fukushima et al. (1971) mencionan que la laguna Sauce tiene una extensión de 450 ha. de espejo de agua. Sin embargo, en este estudio se ha determinado que la laguna Sauce tiene 500 ha. de espejo de agua, 5 000 m. de longitud máxima, 800 m de ancho máximo; además se reporta información referente a su anchura media de 810 m, profundidad de 7.5 m, volumen de 79 806 187 m³., descarga máxima de 6 782 m³. y descarga media de 3 222 m³.

También existen lagunas de origen fluvial que se presentan, mayormente, adyacentes a la parte baja del río Huallaga. Se forman cuando la erosión en un meandro es muy intensa, puede alcanzar el canal de otro u otros meandros, ocasionando la ruptura del mismo, fenómeno que en lenguaje regional es denominado como rompe. De esta forma se origina un tipo diferente de cuerpo de agua, denominado “tipishca”, y la porción de tierra rodeada por este nuevo cuerpo de agua pasa a la categoría de isla. A medida que se desarrollan los procesos de sedimentación las tipishcas se van cerrando en uno de sus extremos para convertirse en una laguna típica que tiene la forma semilunar o de herradura, denominada localmente cocha.



Foto 7. Vista de la laguna Sauce (Foto J. Maco)

**Tabla 3. Cuencas Hidrográficas del departamento de San Martín
(Mapa de Cuencas)**

Primer Orden	Segundo Orden			Tercer Orden		
	Cuenca	AREA	%	Cuenca	AREA	%
RIO HUALLAGA		51179,642	100			
	Río Tocache	137,325	2.65			
	Río Mishollo	76,592	1.48			
	Río Huayabamba	1213226	23.42	Río Simacache	65357	5.39
				Río Shemacachi	34393	2.83
				Río Pachicilla	82165	6.77
				Río Verde	137096	11.30
				Río Huabayacu	96634	7.97
				Río Condorcillo	101196	8.34
				Río Jelache	182042	15.00
				Río Abiseo	303440	25.01
				Otros	210902	17.38
	Río Saposoa	199455	3.85	Río Sacanche	19234	105.74
				Otros	180221	9.64
	Río Sisa	207943	4.01	Río Alao	23861	11.47
				Otros	184082	88.53
	Río Mayo	902084	17.42	Río Huasta	64689	7.17
				Río Avisado	33144	3.67
				Río Huascayacu	90265	10.01
				Río Cumbaza	58718	6.51
				Río Naranjos	42640	4.73
				Río Naranjillo	29532	3.27
				Río Yuracyacu	26615	2.95
				Río Negro	34171	3.79
				Río Túnchima	47798	5.30
				Río Indoche	58219	6.45
				Otros	416294	46.16
	Río Cainarachi	172993	3.34	Río Yabayacu	54315	31.40
				Otros	118678	68.60
	Río Shanusi	112742	2.18			
	Río Panarapura	39119	0.76			
	Río Biabo	698243	13.48	Río Chupichotal	96968	13.89
				Río Platanillo	60525	8.67
				Río Piquiyacu	80071	11.47
				Río Yuracyacu	30439	4.36
				Río Ponacillo	50733	7.27
				Río Bombonajillo	34428	4.93
				Otros	345080	49.42
	Río Ponasa	77763	1.50			
	Río Chipurana	170618	3.29			
	Otros	1171539	22.62			

3.2. Régimen hidrológico

De los registros de niveles de agua del año 1996 del río Huallaga en la estación de Yurimaguas, se puede determinar que este río presenta dos periodos hidrológicos bien marcados con periodos de transición. El periodo de creciente se da entre los meses de diciembre enero a abril y el periodo de vaciante, entre los meses de julio a setiembre. El periodo de transición de media vaciante ocurre entre los meses de mayo a junio, mientras que el periodo de media creciente se presenta entre los meses de octubre y noviembre. Durante el periodo de creciente, el nivel del agua subió en 8.24 m (02 de febrero 1996); sin embargo, durante el periodo de vaciante, el menor valor encontrado fue 1.07 m (21 de julio 1996) (Figura 1).

Aunque no existen registros oficiales de los niveles de agua de los otros ríos evaluados, se pudo notar que la variación del nivel de los ríos menores está grandemente influenciada por la presencia e intensidad de las lluvias; es decir, durante periodos largos de ausencia de lluvias, el nivel de los ríos permanece aparentemente estable; sin embargo, cuando ocurren las lluvias, y dependiendo de su intensidad, el nivel de las aguas se eleva sustancialmente, afectando las condiciones hidrológicas de los cursos de agua. En el eje circundante al río Huallaga y al río Mayo, los niveles de precipitación presentan dos picos bien marcados: el primero se presenta generalmente en marzo y abril y el segundo, generalmente en octubre. Esta información guarda estrecha relación con las descargas de los ríos menores, tales como los ríos Mayo, Cumbaza y Sisa, que también presentan dos picos: el primero en el mes de abril, y el segundo en el mes de noviembre. Estos ríos presentan descargas medias mensuales de 409.32 m³/s, 8.76 m³/s y 26.45 m³/s, respectivamente (Figuras 2, 3 y 4).

Tabla 4. Parámetros Hidrológicos de los Cuerpos de Agua Muestreados.

Cuerpo de agua	Transparencia (cm)		Velocidad media (m/s)		Color		Fondo
	Creciente	Vaciante	Creciente	Vaciante	Creciente	Vaciante	
Período							
1.Río Huallaga - Juanjuí	13	83		1.933	Marrón	Verde	Areno arcillosa
2.Río Huallaga 2 -	5	30	1.52	1.284	Marrón	Verde	Areno arcilloso
3.Río Huallaga 3	12	20		0.969	Marrón	Marrón	Areno arcilloso
4.Caño ajo	16	45		0.272	Marrón	Marrón	Limoso
5.Río Saposoa	35	2	0.74	1.756	Marrón	Marrón	Pedregoso
6.Qda Sacanche	20	50		0.771	Clara	Marrón	Pedregoso
7.Río Sisa Medio	Total	20	0.32	0.232	Negra	Marrón	Areno-pedregoso
8.Represa S.Pablo	15	13			Verde	Marrón	Areno-pedregoso
9.Río Sisa Bajo	40	30	0.12	0.388	Negra	Marrón	Areno-pedregoso
10. Tributarios-R. Sisa Bajo	100	89		0.204	Negra	Negra	Limoso
11. Qda. Mishquiyacu	100	76	0.86	0.269	Negra	Clara	Limoso-pedregoso
12.Lago Sauce		205			Clara	Verde	Areno-limoso
13. Río Alto Mayo	11	34	0.41	1.163	Marrón	Marrón	Pedregoso
14. Río Tunchima	5	52		0.584	Marrón	Marrón	Areno-pedregoso
15. Represa Mashuyacu	12	58			Marrón	Negra	Areno-pedregoso
16.Río Indoche	5	60	0.54	0.57	Marrón	Marrón	Areno-pedregoso
17.Represa del Gera	45	58			Negra	Negra	Limoso
18. Río Gera alt boca	20	80		0.41	Negra	Verde	Limoso-pedregoso
19. Río Bajo Mayo		20		1.136		Marrón	Arcillo-pedregoso
20. Río Cumbaza-S.Antonio	Total	Total	0.8	0.171	Clara	Clara	Pedregoso
21.Río Cumbaza-J. Guerra	Total	Total	0.34	0.317	Clara	Clara	Pedregosa
22.Qda. Ahuashiyacu	Total	Total		0.318	Clara	Clara	Pedregosa
23.Qda. Pucayacu	Total	Total		0.206	Clara	Clara	Arenoso
24.Río Shanusi	20		0.47		Marrón		Areno-pedregoso
25.Río Yuracyacu	20		0.47		Marrón		Areno-pedregoso
26.Río Huallabamba (boca)	20	Total	1.52	2.275	Marrón	Marrón	Pedregoso
27. Laguna Limón		80				Clara	Arenoso

Tomado de Guerra *et al.* (1999)

Tabla 5. Parámetros Hidrológicos de los Cuerpos de Agua Reportados por el Presente Estudio.

Estación	Lugar	Fecha	Area Sección Transversal	Profundidad máxima (m)	Profundidad Media (m)	Ancho (m)	Caudal m ³ /s	Velocidad media (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Tipo de fondo
Río Chipurana	Desembocadura	24/08/200	36,33	0,87	0,55	51	16,52	0,55	0,65	Pedregoso
Río Cainarachi	Desembocadura	25/08/200	90,21	4,4	1,6	44,6	49,93	0,4	1,23	Pedregoso
Río Yuracyacu	Desembocadura	25/08/200	52,12	2,32	1,05	39,6	41,72	0,81	1,11	PedregosoAreno-Arcilloso
Río Ponaza	Puente de carretera	02/09/200	14,5	1,16	0,64	17,8	10,7	0,76	1,89	Arcilloso
Río Sisa	Puente de carretera	04/09/200	29,49	1,07	0,73	59,3	11,36	0,41	0,53	Arcillo-Arenoso
Río Huallaga	Puente Picota	02/09/200	1440,26	10,52	6,64	199,5	878,19	0,6	1,19	Pedregoso
Río Saposoa	Puente de carretera	04/09/200	89,8	2,55	1,33	54,4	84,59	0,91	1,34	Arcillo-Arenoso
Río Huallabamba	Puente Santa Martha	04/09/200	456,3	6,34	4,16	102,6	395,33	0,94	1,08	Areno-Arcilloso, Pedregoso
Río Uchiza	Puente Uchiza	07/09/200	11,465	0,665	0,32	35,39	6,2	0,37	0,59	Pedregoso Arenoso
Río Challuayacu	Puente Challuayacu	08/09/200	12,06	0,59	0,28	29,18	11,54	0,84	1,84	Pedregoso
Río Tocache	Puente Tocache	08/09/200	42,93	1,38	0,66	51,5	47,09	1,23	1,68	Pedregoso
Río Huallaga	Puente Tocahe	08/09/200	555,73	6,19	3,05	171,4	350,2	0,78	0,97	Areno-Arcilloso Pedregoso
Río Mayo	Puente Colombia	30/08/200	326,08	4,67	9,5	59,3	421,57	1,38	1,59	Pedregoso Arenoso-Arcilloso
Río Cumbaza	Puente San Pedro de Cumbaza	31/08/200	15,65	0,49	0,84	28,3	5,62	0,36	0,06	Pedregoso Arenoso
Río Cumbaza	Caserío Juan Guerra	31/08/200	22,25	0,53	1,05	33,5	10,49	0,47	0,65	Areno-Arcillosos
Río Shilcayo	Cerca bocatoma	31/08/200	1,24	0,11	0,17	9,1	0,43	0,33	0,58	Pedregoso-rocoso
Río Shilcayo	Puente de carretera	31/08/200	2,22	0,17	0,29	12,6	0,35	0,4	0,81	Pedregoso-rocoso
Río Mayo	Puerto Shimbillo	13/07/200	386,5	3,55	5	90	304,04	0,87	0,89	Areno Arcilloso
Río Gera	Cerca de la desembocadura	15/07/200	32,11	0,92	1,5	23	9,32	0,39	0,52	Pedregoso rocoso
Río Indoche	Carretera Yantalo	16/07/200	32,22	1,1	2,15	23	16,02	0,48	0,68	Areno Arcilloso
Río Tunchima	Puente Tunchima	16/07/200	104,65	1,97	4,03	60	62,23	0,59	1,1	Areno Arcilloso
Río Negro	Puente Río Negro,	17/07/200	23,05	0,89	2,05	22,2	19,34	1,05	1,12	Pedregoso
Río Yuracyacu	Nueva Cajamarca	17/07/200	6,91	0,23	0,43	24,8	5,55	1,18	2,49	Pedregoso
Río Huascayacu	Cerca de la desembocadura	18/07/200	41,17	1,19	2,75	27,6	24,43	0,64	0,79	Areno Arcilloso
Río Avisado	EstaciUn turística	18/07/200	14,8	0,56	1,32	27,6	2,76	0,38	0,57	Areno Arcilloso
Río Yuracyacu	Cerca de la desembocadura	20/07/200	3,38	0,33	0,59	7,2	1,34	0,46	0,6	Pedregoso
Río Huascayacu	Pueblo Libre	20/07/200	28,07	1,16	2	24,3	19,83	0,71	0,92	Areno Arcilloso
Río Yuracyacu	Puente Florida	21/07/200	8,96	0,28	0,43	14	3,92	0,43	0,8	Pedregoso
Río Mayo	Puente Yuracyacu	21/07/200	178,72	1,98	4,15	64	152,54	0,82	1,14	Pedregoso
Río Soritor	Puente Soritor	22/07/200	21,64	1,13	2,1	15,5	5,88	0,28	0,54	Pedregoso
Río Naranjillo	Puente Naranjillo	22/07/200	34,32	0,77	1,27	37,5	33,59	1,23	1,42	Pedregoso
Río Naranjos	Puente Naranjos	22/07/200	25,69	0,26	0,83	50,6	24,72	0,87	1,49	Pedregoso
Río Tumbo	Puente Tumbo	22/07/200	4,53	0,33	0,7	11,5	1,73	0,41	0,49	Pedregoso
Río Serranoyacu	Puente Serranoyacu	23/07/200	46,84	1,46	3,26	23,2	43,04	1,26	1,64	Pedregoso rocoso

Figura 1. Niveles de Agua del Río Huallaga a la Altura de la Ciudad de Yurimaguas. 1996.

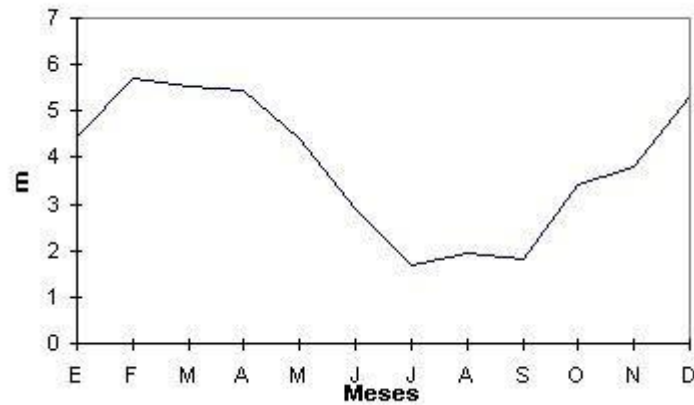
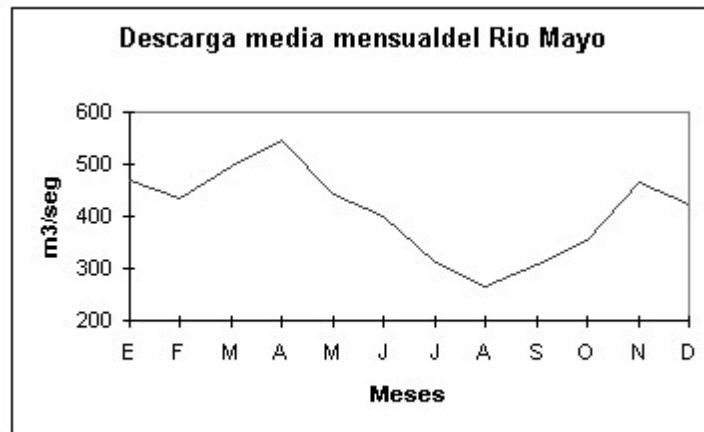
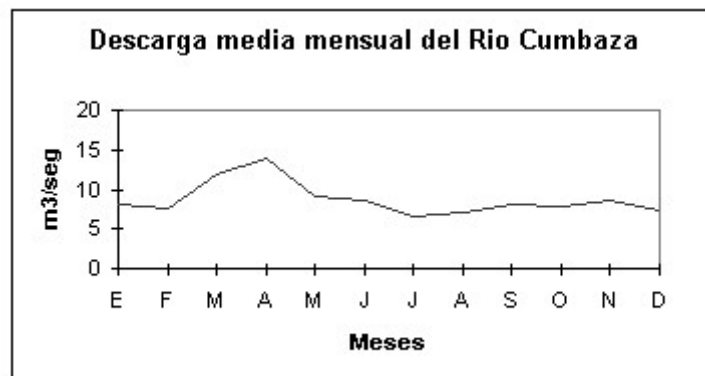


Figura 2. Caudales del Río Mayo



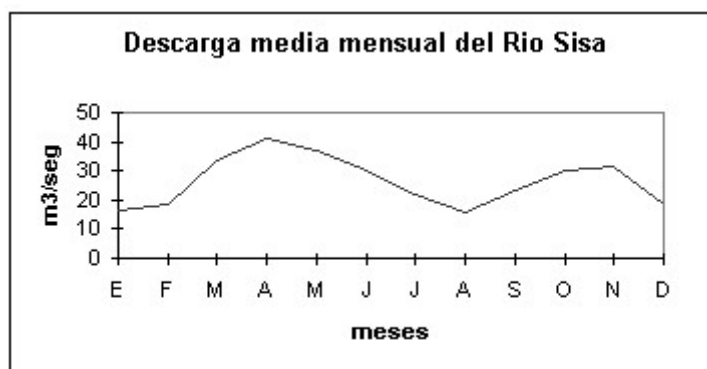
Fuente: ONER 1984

Figura 3. Caudales del Río Cumbaza



Fuente: ONER 1984

Figura 4. Caudales del Río Sisa



Fuente: ONER 1984

3.3 Física y química del agua

Las aguas dulces se caracterizan por contener bajas concentraciones de solutos (Kirschner 1991). En este contexto se encuentran la gran mayoría de los cuerpos de agua amazónicas (Sioli 1984; Junk and Furch 1985; Furch and Junk 1997). Sin embargo, como se podrá observar más adelante, existen algunos cuerpos de agua con elevadas concentraciones de salinidad que las hacen muy semejantes a las aguas marinas.

Los estudios de las características físicas y químicas de los principales cuerpos de agua que se han realizado desde 1979 al 2003 (Tabla 6, Guerra et al. 1999); Tablas 7 y 8, Ministerio de Pesquería-San Martín 1982; Tabla 9, ONERN 1984; Tablas 10 y 11, Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Mayo) y en el presente estudio (Tablas 12 y 13), nos muestran que, generalmente, presentan niveles que favorecen al desarrollo de organismos hidrobiológicos. En ese sentido, las características físicas y químicas de los cuerpos de agua han sufrido pequeñas variaciones cuando son analizadas en ese espectro temporal.

Los valores de temperatura, pH, oxígeno disuelto, contenido de sólidos disueltos, alcalinidad y dureza son característicos de aguas saludables y de diferentes grados de productividad potencial, la misma que oscila entre cuerpos de agua piscícolas típicas muy productivas (Río Huallaga, Huayabamba, Sisa y Mayo y la laguna Sauce) a cuerpos de agua incrustantes muy duras (Ríos Saposoa, tributarios menores de los ríos Mayo y Sisa). Por otro lado, la laguna Limón presenta aguas excesivamente duras (1,539 mg/lCa CO₃) que podrían estar afectando el bienestar de la fauna ictiológica presente.

Los niveles de salinidad, generalmente, son bajos; sin embargo, existen cuerpos de agua (especialmente los pequeños tributarios) que tienen su cuenca de drenaje en terrenos con alto contenido de sales minerales. Entre estos tributarios tenemos a la quebrada Mishquiyacu que tiene salinidad moderada (4 a 4.36). Asimismo, la laguna Limón presenta salinidad alta (24.9) cercanas a las encontradas en el mar. Esta característica permite que otros parámetros, como la conductividad eléctrica, cloruros y la dureza total se encuentren ostensiblemente elevados (Tabla 6). Sin embargo, se puede notar la presencia de una variada fauna ictiológica en estos cuerpos de agua que no ha sido evaluada. Los contenidos altos de sales se reflejan en los contenidos de cloruros y de sodio, como en el caso de los ríos Cainarachi y Cachiyacu (Tabla 13).

Con excepción de los elevados niveles de salinidad, cloruros y dureza total en la laguna Limón y en algunos tributarios menores, como las quebradas Mishquiyacu y Sacanche entre otros, las características físicas y químicas de los cuerpos de agua estudiados son semejantes a las encontradas por Guerra et al (1990) en los ríos del Llano Amazónico.

Los registros de algunos compuestos contaminantes, especialmente, los metales pesados analizados en los cursos de agua afluentes al río Alto Mayo (INRENA 2003a) se encuentran en concentraciones bajas y no sobrepasan los límites para ser considerados potencialmente peligrosas para la vida de acuerdo al DS. 007-83-SA (El Peruano 1983). Otros contaminantes como los coliformes totales y fecales se encuentran en concentraciones perjudiciales para la vida, tal como ocurre en la mayoría de los curso de agua importantes de la cuenca del Alto Mayo (INRENA 2003a, Tabla 10).

En las visitas de campo realizadas durante el presente estudio se pudo constatar el uso indiscriminado de plaguicidas en los diferentes cultivos que se realizan en la zona de estudio. En este sentido se presume que algunos ríos se encuentren con alto contenido de estos plaguicidas y, por lo tanto, se estaría afectando la salud de las poblaciones humanas que consumen la fauna acuática que albergan dichos cuerpos de agua.

Tabla 6. Parámetros Físicos y Químicos de los Diferentes Cuerpos de Agua Muestreados

Cuerpo de agua	Temperatura YC		pH		Salinidad (%)		Conductividad (mmhos/cm)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Dureza total (mg/l)
	Creciente	Vaciante	Creciente	Vaciante	Creciente	Vaciante				
1.R.Huallaga -	23.1	27.8	8.0	7.5	1.0	0.2	295.0	7.1	83.0	105.5
2.R.Huallaga 2	25.7	27.8	8.0	7.5	0.5	0.1	290.0	6.8	80.0	111.2
3.R. Huallaga 3	27.0	26.3	8.0	7.5	0.0	0.2	310.0	6.9	100.0	85.5
4.Caño ajo	26.0	31.4	7.2	7.1	1.0	0.9	2180.0	10.1	520.0	444.0
5.R. Saposoa	33.0	22.9	6.6	7.6	1.0	0.3	540.0	6.8	160.0	239.4
6.Qda Sacanche	34.0	24.3	6.5	7.4	1.0	0.9	1840.0	7.2	480.0	273.6
7.R.Sisa Medio	28.0	26.7	6.5	7.4	1.0	0.1	275.0	6.9	70.0	119.7
8.Represa S.Pablo	29.7	28.6	6.5	7.3	2.5	0.1	280.0	6.9	60.0	111.2
9.R. Sisa Bajo	28.0	28.8	6.5	7.4	1.0	0.1	670.0	7.2	80.0	222.3
10.Tributarios-R.	29.5	24.9	6.5	6.7	2.0	0.4	1020.0	0.8	200.0	239.4
11.Qda.	26.5	28.8	7.5	7.8	4.0	4.4	8300.0	8.0	2400.0	342.0
12.Lago Sauce	25.5	28.8	7.5	8.2	2.0	0.4	843.0	7.8	220.0	102.6
13.R. Alto Mayo	23.0	23.3	6.6	7.3	1.0	0.1	320.0	6.1	60.0	145.3
14. R.TÚnchima	22.5	24.3	6.6	7.4	3.0	0.1	450.0	6.6	60.0	188.1
15. Represa	28.0	25.3	6.8	6.6	1.0	0.0	70.0	4.8	20.0	34.2
16.R. Indoche	23.3	24.4	6.5	7.4	0.0	0.1	350.0	6.2	60.0	119.7
17.Represa del	23.5	21.0	6.3	7.1	0.0	0.1	150.0	6.4	80.0	17.1
18.R. Gera ñ boca	23.0	22.0	6.3	7.8	0.0	0.0	220.0	7.8	20.0	85.5
19.R. Cumbaza-	23.0	26.4	6.5	9.1	0.5	0.1	110.0	8.4	40.0	51.3
20.R. Cumbaza-J.	30.5	33.0	6.6	8.8	0.1	0.1	400.0	8.5	40.0	104.0
21.Qda.	26.0	27.5	6.6	8.8	2.0	0.1	260.0	8.1	40.0	119.7
22.Qda. Pucayacu	29.0	30.7	6.6	8.8	0.0	0.1	240.0	7.7	40.0	119.7
23.Río Shanusi	26.0		6.9		0.0					
24.R. Yuracyacu	26.0		6.9		0.0					
25.R.	21.5	25.7	6.5	7.4	1.0	0.1	230.0	7.9	60.0	102.6
26. Laguna Limón		29.8		8.0		24.9	48300.0	8.0	13800.0	1539.0

Tomado de Guerra *et al.* (1999). (R= río)

Tabla 7. Características Físicas, Químicas e Hídricas de Cuerpos de Agua del área de Estudio. 1981.

Cuerpos de agua	RÍO						Qda. Mishqui-yacu	Laguna Sauce
	HUALLAGA				Saposoa	Sisa		
	Juanjuí	Bellavista	Picota	Vaquero				
Fecha	15/10/81	15/10/81	14/10/81	Jul-Ag-81	27/10/81	28/10/81	Jul-Ag-81	Ag-Set-81
Transparencia %	5	20	5	15 - 60	10	10	100	70 - 100
Color aparente	8	7	8	5 - 7	8	7	1 - 4	1 - 5
Temperatura Agua _C	23.8	25	28.5	23.5 - 27.5	26.2	25.5	22.5 - 24	25 - 27.1
PH	6	6.5	6.5	6	6.5	6	6.5	6 - 6.5
Oxígeno disuelto mg/l	5.07	5.27	4.7	7.05 - 7.92	5.79	5.54	8.64 - 8.87	5.08 - 5.12
Anhi. CarbÚn. Libre mg/l	1	2	1.5	0.06 - 1.5	1	0.5	0 - 4	0 - 0.5
Alcalin. Fenolfta. mg/l	0	0	0	0	0	0	0 - 3	0 - 5
Alcalinidad total mg/l	35	32	36	25 - 33	38	43	40.5 - 56	22.5 - 54
Bicarbonatos mg/l	35	32	36	25 - 33	38	43	40.5 - 50	22.5 - 44
Carbonatos mg/l	0	0	0	0	0	0	0 - 6	0 - 10
Dureza total mg/l	40.3	28	44	78 - 102	40	36	118 - 150	75 - 175
Dureza de Ca mg/l	0.8	0.4	0.2	0.8 - 2.4	0.4	0.4	0.8 - 1.6	0.8 - 1.6
Dureza de Mg mg/l	39.5	27.6	43.8	76.8 - 101	39.6	35.6	117 - 148	73 - 173
Tipo de fondo	pedregoso	Areno-pedreg.	Areno-fang-pedr	Pedregoso	pedregoso	areno-limoso	pedregoso	Arcilloso-pedregoso
Corriente	fuerte	fuerte	moderada	fuerte	fuerte	moderada	lenta	

Fuente: Ministerio de Pesquería-San Martín. 1982.

Tabla 8. Características Físicas, Químicas e Hidrológicas de Cuerpos de Agua del área de estudio. 1979-1980.

Cuerpos de agua	RIOS						
	Huallaga		Huayabamba		Saposoa	Sisa	Mayo
Fecha	Oc-Dic-79	Ab-No-80	Oc-Dic-79	Ab-No-80	Oc-Dic-79	Oc-Dic-79	Ab-No-80
Transparencia %	18	64	40	43	20	12	46
Color aparente	6-7	5-7	4-8	1-8	6-7	6-7	4-8
Temperatura Agua _C	26	25	22.6	23.9	30.5	30	25.1
Ph	6.4	6.1	6.8	6	6.5	6.5	6.5
Oxígeno disuelto mg/l	5.61	7.93	5.72	8.8	4.33	3.47	8.13
Anhi. CarbÚn. Libre mg/l	3.41	0.8	1.27	0.25	1.25	0	1.2
Alcalinidad fenolfta. mg/l	0	0	0	0	0	10	1.16
Alcalinidad total mg/l	47.5	64.3	75.25	72	100	120	75.33
Bicarbonatos mg/l	47.5	64.3	75.25	72	100	100	74.17
Carbonatos mg/l	0	0	0	0	0	20	1.16
Dureza total mg/l	74.33	93.3	96.5	111	151	138	111.33
Dureza de Ca mg/l	1.5	1.4	1.2	2.8	1.6	2.4	2
Dureza de Mg mg/l	72.83	91.9	95.3	108.2	149.4	135.6	109.33
Cloruros mg/l		12.47		5.56			17.83
Tipo de fondo	Pedregoso-arenoso	Areno-arcilloso	Pedregoso	Pedregoso	Pedregoso-arenoso	Arcilloso-arenoso	Areno-pedregoso

Fuente: Ministerio de Pesquería - San Martín. 1982.

Tabla 9. Características Físicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Zona de Estudio Según ONERN (1984).

Estaciones	Temperatura YC	Oxígeno mg/l	CO2 mg/l	Ph	Turbidez FTU	Conductividad mmhos x cm	Sólidos disueltos	Dureza total
Río Huallaga	27	7.2	4	8	45	0.3	204	90
Río Huallaga	25	6.7	5.5	8.1	30	0.24	180	80
Río Mayo-Pte	27.5	6.5	0.5	7.7	50	0.34	264	133
Río Mayo-Pte	24.5	7.2	2	8.1	100	0.29	218	110
Río Cumbaza	29.5	6.4	0	8.2	0	0.12	96	50
Qda Ahuashiyacu-Pte	31.5	6.7	1.2	8.1	0	0.18	146	80
Río Sisa-Pte	30	6.4	1.2	8.1	0	0.18	146	80
Río Sisa-S.Pablo	27	7	4	8.3	47	0.4	291	137
Río Saposoa-Pte	29	7.3	5.5	8.2	140	0.69	468	150
Qda Sacanche	29	8.7	6.45	8.3	0	1.75	1.035	253
Río Huallabamba	22	7	1	8.1	92	0.22	162	90

Tomado de Guerra *et al.* (1999).**Tabla 10. Características Físicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Alto Mayo, Periodo de Creciente.**

Lugares de muestreo	RIOS									
	Naranjos	Huasta	Mayo (Naranjillo)	Tioyacu	Soritor	Mayo (Yuracyacu)	Tioyacu	Túnchima	Avisado	Indoche
Fecha	8-3-03	9-3-03	8-3-03	9-3-03	8-3-03	8-3-03	8-3-03		10-3-	9-3-03
Parámetros										
Coliformes fecales (NMP)	3000	300	900	500	3000	1600	220	5000	300	2400
Temperatura del agua (°C)	21	26	24	24	24	22	20.5	24	26	23
Turbidez (NTU)	9.67	22.3	33.2	55.5	11.9	54.4	15.3	37.4	71	48.7
CE (uS/cm)	165.1	187	171.6	108.5	278	198.5	246.9	258.1	69.2	209.6
Demanda bioquímica de	4	5	2	10	3	2	3	8	5	6
Cianuro total (ppm)	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
Dureza cálcica (ppm)	94	42	90	11	124	90	120	97	10	81
Dureza total (ppm)	93	53	91	20	140	91	130	109	25	89
Oxígeno disuelto (ppm)	5.8	5.4	5.1	5.1	5	4.1	6.1	5.1	3.6	5
Potencial de hidrógeno	8.42	7.34	8.02	7.3	7.8	7.54	7.57	7.64	6.53	7.58
Fosfatos	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.2	0.1	-0.1	0.1
Nitrógeno amoniacal	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07
Alcalinidad total (ppm)	87	45	74	15	124	89	119	90	17	82
Arsénico (ppm)	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
Cadmio (ppm)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
Cobre (ppm)	-0.001	0.002	0.002	0.005	0.001	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002
Cromo (ppm)	-0.001	0.002	0.002	0.003	0.001	0.003	0.001	0.002	0.005	0.003
Hierro (ppm)	0.47	1.04	2.07	3.82	0.68	2.19	0.24	1.64	5.76	3.5
Manganeso (ppm)	0.018	0.044	0.071	0.122	0.041	0.05	0.019	0.045	0.122	0.107
Mercurio (ppm)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
Níquel (ppm)	0.001	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003
Plomo (ppm)	-0.002	-0.002	0.003	-0.002	0.004	-0.002	-0.002	-0.002	0.004	-0.002

Tomado de INRENA (2003a).

Los valores negativos corresponden a resultados menores al Límite de detección del método de análisis empleado

Tabla 11. Características Físicoquímicas de las Aguas Superficiales de la Cuenca del Alto Mayo, Periodo de Vaciente.

Lugares de muestreo	RIOS									
	Naranjos	Huasta	Mayo (Naranjillo)	Tioyacu I	Soritor	Mayo (Yuracyacu)	Tioyacu II	Túncchima	Avisado	Indoche
Fecha	20-9-03	19-9-	19-9-03	19-9-	19-9-	20-9-03	20-9-	20-9-03	20-9-	20-9-
Parámetros										
Coliformes fecales (NMP)	3000	300	80	800	230	300	500	2400	230	160000
T temperatura del agua	18	20	24	29	23	23	20	27	23	24
Turbidez (NTU)	8	3	4	19	8	14	3	15	13	84
CE (uS/cm)	178.9	3.8	253.4	154.4	273.5	328	272.9	234.5	1.03.7	217.2
Demanda bioquímica de	8	10	11	16	10	12	10	12	11	8
Cianuro total (ppm)	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
Dureza cálcica (ppm)	75	75	102	15	108	108	82	128	11	91
Dureza total (ppm)	93	99	123	19	152	130	142	152	19	102
Oxígeno disuelto (ppm)	8.6	7.9	8.6	6.7	7.4	7.2	7.6	6.7	5.4	6.9
Potencial de hidrógeno	8.09	7.77	8.33	7.28	7.93	7.86	7.75	7.83	6.92	7.81
Fosfatos	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Nitrógeno amoniacal	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Alcalinidad total (ppm)	78	68	96	21	137	101	131	120	20	97
Arsénico (ppm)	-0.004	0.005	0.008	-0.004	-0.004	0.008	0.011	-0.004	-0.004	-0.004
Cadmio (ppm)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.003	-0.001	-0.001	-0.001
Cobre (ppm)	-0.001	0.002	0.002	0.005	0.001	0.002	0.045	0.003	0.002	0.003
Cromo (ppm)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.002	0.009	0.002	-0.002	0.002
Hierro (ppm)	0.18	0.22	0.16	2.33	0.29	0.51	2.37	0.5	1.84	2.02
Manganeso (ppm)	0.013	0.014	0.02	0.053	0.021	0.029	0.069	0.035	0.06	0.124
Mercurio (ppm)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
Níquel (ppm)	-0.001	-0.001	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.007	0.001	-0.001	0
Plomo (ppm)	-0.002	-0.002	0.003	0.003	0.014	-0.002	-0.002	0.015	-0.002	0.029

Tomado de INRENA (2003a).

Los valores negativos corresponden a resultados menores al límite de detección del método de análisis empleado

Tabla 12. Características Fisicoquímicas de las Aguas Superficiales Registrados en el Presente Estudio

Estación	Lugar	Fecha	Color	Temperatura °C agua	O ₂ disuelto	Saturación O ₂	pH	CE uS/cm	TDS mg/l
Río Huallaga	abajo Huimbayoc	23/08/04	marrón	27.5	6.44	80.2	7.8	244	122
Cocha Navarro	Parte central	14/01/48	verde claro	30.6	6.54	84.6	7.77	151	300
Río Chipurana	desembocadura	24/08/04	marrón negruzco	28.2	6.16	78.7	7.3	75.2	37.6
Río Huallaga	Altura Chipurana	24/08/04	marrón	26.5	6.79	84.4		82.5	41.3
Papacocha	Parte central	25/08/04	verde claro	27.6			8	271	136
Río Huallaga	Altura Pelejo	25/08/04	marrón	26.3	6.83	85.7	8.5	253	127
Río Cainarachi	Desembocadura	25/08/04	marrón	26.9	6.01	75.7	7.5	457	226
Río Cainarachi	Altura Pongo de cainarachi	26/08/04	marrón oscuro	24.2	7.4	87	8.15	1207	634
Río Yuracyacu	Desembocadura	26/08/04	marrón claro	22.5	7.7	87	8.52	110	53.3
Río Ponaza	Puente de carretera	02/09/04	marrón	24.8	6.5	77	8.3	170	85.2
Río Sisa	Puente de carretera	04/09/04	marrón	25	3.09	37.2	7.8		
Río Huallaga	Puente Picota	02/09/04	marrón	27.2			8.2		
Río Saposoa	Puente de carretera	04/09/04	marrón rojizo	23.6	6.8	79	8.4		
Río Huallabamba	Puente Santa Martha	04/09/04	marrón oscuro	26.5	7.4	81	8.4		
Río Mishollo	Desembocadura	06/09/04	verdosa	24.1	7.19	85.6	7.9		
Río Uchiza	Puente Uchiza	07/09/04	marrón claro	26.7	7.23	89.8	9.2		
Río Cachiyacu	Altura Santa Ana	07/09/04		26.1	6.46	80	8.8	1174	590
Río Challuayacu	Puente Challuayacu	08/09/04	transparente	23.5	7.36	85.8	8.2		
Río Cañuto	Puente Cañuto	08/09/04	verdoso	24.7	4.82	58	7.5		
Río Tocache	Puente Tocache	08/09/04	transparente	22	7.58	86	8.1		
Río Huallaga	Puente Tocahe	08/09/04	marrón negruzco	24.9	6.2	75	8.2		
Río Cumbaza	Puente San Pedro de Cumbaza	31/08/04	negruzca	24.4	8.1	7.72	87	24	23.8
Río Cumbaza	Caserío Juan Guerra	31/08/04	marrón verdosa	26.2	6.82	84.5	7.9	186	93
Río Shilcayo	Cerca bocatoma	31/08/04	verde claro	24.8	7.2	85.2	8.1	104	52.9

Continua...///

Río Shilcayo	Puente de carretera	31/08/04	verde claro	28.2	5.17	99.8	7.8	148	74.3
Río Mayo	Puente de carretera	31/08/04	marrón	25	7.5	90	8.1	75	153
Río Mayo	Puerto Shimbillo	13/07/04	marrón	32	6.5		7.9	52	5
Río Mayo	Antes desembocadura río Tónchima	17/07/04	marrón	20.5	7.5	81	8.12	207	25
Río Gera	Puente Unión	15/07/04	crystalino verdoso	19.6	7.7			133	67
Río Gera	Cerca desembocadura	15/07/04	marrón	21.6	7.2			150.1	74.4
Río Indoche	Carretera Yantalo	16/07/04	marrón rojizo	20.8	7.02		7.8	138	69.7
Río Tónchima	Puente Tónchima	16/07/04	marrón	22	7.9		8	141	69
Río Tónchima	Cerca desembocadura	17/07/04	marrón	22.3	6.85	83	8.22	165	82.3
Río Tangumu	Puente Tangumi	17/07/04	negro	22.5	2.8		7	204	103
Río Negro	Parte alta, Puente	17/07/04	negro verdoso	19	7.4	66.2	8.2	288	141
Río Romero	Puente carretera marginal	17/07/04	negro	20.1	6.1	69	8.1	284	144
Río Yuracyacu	Nueva Cajamarca	17/07/04	crystalino verdoso	19.3	8.2	89	8.95	161	80
Río Huascayacu	Cerca de la desembocadura	18/07/04	negra	20.9	7.05	78.4	7.1	51	25.9
Río Avisado	Estación turística	18/07/04	negro	21	4.5	50	6.83	60.2	29.5
Río Yuracyacu	Yuracyacu, cerca desembocadura	20/07/04	verdoso turbio	22	7.1	81	8.2	256	129
Río Huascayacu	Pueblo Libre	20/07/04	negro	22.5	6.9	76.4	7.2	53.1	27.7
Río Yuracyacu	Puente Florida	21/07/04	crystalino verdoso	17.9	8.2	82	8.8	159.8	80.8
Qda. Pacuyacu	Afluente Río Soritor	21/07/04	negra	21	6.9	76.1	8.2	294	144
Río Mayo	Puente Yuracyacu	21/07/04	marrón	21.4	7.15	80	8	187	92.5
Río Soritor	Puente Soritor	22/07/04	verdoso turbio	20.1	7.1	83.5	8.5	249	126
Río Naranjillo	Puente Naranjillo	22/07/04	crystalino verdoso						
Río Naranjos	Puente Naranjos	22/07/04	crystalino verdoso	18.4	8.5	91	8.8	152	76
Río Tumbo	Puente Tumbo	22/07/04	negro	21.7	7.3	81	8.58	194	98
Río Serranoyacu	Puente Serranoyacu	23/07/04	marrón verdoso	16.7	8.2	84	8.7	242	121
Río Aguas Verdes	Cerca de desembocadura	23/07/04	crystalino verdoso	17.3	8.5	90	9.02	183	93.2
Río Aguas Claras	Cerca casrio Aguas Claras	23/07/04	crystalino verdoso	18	7.5	78.5	8.1	260	131

Tabla 13. Características Físicoquímicas de las Aguas Superficiales Registrados en el Presente Estudio

Análisis/ río	Chipurana	Cainarachi	Ponaza	Mishollo	Cachiyacu	Challuayacu	Tocache	Huallaga (Puente Tocache)	Uchiza
Turbidez NTU	23	192	415	1.1	58.9	1.7	1	13.4	25.4
Alcalinidad total mg/l	44.4	56.5	130	24.2	93.7	10.1	21.2	58.5	110.9
Carbonatos mg/l	0.1	0.1	1.4	0.1	0.7	ND	0.1	0.2	1.9
Bicarbonatos mg/l	44.3	56.4	128.6	24.1	92.9	10.1	21.1	58.3	108.9
Dureza total mg/l	48.2	305.2	325.3	21.2	695.5	12	18.1	91.4	140.6
Cloruros mg/l	2	421	5	ND	1153	ND	ND	32	4
Fosfatos mg/l	0.178	0.371	0.141	0.014	0.024	0.057	0.3	1.84	0.104
Nitratos (como N) mg/l	0.28	0.64	0.38	ND	0.67	ND	ND	ND	0.1
Calcio total mg/l	14.19	85.17	112.7	6.004	236.1	3.164	5.262	29.86	49.84
Magnesio total mg/l	2.672	24.21	12.45	1.261	8.542	0.807	1.097	3.557	3.956
Potasio total mg/l	2.69	6.71	8.5	0.66	4.23	0.85	0.66	1.27	1.74
Sodio total mg/l	4.07	269.7	12.91	2.83	761.3	3.12	2.44	22.51	5.83

3.4. Tipificación de los cuerpos de agua

AMBIENTES LOTICOS

Teniendo como referencia el modelo general de clasificación de aguas realizado por Sioli (1968) y posteriormente, ampliado por Geisler et al. (1973) para las aguas de la Amazonía brasileña, se propone una tipificación de las aguas para la Amazonía peruana (IIAP-WWF 1999), los mismos que presentan valores mayores en sus características físicas y químicas, debido a las diferencias geológicas, la cercanía y la influencia directa de los sistemas de drenaje provenientes de la Cordillera de los Andes, que acarrean sustancias ricas en electrolitos. Las corrientes de agua del departamento de San Martín pueden tipificarse como:

Ríos de agua blanca: (Ríos Huallaga, Huallabamba, Saposoa, Mayo, Cainarachi, Biabo, Ponaza, Chipurana, entre otros).

Los ríos que presentan este tipo de agua tienen origen en la Cordillera de los Andes. Son aguas lodosas, turbias, debido al alto contenido de arena, arcilla y limo en suspensión, que proporcionan una coloración marrón claro a sus aguas. Asimismo, el alto contenido de material en suspensión hace que los niveles de transparencia sean bajos con altos valores de turbidez, presentándose una pobre penetración lumínica que dificulta el desarrollo del fitoplancton.

Los ríos de agua blanca presentan alto valor de conductividad, producto del alto grado de mineralización de sus aguas, por lo que estos ambientes acuáticos reúnen mejores condiciones para la producción biológica. La alta conductividad de estos cuerpos de agua se debe a los sólidos en suspensión que poseen, los cuales llevan gran cantidad de iones disueltos. Los niveles de pH van de ligeramente ácidos a alcalinos dependiendo del nivel de las aguas.

Ríos de agua negra: (Ríos Tangumi, Huascayacu, Avisado, Tumbero, entre otros)

Están representados por tributarios de segundo y tercer orden que se originan dentro de bosque húmedo. Son de color café oscuro debido a que presentan alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos producto de la descomposición de la materia orgánica. Muchos de estos cuerpos de agua pueden tornarse de color verde oscuro durante el periodo de vaciante, debido a las microalgas verdes que aprovechan la escasa velocidad de la corriente para proliferar.

Presentan poco material en suspensión, compuesto mayormente por material orgánico y detritus. Los niveles de pH varían de ácido a neutro, con moderados valores de conductividad lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes.

Ríos de agua clara: (Ríos Tocache, Mishollo, Challuayacu, Shilcayo, Gera, Soritor, Yuracyacu, Naranjos, Naranjillo, entre otros)

Son ríos que tienen aguas cristalinas, lo que permite una total transparencia y la observación clara del fondo del cauce. Generalmente, nacen entre cerros que presentan material geológico bastante consolidado. Muchos de ellos tienen moderado contenido de electrolitos que se refleja en los valores de conductividad eléctrica moderada. Es característico en estos ríos observar que se vuelven turbios después de la caída de lluvias en el ámbito de su cuenca, proceso que dura un tiempo bastante corto.

AMBIENTES LENTICOS

En el departamento San Martín se han identificado lagunas de origen fluvial y de origen tectónico. Las de origen aluvial pueden clasificarse en lagunas de várzea y de aguas negras.

Lagunas de origen tectónico

Como ejemplos de estas lagunas tenemos a la Cocha Yanayacu (Río Huallaga, en el Llano amazónico), e la laguna Sauce, Limoncocha, el complejo de lagunas ubicadas en la Cadena Oriental de los Andes en el sector oeste del departamento de San Martín. Estas lagunas son formadas en depresiones del terreno y se caracterizan por ser de mayor profundidad que las lagunas de origen fluvial.

Lagunas de origen fluvial

Son formadas como consecuencia de la migración lateral que sufren los cursos de agua. Durante este proceso un meandro del río puede ser aislado del cauce principal a través del fenómeno llamado regionalmente rompeo. El meandro aislado poco a poco va adquiriendo las características de una laguna y se conecta al río principal por un pequeño canal llamado caño. Dependiendo de su localización y de la influencia del río principal se pueden clasificar en lagunas de várzea y en lagunas de agua negra.

Lagunas de várzea: (Ejemplos en la cuenca del Huallaga: Cocha Navarro, Papacocha, entre otras).

Son lagunas adyacentes a los cuerpos de agua blanca, de ellos reciben fuerte influencia durante los periodos de creciente haciendo que los niveles de transparencia sean bajos en gran parte de estos cuerpos de agua, debido al alto contenido de material en suspensión que introduce el río de agua blanca al cual están conectados. En este periodo se produce el aumento del nivel del agua, que va acompañado con una alta tasa de renovación de sustancias nutritivas. Conforme se va sedimentando el material en suspensión, las aguas se tornan más transparentes. Sin embargo, ocurre una alta proliferación de organismos planctónicos que solamente permiten una moderada penetración lumínica.

Lagunas de agua negra: (Ejemplos: cochas adyacentes a los ríos de aguas negras). Generalmente son adyacentes a los cursos de aguas negras, de los que reciben influencia durante el periodo de creciente. Algunas veces están cercanas a los cursos de agua blanca, pero sin recibir mayor influencia de estos durante los periodos de creciente. Este hecho permite que estos cuerpos de agua tengan menor tasa de renovación de sustancias nutritivas con relación a las lagunas de várzea.

Generalmente, el color de las aguas de estas lagunas es café oscuro; sin embargo, hay lagunas de agua negra en las que, durante los periodos de media vaciante a vaciante, se producen una proliferación del fitoplancton confiriendo a las aguas una coloración verdosa.

Las lagunas de agua negra presentan menor productividad potencial con relación a las lagunas de várzea.

IV. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ARRIGNON, J. 1979. Ecología y Piscicultura de aguas dulces. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 365 pp.
- CAMPOS, L. 1983. Evaluación del Potencial Pesquero del Huallaga Central y Bajo Mayo. 49 pp.
- CHAPMAN, D.W.; MILLER, W.H.; DUDLEY, R.G. Y SCULLY, R.J. 1971. Ecology of fishes in the Kafue River. Idaho: University of Idaho. Reporte preparado para la FAO (Tecnical Report, ° 2). 65 pág. figuras y cuadros.
- CORREA, P. O. 182. Evaluación del potencial de los recursos hídricos e hidrobiológicos de la cuenca hidrográfica del Huallaga Central y Bajo Mayo. MIMEO. Convenio entre la Dirección Regional de Pesquería XI y el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo.
- DECRETO SUPREMO NTM 007-83-SA. 1983. Modifican los arts. 81° y 82° del reglamento de los títulos I, II y III de la Ley General de Aguas. Diario Oficial El Peruano, 17 de marzo de 1983, 14698-14700.
- ENVIROLAB-PER A.A.C. 2004. Informe de Ensayo NTM 409117. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 6 p.
- FUKUSHIMA, M., A. TRESIERRA, Y L. CAMPOS. 1971. Proyecto de Investigación, evaluación de la población del paiche e implantación de un programa limnológico pesquero en el lago Sauce. MIPPE.
- FUKUSHIMA, M.; G. SALDA—A; L. SHIMOKAWA Y G. SIFUENTES. 1982. Métodos limnológicos. Tercera Edición. Uni. Nac. de Trujillo. 188 pp.
- FURCH, K. Y JUNK, W.J. 1997. Physicochemical conditions in Floodplains. In: Ecological Studies, Vol. 120. Junk (ed) The Central Amazon Floodplain. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 69-108.
- GEISLER, R.; KOPPEL, H.A. Y SIOLI, H. 1973. The ecology of freshwater fishers in Amazonia: Present status ang future tesk for research. Applied Sciences and Development (2). 144-62.
- GUERRA F., H.; ORTEGA T., H.; MACO G., J.; LIMACHI H., L.; SÁNCHEZ R., H.; ISMI—O O., R. Y GARCÍA V., A. 1999. Informe del Estudio: Evaluación del impacto de la introducción de especies exóticas en la cuenca del río Huallaga. Convenio Ministerio de pesquería ñ Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos - Perú. 74 pág.
- IIAP - WWF. 1999. Visión y estrategias para la conservación de la biodiversidad. Volumen II. Proyecto de Bosques Inundables y Ecosistemas Acuáticos de Várzea e Igapó - División Perú. Informe final. 169 p.
- INRENA. 2003. a Monitoreo de la calidad de aguas superficiales Río Mayo. Memoria Descriptiva. Administración Técnica del Distrito de Riego Alto Mayo. Ministerio de Agricultura, Intendencia de Recursos Hídricos. 51 p.

- INRENA. 2003. b Diagnóstico actualizado del Distrito de Riego Tarapoto. Administración Técnica del Distrito de Riego Tarapoto. Ministerio de Agricultura, Intendencia de Recursos Hídricos. 35 p.
- JUNK, W.J. AND FURCH, K. 1985. The physical and chemical properties of Amazonian waters and their relationships with the biota. In Key Enviroments Amazonia. Prance, G.T. y Lovejoy, T.E. (eds.): 3-18.
- MINISTERIO DE OBRAS P/Blicas Y TRANSPORTES. 1991. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. Tercera Edición, España. (Aguilo *et al*).
- ONERN. 1984. Estudio de Evaluación de Recursos Naturales y Plan de Protección ambiental, Parte I. 355 pp.
- SIOLI, H. 1968. Hydrochemistry and Geology en the Brazilian Amazon region. Rev. Amazoniana 1 (3): 267-277.
- SIOLI, H. 1984. The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publishers, Dordrecht. 763 pp.