

**DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE ACUÁTICO**

**DIAGNÓSTICO DE NAVEGABILIDAD DEL RÍO URUBAMBA  
ATALAYA – BOCA DEL RÍO CAMISEA**

**INFORME TÉCNICO**



**“RÍO URUBAMBA”**

**DICIEMBRE 2008  
ENERO 2009**

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>I Generalidades</b>	
1.1 Introducción	5
1.2 Antecedentes	5
1.3 Levantamientos hidrográficos anteriores	6
1.4 Objetivos	6
1.5 Ubicación	6
1.6 Descripción general del río Urubamba	6
1.6 Área de influencia	11
1.8 Personal participante en el estudio	13
<b>II Reconocimiento de Campo</b>	
2.1 Planeamiento general	14
<b>III Geodesia</b>	
3.1 Objetivo	18
3.2 Personal y equipos	18
3.2.1 Personal	18
3.2.2 Equipos y materiales	18
3.3 Posicionamiento geodésico	19
3.3.1 Metodología	19
3.3.2 Trabajos de gabinete	20
3.3.3 Resultados de la geodesia	20
3.4 Control vertical	21
3.4.1 Metodología para el control vertical del espejo de agua	21
3.4.2 Nivelación en la ciudad de Atalaya	22
3.4.3 Nivelación en la CC.NN Sepahua	26
3.4.4 Nivelación en la CC.NN Camisea	28
<b>IV Mediciones Hidrométricas</b>	
4.1 Mediciones y registros del nivel del río	30
4.1.1 Objetivo de las mediciones limnimétricas	30
4.1.2 Personal	31
4.1.3 Equipos y materiales por estación limnimétrica	31
4.1.4 Metodología para la medición del nivel del río	31
4.1.5 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas	32
4.1.6 Datos limnimétricos históricos en el tramo levantado	36

4.2 Levantamiento batimétrico	40
4.2.1 Objetivo de las mediciones batimétricas	40
4.2.2 Personal	40
4.2.3 Equipos de batimetría	40
4.2.4 Especificaciones técnicas para las mediciones batimétricas	40
4.2.5 Metodología empleada para los levantamientos batimétricos	41
4.2.6 Reducción de sondajes	43
4.2.7 Metodología para el procesamiento de datos batimétricos	43
4.2.8 Planos de planta	44
4.2.9 Planos de secciones transversales	45
4.2.10 Planos del perfil longitudinal	45
4.3 Aforos líquidos y sólidos	46
4.3.1 Objetivo de los aforos líquidos	46
4.3.2 Personal participante	46
4.3.3 Equipos y materiales	46
4.3.4 Metodología para la medición del caudal líquido	46
4.3.5 Resultados de los aforos líquidos	48
4.3.6 Metodología para el muestreo de sedimentos en suspensión	51
4.3.7 Resultados del muestreo de sedimentos en suspensión	52
4.3.8 Metodología para el muestreo de sedimentos de fondo	53
4.3.9 Resultados del muestreo de sedimentos de fondo	54
<b>V Afluentes e infraestructura</b>	
5.1 Afluentes	57
5.1.1 Por la margen derecha	57
5.1.2 Por la margen izquierda	59
5.2 Infraestructura	65
<b>VI Levantamiento del perfil de riberas</b>	
6.1 Introducción	71
6.2 Procesamiento de imágenes satelitales	71
6.3 Trazado del perfil de riberas	71
<b>VII Identificación de malos pasos</b>	
7.1 Definición	76
7.2 Relación de malos pasos en el tramo de estudio	76
7.9 Descripción de los malos pasos	78
<b>VIII Conclusiones y recomendaciones</b>	
8.1 Conclusiones	99
8.2 Recomendaciones	101

## **Anexos**

- Anexo I Descripción de los poblados más importantes del río Urubamba
- Anexo II Tabla de distancias
- Anexo III Cuadros de descripción de puntos geodésicos y post proceso de estaciones remotas
- Anexo IV Metodología empleada para el modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS y datos históricos de niveles del río Urubamba.
- Anexo V Resultados de aforos líquidos con perfilador acústico
- Anexo VI Resultados del análisis de muestras de sedimentos
- Anexo VII CD-ROM conteniendo el Informe con sus respectivos anexos y archivos de los datos recopilados en el campo
- Anexo VIII Copia del informe técnico N° 1025-2009 de la empresa GEOSERVICE PERÚ
- Anexo IX Planos

## **I GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Los ríos constituyen el medio natural de comunicación y de transporte que une a los pueblos de la región amazónica; sin embargo debido a la dinámica fluvial y la navegación fluvial se ven limitados por la presencia de obstáculos naturales tales como: bancos de arena, meandros cerrados y bajos niveles de agua, lo que obliga a tomar mayor conocimiento de las características hidráulicas y morfológicas de estos ríos.

El Perú como país amazónico espera, a través de su participación en los procesos de integración sudamericana, ser protagonista permanente en los esfuerzos de interconexión bioceánica e integración regional para beneficio del desarrollo económico y social, no sólo nacional, sino también sudamericano; para lo cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) comprometidos con uno de los tópicos principales de esta integración regional, promueven mediante convenio marco de cooperación Interinstitucional la realización de estudios que mejoren el conocimiento de la navegabilidad del río Urubamba que forma parte del eje principal de interconexión fluvial de la amazonía peruana.

### **1.2 ANTECEDENTES**

El 29 de noviembre del 2007, se firmó un Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre la DHN y la Dirección General de Transporte Acuático (DGTA), por medio del cual la DHN es reconocida como la encargada de realizar actividades técnicas y de investigación científica como instrumento de ayudas a la navegación en el mar, ríos y lagos del territorio nacional; y se reconoce a la DGTA como la autoridad nacional del transporte acuático, encargada de promover el desarrollo de las vías navegables.

El día 10 de marzo 2008 se firmó el Convenio Específico de Cooperación Interinstitucional entre la DHN y la DGTA con la finalidad de realizar un Monitoreo Hidrográfico del río Ucayali en las Inmediaciones de la ciudad de Pucallpa. Estos trabajos fueron realizados entre los días 11 y 24 de marzo del 2008, periodo en cual el río Ucayali se encontraba en plena época de creciente.

El 28 abril 2008, se firmó el Convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional entre la DHN y la DGTA para la realización de las mediciones e investigaciones de campo del estudio de diagnóstico de la navegabilidad de los ríos Ucayali (tramo Pucallpa – Atalaya) y Urubamba (tramo Atalaya - boca río Camisea).

El día 23 de octubre 2008 se firmó una adenda complementaria a dicho Convenio añadiendo el monitoreo hidrográfico de CUATRO (04) malos pasos en el río Ucayali, en el tramo Pucallpa confluencia con el río Marañón.

### **1.3 LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS ANTERIORES**

En noviembre de 1983, el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía (SHNA) realizó el levantamiento hidrográfico de la carta de practicaje de los ríos Ucayali y Urubamba desde la ciudad de Pucallpa (río Ucayali) hasta la comunidad nativa (CC.NN.) Sepahua (río Urubamba), proyección: UTM y escala 1:20000.

En abril de 1998 el SHNA realizó el levantamiento hidrográfico de la carta de practicaje de los ríos Ucayali y Urubamba desde la localidad de Bolognesi (río Ucayali) hasta la boca del río Malvinas (río Urubamba). Escala del levantamiento 1:10000.

### **1.4 OBJETIVOS**

Realizar estudios de las condiciones actuales de navegabilidad del río Urubamba en el tramo comprendido entre su confluencia con el río Tambo y la boca del río Camisea.

### **1.5 UBICACIÓN**

El área de estudio comprende el cauce del río Urubamba desde la confluencia con el río Tambo, en las proximidades de la ciudad de Atalaya hasta la boca del río Camisea en las proximidades de la CC.NN del mismo nombre.

Abarca en la región Ucayali, provincia de Atalaya, los distritos de Raymondi y Sepahua; y en la región Cuzco, provincia de La Convención, el distrito de Echarate. (Ver gráfico 01).

### **1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RÍO URUBAMBA**

El río Urubamba tiene una extensión aproximada de 845 km, nace en la región Cuzco, en el nudo de Vilcanota desde donde recorre gran parte de esta región con el nombre de río Vilcanota. Al pasar por la ciudad de Urubamba, recibe el nombre de esta ciudad.

A la altura de la ciudad de Ollantaytambo, el cauce del río se estrecha y se profundiza formando los canales de Torontoy y Machu Picchu, es la zona geográfica más accidentada de su recorrido. Aguas abajo atraviesa el amplio y fructífero valle de Quillabamba, luego traspasa las últimas cadenas de montaña baja formando el pongo de Mainique, a partir de este lugar el cauce se ensancha notablemente, predominando en sus riberas las tierras bajas e inundables en creciente, sin embargo se pueden apreciar tierras altas y rocas escarpadas que alcanzan alturas de hasta 50 m. (Ver fotografía 01).

En las fotografías de la 02 a la 04 se puede apreciar vistas del río Urubamba adquiridas durante los trabajos de campo subiendo desde su desembocadura hasta la altura de su afluente el río Camisea.

Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN



Gráfico 01.- Ubicación del área de estudio



Fotografía 01.-Riberas rocosas aguas abajo de la CC.NN. de Camisea



Fotografía 02.- Vista del río Urubamba en el curso inferior a la altura de la CC.NN Rima



Fotografía 03.- Vista del río Urubamba a la altura de la CC.NN Sepahua



Fotografía 04.- Vista de río Urubamba en el curso medio, a la altura de la CC.NN. Camisea

A partir de la boca del río Sepahua el río recorre una dirección noroeste hasta la confluencia con el río Tambo, dando origen al río Ucayali.

La turbidez de sus aguas es elevada sobre todo en creciente, debido a la gran cantidad de sedimentos que lleva en suspensión. Es torrencioso, variando la velocidad de la corriente entre 4 y 11 nudos.

Presenta algunas islas, aunque de tamaño reducido, las que continuamente se modifican, agrandando o disminuyendo, según las crecientes del río, llegando en algunos casos a desaparecer unas y a formarse otras nuevas. Existen numerosos malos pasos constituidos por bajos y playas, casi todos de cascajo, piedras o rocas. (Ver fotografía 05)



Fotografía 05.- Mal paso ubicado aguas arriba de Nuevo Mundo

La creciente se inicia en el mes de octubre, aumentando gradualmente el nivel de sus aguas hasta alcanzar su máximo valor en los meses de febrero y marzo.

La vaciante se inicia en el mes de abril, disminuyendo el nivel de sus aguas hasta alcanzar su valor mas bajo en los meses de agosto y setiembre.

Dentro de las épocas de creciente o vaciante, el río sufre bruscas fluctuaciones de nivel (avenidas), en pocos días el nivel aumenta y disminuye hasta 4 m. Estas avenidas, originan fuertes correntadas y van siempre acompañadas por grandes palizadas, lo que dificulta la navegación.

También se presentan anualmente crecientes y vaciantes irregulares las mismas que son conocidas con nombres propios por los lugareños:

Creciente de San Juan.- Pequeña creciente que se presenta generalmente en el mes de junio.

Creciente de Charapillas.- Pequeña creciente que se presenta en el mes de setiembre. Se le conoce con el nombre antes citado por ser la época en que las pequeñas crías de estos quelonios, salen por primera vez al río.

Vaciante o Verano del Niño.- Pequeña vaciante que tiene lugar a fines de diciembre (generalmente para Navidad) o primeros días de enero. Los lugareños conocen estas vaciantes con una expresión que traducida al castellano quiere decir "Verano de la caña brava", por ser la época que florece dicho vegetal.

## **1.7 ÁREA DE INFLUENCIA**

En el área de influencia del estudio existen diversas CC.NN, fundos y campamentos de empresas dedicadas a la exploración y explotación gasífera, asentadas en las riberas del río Urubamba en el tramo Atalaya – boca del río Camisea, en una longitud de 279 km aproximadamente. (Ver Tabla 01)

Entre los criterios generales considerados en la definición del área de influencia, se citan los siguientes:

- Composición y ordenamiento geopolítico (caseríos, centros poblados, comunidades nativas, distritos, etc.) que constituyen el escenario político administrativo entre cuyos límites inciden presiones demográficas, efectos comerciales, flujos migratorios, etc.;
- Áreas productivas forestales
- Actividades relacionadas a la extracción de gas natural.
- Migración e inmigración (Influencia de la vía fluvial como factor de potencial actividad de desarrollo económico)
- Turismo (oferta turística distrital y regional, actores y flujos económicos)
- Estrategias de desarrollo urbanas y rurales
- Actividades de producción e intercambio: agricultura, ganadería

Se ha considerado a los poblados por donde pasa la vía fluvial, como área de influencia del estudio; los principales se describen en el Anexo I y en el Anexo II se adjunta la tabla de distancias entre los lugares mas notables de sus riberas en millas náuticas.

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea**  
**CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

Nº	NOMBRE	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS	
					LATITUD	LONGITUD
01	ATALAYA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 36.1100"S	073° 45' 19.670"W
02	CC.NN MALDONADILLO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 18.8592"S	073° 43' 20.832"W
03	CC.NN SAN ESTEBAN	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 45' 20.9111"S	073° 41' 27.565"W
04	FUNDO NUEVA VIDA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 45' 14.0256"S	073° 40' 36.995"W
05	CC.NN SAN JOSÉ	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 16.0450"S	073° 38' 45.134"W
06	CC.NN NUEVA ESPERANZA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 42' 40.0783"S	073° 38' 38.173"W
07	CC.NN SANTA CLARA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 42' 47.2025"S	073° 37' 04.077"W
08	CC.NN SANTO DOMINGO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 34.3082"S	073° 37' 18.777"W
09	CC.NN HUAO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 00.2060"S	073° 37' 47.390"W
10	CC.NN RIMA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 50.9842"S	073° 35' 49.323"W
11	FUNDO NUEVA VIDA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 42.1221"S	073° 34' 37.052"W
12	CC.NN PUCANI	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 40.7693"S	073° 34' 37.268"W
13	CC.NN SANTA ELENA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 27.3907"S	073° 33' 49.733"W
14	CC.NN SERJALI	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 41' 36.9496"S	073° 31' 48.598"W
15	FUNDO INUYA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 40' 03.2359"S	073° 28' 55.312"W
16	CC.NN TZINQUIATO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 42' 55.1123"S	073° 25' 17.892"W
17	CC.NN TAQUIRU	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 16.1472"S	073° 24' 52.015"W
18	CC.NN INKARE	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 06.0490"S	073° 24' 34.434"W
19	CC.NN MAPALJA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 14.3339"S	073° 23' 26.658"W
20	FUNDO CÓRDOVA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 43' 59.2060"S	073° 21' 49.577"W
21	CC.NN SHIRANTA	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 07.5790"S	073° 21' 26.580"W
22	FUNDO PROGRESO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 45' 01.4277"S	073° 20' 26.581"W
23	FUNDO TRANQUILIDAD	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 43.9324"S	073° 19' 36.879"W
24	CC.NN CAPAJERIATO	RAYMONDI	ATALAYA	UCAYALI	10° 44' 58.9497"S	073° 19' 28.219"W
25	CC.NN CEYLAN	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 48' 37.7654"S	073° 12' 54.443"W
26	CC.NN LA FLORIDA	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 49' 31.3300"S	073° 12' 58.095"W
27	CC.NN NUEVO HORIZONTE	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 51' 36.0117"S	073° 13' 20.022"W
28	CC.NN REMOQUE	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 54' 46.6703"S	073° 11' 58.330"W
29	CC.NN PARAÍSO	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 55' 36.9490"S	073° 09' 34.063"W
30	CC.NN NUEVO JERUSALÉN	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 56' 07.2665"S	073° 09' 45.019"W
31	FUNDO CHUMBE	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 56' 46.0727"S	073° 09' 15.320"W
32	CC.NN BUFEO POZO	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 57' 46.6271"S	073° 06' 58.908"W
33	CC.NN NUEVA UNIÓN	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	10° 58' 49.4622"S	073° 06' 47.365"W
34	CC.NN TRIUNFO	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 00' 10.5364"S	073° 06' 17.640"W
35	CC.NN PUIJA	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 02' 20.2263"S	073° 05' 30.045"W
36	CC.NN SAN FERNANDO	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 07' 48.2815"S	073° 04' 43.758"W
37	CC.NN SANTA ELENA	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 08' 01.3404"S	073° 04' 02.987"W
38	CC.NN SAN FELIPE	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 08' 50.5224"S	073° 03' 15.859"W
39	CC.NN SEPAHUA	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 08' 51.1520"S	073° 02' 41.482"W
40	CC.NN SANTA ROSA	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 09' 13.5438"S	073° 03' 05.481"W
41	CC.NN SOL NACIENTE	SEPAHUA	ATALAYA	UCAYALI	11° 10' 12.5755"S	073° 01' 58.531"W
42	FUNDO TEXAS	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 13' 56.3400"S	072° 59' 44.499"W
43	CC.NN MIARIA	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 17' 52.2804"S	072° 59' 47.379"W
44	CC.NN SENSÁ	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 23' 06.2455"S	073° 00' 15.193"W
45	CC.NN NUEVA LUZ	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 26' 41.2655"S	073° 01' 40.125"W
46	CC.NN NUEVA VIDA	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 29' 53.6894"S	073° 06' 16.133"W
47	CC.NN NUEVO MUNDO	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 32' 23.7077"S	073° 07' 55.863"W
48	CC.NN KIRIGUETI	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 34' 14.3902"S	073° 07' 50.537"W
49	CAMPAMENTO LA PERUANITA	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 41' 15.0356"S	073° 01' 17.248"W
50	CC.NN CAMISEA	ECHARATE	LA CONVENCION	CUZCO	11° 42' 54.6333"S	072° 56' 42.593"W

Tabla 01- Comunidades Nativas (CC.NN), ranchos y campamentos en las riberas del río Urubamba

## 1.8 PERSONAL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

- 1 Jefe de proyecto  
C. de F. Walter FLORES Servat
- 2 Administrador del proyecto  
C. de C. Diego GAGO
- 3 Jefe de brigada  
TTE. 1ro. Gonzalo MEZA Valdivia
- 4 Jefe del área técnica  
Ing. Jorge PAREDES Bravo
- 5 Encargado de estación remota, operador Hypack y aforos líquidos  
OM1 HID. Segundo FLORES Paredes
- 6 Encargado de control vertical y de ecosonda  
OM1 HID. Mauro CANCHANYA Lino
- 7 Encargado de la lancha HIDRO IV  
E/C MOT. Abelardo VIVAR Trigoso
- 8 Encargados de la estación limnimétrica Camisea  
OM1. TEL. Jesús BERNAOLA Medina  
OM3. PAN. Rober TAMANI Canaquiri
- 9 Encargado de la estación limnimétrica Sepahua  
T3. HID. Hildebrando NAPIAMA Cumapa
- 10 Encargado de la estación limnimétrica Atalaya  
T3. ABA. Julio SALAS Grandez

## **II RECONOCIMIENTO DE CAMPO**

### **2.1 PLANEAMIENTO GENERAL**

El planeamiento general se efectuó luego de haberse recopilado y revisado la información relacionada con la zona de estudio, entre ellas cartas geográficas de otras instituciones, trabajos anteriores realizados por el SHNA. (Ver párrafo 1.3).

Considerando la existencia de una estación limnimétrica en la ciudad de Atalaya (río Tambo) en el inicio del área de estudio, se contempló el establecimiento de dos estaciones adicionales, una en el tramo intermedio (boca del río Sepahua) y la otra al final del área de estudio (boca del río Camisea), de tal manera que configuren dos tramos del río aproximadamente similares en distancia. Para lo cual cada observador designado a cada una de las estaciones deberá cumplir con el itinerario siguiente:

- Atalaya - por vía aérea Iquitos - Pucallpa – Atalaya.
- Sepahua.- por vía aérea Iquitos – Pucallpa – Atalaya; por vía fluvial Atalaya -Sepahua
- Camisea.- por vía aérea Iquitos – Lima – Malvinas; por vía fluvial Malvinas - Camisea

Con la finalidad de referenciar verticalmente el estudio a la altura del modelo geoidal EGM-96, se instalaron DOS (02) bench mark (BM) en las CC.NN. de Sepahua y Camisea, para lo cual se utilizó como base de las mediciones la estación existente en Pucallpa (Capipuca). En Atalaya se utilizó el punto geodésico que fuera instalado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En lo referente al levantamiento batimétrico, se planificó efectuarlo con dos embarcaciones menores:

La embarcación hidrográfica AEH-177 (fotografía 06), encargada del aprovisionamiento logístico y de la batimetría del canal de navegación, y la embarcación HIDRO IV (fotografía 07), encargada de los cortes transversales al canal de navegación con una separación entre ellos de un (01) km así como los aforos líquidos y sólidos.



Fotografía 06.- Embarcación hidrográfica AEH 177 en Atalaya



Fotografía 07.- Embarcación HIDRO IV

Con la información de la carta de practicaje editada por el SHNA el año 1998 y las cartas planimétricas del IGN a escala 1/100000 para efectos de la toponimia, se efectuó la planificación de las líneas de batimetría del río Urubamba desde su confluencia con el río Tambo hasta la confluencia con el río Camisea.

Empleando el módulo de preparación del programa Hypack Max, se planificaron 272 líneas de batimetría transversales al cauce del río, con una separación media entre ellas de un (01) km. (Ver Imagen 01).

Asimismo, con la finalidad de ubicar el thalweg del río se planificó efectuar la batimetría a lo largo del cauce.

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

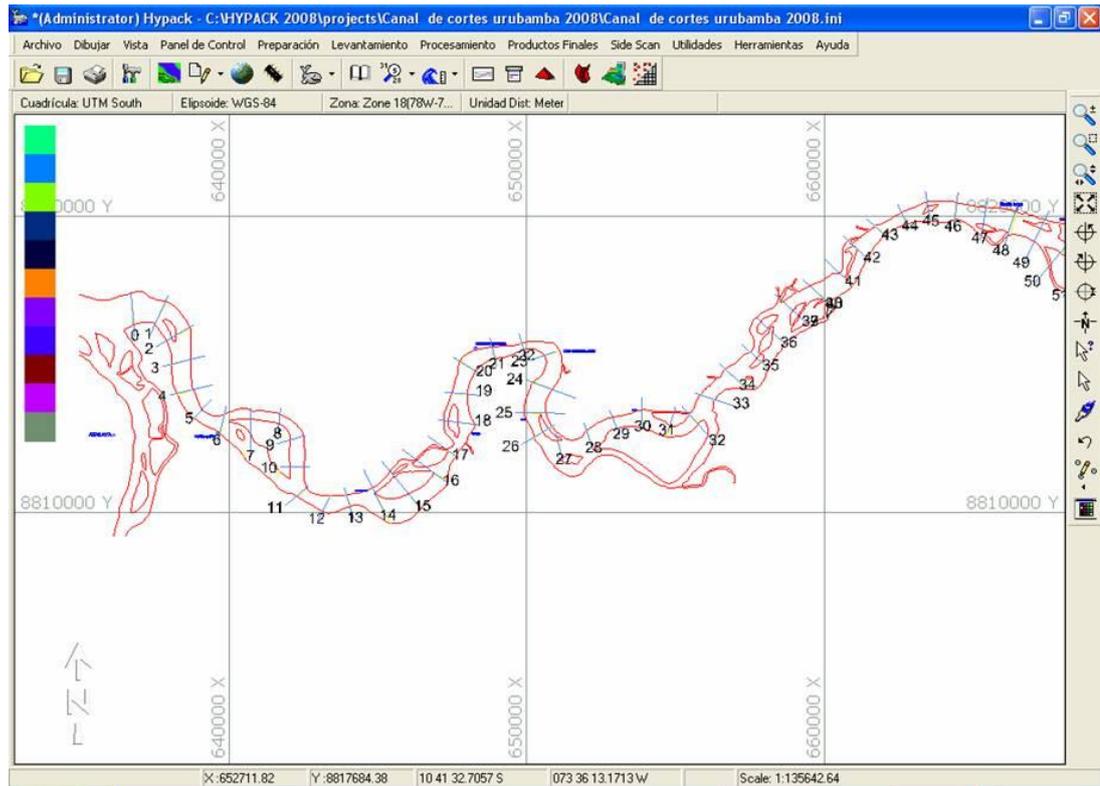


Imagen 01.- Líneas planificadas en el programa HYPACK MAX 2008 aguas arriba de Atalaya

Las secciones de aforo y muestreo de sedimentos fueron establecidas en lugares próximos a las estaciones limnimétricas, tal como se indica en los términos de referencia. Adicionalmente, se realizarán aforos líquidos en secciones próximas a la desembocadura de los principales afluentes del río en estudio.

Para el abastecimiento inicial de materiales, víveres, medicinas y combustible se consideró a la ciudad de Atalaya y reabastecimiento en la CC.NN Sepahua, siendo estos los únicos lugares en todo el tramo donde existe comercio regular.

Antes del inicio de las mediciones batimétricas e hidrométricas, en la ciudad de Atalaya se realizaron las pruebas de funcionamiento de los equipos, instrumentos y motores, así mismo se consideró necesario llevar equipos de respaldo como: ecosonda, sistema de posicionamiento global satelital diferencial (DGPS) y computadora portátil.

En el gráfico 02 se muestra el área de estudio, el curso del río Urubamba desde su confluencia con el río Tambo hasta la desembocadura del río Camisea.

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea**  
**CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**



Gráfico 02.- Curso del río Urubamba desde su confluencia con el río Tambo hasta la desemboca del río Camisea

### III GEODESIA

#### 3.1 OBJETIVO

Referenciar el estudio horizontalmente al datum WGS-84 y verticalmente al modelo geoidal EGM96.

#### 3.2 PERSONAL Y EQUIPOS

##### 3.2.1 Personal

Para la ejecución de este trabajo se contó con el siguiente personal:

UN	(01)	Ingeniero
DOS	(02)	Técnicos hidrógrafos
UN	(01)	Técnico motorista
UN	(01)	Ayudante de campo

##### 3.2.2 Equipos y materiales

Para la ejecución de este trabajo se utilizó equipos geodésicos, topográficos, de comunicaciones y material necesario que se detallan a continuación:

DOS	(02)	GPS Geodésico Trimble 5700
DOS	(02)	Nivel Wild NAK1 con trípode y miras
TRES	(03)	Radios transreceptores VHF Motorola.
TRES	(03)	Trípodes
DOS	(02)	Winchas métricas
UN	(01)	Teléfono satelital Iridium
UNA	(01)	Cámara fotográfica Panasonic
UN	(01)	Molde para la construcción de los hitos
DOS	(02)	Placas de bronce

### 3.3 POSICIONAMIENTO GEODÉSICO

#### 3.3.1 Metodología

La posición de las estaciones geodésicas se obtuvo mediante el método estático, que consiste en utilizar como referencia un receptor GPS (master) en una estación base con posición conocida y otro receptor GPS (remota) en uno de los puntos que se desea medir, previamente monumentado y señalizado con una placa de bronce. (Ver fotografía 08)

En el presente estudio la estación base fue establecida en la ciudad de Pucallpa, en el punto geodésico denominado “Capipuca”, que fuera instalado el año 2008 por el SHNA en la Capitanía de Puerto de Pucallpa y cuya descripción se encuentra en el cuadro 01 del anexo III.

También se hizo uso del punto geodésico ATALAYA instalado el 01 de marzo 1998 por el IGN en la Base Contrterrorista de Atalaya cuya descripción se encuentra en el cuadro 02 del anexo III.

El día 27 de diciembre 2008, en la plaza principal de la CC.NN Sepahua se instaló un nuevo punto geodésico al que se le denominó SEPAHUA cuya descripción se encuentra en el cuadro 03 del anexo III.

El día 31 de diciembre 2008 en la plaza principal de la CC.NN Camisea se instaló un nuevo punto geodésico al que se le denominó CAMISEA, cuya descripción se encuentra en el cuadro 04 del anexo III.



Fotografía 08.- Punto geodésico en proceso de construcción

Para obtener las posiciones de las estaciones se empleó simultáneamente DOS (02) receptores GPS geodésicos (master y remoto). El tiempo de grabación de datos en cada uno ellos fue superior a DOS (02) horas, con el propósito de obtener buena precisión y confiabilidad en los resultados.

### 3.3.2 Trabajos de Gabinete

La información colectada por los DOS (02) receptores GPS, fue procesada haciendo uso del programa Trimble Geomatics Office (TGO), aplicación diseñada para el cálculo y administración de datos geodésicos, también realiza el control de calidad de las mediciones efectuadas; obteniendo coordenadas y alturas de cada punto medido.

### 3.3.3 Resultados de la Geodesia

Se obtuvo las coordenadas y elevaciones de los puntos geodésicos establecidos y la comprobación de coordenadas de los puntos geodésicos existentes antes del estudio.

Los reportes emitidos por el programa TGO de los puntos geodésicos “Camisea” y “Sepahua”, son presentados en los cuadros 05 y 06 del anexo III.

Las coordenadas geográficas y UTM, la altura elipsoidal y la elevación geoidal de la estación base “Capipuca”, se muestran en el cuadro 01. Los valores de la estación Atalaya verificados, se muestran en el cuadro 02 y los valores geodésicos de las estaciones Sepahua y Camisea medidos en el presente estudio se muestran en el cuadro 03.

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
<b>CAPIPUCA</b>	9 074 166.298 N 552 401.064 E	08° 22' 31.52843" S 74° 31' 26.57081" W	171.323	154.144

Cuadro 01.- Estación geodésica base (Datum WGS-84)

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
<b>ATALAYA (SIRGAS)</b>	8 813 161.3614 N 636 394.6843 E	10° 44' 02.20937" S 73° 45' 09.58793" W	263.3644	236.459

Cuadro 02.- Estación geodésica verificada (Datum WGS-84)

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
<b>SEPAHUA</b>	8 766 938.039 N 713 439.398 E	11° 08' 53.25498" S 73° 02' 44.09458" W	309.225	280.878
<b>CAMISEA</b>	8 704 217.820 N 723 989.201 E	11° 42' 51.62768" S 72° 56' 41.78135" W	388.887	358.860

Cuadro 03.- Estaciones geodésicas medidas (Datum WGS-84)

### **3.4 CONTROL VERTICAL**

Para referenciar verticalmente el levantamiento batimétrico a la altura geoidal, se realizaron nivelaciones diferenciales desde cada uno de los hitos geodésicos construidos en los lugares donde se establecieron las estaciones limnimétricas (Atalaya, Sepahua y Camisea) hacia el espejo de agua.

#### **3.4.1 Metodología para el control vertical del espejo de agua**

Estas mediciones sirven para determinar el nivel del espejo de agua en alturas geoidales, para lo cual es necesario determinar el desnivel existente entre el bench mark (BM) y el cero del limnómetro instalado verticalmente en el talud ribereño. (Ver gráfico 03). Por medio de una nivelación diferencial geométrica, se determina el desnivel existente entre el BM y el espejo de agua, hallando de esta manera el valor de la cota. Luego, a esta cota se le resta la lectura del nivel de agua leída en el limnómetro, obteniendo la cota del nivel “cero”.

A partir de esta medición, se puede obtener la cota del espejo de agua, únicamente sumando a la lectura del limnómetro (que en el momento se encuentra semi-sumergido), la cota de su nivel “cero”, la cual queda establecida como constante hasta que el limnómetro sea movido de su ubicación vertical o tenga que ser reemplazado por otro.

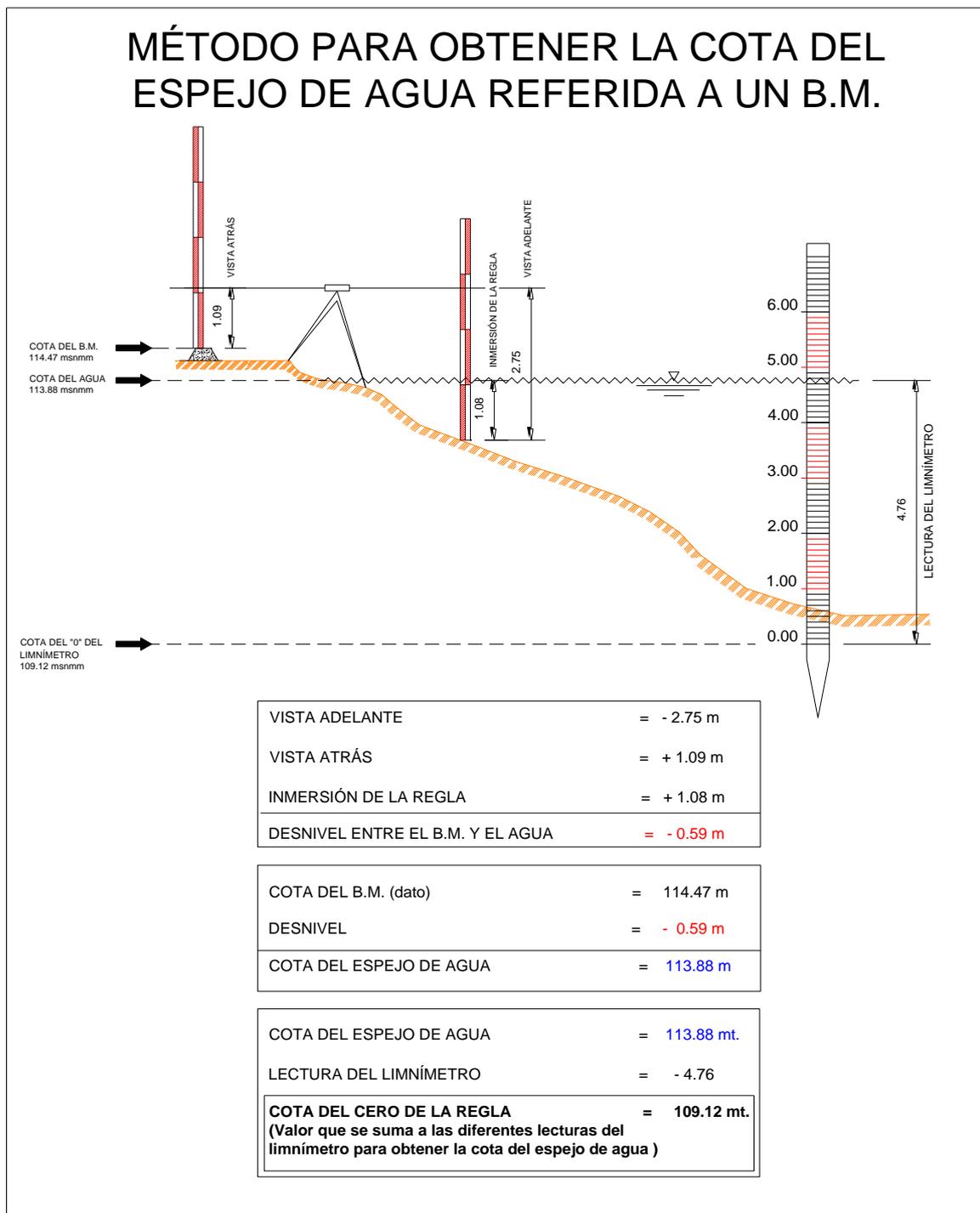


Gráfico 03.- Método para obtener la cota del cero del limnómetro referida a la altura geoidal

### 3.4.2 Nivelación en la ciudad de Atalaya

Desde el punto geodésico Atalaya, se efectuó la nivelación diferencial geométrica hasta los limnómetros instalados en la Unidad de Interdicción Ribereña (UIR) de la Marina de Guerra del Perú de la ciudad de Atalaya (ver fotografías de la 09 a la 10), los resultados de la nivelación se presentan en los cuadros 04 y 05.



Fotografía 09.- Limnómetro instalado en la UIR Atalaya



Fotografía 10.- Nivelación diferencial en Atalaya

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR <b>ATALAYA</b>	RÍO <b>TAMBO</b>	
FECHA <b>24/12/2008</b>	OBSERVADOR <b>OM1 CANCHANYA</b>	DE: <b>BM SIRGAS</b>
HORA	ANOTADOR <b>Ing. J. PAREDES</b>	COTA: <b>236.459</b>
	PORTA MIRA <b>OM1 FLORES</b>	<b>ESQUINA</b>
	INSTRUMENTO <b>NIVEL WILD LEICA NAK2 N° 5016801</b>	COTA: <b>218.424</b>

**IDA**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTER.	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA	
1	1.400 1.260 1.121	1.2603	0.140 0.139	0.279	3.202 3.063 2.925	3.0633	0.139 0.138	0.277	-1.8030	
2	0.180 0.149 0.118	0.1490	0.031 0.031	0.062	3.896 3.834 3.770	3.8333	0.062 0.064	0.126	-3.6843	
3	0.131 0.106 0.081	0.1060	0.025 0.025	0.050	3.842 3.791 3.740	3.7910	0.051 0.051	0.102	-3.6850	
4	0.173 0.149 0.126	0.1493	0.024 0.023	0.047	3.541 3.500 3.459	3.5000	0.041 0.041	0.082	-3.3507	
5	0.406 0.368 0.332	0.3687	0.038 0.036	0.074	3.986 3.908 3.830	3.9080	0.078 0.078	0.156	-3.5393	
6	0.752 0.678 0.602	0.6773	0.074 0.076	0.150	3.130 2.645 2.160	2.6450	0.485 0.485	0.970	-1.9677	
SUMA VISTA ATRÁS				<b>2.7107</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>20.7407</b>	<b>-18.0300</b>
<b>DISTANCIA NIVELADA</b>						<b>237.50 m</b>				

**REGRESO**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA	
1	3.110 2.628 2.148	2.6287	0.482 0.480	0.962	0.738 0.659 0.580	0.6590	0.079 0.079	0.158	1.9697	
2	3.986 3.910 3.834	3.9100	0.076 0.076	0.152	0.412 0.374 0.337	0.3743	0.038 0.037	0.075	3.5357	
3	3.443 3.403 3.364	3.4033	0.040 0.039	0.079	0.072 0.048 0.022	0.0473	0.024 0.026	0.050	3.3560	
4	3.770 3.720 3.671	3.7203	0.050 0.049	0.099	0.060 0.035 0.008	0.0343	0.025 0.027	0.052	3.6860	
5	3.930 3.865 3.801	3.8653	0.065 0.064	0.129	0.212 0.182 0.150	0.1813	0.030 0.032	0.062	3.6840	
6	3.199 3.058 2.919	3.0587	0.141 0.139	0.280	1.395 1.250 1.105	1.2500	0.145 0.145	0.290	1.8087	
SUMA VISTA ATRÁS				<b>20.5863</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>2.5463</b>	<b>18.0400</b>
<b>DISTANCIA NIVELADA</b>						<b>238.80 m</b>				

Cuadro 04.- Nivelación diferencial entre el BM Sirgas y el punto auxiliar Esquina

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR <b>ATALAYA</b>	RÍO <b>UCAYALI</b>	
FECHA <b>24/12/2008</b>	OBSERVADOR <b>OM1 CANCHANYA</b>	DE: <b>ESQUINA</b>
HORA	ANOTADOR <b>Ing. J. PAREDES</b>	COTA: <b>218.424</b>
	PORTA MIRA <b>OM1 FLORES</b>	<b>UIR</b>
	INSTRUMENTO <b>NIVEL WILD LEICA NAK2 N° 5016801</b>	COTA: <b>216.668</b>

**IDA**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.652	1.0707	0.582	1.162	1.220	0.8000	0.420	0.840	0.2707		
	1.070				0.800						
	0.490				0.380						
2	0.712	0.6157	0.097	0.192	2.720	2.6450	0.075	0.150	-2.0293		
	0.615				2.645						
	0.520				2.570						
SUMA VISTA ATRÁS				<b>1.354</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>3.4450</b>	<b>0.990</b>	<b>-1.7587</b>
DISTANCIA NIVELADA						<b>234.40 m</b>					

**REGRESO**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.164	0.7497	0.414	0.829	1.610	1.0300	0.580	1.160	-0.2803		
	0.750				1.030						
	0.335				0.450						
2	2.648	2.5780	0.070	0.140	0.644	0.5447	0.099	0.199	2.0333		
	2.578				0.545						
	2.508				0.445						
SUMA VISTA ATRÁS				<b>3.3277</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>1.5747</b>	<b>1.359</b>	<b>1.7530</b>
DISTANCIA NIVELADA						<b>232.80 m</b>					

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR <b>ATALAYA</b>	RÍO <b>UCAYALI</b>	
FECHA <b>24/12/2008</b>	OBSERVADOR <b>OM1 CANCHANYA</b>	DE: <b>B.M. UIR</b>
HORA <b>17:00:00</b>	ANOTADOR <b>Ing. J. PAREDES</b>	COTA: <b>216.668</b>
	PORTA MIRA <b>OM1 FLORES</b>	<b>CERO DEL LIMNIMETRO UIR</b>
	INSTRUMENTO <b>NIVEL WILD LEICA NAK2 N° 5016801</b>	COTA: <b>208.406</b>

**IDA**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA			
1	0.480	0.3037	0.177	0.352	3.358	3.2527	0.106	0.210	-2.9490			
	0.303				3.252							
	0.128				3.148							
2	0.781	0.7343	0.046	0.094	2.695	2.6480	0.047	0.094	-1.9137			
	0.735				2.648							
	0.687				2.601							
SUMA VISTA ATRÁS				<b>1.0380</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>5.9007</b>	<b>0.304</b>	<b>-4.8627</b>	
DISTANCIA NIVELADA						<b>75.00 m</b>						
INMERSION MIRA						<b>0.000</b>				LECTURA DEL LIMN		<b>3.40</b>

Cuadro 05.- Nivelación diferencial en Atalaya entre el punto auxiliar Esquina hasta el “cero” del limnómetro

### 3.4.3 Nivelación en la CC.NN Sepahua

Partiendo del BM Sepahua, se realizó una nivelación diferencial geométrica hasta el espejo de agua del río Sepahua. Empleando como limnómetro una escalera de cemento (ver fotografía 11), dándole posición vertical a la grada más elevada, a la cual se le denominó E-01, (ver cuadro 06). Luego se tomó como base a esta y se procedió a darle ubicación a CUARENTA Y NUEVE (49) gradas: CUARENTA Y CINCO (45) sobre el espejo de agua y CUATRO (04) sumergidas. (Ver cuadro 07).

Asimismo por información proporcionada por lugareños, se pudo estimar que el nivel de máxima creciente es 282 m de altura geoidal.



Fotografía 11.- Escalera empleada como limnómetro en CC.NN Sepahua

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR	<b>SEPAHUA</b>	DISTRITO	<b>SEPAHUA</b>	DE BM:	<b>SEPAHUA</b>
FECHA	<b>02/01/2009</b>	OBSERVADOR	<b>T3 Hid. H. NAPIAMA</b>	COTA:	<b>280.8780</b>
HORA	<b>06.00</b>	ANOTADOR	<b>ING J. PAREDES</b>	AL BM:	<b>ESCALA 01</b>
MIRA SUMERGIDA		PORTA MIRA	<b>OM1 Hid. S. FLORES</b>	COTA LLEGADA	<b>282.6337</b>
Nro. ORDEN		INSTRUMENTO	<b>NIVEL WILD LEICA NAK2</b>		

**I D A**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA	
1	2.320	2.0407	0.279	0.559	1.690	1.2900	0.400	0.800	0.7507	
	2.041				1.290					
	1.761				0.890					
2	2.621	2.0267	0.594	1.189	1.232	1.0217	0.210	0.421	1.0050	
	2.027				1.022					
	1.432				0.811					
SUMA VISTA ATRÁS				<b>4.0673</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>1.7557</b>	
DISTANCIA NIVELADA						<b>296.90</b>	m			

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR	<b>SEPAHUA</b>	DISTRITO	<b>SEPAHUA</b>	DE BM:	<b>ESCALA 01</b>
FECHA	<b>27/12/2008</b>	OBSERVADOR	<b>T3 Hid. H. NAPIAMA</b>	COTA:	<b>282.6337</b>
HORA	<b>16.30</b>	ANOTADOR	<b>T3 Hid. H. NAPIAMA</b>	AL BM:	<b>SEPAHUA</b>
MIRA SUMERGIDA		PORTA MIRA	<b>OM1 Hid. S. FLORES</b>	COTA LLEGADA	<b>280.8797</b>
Nro. ORDEN		INSTRM.	<b>NIVEL WILD Leica NAK2</b>		

**R E G R E S O**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA	
1	1.688	1.2850	0.403	0.806	2.311	2.0347	0.277	0.552	-0.7497	
	1.285				2.034					
	0.882				1.759					
2	1.187	0.9647	0.222	0.445	2.550	1.9690	0.581	1.162	-1.0043	
	0.965				1.969					
	0.742				1.388					
SUMA VISTA ATRÁS				<b>2.2497</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>-1.7540</b>	
DISTANCIA NIVELADA						<b>296.50</b>	m			

Cuadro 06.- Cálculos de la nivelación diferencial en Sepahua, entre el BM Sepahua y la escalinata E 01

<b>E 01</b>	<b>282.63</b>	<b>E 11</b>	<b>280.90</b>	<b>E 21</b>	<b>279.15</b>	<b>E 31</b>	<b>277.39</b>	<b>E 41</b>	<b>275.71</b>
<b>E 02</b>	<b>282.46</b>	<b>E 12</b>	<b>280.73</b>	<b>E 22</b>	<b>278.97</b>	<b>E 32</b>	<b>277.22</b>	<b>E 42</b>	<b>275.51</b>
<b>E 03</b>	<b>282.29</b>	<b>E 13</b>	<b>280.54</b>	<b>E 23</b>	<b>278.80</b>	<b>E 33</b>	<b>277.05</b>	<b>E 43</b>	<b>275.36</b>
<b>E 04</b>	<b>282.11</b>	<b>E 14</b>	<b>280.36</b>	<b>E 24</b>	<b>278.60</b>	<b>E 34</b>	<b>276.88</b>	<b>E 44</b>	<b>275.19</b>
<b>E 05</b>	<b>281.93</b>	<b>E 15</b>	<b>280.20</b>	<b>E 25</b>	<b>278.42</b>	<b>E 35</b>	<b>276.71</b>	<b>E 45</b>	<b>275.02</b>
<b>E 06</b>	<b>281.76</b>	<b>E 16</b>	<b>280.02</b>	<b>E 26</b>	<b>278.24</b>	<b>E 36</b>	<b>276.53</b>	<b>E 46</b>	<b>274.85</b>
<b>E 07</b>	<b>281.59</b>	<b>E 17</b>	<b>279.85</b>	<b>E 27</b>	<b>278.07</b>	<b>E 37</b>	<b>276.35</b>	<b>E 47</b>	<b>274.68</b>
<b>E 08</b>	<b>281.42</b>	<b>E 18</b>	<b>279.67</b>	<b>E 28</b>	<b>277.91</b>	<b>E 38</b>	<b>276.19</b>	<b>E 48</b>	<b>274.51</b>
<b>E 09</b>	<b>281.25</b>	<b>E 19</b>	<b>279.50</b>	<b>E 29</b>	<b>277.73</b>	<b>E 39</b>	<b>276.01</b>	<b>E 49</b>	<b>274.34</b>
<b>E 10</b>	<b>281.07</b>	<b>E 20</b>	<b>279.32</b>	<b>E 30</b>	<b>277.56</b>	<b>E 40</b>	<b>275.85</b>	<b>E 50</b>	

Cuadro 07.- Cotas de los peldaños obtenidas por medio de nivelación en Sepahua.

### 3.4.4 Nivelación en la CC.NN Camisea

Desde el BM Camisea se realizó una nivelación geométrica diferencial hasta el espejo de agua del río Camisea, recorriendo una distancia aproximada de 46 m, obteniendo de esta manera la cota del nivel del espejo de agua y del “cero” del limnómetro 05, el cual se encontraba semi sumergido en el talud ribereño. (Ver fotografías 12, 13 y el cuadro 08).



Fotografía 12.- Limnómetros instalados en el río Camisea



Fotografía 13.- Limnómetro fabricado con materiales encontrados en la zona de trabajo.

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

**NIVELACIÓN DIFERENCIAL**

LUGAR	<b>CAMISEA</b>	DISTRITO	<b>CAMISEA</b>	DE BM:	<b>CAMISEA</b>
FECHA	<b>29/12/2008</b>	OBSERVADOR	<b>OM1 HID. S. FLORES</b>	COTA:	<b>358.8600</b>
HORA	<b>06:00 a.m.</b>	ANOTADOR	<b>OM2 TEL. J. BERNAOLA</b>	A BM:	<b>LIMN 5</b>
REGLA	<b>1.4 m.</b>	PORTA MIRA	<b>OM3 PAN. R. TAMANI</b>	COTA	<b>350.249</b>
MIRA SUMERGIDA	<b>10 cm.</b>	INSTRUMENTO	<b>NIVEL WILD LEICA NAK2</b>		

**I D A**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.179	1.1393	0.040	0.079	1.932	1.8743	0.058	0.115	-0.7350		
	1.139				1.874						
	1.100				1.817						
2	0.149	0.1050	0.044	0.088	3.739	3.7113	0.028	0.055	-3.6063		
	0.105				3.711						
	0.061				3.684						
3	0.308	0.2880	0.020	0.040	3.301	3.2633	0.037	0.076	-2.9753		
	0.288				3.264						
	0.268				3.225						
SUMA VISTA ATRÁS				<b>1.5323</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>8.8490</b>	<b>0.246</b>	<b>-7.3167</b>
<b>DISTANCIA NIVELADA</b>						<b>45.30 m</b>					

**R E G R E S O**

N° EST.	LECTURAS VISTA ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS VISTA ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.924	1.8670	0.057	0.114	1.174	1.1320	0.042	0.084	0.7350		
	1.867				1.132						
	1.810				1.090						
2	3.759	3.7290	0.030	0.060	0.175	0.1320	0.043	0.086	3.5970		
	3.729				0.132						
	3.699				0.089						
3	3.364	3.3260	0.038	0.076	0.372	0.3520	0.020	0.040	2.9740		
	3.326				0.352						
	3.288				0.332						
SUMA VISTA ATRÁS				<b>8.9220</b>	SUMA VISTA ADELANTE				<b>1.6160</b>	<b>0.210</b>	<b>7.3060</b>
<b>DISTANCIA NIVELADA</b>						<b>46.00 m</b>					

Cuadro 08.- Cálculos de la nivelación diferencial entre el BM Camisea al espejo de agua

## IV MEDICIONES HIDROMÉTRICAS

### 4.1 MEDICIONES Y REGISTROS DEL NIVEL DEL RÍO

En la amazonía peruana existen pocos puntos de control vertical con una referencia absoluta, lo que motiva ha emplear niveles arbitrarios. Sin embargo, existen algunos estudios como el presente que requieren mediciones más especializadas, como las de pendiente hidráulica a lo largo de un determinado tramo de un río, lo cual hasta hace poco era muy difícil de realizar. Actualmente, con el uso de modernos equipos geodésicos, es posible trabajar con elevaciones geoidales, las mismas que son muy próximas a las alturas sobre el nivel medio del mar, sobre todo en el llano amazónico, las coincidencias son mayores por la existencia de un relieve poco accidentado, por lo cual es necesario establecer estaciones limnimétricas cada cierto tramo del río, que sean operadas permanentemente.

En el río Urubamba, no se encontró ninguna estación limnimétrica operativa, por lo cual se tuvo que utilizar la estación limnimétrica de Atalaya que se ubica en la ribera izquierda del río Tambo, en las instalaciones de la Unidad de Interdicción Ribereña (UIR), aprovechando uno de los pilares sobre el que se articula el pontón flotante de dicha unidad.

Se instalaron DOS (02) estaciones limnimétricas en las CC.NN. de Sepahua y Camisea, las cuales fueron dotadas con observadores que efectuaron el registro de los niveles del río Urubamba, durante los días que se desarrollaron los trabajos de campo, desde el 23 de diciembre 2008 hasta el 3 de enero del presente año.

Al inicio de las mediciones limnimétricas el nivel del espejo de agua del río Urubamba se encontraba con tendencia a incrementarse. En la estación limnimétrica Camisea se apreció esta tendencia hasta las primeras horas del 25 de diciembre del 2008, en la estación de Sepahua la tendencia se mantuvo hasta el día 27 de diciembre y en Atalaya hasta las primeras horas del día 28 de diciembre, luego de estos días la tendencia cambio bruscamente, disminuyendo en Atalaya hasta el día 01 de enero del 2009, mientras que en Camisea y Sepahua disminuyó hasta el día 03 de enero. Precisamente cuando se finalizaba el periodo de mediciones se pudo apreciar en pocas horas un repunte de 1.5 m en el nivel del río, el cual se observó a partir del día 04 de enero en Camisea y el día 05 enero en Sepahua y Atalaya.

#### 4.1.1 Objetivo de las mediciones limnimétricas.

Recopilar información del nivel del río a lo largo del tramo levantado, durante los días programados para las mediciones batimétricas.

Asimismo, recopilar datos históricos para efectuar la reducción de sondeos a niveles de extrema vaciante.

#### 4.1.2 Personal

- Observador de la estación limnimétrica de Atalaya
- Observador de la estación limnimétrica de Sepahua
- Observador de la estación limnimétrica de Camisea

#### 4.1.3 Equipos y materiales por estación limnimétrica

- UN (01) Nivel de ingeniero con trípode y mira
- TRES (03) Reglas limnimétricas de 2 m
- UNA (01) Cámara fotográfica
- UN (01) Cuaderno para registros
- Materiales varios

#### 4.1.4 Metodología para la medición del nivel del río

La medición del nivel del río se realizó de dos maneras:

En las estaciones limnimétricas de Atalaya y Camisea se efectuó por medio de baterías de limnímetros, instaladas en los taludes ribereños mediante nivelaciones diferenciales geométricas según la metodología descrita en el párrafo 3.4. (Ver fotografía 14).



Fotografía 14.- Limnímetros instalados en la ciudad de Atalaya

En la estación limnimétrica de Sepahua, se empleó una escalinata de concreto en vez de limnímetros (ver fotografía 15), midiendo por medio de una nivelación diferencial geométrica, la altura geoidal de cada uno de los peldaños.



Fotografía 15.- Escalinata en Sepahua empleada para obtener los niveles del río

Durante los días que se efectuaron los trabajos de campo en el río Urubamba, en cada una de las TRES (03) estaciones limnimétricas se realizó el registro de CINCO (05) lecturas diarias del nivel del río, en las siguientes horas: 06:00, 09:00, 12:00, 15:00 y 18:00.

#### **4.1.5 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas**

En la ciudad de Atalaya se continuó registrando el nivel del río Tambo, con mayor frecuencia durante los días de realización de los trabajos de campo (del 24 de diciembre del 2008 al 5 de enero del 2009), los mismos que son presentados mediante la Tabla 02, con los cuales se confeccionó el histograma correspondiente. (Ver gráfico 04).

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

FECHA	06:00	09:00	12:00	15:00	18:00
26/12/08	211.666	211.646	211.556	211.556	211.646
27/12/08	211.736	211.736	211.776	211.856	211.926
28/12/08	212.036	211.956	211.866	211.826	211.826
29/12/08	211.676	211.626	211.576	211.556	211.536
30/12/08	211.366	211.396	211.396	211.466	211.526
31/12/08	211.426	211.376	211.356	211.376	211.386
01/01/09	211.336	211.216	211.276	211.256	211.236
02/01/09	211.386	211.506	211.576	211.586	211.576
03/01/09	211.466	211.476	211.496	211.486	211.466
04/01/09	211.536	211.571	211.606	211.646	211.686
05/01/09	211.356	211.431	211.506	211.506	211.506

Tabla 02.- Registro de niveles del río Tambo en Atalaya (cotas en metros referidas a la altura geoidal)

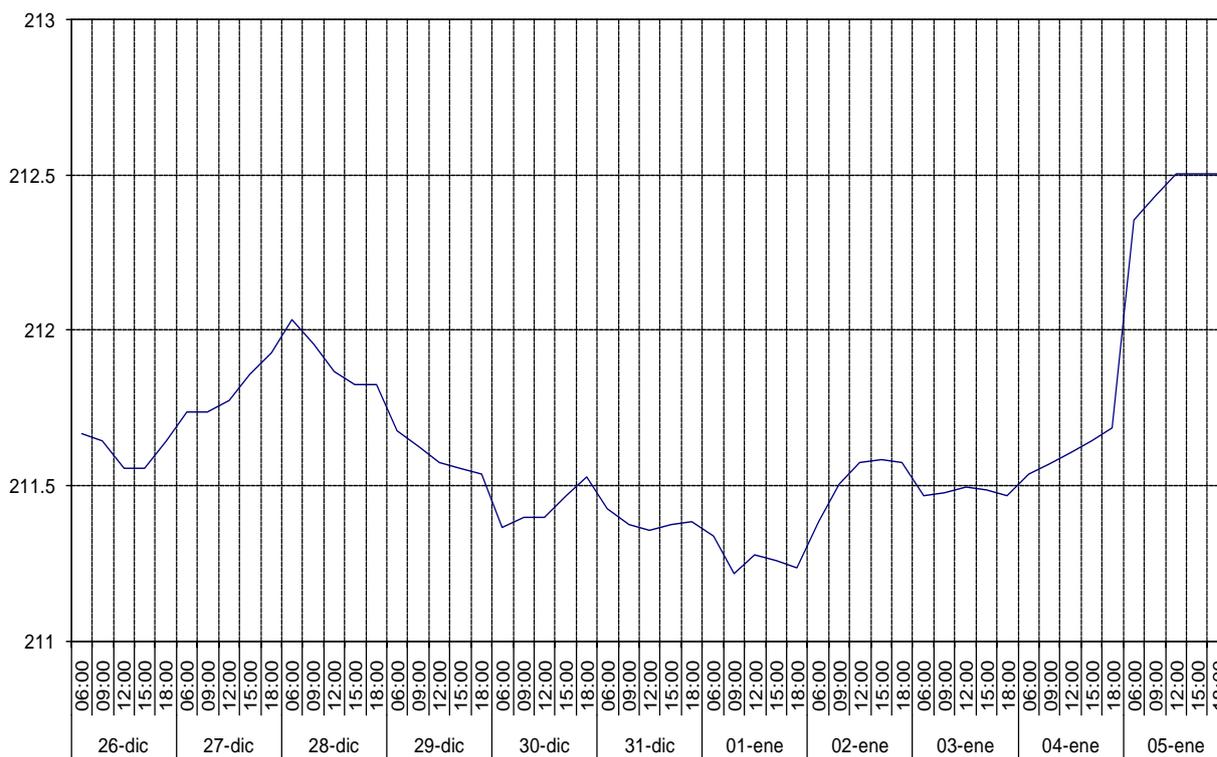


Gráfico 04.- Histogramas de niveles del río Tambo en Atalaya

En la localidad de Sepahua se registró el nivel del río Urubamba en las horas establecidas. En la tabla 03 se muestran los niveles registrados durante los días que se afectaron los trabajos de campo en el río Urubamba y el correspondiente histograma que se presenta mediante el gráfico 05.

Al término de las mediciones se logró establecer como permanente la estación limnimétrica de Sepahua, encargándose su lectura a la Base Contratorista Sepahua.

<b>FECHA</b>	<b>06:00</b>	<b>09:00</b>	<b>12:00</b>	<b>15:00</b>	<b>18:00</b>
<b>26/12/08</b>				277.128	277.228
<b>27/12/08</b>	277.348	277.468	277.428	277.198	277.078
<b>28/12/08</b>	276.758	276.778	276.748	276.728	276.698
<b>29/12/08</b>	276.428	276.418	276.368	276.308	276.238
<b>30/12/08</b>	276.518	276.178	275.978	275.728	275.718
<b>31/12/08</b>	276.428	276.478	276.468	276.388	276.248
<b>01/01/09</b>	276.098	275.978	275.868	275.988	275.968
<b>02/01/09</b>	276.218	276.198	276.118	275.968	275.878
<b>03/01/09</b>	275.318	275.268	275.198	275.188	275.268
<b>04/01/09</b>	276.018	275.998	275.928	275.878	275.898
<b>05/01/09</b>	276.798				

Tabla 03.- Registro de niveles del río Sepahua (cotas en metros referidas a la altura geoidal)

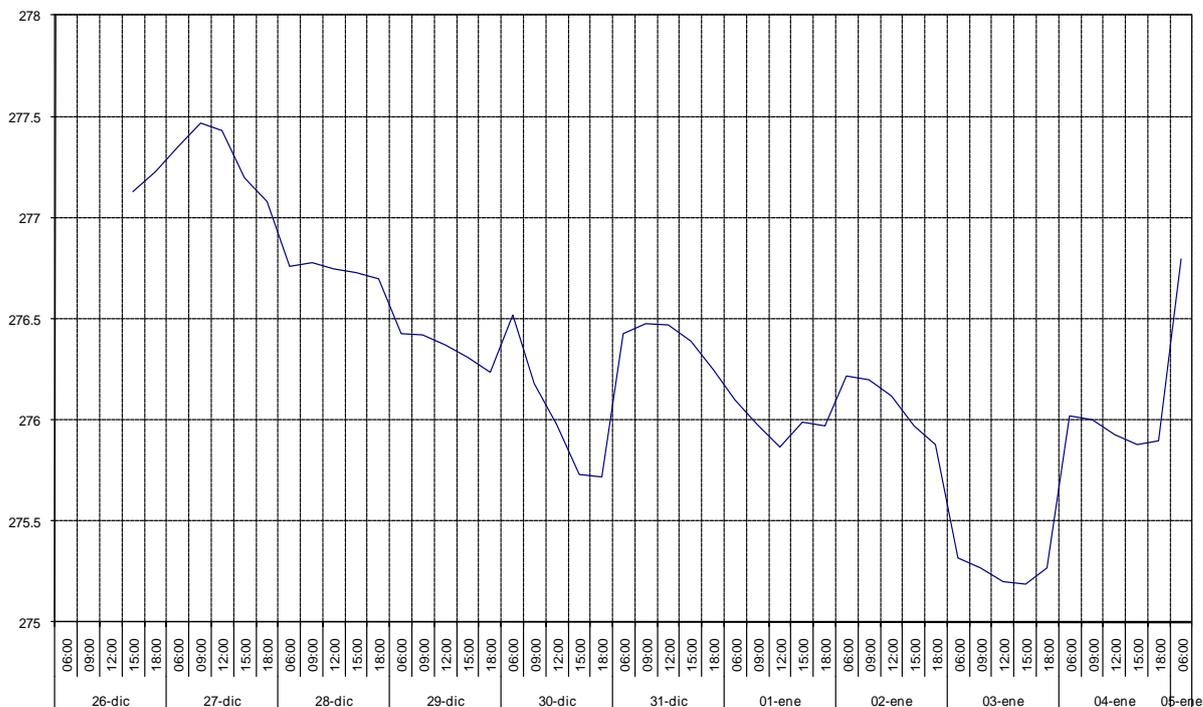


Gráfico 05.- Histogramas de niveles del río Urubamba en Sepahua

En la localidad de Camisea se registró el nivel río Urubamba en las horas establecidas. En la tabla 04 se muestran los niveles registrados durante los días que se realizaron los trabajos de campo y el correspondiente histogramas se presenta mediante el gráfico 06.

<b>FECHA</b>	<b>06:00</b>	<b>09:00</b>	<b>12:00</b>	<b>15:00</b>	<b>18:00</b>
<b>24/12/08</b>				353.349	353.669
<b>25/12/08</b>	352.749	352.449	352.099	351.879	352.129
<b>26/12/08</b>	352.149	352.049	351.969	351.889	352.019
<b>27/12/08</b>	352.819	352.649	352.449	352.489	352.309
<b>28/12/08</b>	352.079	352.009	351.929	351.919	351.909
<b>29/12/08</b>	351.679	351.669	352.959	354.289	353.719
<b>30/12/08</b>	351.949	351.799	351.719	351.749	351.909
<b>31/12/08</b>	352.069	351.969	351.849	351.769	351.659
<b>01/01/09</b>	351.709	351.969	352.009	351.969	351.949
<b>02/01/09</b>	352.049	351.93	351.789	351.749	351.749
<b>03/01/09</b>	351.549	351.659	351.999	352.229	352.259
<b>04/01/09</b>	352.019	352.119	352.249	352.689	353.349

Tabla 04.- Registro de niveles del río Urubamba en Camisea (cotas en metros referidas a la altura geoidal)

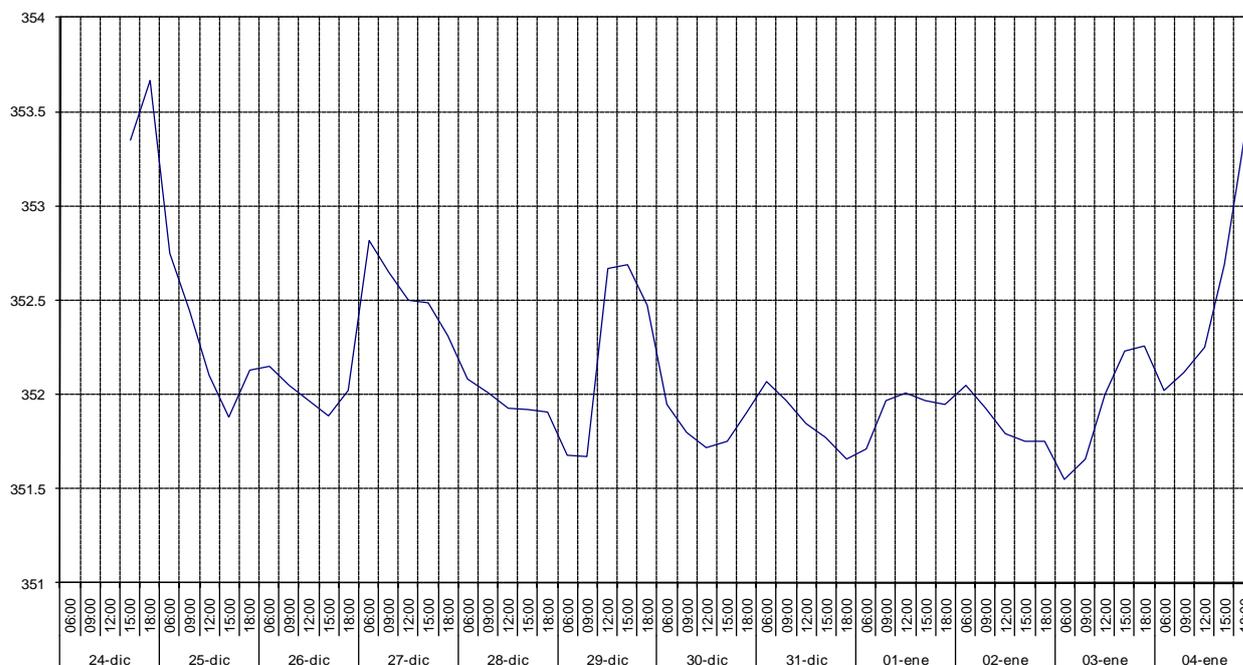


Gráfico 06.- Histogramas de niveles del río Camisea (cotas en metros referidas a la altura geoidal)

#### 4.1.6 Datos limnimétricos históricos en el tramo levantado

##### Del río Tambo

El SHNA en la ciudad de Atalaya posee una estación limnimétrica en la cual se miden y registran los niveles del río Tambo diariamente a 06:00, 13:00 y 18:00 horas, datos que han sido empleados para el estimado del nivel de máxima vaciante del río Urubamba en su desembocadura. (Ver gráfico 07)

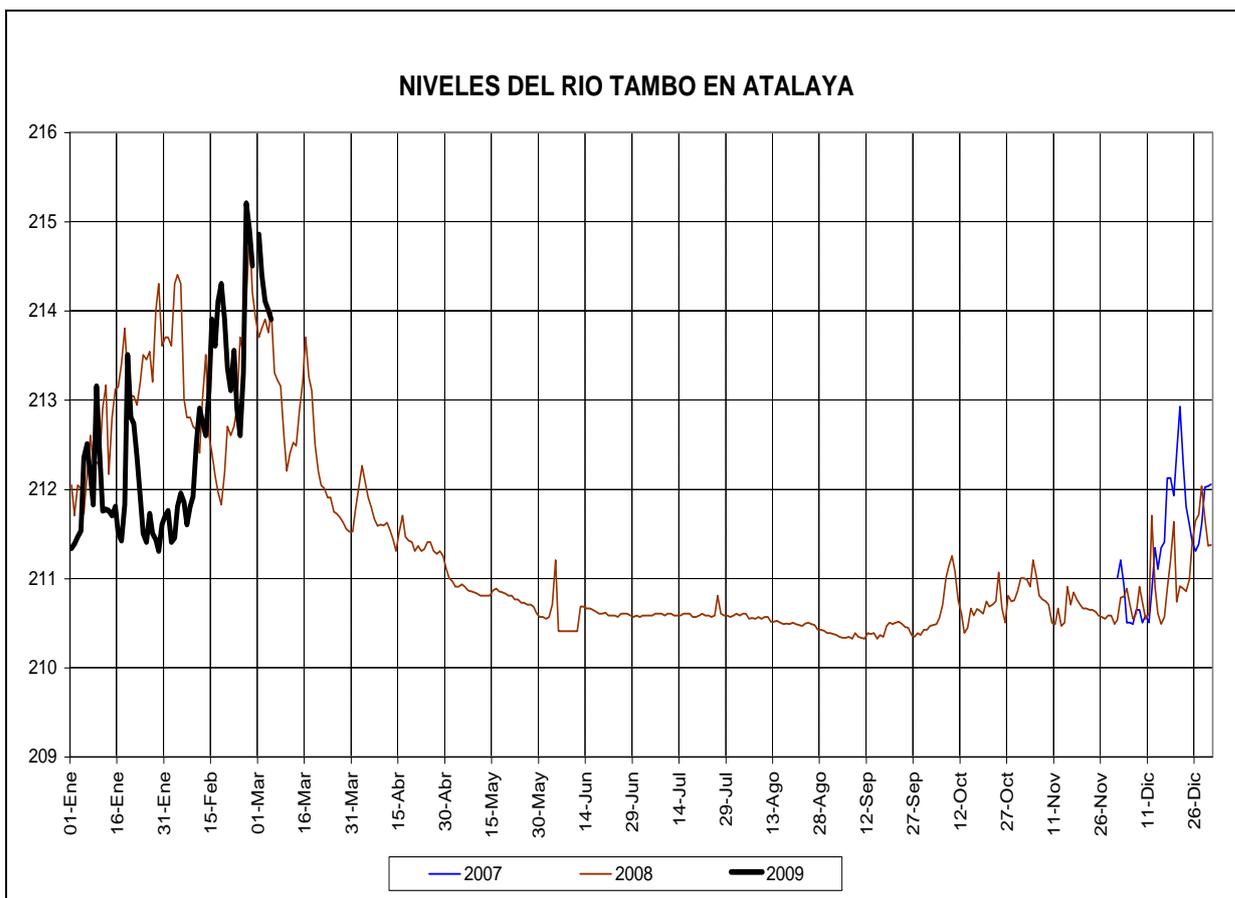


Gráfico 07.- Histograma histórico de niveles del río Tambo en la ciudad Atalaya.

##### Del río Urubamba

Durante los días que se realizaron los trabajos de campo, se pudo comprobar la existencia de limnímetros en el caserío de San Felipe, ubicado frente a la desembocadura del río Sepahua (ver fotografía 16). Por la información proporcionada por los moradores de este lugar, se tomó conocimiento que estos limnímetros habían sido instalados el año 2002 por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) - Cuzco, operando aproximadamente durante un año, en el marco de un contrato con una empresa petrolera que operaba en la zona.

Posteriormente, luego de realizar una exhaustiva búsqueda, se ubicaron los registros del nivel del río de esta estación en los archivos el SENAMHI – Lima.

Asimismo, existían también archivos correspondientes a TRES (03) estaciones más que se habían ubicado en Maldonadillo, Nuevo Mundo y Malvinas, las que operaron en un periodo similar durante el año 2002, con cuatro lecturas diarias a 06:00, 10:00, 14:00 y 18:00 horas.

Los datos de las CUATRO (04) estaciones han sido de gran utilidad para el estimado del nivel de máxima vaciante del río Urubamba en todo el tramo de estudio. (Ver anexo IV)



Fotografía 16.- Limnímetros encontrados en la CC.NN San Felipe

A continuación se muestran los histogramas de niveles elaborados con los datos recopilados de las estaciones Maldonadillo, Sepahua, Nuevo Mundo y Malvinas. (Ver gráficos del 8 al 11)

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

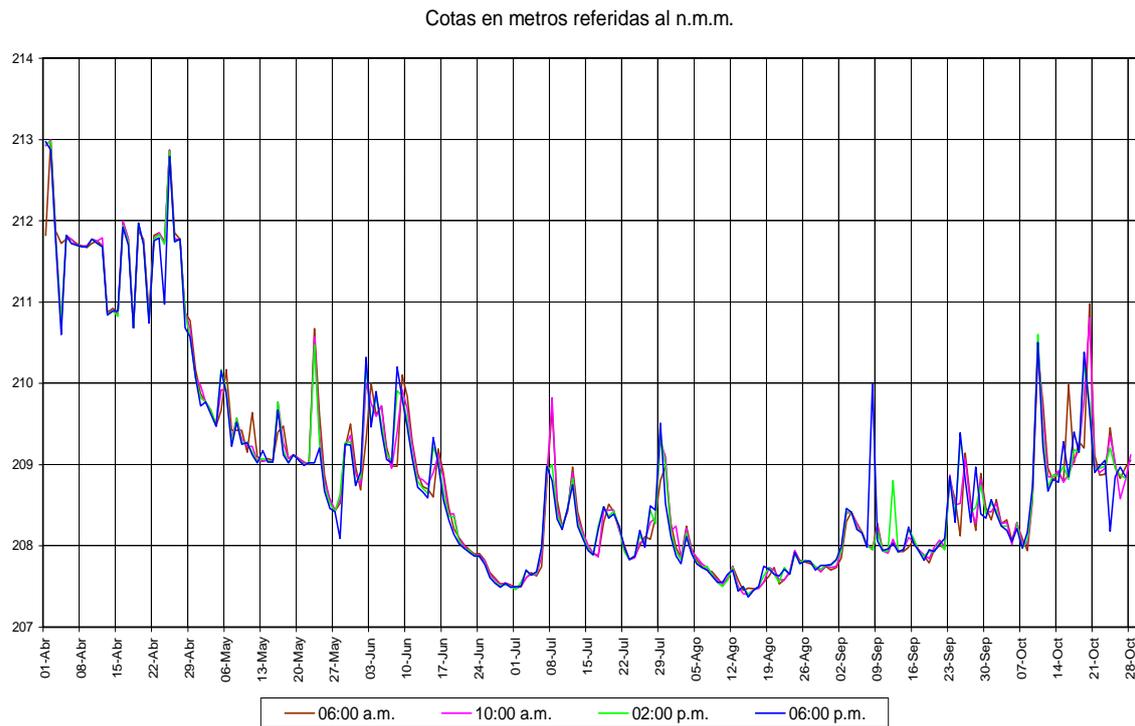


Gráfico 08.- Histograma de niveles del río Urubamba en la CC.NN Maldonadillo (año 2002)

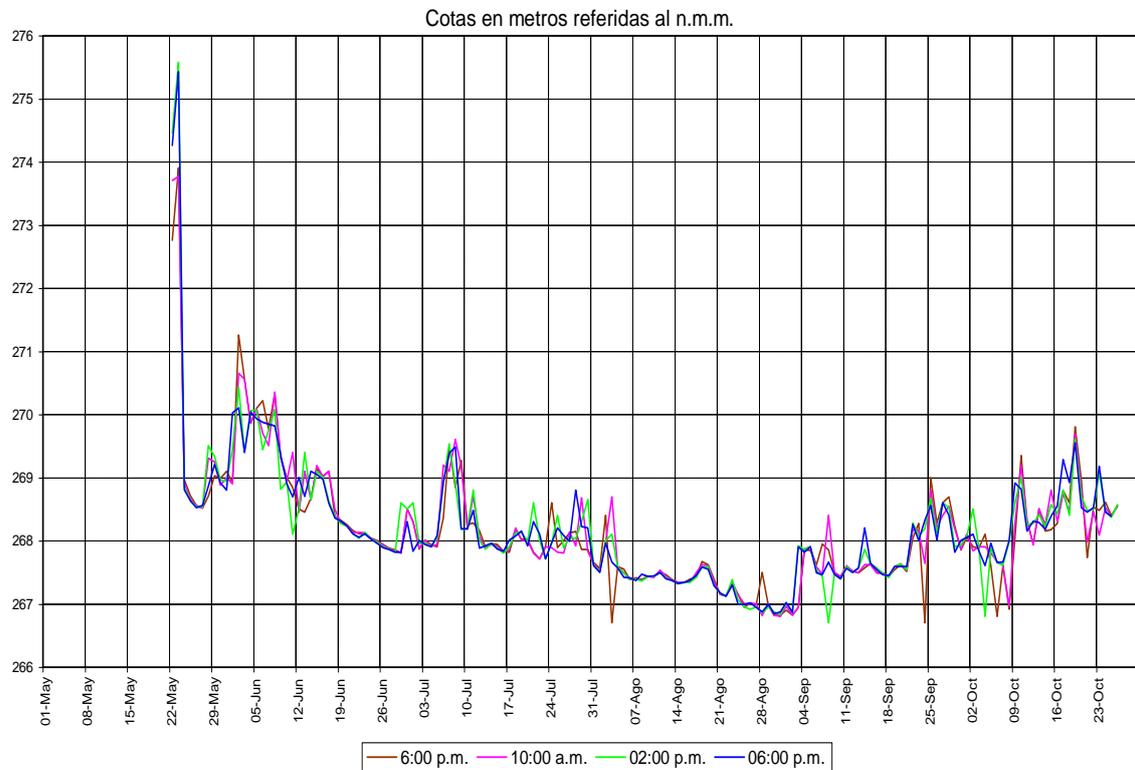


Gráfico 09.- Histograma de niveles del río Sepahua en la CC.NN Sepahua (año 2002)

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

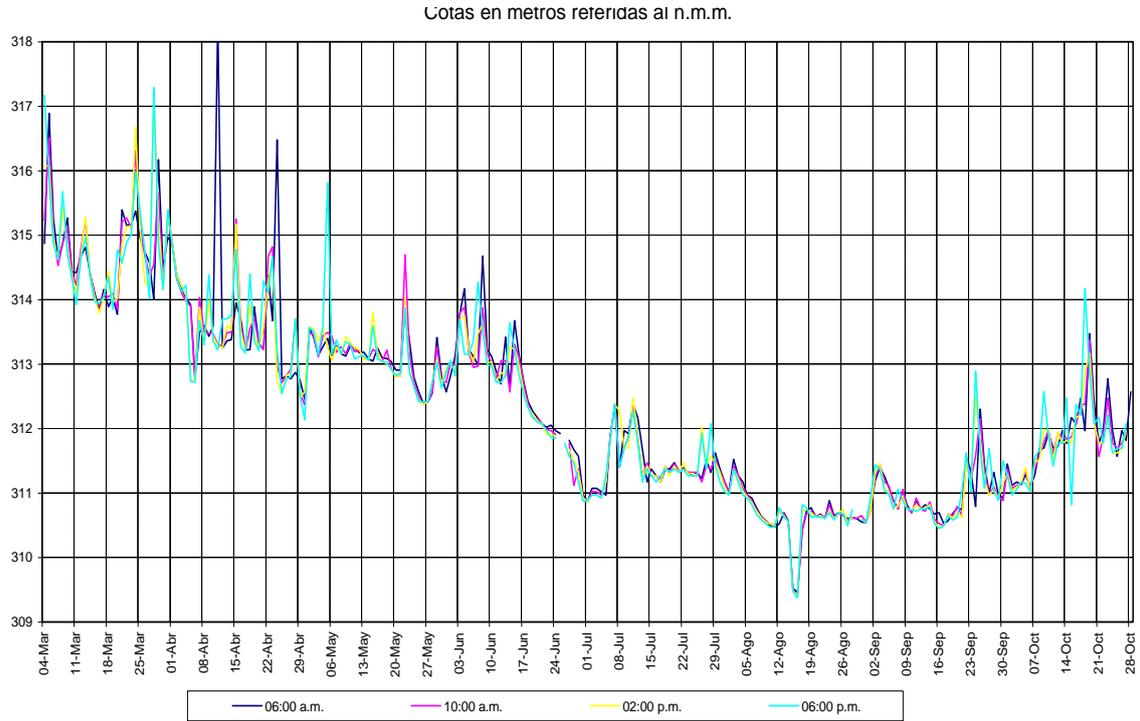


Gráfico 10.- Histograma de niveles del río Urubamba en la CC.NN Nuevo Mundo (año 2002)

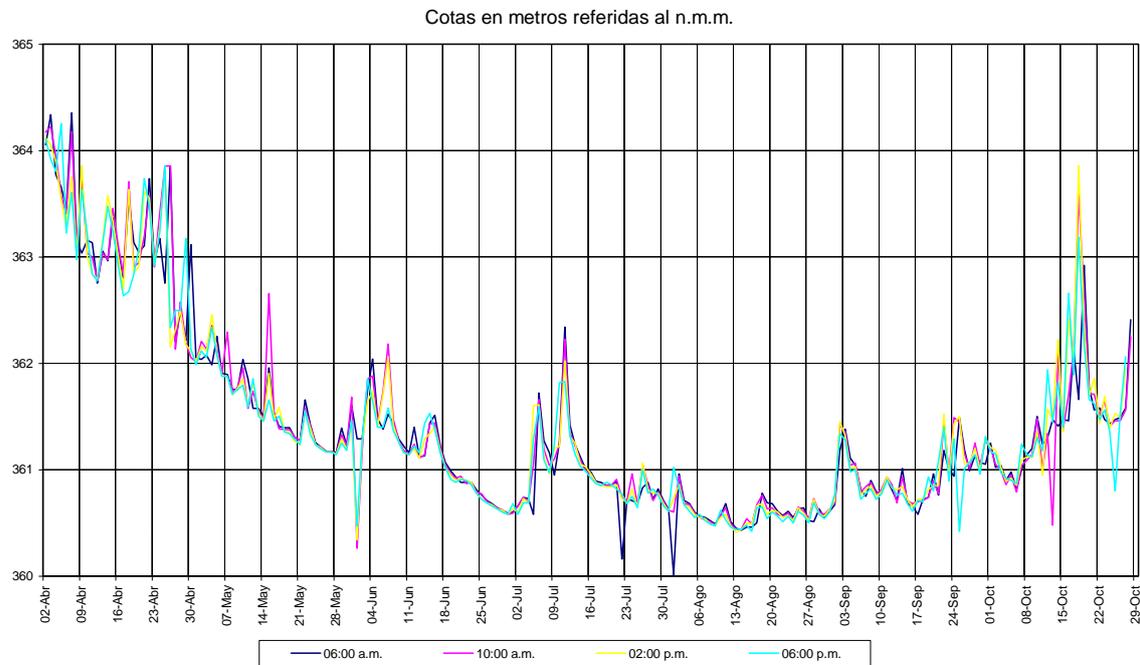


Gráfico 11.- Histograma de niveles del río Malvinas en la CC.NN Malvinas (año 2002)

## **4.2 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO**

### **4.2.1 Objetivo de las mediciones batimétricas.**

Obtener profundidades a lo largo y ancho del cauce del río Ucayali con la finalidad de determinar el canal navegable (thalweg) y los lugares de menor profundidad por donde este discurre.

### **4.2.2 Personal**

UN	(01)	Jefe de brigada
UN	(01)	Ingeniero
DOS	(02)	Técnicos hidrógrafos operadores del programa Hypack
DOS	(02)	Técnicos hidrógrafos operadores de ecosonda
DOS	(02)	Técnicos motoristas
UN	(01)	Técnico práctico

### **4.2.3 Equipos de batimetría**

DOS	(02)	DGPS con señal diferencial satelital submetrica
DOS	(02)	Ecosondas hidrográficas digitales
TRES	(03)	Radios transreceptores VHF Motorola.
DOS	(02)	Computadoras portátiles con licencia Hypack
UNA	(01)	Cámara fotográfica
UN	(01)	GPS de bolsillo Garmin
DOS	(02)	Embarcaciones menores

### **4.2.4 Especificaciones técnicas para las mediciones batimétricas**

El levantamiento batimétrico del río Urubamba en el tramo Atalaya – boca del Camisea se ejecutó de acuerdo al siguiente detalle:

Una batimetría efectuada con la lancha HIDRO IV por medio de secciones transversales al canal principal, con una separación entre ellas de UN (01) km y otra del canal navegable, a lo largo del tramo de estudio. (Ver fotografía 17)



Fotografía 17.- Embarcaciones empleadas

Las profundidades se obtuvieron empleando ecosondas hidrográficas trabajando en cada una de las embarcaciones, registrando profundidades de manera simultáneamente en forma digital en archivos del programa Hypack Max 2008, a intervalos que variaron entre 3 y 5 segundos.

La calibración de las ecosondas se realizó al inicio y término de cada día de sondaje, mediante el uso de una sondaleza graduada, corrigiendo la profundidad por variación de la velocidad del sonido (1450 m/seg) para agua dulce con alta concentración de sedimentos. La resolución de la ecosonda utilizada es de 5 cm. por cada 100 m de profundidad medida.

En el gabinete los sondajes fueron reducidos por variación diaria del nivel del río, por inmersión de transductor y a un nivel de vaciante extrema, para lo cual fue necesaria la realización de un modelamiento hidráulico lineal, haciendo uso del software HEC-RAS. Para esta simulación se empleó la data actual e histórica de los niveles de río convertidas a cotas geoidales en los cuatro lugares considerados, los caudales líquidos medidos en los diferentes tramos del río, así como la geometría de las secciones transversales levantadas. (Ver anexo IV).

El posicionamiento horizontal de los sondajes fue realizado mediante un DGPS con señal diferencial satelital, el cual asegura una precisión submétrica para el posicionamiento horizontal de los sondajes.

#### **4.2.5 Metodología empleada para los levantamientos batimétricos**

El programa Hypack Max 2008 desarrollado para levantamientos hidrográficos, integra en tiempo real los datos de cada punto sondado con la ecosonda (profundidades en metros) y posicionados horizontalmente con el DGPS en coordenadas UTM o geográficas referidas al Datum WGS-84. (Ver fotografía 18).



Fotografía 18.- Ecosonda y DGPS empleados en la batimetría

Los sondeos durante el levantamiento batimétrico son grabados de manera automática, en pares ordenados en archivos brutos del programa Hypack Max. (Ver fotografía 19).



Fotografía 19.- Líneas planificadas de las secciones de batimetría en el software Hypack

En la embarcación con la que se realiza la batimetría, se tiene el control total del trabajo, la posición horizontal de la lancha es observada por medio de un icono que la representa sobre la pantalla de la computadora portátil, teniendo como fondo un plano del área grillado con las líneas planificadas a levantar. Este icono va variando su posición sobre el plano de fondo de acuerdo al movimiento de la embarcación, sirviendo de guía para que el timonel pueda conducir la lancha sobre las líneas planificadas.

#### **4.2.6 Reducción de Sondajes**

Para los trabajos de batimetría se realizaron tres tipos de reducciones:

a) Por calado o inmersión de transductor

El transductor de la ecosonda se encuentra empotrado en el casco de la embarcación o amarrado a un costado de esta, trabaja sumergido a una determinada profundidad dentro del espejo de agua, este valor fue medido para luego sumarlo a las profundidades registradas al momento de editar los sondajes. En el caso de la embarcación HIDRO IV, este valor fue de 25 cm.

b) Por nivel del río

Esta reducción se realizará debido a la variación del nivel del agua en el río, durante las horas que se ejecuta el trabajo batimétrico. El río Urubamba suele variar rápidamente en pocas horas, por lo cual se consideró registrar el nivel del espejo de agua en cada una de las estaciones cada TRES (03) horas obteniéndose CINCO (05) lecturas diarias.

c) Por pendiente y continuidad hidráulica

En el presente estudio, la longitud levantada del río fue de 279 km, siendo necesario controlar el nivel del espejo de agua en TRES (03) estaciones limnimétricas, procurando guardar una equidistancia entre ellas, DOS (02) en los extremos y UNA (01) en medio del trayecto total. Los datos de estas estaciones fueron convertidos a cotas geoidales con la finalidad de obtener las variaciones de pendiente hidráulica entre ellas, durante los días que se efectuaron los trabajos batimétricos. Así mismo, para efectuar una reducción de niveles efectiva a una extrema vaciante, ha sido necesario realizar un modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS, integrando los datos de niveles de río, la geometría de las 272 secciones transversales al canal principal del río y los 19 aforos líquidos realizados a lo largo de todo el tramo de estudio, desde Pucallpa hasta Atalaya tanto en la travesía de ida como en el de retorno. (Ver anexo IV)

#### **4.2.7 Metodología para el procesamiento de datos batimétricos**

En el gabinete se editaron los sondajes de la batimetría, corrigiendo el sondaje defectuoso, seguidamente se efectuaron las correcciones para la reducción de sondajes a niveles de máxima vaciante.

Luego se efectuó un sorteo con un radio de 15 m para la escala de 1/5000 y 40 m para los planos a la escala 1/15000.

Asimismo, se efectuó la batimetría del canal navegable, procurando coincidir con el thalweg del río. Se levantó una longitud total de 379 km durante el viaje de retorno.

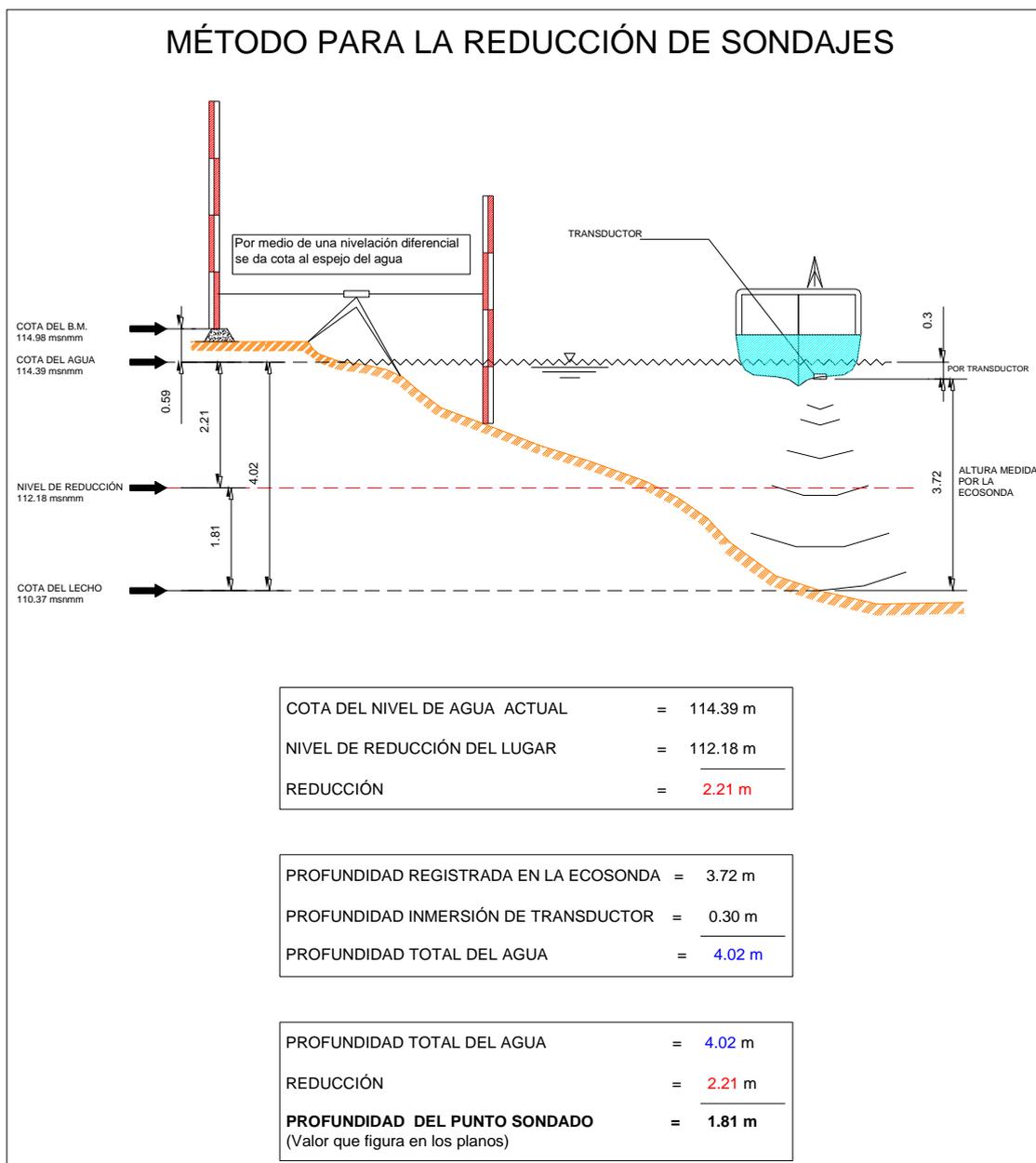


Gráfico 12.- Ejemplo para reducir sondajes en un lugar próximo a un BM con cota conocida.

#### 4.2.8 Planos de planta

Se han editado un total de VEINTE (20) cartas de navegación, impresas en hojas de tamaño A1, a la escala horizontal 1/15000, debidamente traslapadas entre sí, poseen orientación norte - sur. En ellas se presentan los diagramas de las riberas digitalizadas a partir de la imagen satelital Alos de marzo del 2008 la cual fue debidamente orto-rectificada y geo-referenciada de acuerdo a lo descrito en el capítulo VI. Poseen grillado UTM y marcaciones de coordenadas geográficas referidas al datum geodésico horizontal WGS-84.

Así mismo, contiene sondajes en metros referidos a un nivel de máxima vaciante, tanto de las secciones transversales levantadas como del canal navegado en la travesía de ida. Todas las cartas poseen un croquis de ubicación general del área de estudios dentro del mapa del Perú y otro croquis donde se resalta la ubicación de la carta dentro del tramo Atalaya - Camisea. Asimismo, poseen una marcación progresiva en kilómetros desde aguas arriba de la desembocadura del río Camisea (0+000) hasta su confluencia con el río Tambo, la cual ha sido trazada siguiendo el thalweg del río. (Ver anexo IX)

#### **4.2.9 Planos de secciones transversales**

Se han editado un total de ONCE (11) planos de secciones transversales en hojas de tamaño A1, donde se grafican las elevaciones de las 272 secciones levantadas. Estas se encuentran graficadas de acuerdo a los términos de referencia a escala de 1/5000 en la horizontal y 1/500 en las elevaciones.

Las secciones se encuentran ubicadas verticalmente en cotas geoidales y horizontalmente por medio de coordenadas de la intersección de esta con el thalweg. En cada una de ellas se ha graficado el nivel de río en el momento del levantamiento y el nivel de máxima vaciante, ambos calculados por el software HEC-RAS.

Las secciones se encuentran identificadas por medio de su número de línea y presentadas en los planos del anexo IX.

#### **4.2.10 Planos del perfil longitudinal**

Se han editado un total de DIEZ (10) planos del perfil longitudinal en hojas de tamaño A1, trazados a través del thalweg entre las secciones transversales levantadas cubriendo 279 km. El kilómetro “cero” se encuentra aguas arriba en la afluencia del río Camisea en el Urubamba.

Estos perfiles se encuentran graficados de acuerdo a los términos de referencia a escala de 1/15000 en la horizontal y 1/150 en las elevaciones. Las longitudes se encuentran en kilómetros y las alturas en metros referidos a cotas geoidales.

Se ha graficado el espejo de agua correspondiente a un nivel de río de máxima vaciante calculado por el software HEC-RAS.

Los planos en los que se presenta el perfil longitudinal, poseen tres secciones en tramos de 9 km a excepción del último plano en el cual se presentan cuatro tramos. (Ver anexo IX).

### 4.3 AFOROS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

#### 4.3.1 Objetivo de los aforos líquidos.

Medir la cantidad de agua que discurre por una determinada sección transversal, parámetro que es de utilidad para realizar balances hídricos así como el modelamiento del espejo de agua para la correcta reducción de sondajes.

El aforo, acción de medir la cantidad de agua que pasa por una determinada sección transversal de un canal, también se le conoce como descarga o caudal líquido, es directamente proporcional al área de la sección transversal y de la velocidad media del agua que la atraviesa.

#### 4.3.2 Personal participante

UN	(01)	Ingeniero
UN	(01)	Técnico Hidrógrafo
UN	(01)	Técnico Motorista
UN	(01)	Ayudante de campo

#### 4.3.3 Equipos y materiales

Un	(01)	ADCP
UN	(01)	DGPS Omnistar con señal satelital
UN	(01)	GPS Garmin
UNA	(01)	Computadora portátil
TRES	(03)	Radios transreceptores
UNA	(01)	Cámara fotográfica
UN	(01)	Muestreador de sedimentos en suspensión.
UN	(01)	Muestreador de sedimentos de fondo.

Embarcación HIDRO IV con motor fuera de borda 60 HP

#### 4.3.4 Metodología para la medición del caudal líquido

Para la medición de caudales se utilizó un ADCP modelo Río Grande de 600 khz, fabricado por RDI Instruments. Este equipo puede ser usado en ríos desde 1 hasta 75 m de profundidad, permitiendo obtener la sección de aforo, las velocidades y direcciones de las corrientes en toda el área de la sección en forma rápida y precisa.

El programa WINRIVER, asociado al equipo durante la medición, va sumando pequeños caudales parciales correspondientes a pequeñas celdas que van siendo medidas durante el proceso de avance de la embarcación sobre la sección, integrándolos de manera continua desde el inicio hasta que se da por finalizado el aforo (cuando se arriba a la orilla opuesta), obteniéndose en ese instante todos los datos del aforo líquido.

La tecnología empleada nos permite obtener un registro continuo de la velocidad, profundidad y visualizar cómo se van acumulando los pequeños caudales parciales de las celdas que conforman la sección de aforo de manera rápida y precisa. El equipo se instala en un brazo rebatible de aluminio como se muestra en la fotografía 20, diseñado especialmente para operar en una embarcación menor.



Fotografía 20.- El ADCP y el DGPS en el brazo basculante

El equipo ADCP, se ubica en la parte inferior del brazo que se sumerge en el espejo de agua a una profundidad de 40 cm, mientras que en la parte superior se ubica la antena del DGPS, con la finalidad de dar posición exacta y precisa a los sondajes. (Ver fotografías 20 y 21).



Fotografía 21.- Efectuando un aforo con el ADCP

#### 4.3.5 Resultados de los aforos líquidos

En el tramo Atalaya - Camisea se realizó un total de 27 aforos líquidos, cuyos resultados se presentan mediante el anexo V. A continuación se presenta el cuadro 09 el resumen de dichos aforos.

ORD.	SECCIÓN	FECHA	Total Q	Area	Ancho	Veloc. Bote	Q/Area
			[m³/s]	[m²]	[m]	[m/s]	[m/s]
1	Atalaya - río Tambo	22/12/2008	1849.0	2044.3	581.5	1.509	0.905
2	Desembocadura	22/12/2008	3738.1	2717.2	783.0	1.419	1.376
3	Abajo río Sepahua	28/12/2008	4357.0	1996.8	354.6	1.285	2.182
4	Arriba río Sepahua	28/12/2008	4425.6	1900.1	332.7	1.614	2.330
5	Río Mishahua	28/12/2008	520.3	397.9	127.8	0.820	1.308
6	Abajo río Miaria	28/12/2008	3687.5	1861.1	549.0	1.881	1.982
7	Arriba río Miaria	28/12/2008	3464.0	1968.7	432.8	1.598	1.760
8	Abajo río Sensa	28/12/2008	3432.7	1678.6	303.3	1.418	2.045
9	Arriba río Sensa	28/12/2008	3641.8	1756.2	282.1	1.583	2.074
10	Abajo río Yamehua	28/12/2008	3390.4	1613.9	250.6	1.158	2.106
11	Arriba río Yamehua	28/12/2008	3484.9	1771.6	312.0	1.360	1.968
12	Abajo río Miraya	29/12/2008	3117.2	1462.5	301.8	1.303	2.135
13	Arriba río Miraya	29/12/2008	2914.1	1339.3	255.2	1.355	2.176
14	Abajo río Piccha	29/12/2008	2958.7	1381.1	276.9	1.278	2.143
15	Arriba río Piccha	29/12/2008	2695.3	1066.6	248.5	1.618	2.534
16	Río Camisea	30/12/2008	439.5	518.3	127.1	0.836	0.848
17	Arriba río Camisea	30/12/2008	2262.1	992.5	249.8	1.451	2.282
18	Abajo río Camisea	30/12/2008	2740.5	1257.2	287.1	1.401	2.180
19	Abajo río Piccha	30/12/2008	3158.0	1444.5	252.0	1.384	2.187
20	Abajo río Yamehua	31/12/2008	3836.3	1619.9	214.3	1.462	2.371
21	Abajo río Sensa	31/12/2008	3871.7	1752.1	339.2	1.631	2.211
22	Abajo río Miaria	31/12/2008	3825.5	2101.8	546.4	2.047	1.827
23	Abajo río Sepahua	02/01/2009	4695.4	2176.7	378.5	1.366	2.157
24	Abajo río Piquiria	02/01/2009	4792.3	3150.6	570.4	3.184	1.521
25	Abajo río Sepa	02/01/2009	4841.9	2404.6	452.1	1.717	2.014
26	Abajo Qda. Pucarí	03/01/2009	4305.9	2307.0	237.8	1.599	1.868
27	Desembocadura	04/01/2009	4028.9	3283.4	780.7	1.691	1.227

Cuadro 09.- Resumen de los aforos realizados en el río Urubamba

De estos aforos los que se cuentan con una referencia de nivel geoidal fija del río son los siguientes:

<b>LUGAR</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>NIVEL RÍO</b>
Atalaya	22-12-08	9:53	210.90
Desembocadura 1	22-12-08	12:43	210.91
Sepahua abajo	28-12-08	9:53	276.77
Sepahua arriba	28-12-08	10:09	276.77
Camisea	30-12-08	08:45	351.80
Arriba de Camisea	30-12-08	9:00	351.80
Abajo de Camisea	30-12-08	9:24	351.80
Abajo de Sepahua	02-01-09	9:32	351.93
Desembocadura 2	04-01-09	7:06	211.54

Cuadro 10.- Niveles de río correspondientes a los aforos realizados



Fotografía 22.- Realizando un aforo con ADCP aguas arriba de la desembocadura del río Camisea

Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

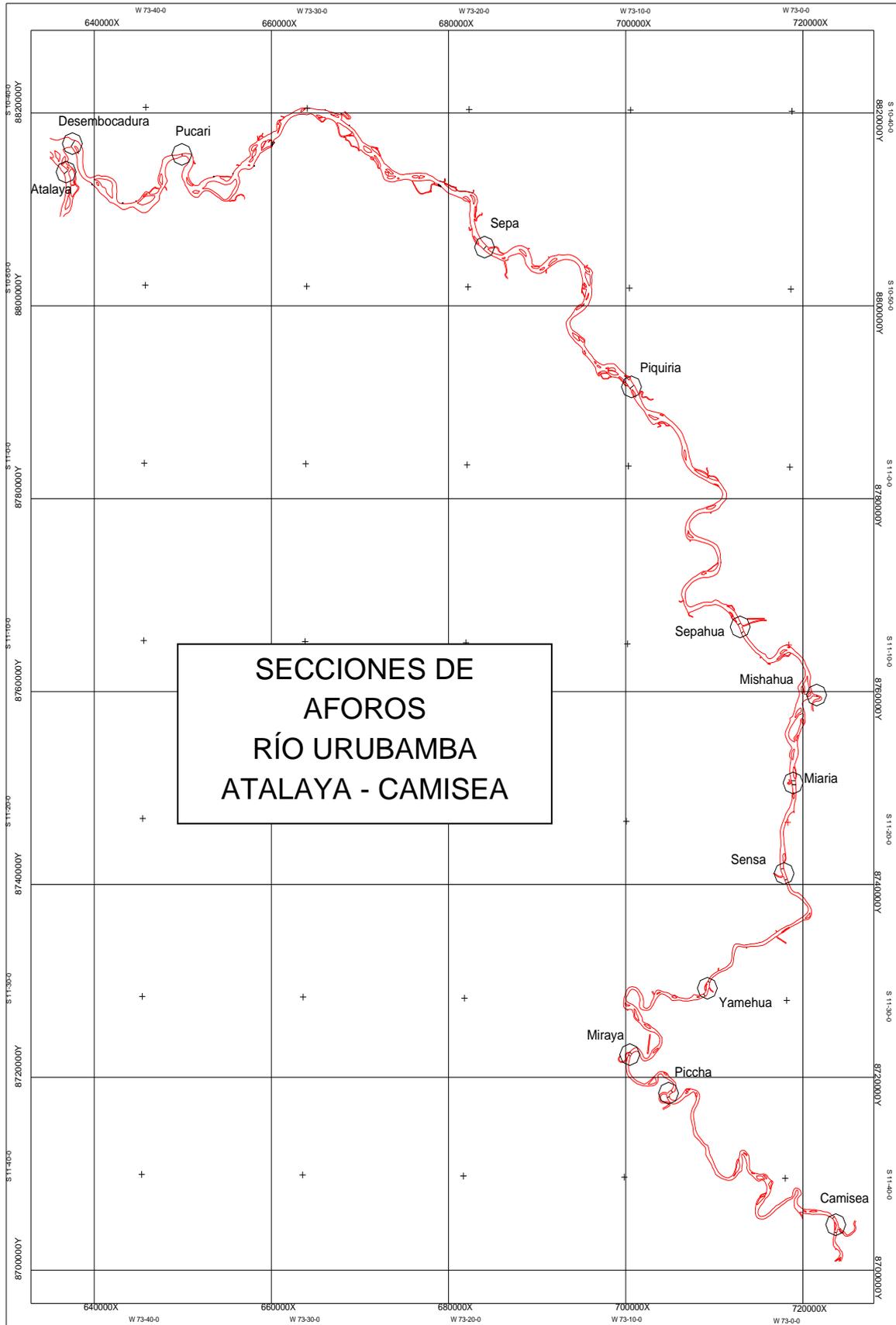


Gráfico 13.- Lugares donde se efectuaron aforos

#### 4.3.6 Metodología para el muestreo de sedimentos en suspensión

Para conocer la concentración del material que se transporta en suspensión un determinado río, se puede efectuar muestreos de agua en 1, 3 ó 5 verticales distribuidas uniformemente y simétricamente al eje del canal de acuerdo al ancho de la sección de aforos; a mayor cantidad de muestras la medición es más representativa. El método que se describe a continuación se denomina “**integral de la bolsa plegable**”; consistente en bajar el muestreador de sedimentos en suspensión de manera vertical y a una velocidad constante hasta que toque el lecho del río, seguidamente se procede a recogerlo izándolo con la misma velocidad con la que fue bajado. Lo cual se hace posible, valiéndose de un winche manual provisto de un cable de acero de suficiente longitud y un escandallo (lastre metálico de 50 kg con forma hidrodinámica). Asimismo, la lancha de trabajo debe mantener su ubicación en el río sobre un punto donde se planeó realizar el muestreo, mediante maniobras con timón y motor se logra que éste mantenga una posición casi estática, la cual es mas fácil de controlar por medio del programa Hypack Max 2008, ploteando la posición permanentemente sobre la sección.



Fotografía 23.- Muestreador de sedimentos en suspensión

Para dar por válido el muestreo realizado, se verifica que el contenido de la botella no sea mayor a 2000 cc ni menor a 1000 cc. Sí el volumen de la muestra se encuentra entre estos dos valores se procede a guardarla en un balde plástico con tapa para evitar que pueda ser alterada durante el proceso de medición.

Caso contrario se desecha la muestra y se realiza un nuevo muestreo, efectuando correcciones a la velocidad de muestreo o cambiando la boquilla de la botella muestreadora, hasta lograr que el volumen extraído sea el requerido.

Una vez que se terminan de extraer las muestras de las verticales planificadas, se debe mezclar el contenido del balde convenientemente antes de separar la muestra definitiva haciendo uso de un embudo, la cual será de un volumen aproximado a 500 cc. Finalmente, se procede al envasado de la muestra en una botella que debe ser de plástico transparente, de un volumen ligeramente mayor a la muestra separada.

#### **4.3.7 Resultados del muestreo de sedimentos en suspensión**

En las estaciones limnimétricas de Sepahua (San Felipe) y Camisea se realizaron aforos sólidos, en ellos se extrajeron tres muestras de agua en las verticales que se ubicaban a 1/3, 1/2 y 2/3 del ancho del canal; las cuales fueron finalmente reducidas a una sola muestra integral por cada sección aforada. Luego, en el laboratorio fueron analizadas por el método de filtrado usando papel tornasol y una balanza electrónica de precisión. (Ver cuadros 01 y 02 del anexo VI)

En el río Urubamba, en los lugares donde se realizaron la instalación de DOS (02) estaciones limnimétricas, también fueron considerados para la realización de aforos sólidos,



Fotografía 24.- Equipo para el muestreo de sedimentos en suspensión aguas abajo de la desembocadura del río Camisea

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

Análisis de una Muestra Integral

SECCION MAESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ANALISIS	VOLUMEN (ml.)	PESO CRISOL + PAPEL	CRISOL + PAPEL + MUESTRA	PESO DE MUESTRA (gr.)	CONCENT. (gr./lt.)	CAUDAL LIQUIDO (m3/seg.)	CAUDAL DE SOLIDOS (tn./día)
Abajo del río Sepahua	28/12/2008	18/01/2009	200	45.650	45.830	0.180	0.900	4,357	338,800
Abajo del río Camisea	29/12/2008	17/01/2009	200	45.600	45.880	0.280	1.400	2,741	331,491

Cuadro 11.- Cálculo del transporte de sedimentos en suspensión

### 4.3.8 Metodología para el muestreo de sedimentos de fondo

Los sedimentos de fondo fueron extraídos en tres verticales distribuidas simétricamente a lo ancho de la sección a 1/3, 1/2 y a 2/3. Para lo cual, se hace uso de una draga manual, tirada por un cabo con una longitud superior al triple de la profundidad del lugar de muestreo.

La cantidad requerida para el análisis puede variar dependiendo del tipo de material que se recolecta, puede ser necesario 1000 g si es una muestra fina o 3000 g si es bastante gruesa con piedras grandes.

En el laboratorio, esta muestra ha sido analizada por el método del tamizado.



Fotografía 25.- Muestreador de sedimentos de fondo

#### 4.3.9 Resultados del muestreo de sedimentos de fondo

En cada una de las secciones de aforos ubicadas próximas a las estaciones limnimétricas preestablecidas (CC.NN. Sepahua y Camisea), se extrajeron sedimentos de fondo en tres sectores de cada sección, dos de ellas cercanas a las riberas y la tercera en el centro del canal, posteriormente, estas muestras fueron analizadas en el laboratorio Estudios Especiales PTR de la ciudad de Iquitos, habiéndose obtenido los resultados de granulometría por tamizado, los mismos que son presentados mediante los cuadros del 03 al 08 del Anexo VI. Con estos resultados se han elaborado los gráficos 12 y 13 correspondientes a cada una de las secciones en las que se realizó este muestreo, con el objetivo de extraer los diámetros D50 y D90 de las muestras de sedimentos de fondo.



Fotografía 26.- Extrayendo una muestra de sedimentos de fondo

En el cuadro 12 se resume el cálculo efectuado para el transporte de sedimentos de fondo, el cual ha empleado la cuarta fórmula de Meyer Peter Muller. Esta fórmula ha podido ser usada ya que se han obtenido todos los parámetros que se requiere, como son: los diámetros D50 y D90, el área de la sección de aforos, ancho de la sección y la velocidad media de la corriente, los cuales fueron extraídos de los gráficos 12 y 13 del cuadro 09 “Resultados de los aforos líquidos”.

**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea**  
**CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Río Urubamba Sección de Aforos Sepahua  
28/12/2008

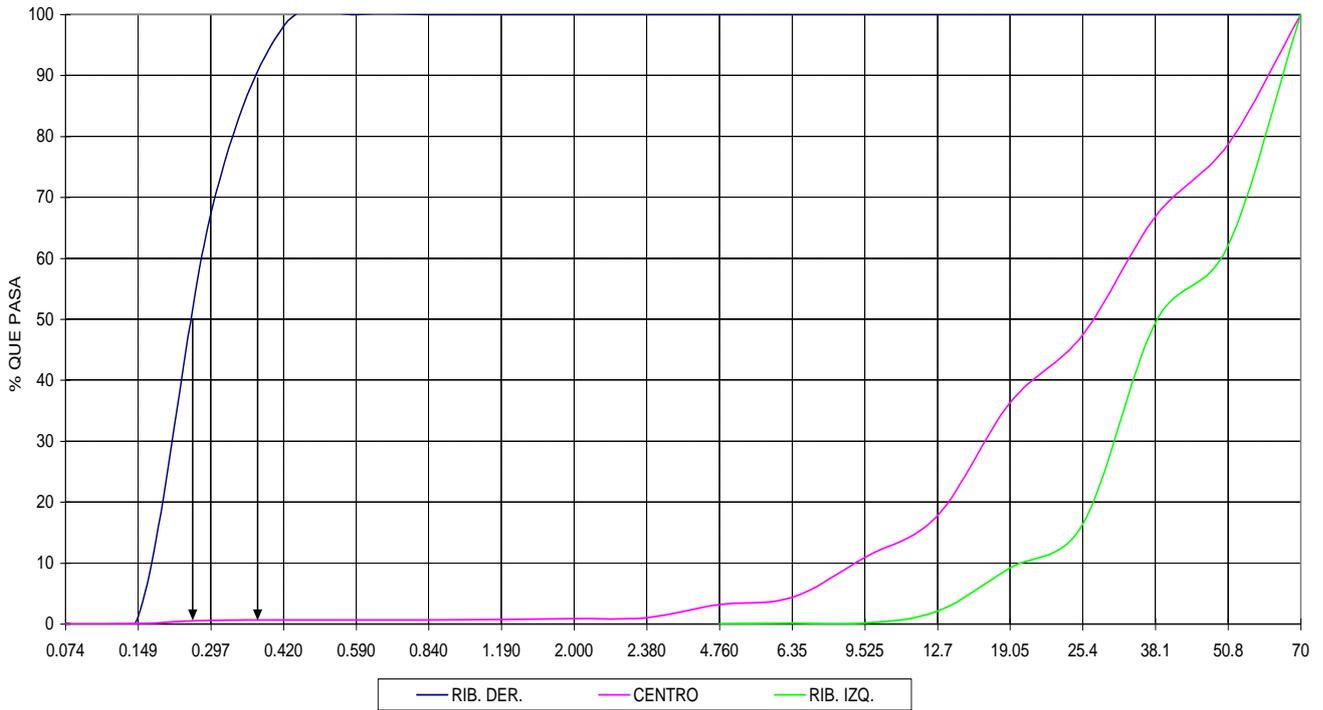


Gráfico 12.- Extrayendo los diámetros D50=0.260 y D90 = 0.382

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Río Urubamba Sección Camisea  
29/12/2008

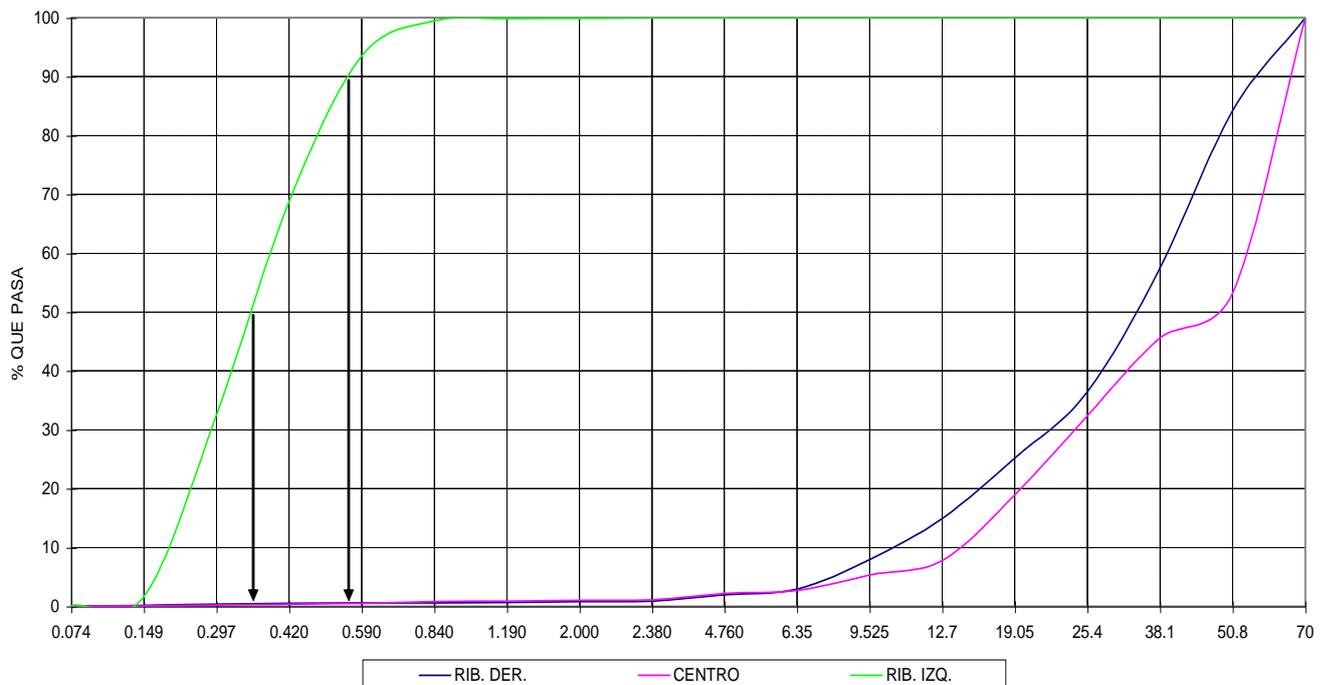


Gráfico 13.- Extrayendo los diámetro D50=0.350 y D90 = 0.520

## TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DE FONDO

CUARTA FORMULA DE MEYER PETER MULLER

SECCION	AREA (m <sup>2</sup> )	ANCHO (m.)	R (m.)	NR-1	NR-2	DIST	S	V (m/seg.)	D50 (mm.)	D90 (mm.)	n'	n	TSF (tn/día)
Sepahua	1,996.80	354.60	5.63	211.956	276.778	150197.2	4.3E-04	2.182	0.240	0.390	0.0104	0.0301	12,717
Camisea	1,257.20	287.10	4.38	276.178	351.799	129454.8	5.8E-04	2.18	0.359	0.550	0.0110	0.0297	12,882

<b>R:</b>	radio hidráulico	<b>D50 :</b>	diámetro que pasan el 50% de partículas
<b>NR-1:</b>	nivel de río aguas abajo	<b>D90 :</b>	diámetro que pasan el 90% de partículas
<b>NR-2:</b>	nivel de río aguas arriba	<b>n :</b>	coeficiente de rugosidad de Manning
<b>S :</b>	pendiente hidráulica	<b>n' :</b>	coeficiente de rugosidad
<b>V :</b>	velocidad media en la sección	<b>TSF :</b>	transporte de fondo
		$TSF = 233.037643 (D_{90})^{3/2} ((n'/n)^{3/2} R S) / (1.65 D_{90} / 1000) - 0.047)^{3/2} A$	
		$n' = (D_{90} / 1000)^{1/6} \cdot 1/26 \quad y \quad n = R^{2/3} \cdot (S)^{1/2} / V$	

Cuadro 12 .- Resumen del cálculo del transporte de sedimentos de fondo en dos estaciones de aforos

## V AFLUENTES E INFRAESTRUCTURA

### 5.1. Afluentes

A continuación una breve descripción de los mismos.

#### 5.1.1 POR LA MARGEN DERECHA.

1. **Río Camisea.-** Nace en las alturas de la provincia de Concepción, departamento del Cuzco y desemboca en el río Urubamba con un ancho de 160 m. Es navegable por motores fuera de borda, Su principal afluente es el río Cashiriani. En sus márgenes se desarrollan las CC.NN. de Segaquiato, Cashiriani y Puerto Pepe Pérez; en la desembocadura se encuentra instalada un campamento de la compañía petrolera Pluspetrol.
2. **Quebrada Sangarensiato.-** Se origina de riachuelos en las zonas altas de la CC.NN Shivankoreni. Solo es navegable en canoas en época de creciente.
3. **Quebrada Curiosari.-** Los arroyos que discurren de las partes elevadas de la CC.NN Shintorini, dan origen a esta quebrada que es navegable en canoas en época de creciente.
4. **Río Yamegua.-** Nace de pequeños tributarios en las alturas de la CC.NN Nueva Vida, en su desembocadura se asienta el poblado Yamegua. Una extensión de 3 millas es navegable por embarcaciones con motores fuera de borda, luego solo por canoas.
5. **Río Tahuaya.-** Se origina de pequeños tributarios en las alturas de la CC.NN Nueva Luz, navegable por embarcaciones con motores fuera de borda en época de creciente.
6. **Río Paquiria.-** Nace en las alturas de la CC.NN Nueva Luz, tiene como principales afluentes la quebrada Aguas Negras, quebrada Shirantari y en río Cashantiari. Es navegable por embarcaciones con motores fuera de borda.
7. **Quebrada Motoriato.-** Se originan de la confluencia de las aguas que discurren en las zonas altas de la comunidad Nueva Luz, es navegable en canoas en época de creciente hasta cierto tramo.
8. **Río Huacarupa.-** Navegable por canoas en época de creciente.
9. **Río Mishahua.-** Nace en las alturas de la provincia de Purús, entre sus afluentes principales cuenta con los ríos Paco, Serjalí, Tigre, Vinuya y Dorado; desemboca en el Urubamba con un ancho de

250 m. (ver fotografía 27). Cerca de su formación, el lecho es de piedras y de riberas altas, luego el lecho se vuelve arenoso, fangoso y con riberas bajas. La velocidad media de la corriente es de 2 nudos. No existen mayores obstáculos a la navegación, pudiendo navegarse en embarcaciones menores con 3 pies de calado todo el año y en creciente hasta con 5 pies de calado hasta el poblado Nahuas. En su nacimiento, existe un varadero que se comunica con la quebrada Shahuinto, afluente del río Manú. Entre sus afluentes se encuentra el río Serjalí, que desemboca por la margen izquierda puede navegarse por embarcaciones de 1.5 pies de calado hasta el istmo de Fitzcarrald; desde el cual existe un varadero de 7 km. de longitud que se recorre en 2 horas para llegar a la hoya de Madre de Dios. Los principales poblados que se desarrollan en las riberas de este río son Vista Alegre, Los Ángeles y Nahuas.



Fotografía 27- Vista de la desembocadura del río Mishahua

**10. Río Sepahua.-** Nace en las alturas del poblado Unión Zungaro, límite regional entre Ucayali y Madre de Dios, recibiendo por la margen derecha las aguas de la quebrada Machete y del río Shimbillo y por la margen izquierda del río Sambuyacu. Su desembocadura tiene un ancho aproximado de 190 m. Sus orillas son altas, rocosas y escarpadas donde se ubican los poblados de Unión Zungaro, Sachavacayo, Agua Negra entre otros; presenta muchas playas o bajos de cantos rodados conocidos también como cashueras que pueden ser pasadas sólo por canoas. En creciente se puede llegar en embarcaciones con motor fuera de borda hasta la boca de la quebrada Unión. En sus orígenes hay un varadero que conduce al río Cújar formador del río Purús, desde la quebrada Machete y se transita a pie en 7 horas pudiéndose llegar luego por vía fluvial hasta el río Purús.

**11. Quebrada Piquiria.-** Pequeña quebrada navegable por canoas. Nace en las alturas de la CC.NN Bufeo Pozo.

12. **Quebrada Mapalia.-** Se conoce también con el nombre de Mapullio. Nace de los arroyos y es navegable por canoas.
13. **Río Inuya.-** También conocido con el nombre de Inuje. Nace de pequeñas quebradas y desemboca a 24 millas de la confluencia de los ríos Tambo y Urubamba, con 170 metros de ancho, disminuyendo luego notoriamente. Las aguas de este río son limpias y tranquilas, no presentando las características tormentosas del Urubamba. En creciente puede navegarse por embarcaciones de 4 pies de calado hasta la quebrada Mapuya o Mishansha (a 80 millas de su desembocadura). Desde este punto sale un varadero, que llega hasta el río Curiaja, afluente del río Purús, que se recorre en 3 días a pie.
14. **Quebrada Pucani.-** Se origina de torrentes (aguas de caudal irregular que sobrevienen en tiempos de lluvia), discurre por un lecho de gravas, navegable solo por canoas en creciente.
15. **Quebrada Mapichirija.-** Nace en las alturas de Vista Alegre navegable por embarcaciones con motor fuera de borda hasta 1.5 millas desde su desembocadura durante todo el año; aguas arriba solo es navegable en canoas.
16. **Quebrada Aguajal.-** Se origina de las escorrentías en la parte elevada de la CC.NN Nueva Esperanza, su régimen es pluvial; navegable solo por canoas.
17. **Quebrada Sabaluyo.-** Empleado por los pobladores para internarse selva adentro con canoas.

#### **5.1.2 POR LA MARGEN IZQUIERDA.**

1. **Quebrada Capironshanpiari.-** Nace de la confluencia de dos arroyos y es navegable por canoas en época de creciente.
2. **Río Piccha.-** Nace de los torrentes en el límite de la cuenca del río Pichari afluente del río Ene, su principal afluente es el río Pangoreni y es navegable por embarcaciones con motor fuera de borda durante todo el año hasta poblado Mayapo; aguas abajo se desarrolla el poblado Puerto Guayana y cerca a la desembocadura el poblado Kiringueti. (Ver fotografía 28)



Fotografía 28.- Vista de la desembocadura del río Piccha

3. **Río Miraya.-** Nace de pequeñas quebradas en las alturas de la CC.NN Tangoshiari, es navegable por embarcaciones con motores fuera de borda en época de creciente.
4. **Río Huitiricoya.-** Nace de pequeñas quebradas en las alturas de la CC.NN Nuevo Mundo y Porotobango, es navegable por embarcaciones de motor fuera de borda hasta 15 millas desde su desembocadura.
5. **Quebrada Mamariato.-** Pequeño tributario del río Urubamba, nace de dos arroyos en los límites de las comunidades de Nueva Vida y Sensa, es navegable por canoas en época de creciente.
6. **Quebrada Piyuya.-** Tributario del río Urubamba, nace en los límites de la CC.NN Nueva Luz y Sensa, es navegable tres millas aguas arriba desde su desembocadura por canoas; en época de creciente con embarcaciones con motor fuera de borda.
7. **Quebrada Chiquijapa.-** Afluente que nace de la confluencia de varios arroyos desde los límites de la CC.NN Nueva Luz y Sensa y es navegable por canoas en época de creciente.
8. **Río Sensa.-** Nace de pequeñas quebradas en las alturas de la CC.NN Sensa y Miaria, es navegable con embarcaciones con motor fuera de borda en creciente. Ver fotografía 29.



Fotografía 29.- Vista de la desembocadura del río Sensa

9. **Quebrada Huacaruyoc.-** Tributario del Urubamba que nace de la confluencia de varios arroyos y es navegable por canoas en época de creciente.
10. **Río Miaria.-** Nace de pequeñas quebradas que discurren de los límites de Ucayali y Cusco; en las alturas de las comunidades nativas de Miaria y Puerto Rico, navegable con embarcaciones con motor fuera de borda durante el año teniendo cuidado de las quirumas. (Ver fotografía 30)



Fotografía 30.- Vista de la desembocadura del río Miaria

11. **Quebrada Ashcuya.-** Nace de la confluencia de arroyos en las alturas de la CC.NN Puerto Rico, es navegable por canoas en época de creciente.

12. **Quebrada Cumarillo.-** Su origen es la confluencia de riachuelos las alturas de la CC.NN Puerto Rico, en época de creciente es navegable por embarcaciones con motor fuera de borda.
13. **Quebrada Puletal.-** Pequeña quebrada que nace en las alturas de la CC.NN San Fernando, es navegable por canoas en creciente.
14. **Quebrada Chaquiza.-** Pequeña quebrada navegable en creciente por embarcaciones con motor fuera de borda en creciente; en época de vaciante se ve limitado a canoas
15. **Río Sepa.-** Nace de torrentes en las alturas del poblado Onconashari y sirve como vía de acceso a este poblado y a los poblados de Capirona y Unión Miraflores.
16. **Río Cumarillo.-** Tiene su origen en los límites de la cuenca del río Ene, de la confluencia de riachuelos y es navegable por embarcaciones con motor fuera de borda en época de creciente.
17. **Río Mapalja.-** Tiene su origen es la alturas del poblado Mapalja, de la confluencia de riachuelos, navegable con embarcaciones fuera de borda desde su desembocadura hasta la mitad de su recorrido en época de creciente.
18. **Quebrada Taquila.-** Nace de torrentes de la zona alta del poblado Taquila, navegable por canoas en hasta el curso medio.
19. **Río Huao.-** Nace de pequeñas quebradas en los límites de la cuenca del río Ene de lecho pedregoso, navegable por embarcaciones con motor fuera de borda en creciente.
20. **Quebrada San José.-** Se origina de torrentes en las alturas de la CC.NN San José, navegable por embarcaciones tipo peque peque y por canoas en creciente.



**Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

<b>Nombre</b>	<b>Ancho de la boca (m)</b>	<b>Margen</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Camisea	160	Derecha	11° 42' 44.94" S	072° 56' 42.35" W
Piccha	180	Izquierda	11° 35' 18.11" S	073° 07' 23.61" W
Huepaya	100	Izquierda	11° 32' 59.68" S	073° 09' 44.95" W
Huitiriciyol	105	Izquierda	11° 29' 44.18" S	073° 08' 12.44" W
Yamehua	117	Derecha	11° 29' 18.29" S	073° 04' 49.18" W
Tahuaya	36	Derecha	11° 27' 01.38" S	073° 02' 29.94" W
Paquiria	113	Derecha	11° 26' 23.90" S	073° 00' 37.78" W
Sensa	145	Izquierda	11° 22' 59.52" S	073° 00' 16.19" W
Huacaruya	80	Derecha	11° 19' 21.33" S	072° 59' 37.16" W
Miaria	85	Izquierda	11° 17' 42.21" S	072° 59' 46.83" W
Mishagua	250	Derecha	11° 12' 47.59" S	072° 58' 30.95" W
Sepahua	190	Derecha	11° 08' 58.11" S	073° 02' 53.81" W
Piquiria	162	Derecha	10° 55' 58.32" S	073° 09' 22.52" W
Sepa	152	Izquierda	10° 48' 30.99" S	073° 17' 45.73" W
Cumarillo	85	Izquierda	10° 46' 41.80" S	073° 19' 47.07" W
Mapalja	90	Izquierda	10° 44' 35.05" S	073° 22' 20.77" W
Inuya	170	Derecha	10° 40' 20.72" S	073° 27' 54.11" W
Huao	160	Izquierda	10° 45' 12.56" S	073° 34' 50.78" W

Tabla 05.- Ríos afluentes del río Urubamba

<b>Nombre</b>	<b>Ancho de la boca (m)</b>	<b>Margen</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Capironshianpiari	48	Izquierda	11° 42' 01.29" S	072° 58' 14.55" W
Sangarensiato	62	Derecha	11° 40' 49.12" S	072° 59' 00.27" W
Curiosari	70	Derecha	11° 41' 10.14" S	072° 59' 56.12" W
Mamariato	72	Izquierda	11° 29' 01.88" S	073° 04' 57.23" W
Piyuya	63	Izquierda	11° 28' 21.44" S	073° 04' 14.84" W
Motoriato	80	Derecha	11° 24' 08.05" S	072° 59' 04.10" W
Huacaruyoc	65	Izquierda	11° 22' 59.77" S	073° 00' 16.07" W
Barrial	50	Izquierda	11° 20' 31.42" S	073° 00' 27.25" W
Ashcuya	72	Izquierda	11° 11' 02.50" S	073° 01' 17.68" W
Cumarillo	65	Izquierda	11° 10' 40.48" S	073° 01' 44.25" W
Puletal	89	Izquierda	11° 08' 14.68" S	073° 06' 13.14" W
Chaquira	60	Izquierda	11° 07' 32.41" S	073° 06' 33.46" W
Mapalia	97	Derecha	10° 46' 09.27" S	073° 19' 36.35" W
Taquila	48	Izquierda	10° 42' 08.90" S	073° 32' 09.54" W
Mapichirija	60	Derecha	10° 42' 59.10" S	073° 37' 02.50" W
Aguajal	55	Derecha	10° 42' 35.95" S	073° 37' 46.69" W
San José	40	Izquierda	10° 44' 26.97" S	073° 38' 49.94" W
Sabaluyo	50	Derecha	10° 42' 15.64" S	073° 43' 57.15" W

Tabla 06.- Quebradas afluentes del río Urubamba

## 5.2 Infraestructura

En el tramo de estudio existe muy poca infraestructura portuaria, lo poco que existe se reduce a pequeños embarcaderos fluviales con algunas rampas y/o escalinatas que por lo general no llegan a los niveles de río más bajos. Las operaciones de carga y descarga son únicamente manuales salvo las que se pudieron apreciar en La Peruanita, donde la empresa que explota el gas de Camisea posee rampa y maquinaria pesada, para este tipo de operaciones. Fuera del área de estudio se ha podido constatar que el principal eje fluvial esta formado por la ruta Pongo Mainique - Timpia - Camisea - Kirigueti - Miaria - Sepahua - Bufeio Pozo - Maldonadillo - Atalaya, interconectándose con otro eje formado por la ruta Puerto Ocopa - Poyeni - Atalaya por el río Tambo. Estos dos ejes son navegables todo el año por embarcaciones menores de la región denominadas “pongueras”, se integran con el eje del alto Ucayali que es permanente navegable por embarcaciones medianas con cuatro pies de calado, uniendo las ciudades de Atalaya – Pucallpa.

### **CC. NN. Maldonadillo**

Cuenta con un embarcadero rústico, que varía de acuerdo a cada creciente, mediante un varadero se comunica con Atalaya en el río Tambo. (Ver fotografía 31)



Fotografía 31.- Vista del embarcadero de la CC.NN Maldonadillo

### **CC. NN. Sepahua**

Se encuentra a la margen derecha del río Sepahua

Cuenta con un embarcadero donde las operaciones se realizan en forma manual. Posee escalinata peatonal y una rampa de concreto (Ver fotografía 32 y 33)



Fotografía 32.- Vista del embarcadero del Sepahua



Fotografía 33.- Vista del embarcadero del Sepahua

### CC. NN. Miaria

Se encuentra a la margen izquierda a orillas del río Miaria. Posee un embarcadero construido con escalinata de concreto donde las operaciones de carga se realizan en forma manual. (Ver fotografía 34)



Fotografía 34.- Vista del embarcadero de la CC.NN Miaria

### **CC. NN. Nueva Luz**

Embarcadero ubicado en la margen derecha del río Urubamba. Aprovechando la configuración del terreno se ha acondicionado una rampa de embarque de carga y pasajeros. (Ver fotografía 35)



Fotografía 35.- Vista del embarcadero de la CC.NN Nueva Luz

### **CC. NN. Bufe Pozo**

Cuenta con una rampa de concreto para el embarque de pasajeros y desembarque de carga. Las operaciones portuarias se realizan en forma manual. (Ver fotografía 36).



Fotografía 36.- Vista del embarcadero de la CC.NN Bufe Pozo

### **CC. NN. Sensa**

Cuenta con embarcadero acondicionado de acuerdo a la configuración de la ribera donde las operaciones de carga y descarga se realizan en forma manual. (Ver fotografía 37).



Fotografía 37.- Vista del embarcadero de la CC.NN Sensa

### **La Peruanita**

Cuenta con una rampa acondicionada para embarque y desembarque de carga y pasajeros la compañía petrolera Pluspetrol. (Ver fotografía 38).



Fotografía 38.- Vista del embarcadero del campamento de compañía Pluspetrol "La Peruanita"

Este embarcadero es de mucha importancia para el transporte acuático, sobre todo para la compañía explotadora del gas de Camisea, por constituir el lugar mas extremo hasta donde pueden arribar las embarcaciones durante las épocas de vaciante con DOS (2) pies de calado. (Ver fotografía 39).



Fotografía 39.- Rampa en el embarcadero "La Peruanita"

### **CC. NN. Camisea**

Cuenta con una escalinata peatonal y rampa para operaciones de carga y descarga manual de pequeños bultos. (Ver fotografías 40 y 41).



Fotografía 40.- Vista del embarcadero de la CC.NN. de Camisea



Fotografía 41.- Detalles del embarcadero de Camisea, rampa y escalinata de cemento

## **VI LEVANTAMIENTO DEL PERFIL DE RIBERAS**

### **6.1 Introducción**

En los últimos años la tecnología ha permitido emplear imágenes satelitales para realizar relaciones espaciales y estudios multitemporales de los ríos de la amazonía.

La obtención del perfil de riberas para el diagnóstico de navegabilidad del río se realizó a través de un mosaico de imágenes satelitales Advanced Land Observing Satellite (ALOS) Radar Palsar de 10 m de resolución ortoreferenciadas y georeferenciadas con la finalidad de corregir errores de ubicación en el espacio geográfico.

El satélite ALOS está compuesto de dos sensores ópticos, que obtienen imágenes en color del planeta con resolución de 10 m e imágenes tridimensionales en tonos grises, con resolución de 2,5 m. El satélite posee además un avanzado radar PALSAR, para la captación de imágenes a través de microondas, pudiendo operar día y noche, bajo cualquier condición climática.

### **6.2 Procesamiento de imágenes satelitales**

La empresa GEOSERVICE PERU SAC (GSP) proveedora de las imágenes satelitales efectuó el servicio de procesamiento, ortorectificación y mosaico de imágenes de los ríos Ucayali y Urubamba.

La fecha de toma de imágenes fue el 03 de abril del 2008, la extensión del mosaico de imágenes comprende el río Ucayali desde la ciudad de Pucallpa hasta la desembocadura del río Camisea en el río Urubamba, en el anexo V del informe técnico del estudio de navegabilidad del río Ucayali se adjuntó DOS (02) DVD-ROM conteniendo la ortoimagen mosaico ALOS, mosaico ALOS en formato JPG con grilla, mosaico ALOS en formato TIFF, ONCE (11) archivos cada uno conteniendo las imágenes satelitales en formato TIFF.

El detalle de los procesos de corrección aplicadas a la imagen satelital adquirida se presentan en el anexo VI, informe técnico N° 1025 de la compañía proveedora contratada.

### **6.3 Trazado del perfil de riberas**

Para la obtención del perfil de riberas se utilizó CINCO (05) imágenes satelitales ortoreferenciadas y georeferenciada con una resolución de 10 por 10 m.

Con la finalidad de certificar la precisión de las correcciones efectuadas a la imagen, durante el levantamiento batimétrico se efectuaron marcaciones a ambas riberas e islas encontradas en el área de estudio, para posteriormente empleando el programa Autocad digitalizar la imagen

superponiendo la marcación obtenida, lograr la configuración al detalle del trazado del perfil del río

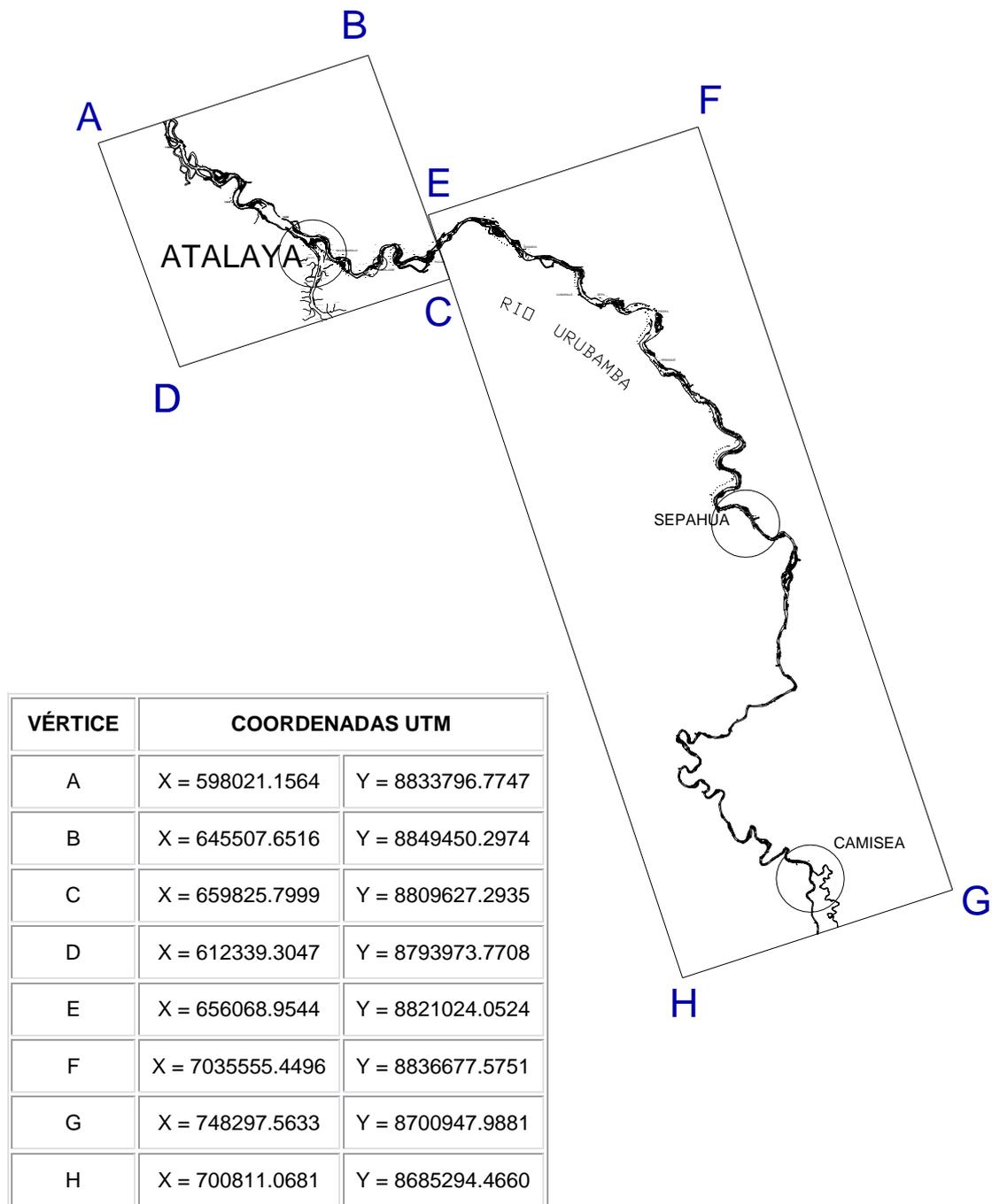


Gráfico 17.- Área definida para imagen satelital Atalaya – boca río Camisea

Diagnóstico de Navegabilidad del río Urubamba en el tramo Atalaya – Boca del río Camisea  
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

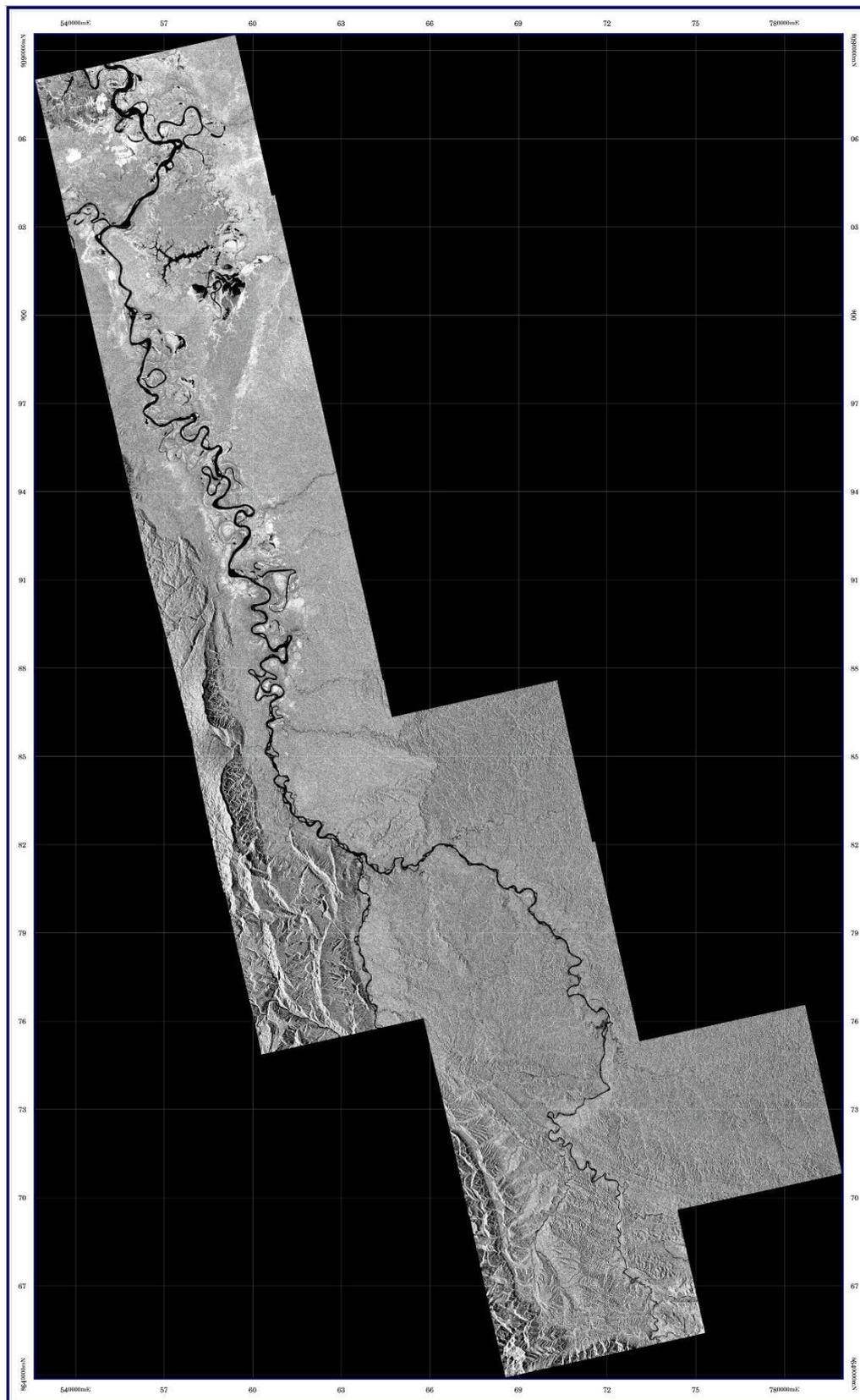


Imagen 03.- Mosaico de la imagen satelital (Yarina – Camisea)

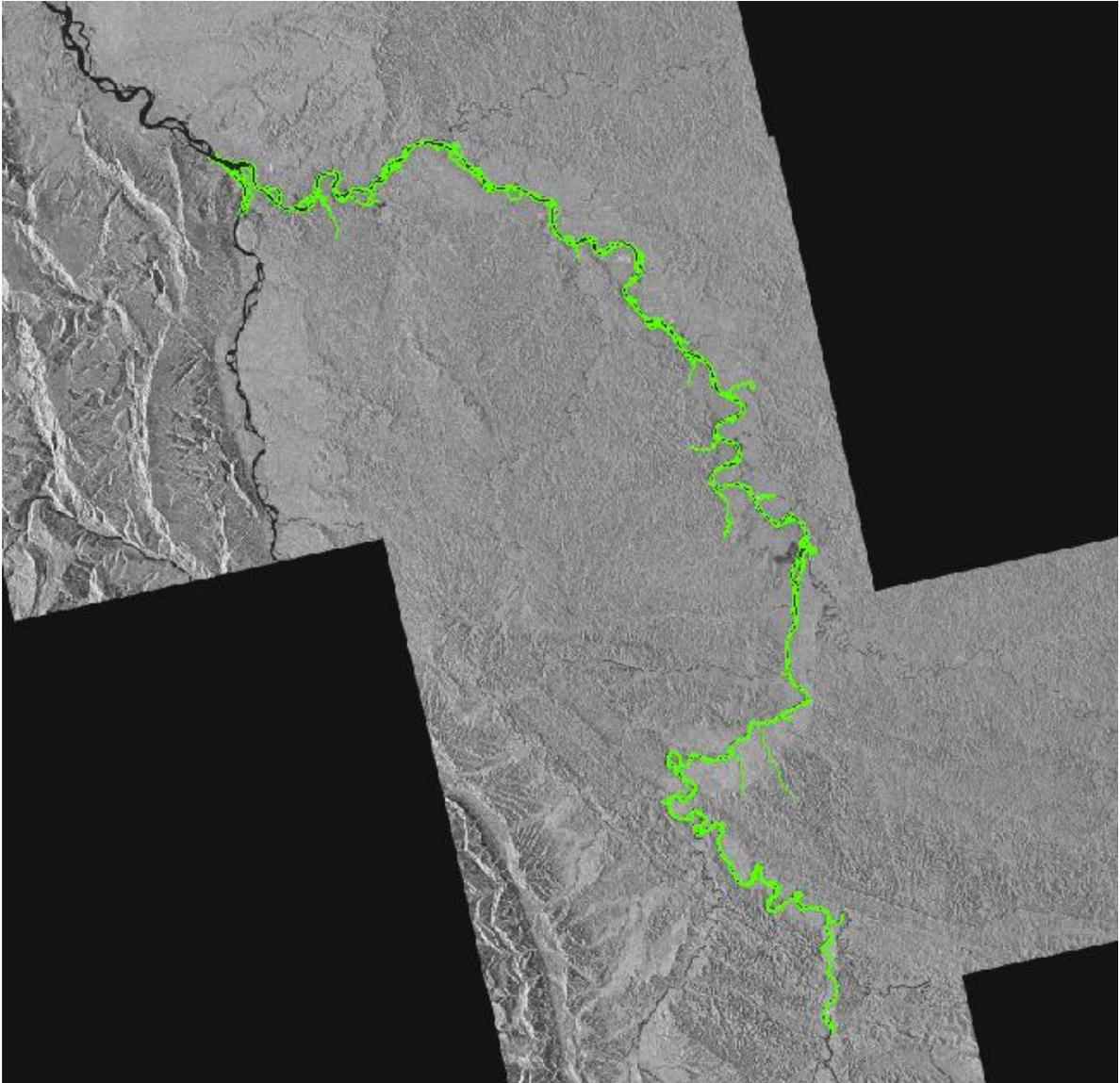


Imagen 04.- Digitalización de ribera sobre imagen satelital (Atalaya – boca río Camisea)

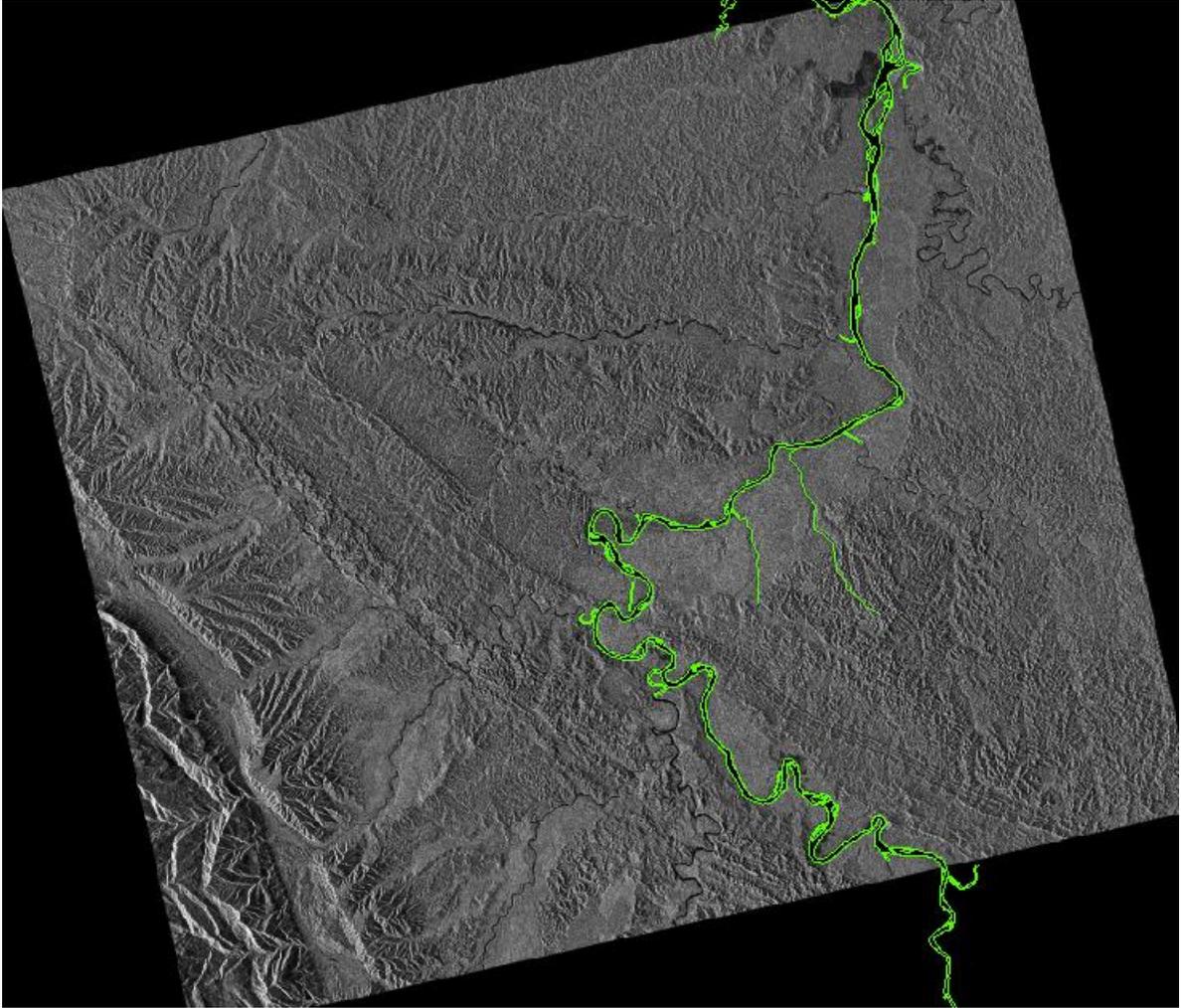


Imagen 05.- Detalle del sector de imagen satelital digitalizada, correspondiente al área Sepahua – Camisea

## VII IDENTIFICACIÓN DE MALOS PASOS

### 7.1 Definición

Los navegantes fluviales definen como “mal paso” a cualquier tramo del río que presenta las mayores restricciones u obstáculos para la navegación.

Por lo general, en la selva baja estos sectores del río tienen la particularidad de tener riberas bajas e inundables, donde el álveo del río es más ancho de lo normal y poco profundo, el canal navegable cruza de una margen hacia la otra, haciendo difícil su ubicación.

También existen malos pasos en ríos meándricos donde el canal navegable es fácilmente identificable pero el cauce es demasiado sinuoso, curvas estrechas y cerradas que limitan las maniobras por la eslora de las embarcaciones, además de presentar palos prendidos en el lecho del río.

Otros tipos de malos pasos pueden ser encontrados en los ríos de selva alta, donde las fuertes correntadas limitan la navegación por falta de potencia en las máquinas y porque cuando aumentan los caudales el peligro a transitar por ellos se incrementa de manera considerable.

### 7.2 Relación de malos pasos en el tramo de estudio

Los malos pasos identificados en el río Urubamba, tramo Atalaya – Camisea son los siguientes:

- 1.- Mal paso Capironshampiri
- 2.- Mal paso La Peruanita
- 3.- Mal paso Remolino
- 4.- Mal paso Capirona
- 5.- Mal paso Río Piccha
- 6.- Mal paso Nuevo Mundo
- 7.- Mal paso Nueva Vida
- 8.- Mal paso Sensa
- 9.- Mal paso Texas
- 10.- Mal paso Sol Naciente
- 11.- Mal paso Puletal
- 12.- Mal paso Nueva Unión
- 13.- Mal paso Bufe Pozo
- 14.- Mal paso Remoque
- 15.- Mal paso La Florida
- 16.- Mal paso Sepa
- 17.- Mal paso Córdova
- 18.- Mal paso Inuya
- 19.- Mal paso Serjali
- 20.- Mal paso Pucani
- 21.- Mal paso Rima

## Croquis de Ubicación Malos Pasos

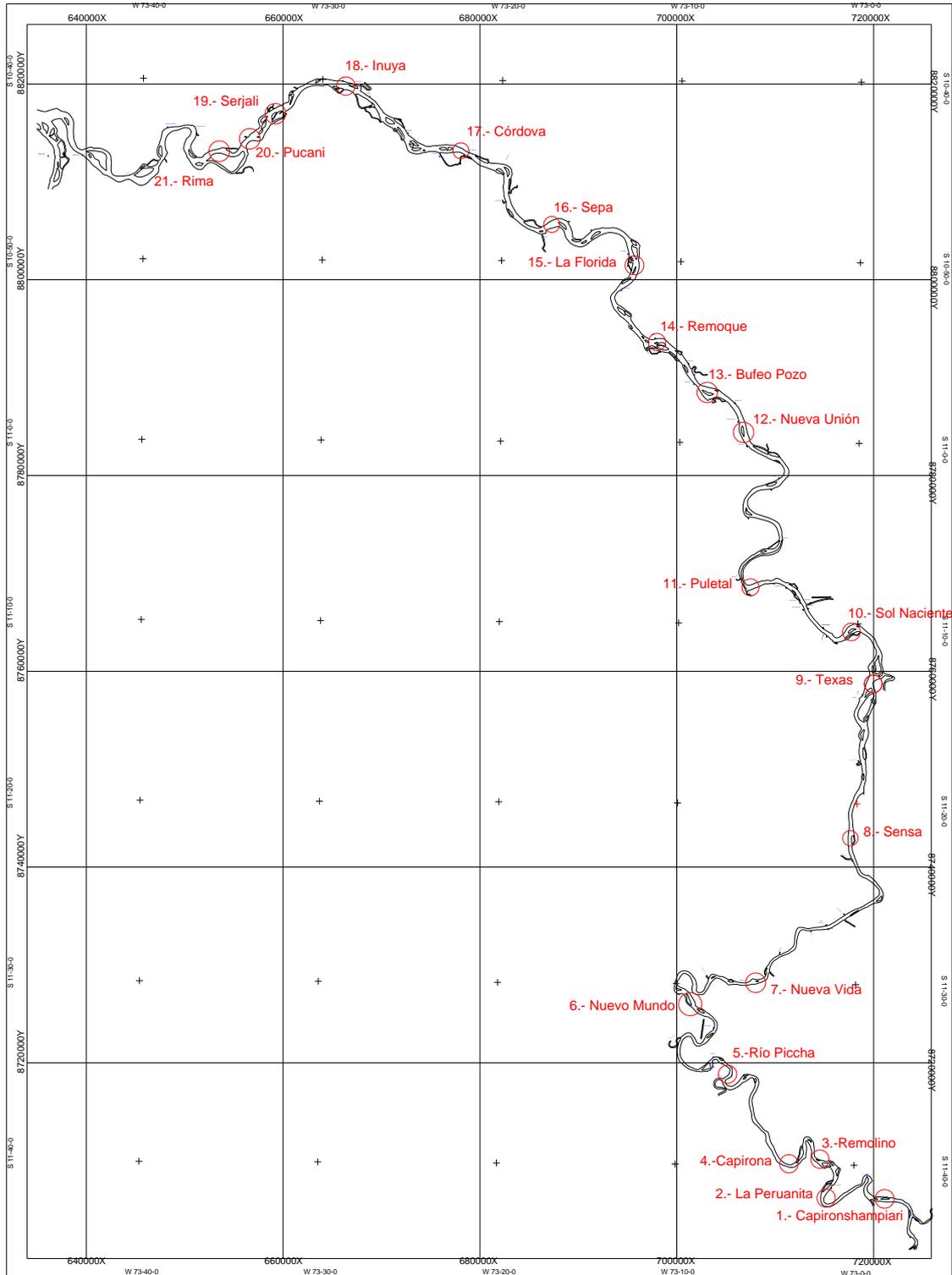


Gráfico 18.- Ubicación de los malos pasos del río Urubamba

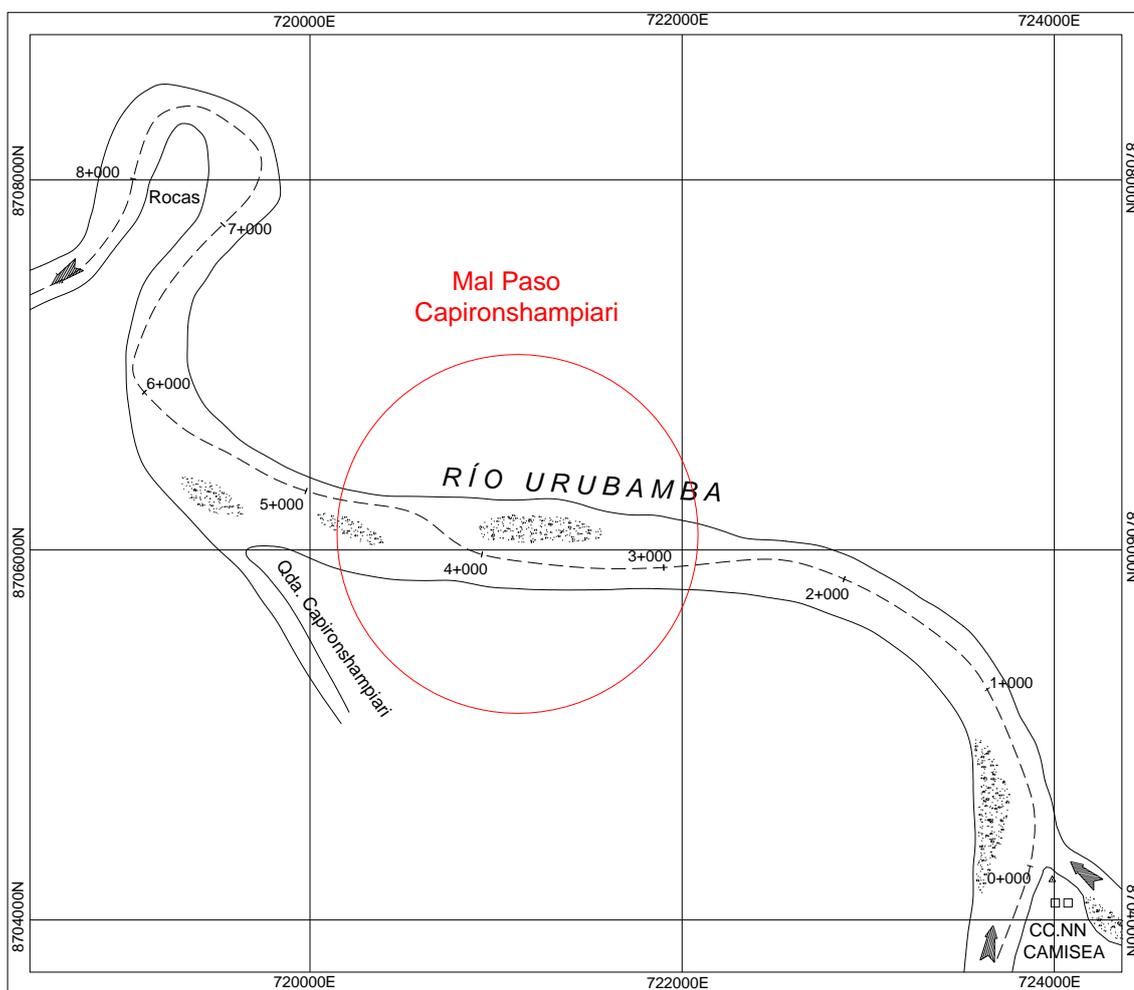
### 7.3 Descripción de malos pasos en el tramo de estudio

#### 1.- Mal Paso Capironshampiri

Se ubica entre el km 2.5 y el km 5 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal, luego se navega de manera paralela a la ribera izquierda hasta el km 4, a partir de este punto se realiza una travesía hacia la ribera derecha, para finalmente salir navegando de manera paralela a esta ribera.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.8 m.

El álveo en este tramo varía entre 365 m y 495 m de ancho y posee un lecho pedregoso.



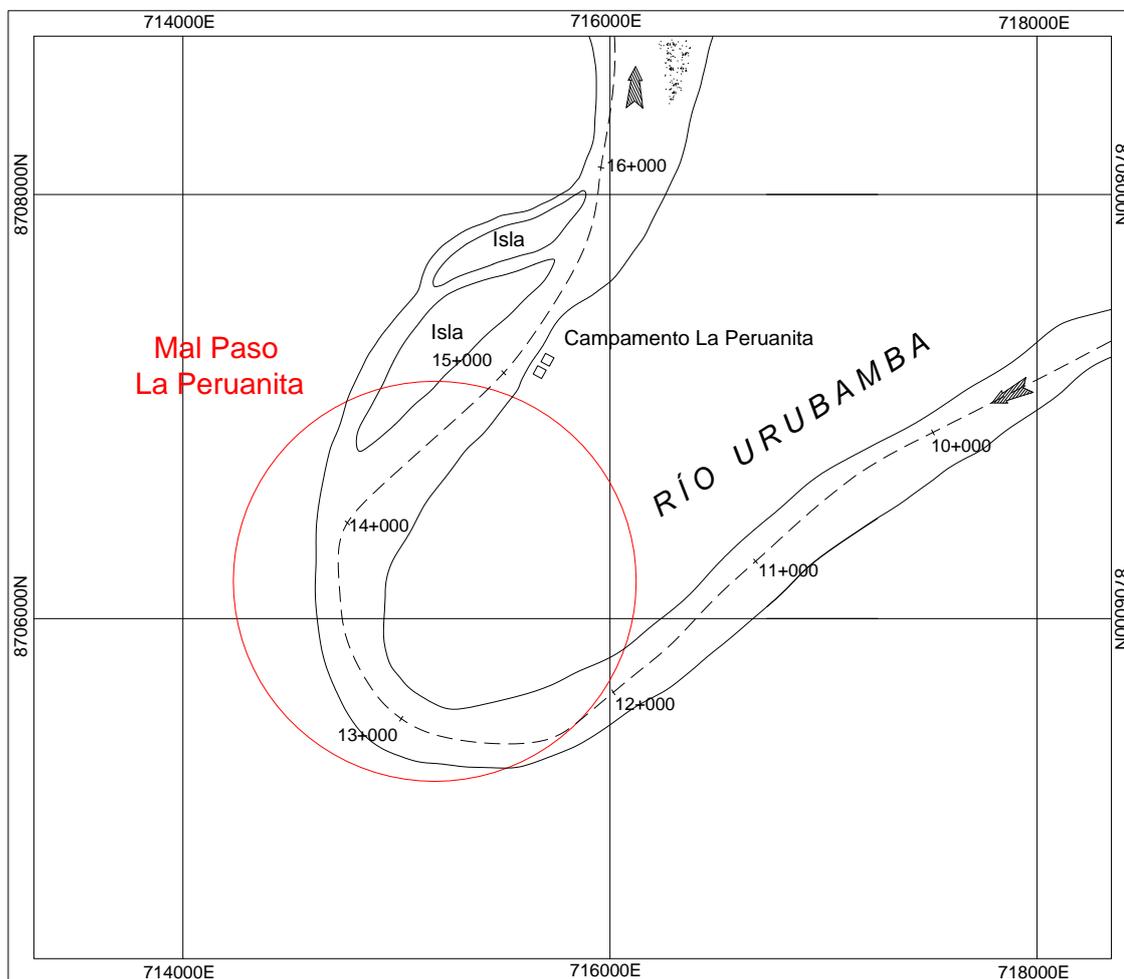
Croquis 39.- Ubicación del mal paso Capironshampiri

## 2.- Mal Paso La Peruanita

Se ubica entre el km 12 y el km 16 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y se continúa navegando por la parte central del álveo hasta llegar a la altura del campamento La Peruanita, para finalmente salir navegando de manera paralela y adyacente a la ribera izquierda.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.8 m.

El álveo en este tramo varía entre 260 m y 530 m de ancho y posee un lecho pedregoso.



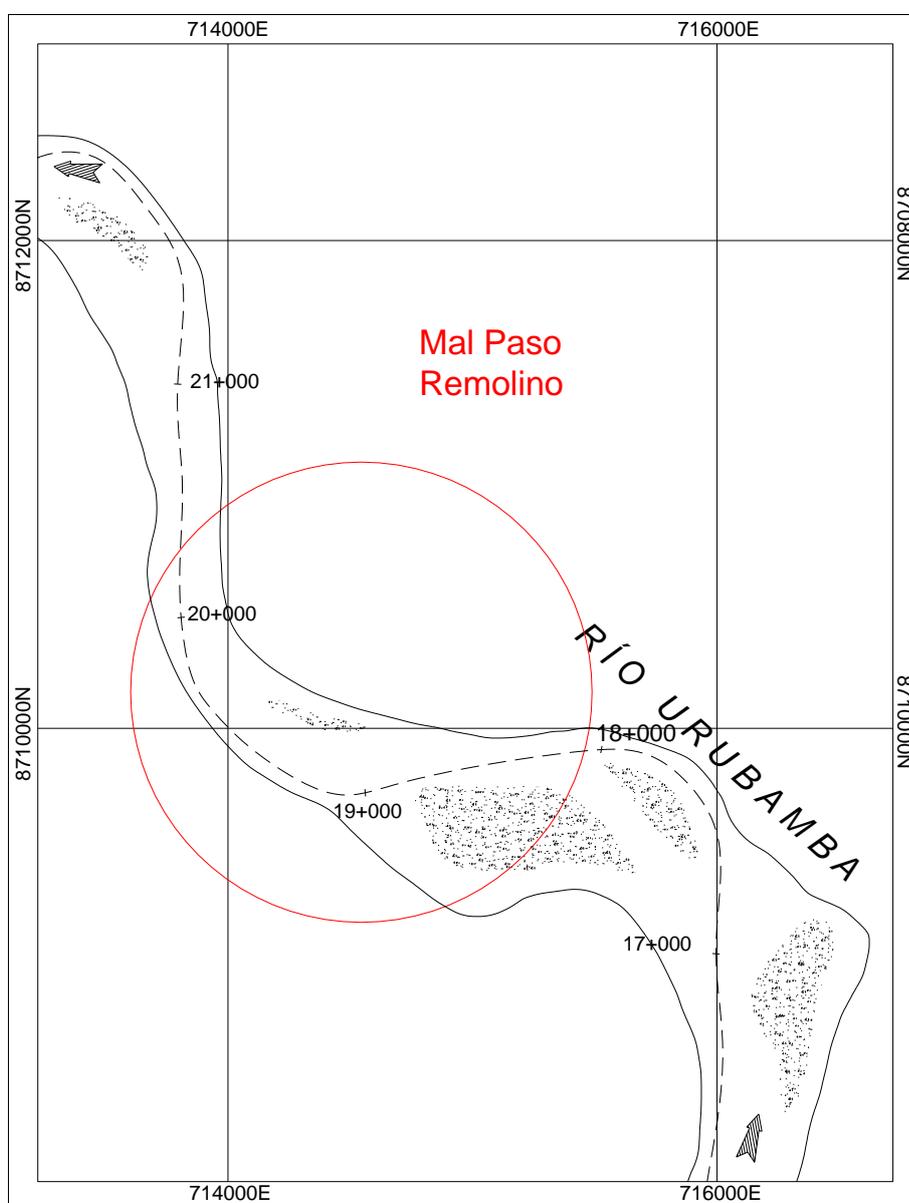
Croquis 38.- Ubicación del mal paso La Peruanita

### 3.- Mal Paso Remolino

Se ubica entre el km 18 y el km 21 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa adyacente a la margen derecha, luego se realiza una travesía hacia la margen izquierda, navegando en forma adyacente a ella entre los km 19 y 20, para finalmente salir por el centro del álveo.

La menor profundidad encontrada en el thalweg es de 1.9 m.

El álveo en este tramo varía entre 310 m y 730 m de ancho y posee un lecho pedregoso.



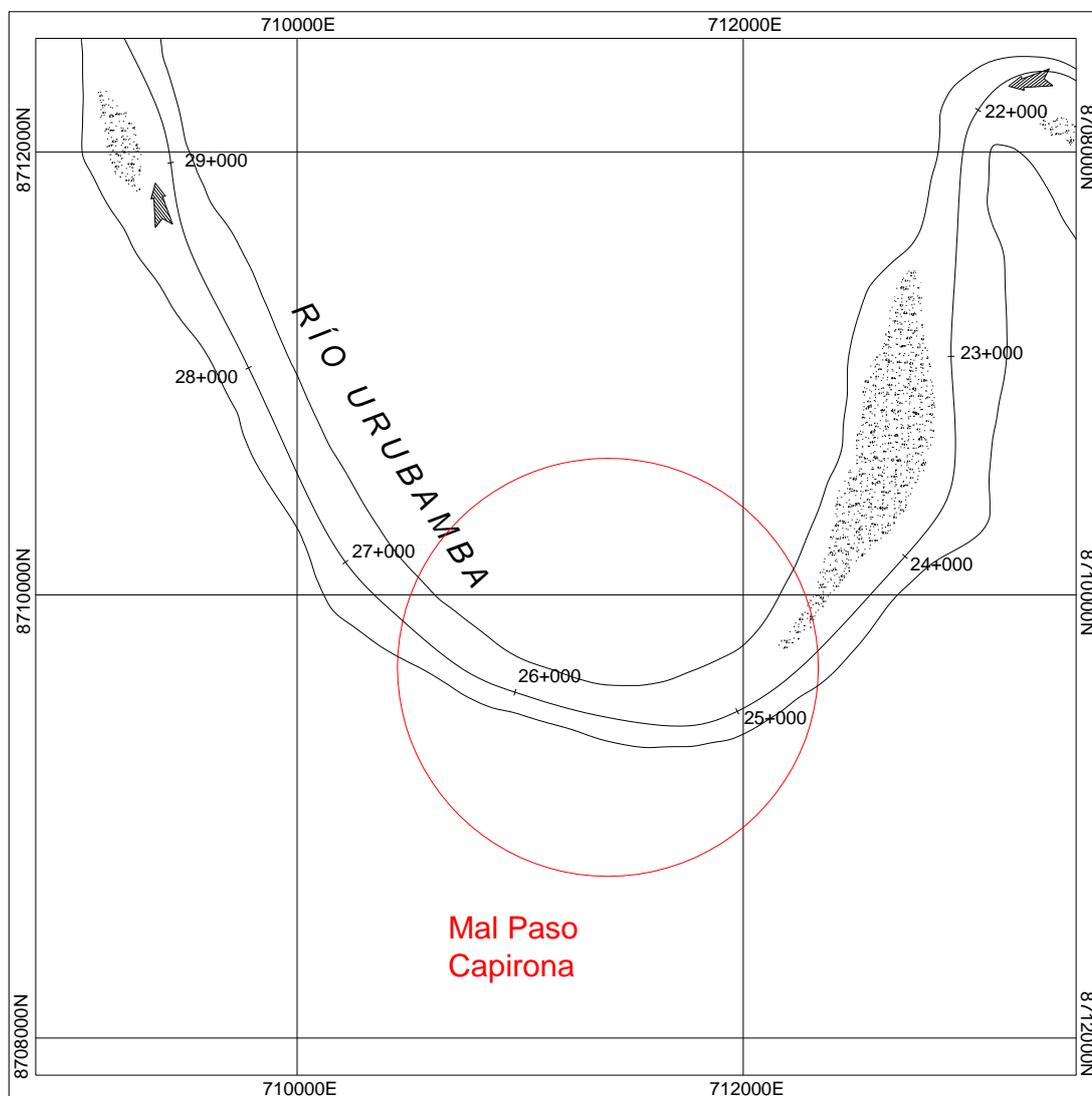
Croquis 37.- Ubicación del mal paso Remolino

#### 4.- Mal Paso Capirona

Se ubica entre el km 24.5 y el km 26.5 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y se continúa navegando por la parte central del álveo hasta salir de la curva, para finalmente tomar el tramo recto.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.5 m.

El álveo en este tramo varía entre 220 m y 390 m de ancho y posee un lecho pedregoso.



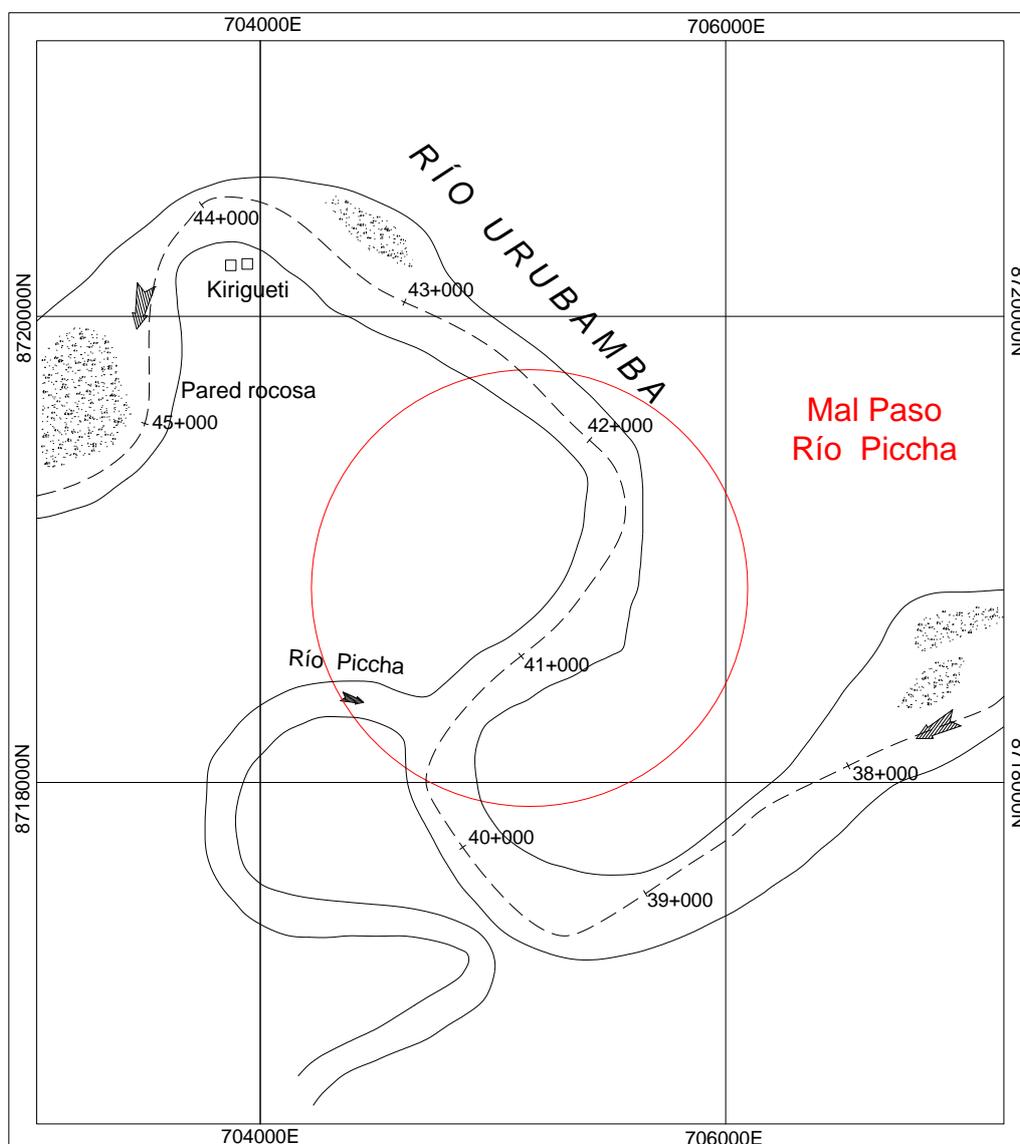
Croquis 36.- Ubicación del mal paso Capirona

## 5.- Mal Paso Río Piccha

Se ubica entre el km 40 y el km 43 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y se continúa navegando por la parte central del álveo hasta salir de la curva, dejando por babor al río Piccha.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.4 m.

El álveo en este tramo varía entre 240 m y 380 m de ancho y posee un lecho pedregoso.



Croquis 35.- Ubicación del mal paso río Piccha

## 6.- Mal Paso Nuevo Mundo

Se ubica entre el km 58.5 y el km 61 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y se continúa navegando de manera paralela a la margen derecha. Para salir se realiza una travesía hacia la margen izquierda, tomando la curva siguiente.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.3 m.

El álveo en este tramo varía entre 250 m y 630 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

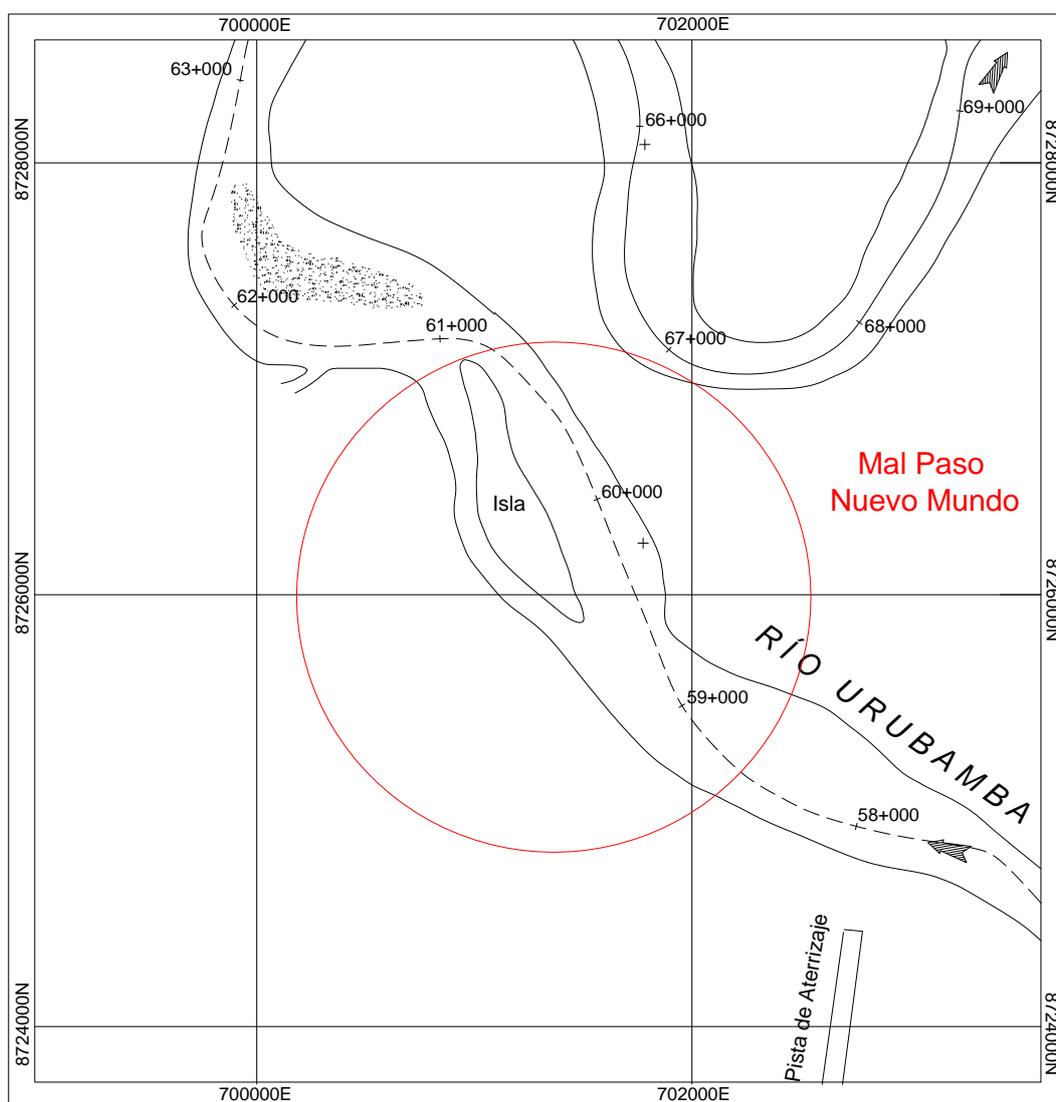


Gráfico 34.- Ubicación del mal paso Nuevo Mundo

## 7.- Mal Paso Nueva Vida

Se ubica entre el km 73 y el km 76 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal pasando a la cuadra por babor de la CC.NN. Nueva Vida, luego se continúa aproximándose a la ribera izquierda, pasando entre esta y un banco de piedras. Para salir se realiza una travesía hacia la margen derecha, tomando la curva siguiente.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.4 m.

El álveo en este tramo varía entre 290 m y 580 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

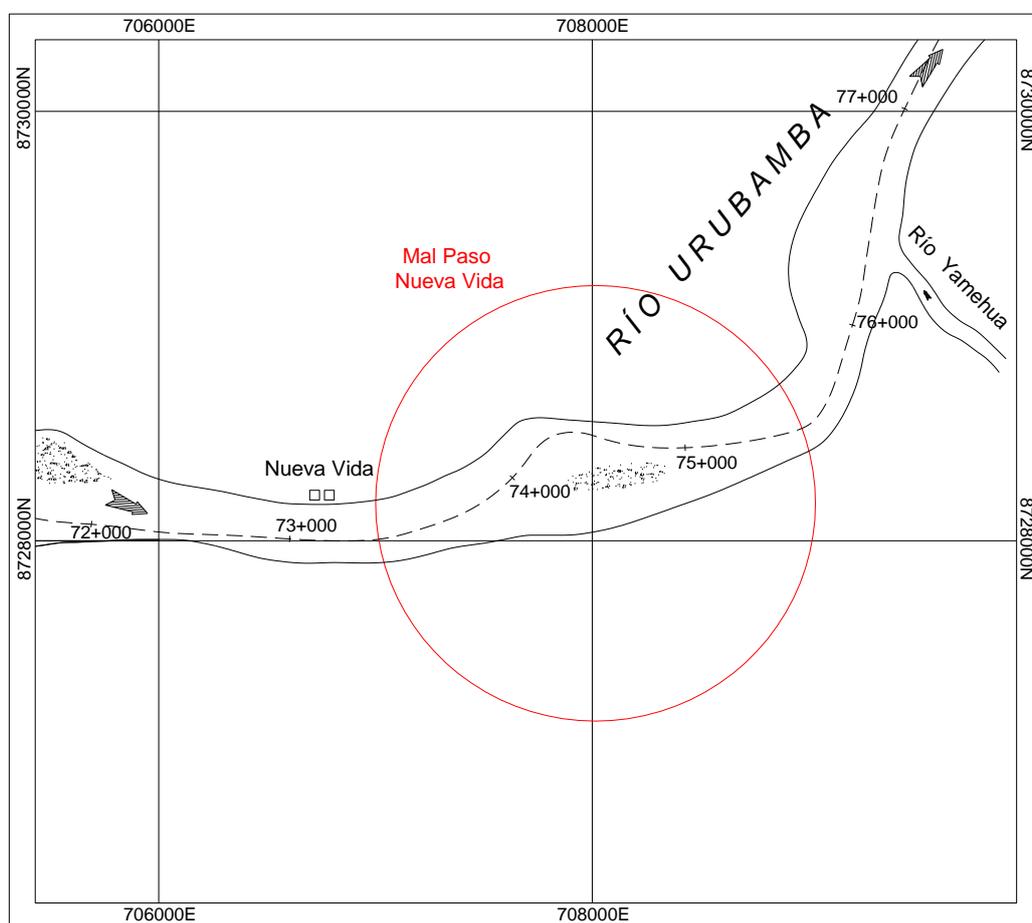


Gráfico 33.- Ubicación del mal paso Nueva Vida

## 8.- Mal Paso Sensa

Se ubica entre el km 98 y el km 100 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y luego de haber pasado la desembocadura del río Sensa por la margen izquierda, se realiza una travesía hacia esta ribera hasta llegar al km 99, a partir de este punto se realiza una nueva travesía hacia la ribera derecha llegando al km 100, para finalmente salir navegando de manera paralela a esta ribera.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.1 m.

El álveo en este tramo varía entre 500 m y 670 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

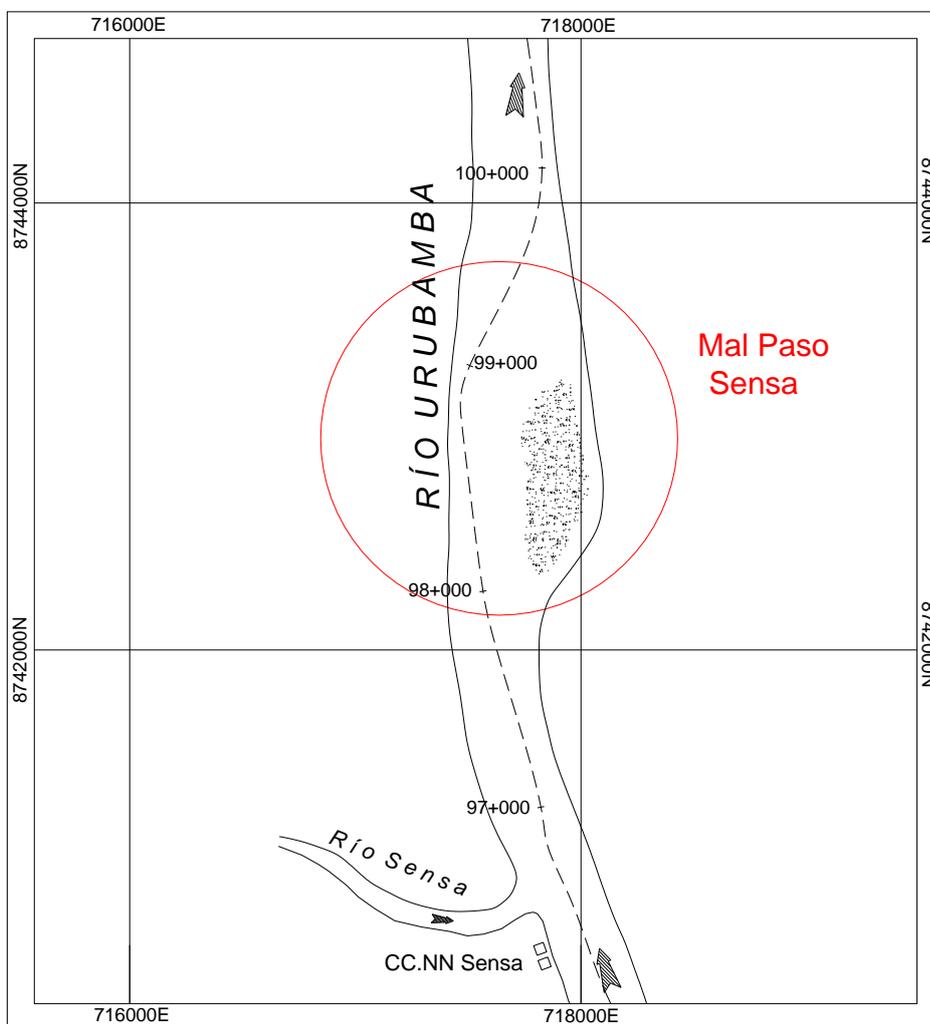


Gráfico 32.- Ubicación del mal paso Sensa

## 9.- Mal Paso Texas

Se ubica entre el km 115 y el km 117 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el brazo izquierdo adyacente a un islote existente a la derecha, se realiza una travesía hacia la ribera izquierda saliendo del islote hasta llegar al km 117. Por la margen izquierda desemboca el río Mishahua, dejando bajos e islas que hacen intransitables los canales existentes a esa margen.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 2.1 m.

El álveo en este tramo varía entre 630 m y 1000 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

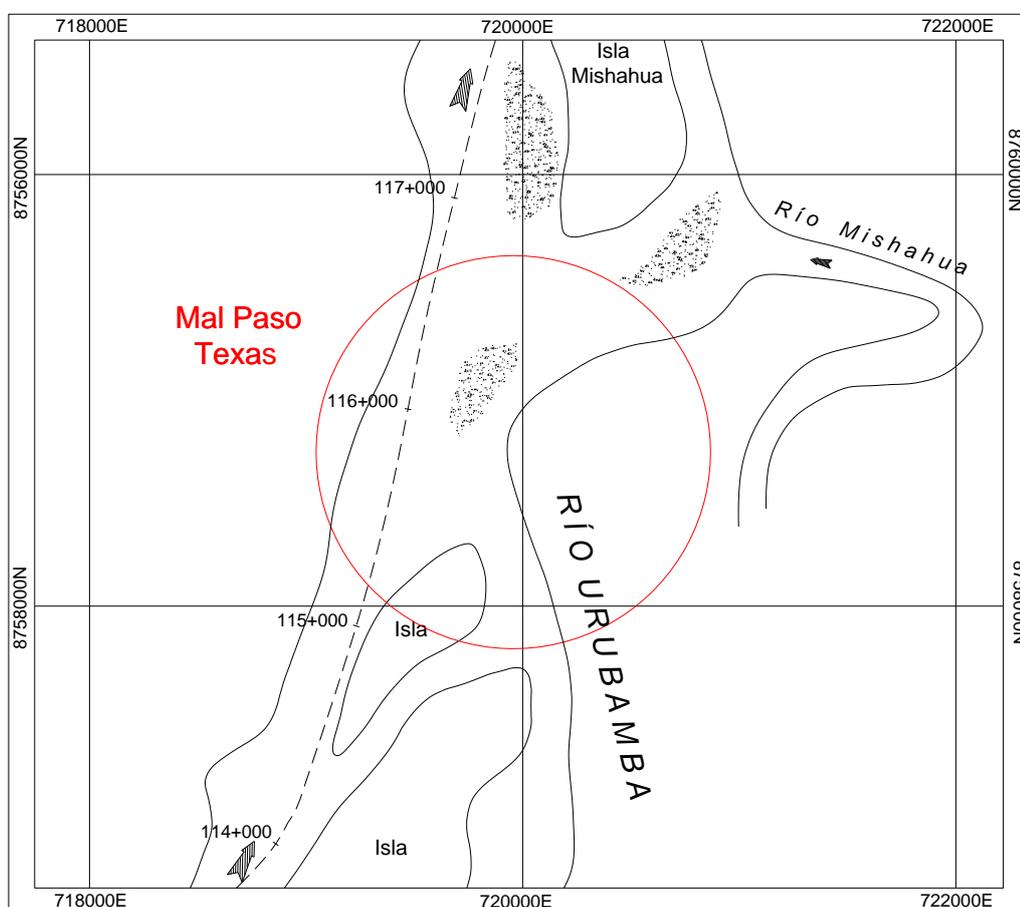


Gráfico 31.- Ubicación del mal paso Texas

## 10.- Mal Paso Sol Naciente

Se ubica entre el km 122 y el km 125 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal pasando entre dos bajos de piedras en el lugar donde el álveo se ensancha considerablemente, hasta la curva que forma la ribera derecha, navegando adyacente a ella. Para salir se realiza una travesía hacia el centro del canal, poco antes de la contra curva siguiente.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.3 m.

El álveo en este tramo varía entre 680 m y 1200 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

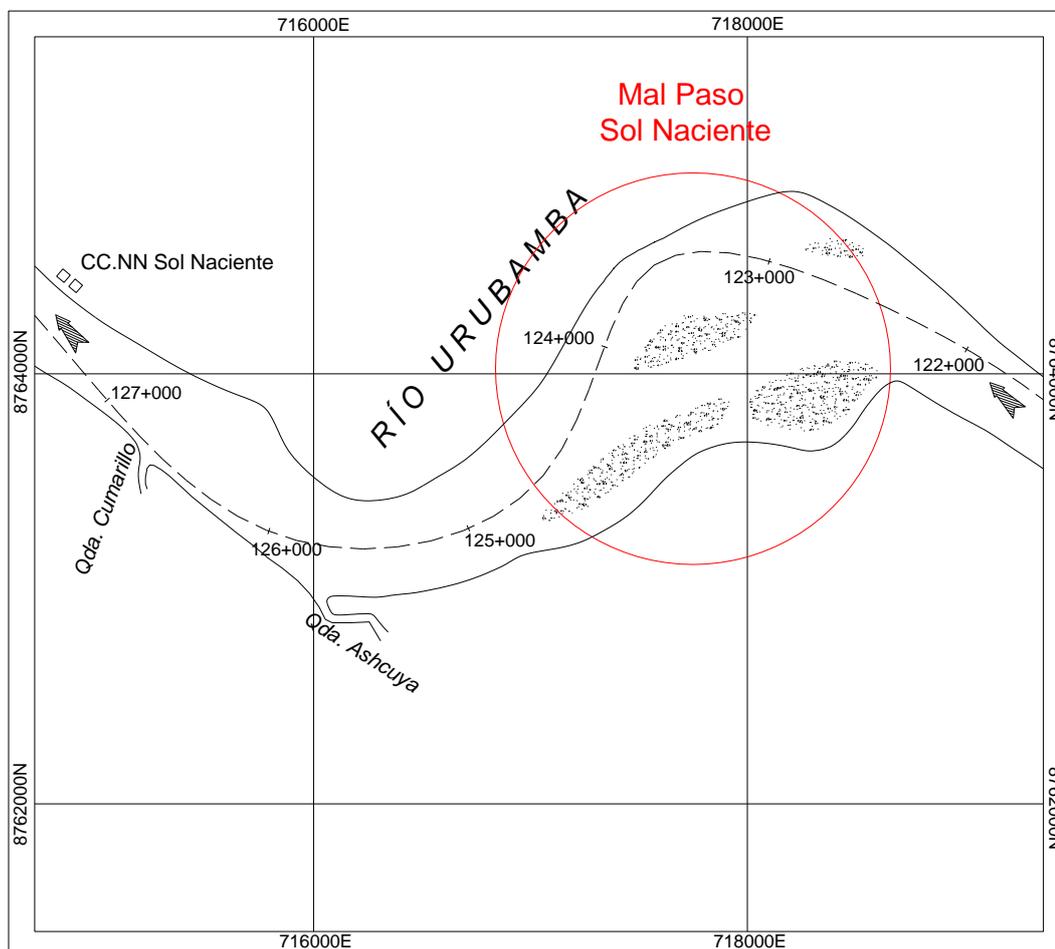


Gráfico 30.- Ubicación del mal paso Sol Naciente

## 11.- Mal Paso Puletal

Se ubica entre el km 136 y el km 139 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal y se continúa navegando de manera paralela y adyacente a la margen derecha. Para salir, se da la curva separándose paulatinamente de la ribera derecha hasta el centro del canal.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.9 m.

El álveo en este tramo varía entre 260 m y 640 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

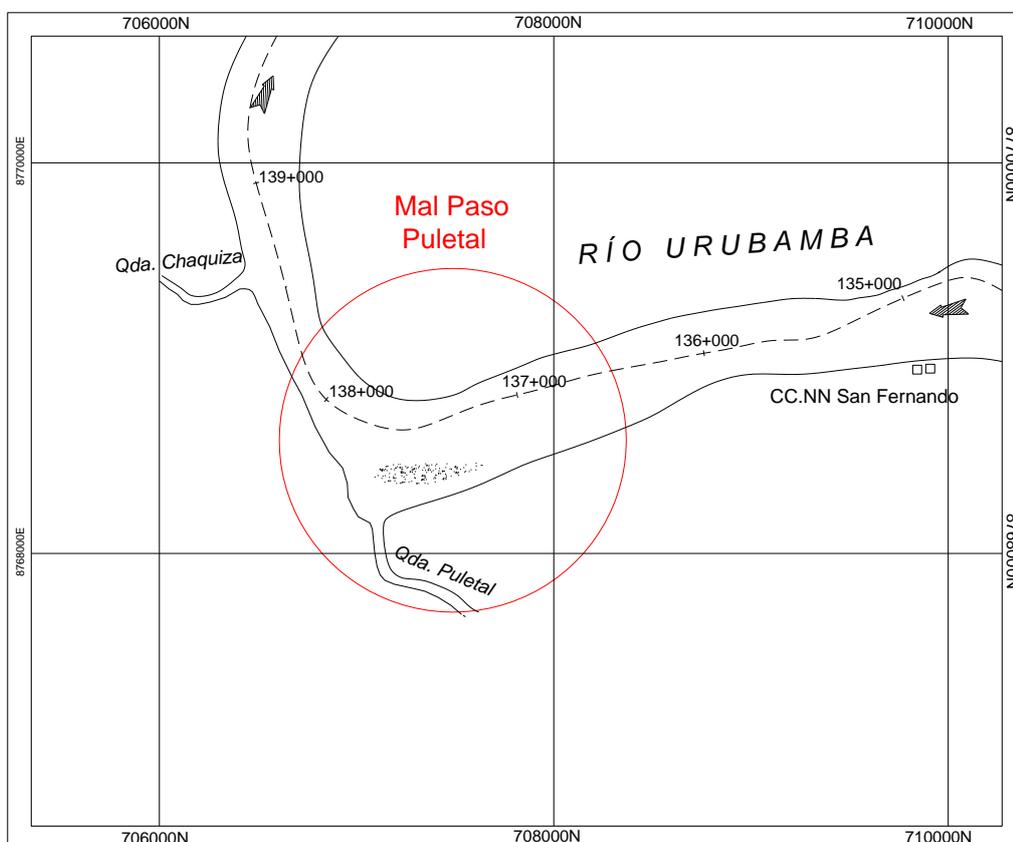


Gráfico 29.- Ubicación del mal paso Puletal

## 12.- Mal Paso Nueva Unión

Se ubica entre el km 162 y el km 165 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa aledaño a la margen izquierda y se continúa navegando bordeando esta margen a una distancia de 200 m hasta salir del mal paso.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.9 m.

El álveo en este tramo varía entre 600 m y 715 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

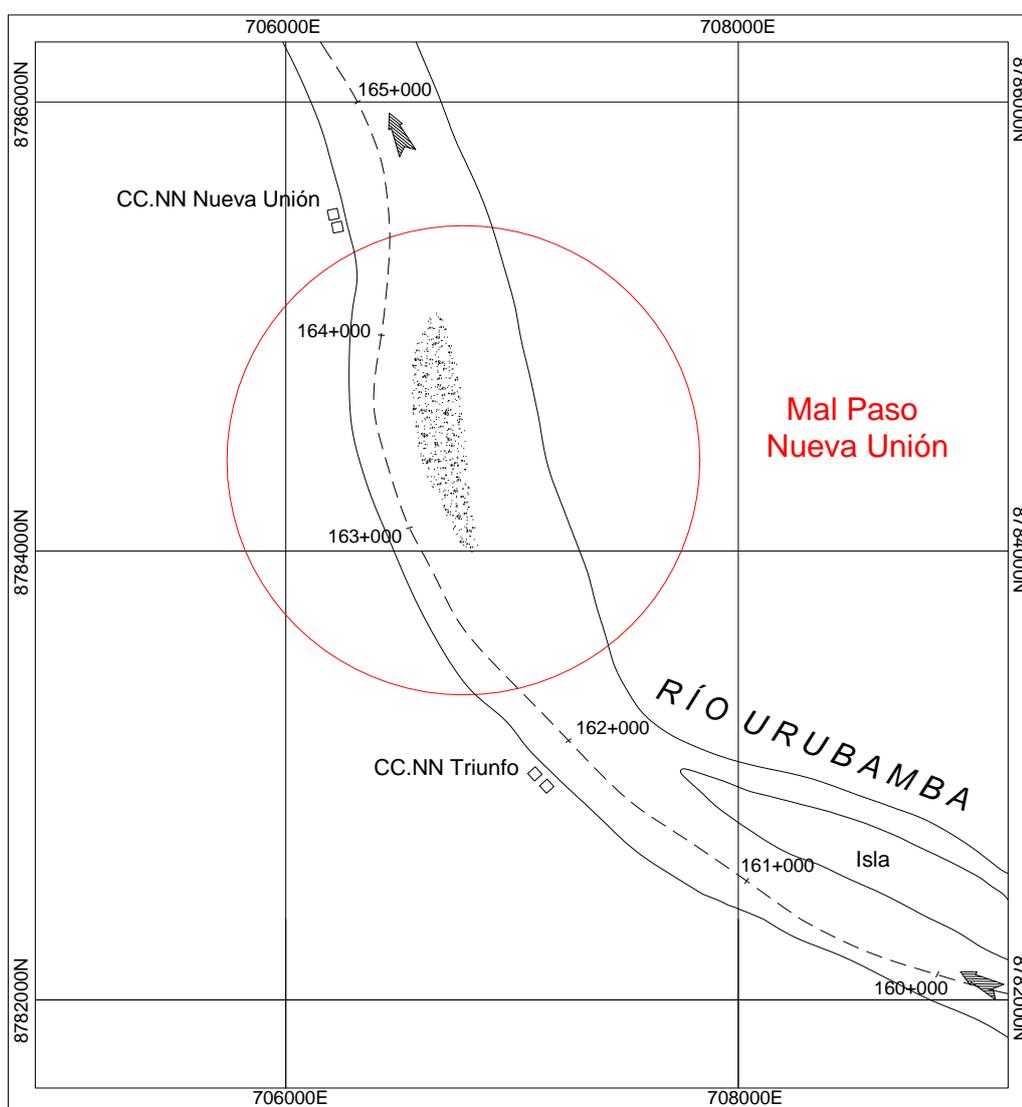


Gráfico 28.- Ubicación del mal paso Nueva Unión

### 13.- Mal Paso Bufeo Pozo

Se ubica entre el km 168 y el km 171 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal entre bancos de piedras y se continúa navegando separándose de un islote existente en la parte central del álveo hasta aproximarse a la ribera derecha a la altura del km 169.5. Luego se realiza una travesía hacia la margen opuesta, pasando cerca del fundo Chumbe, al salir del mal paso.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.9 m.

El álveo en este tramo varía entre 410 m y 1060 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

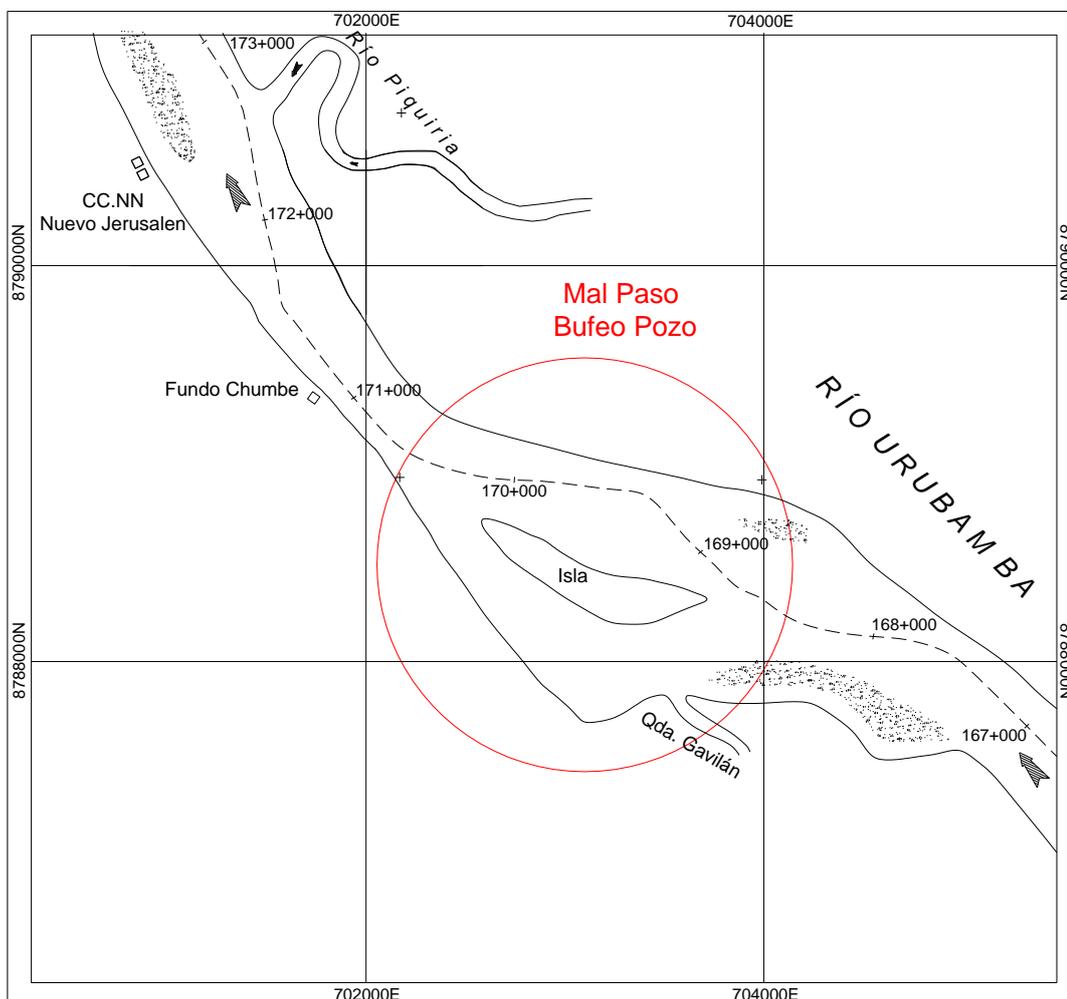


Gráfico 27.- Ubicación del mal paso Bufeo Pozo

#### 14.- Mal Paso Remoque

Se ubica entre el km 176 y el km 179 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del canal entre bancos de piedras y se continúa navegando separándose de un islote adyacente a la margen izquierda y a la vez se va aproximando a la margen derecha, bordeando la curva que ella forma, para luego realizar una travesía hacia la margen izquierda formando una contra curva, pasando entre bancos de piedra y saliendo adyacente a la margen izquierda.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.7 m.

El álveo en este tramo varía entre 688 m y 1090 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

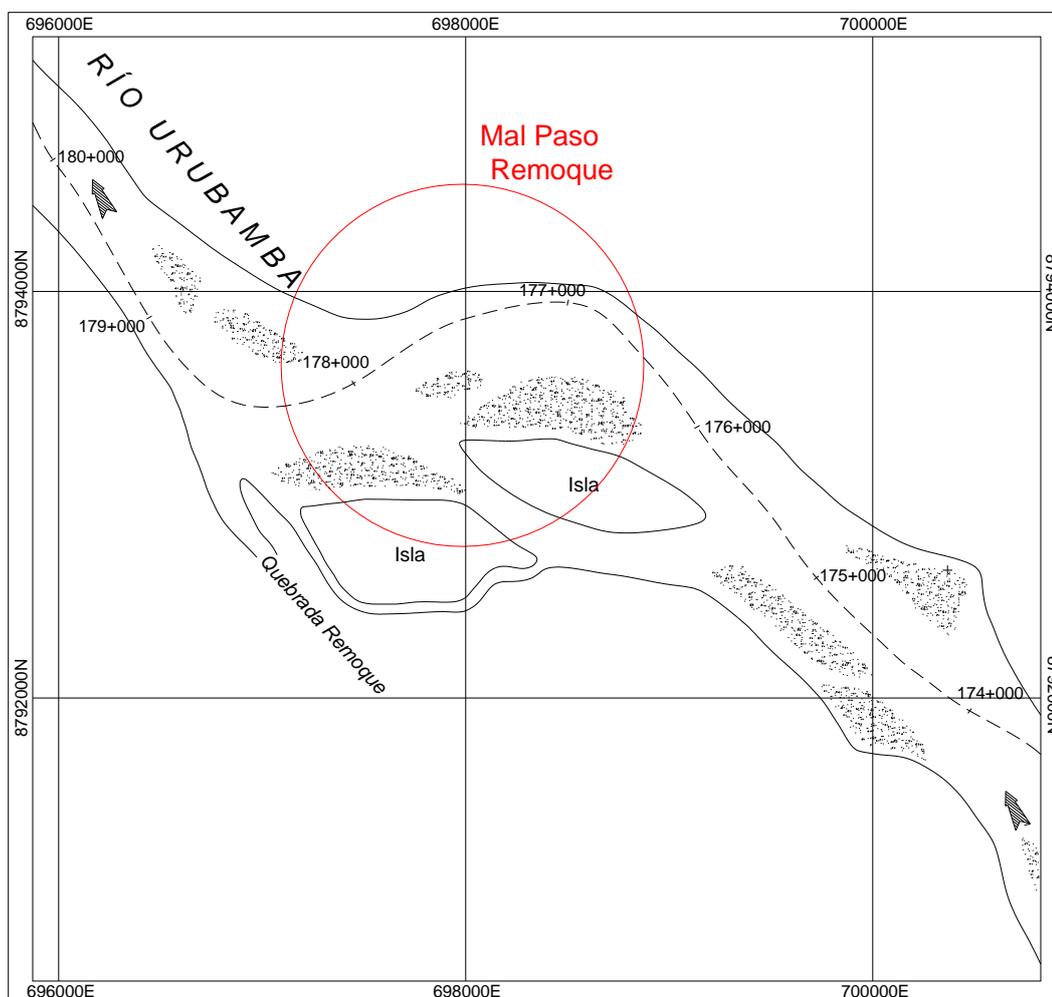


Gráfico 26.- Ubicación del mal paso Remoque

### 15.- Mal Paso La Florida

Se ubica entre el km 187 y el km 190 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por la margen derecha, dejando por babor bancos de piedras y pasando entre dos islas. Para salir del mal paso se efectúa una travesía hacia la margen izquierda pasando cercano a la CCNN La Florida.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.3 m.

El álveo en este tramo varía entre 700 m y 1070 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

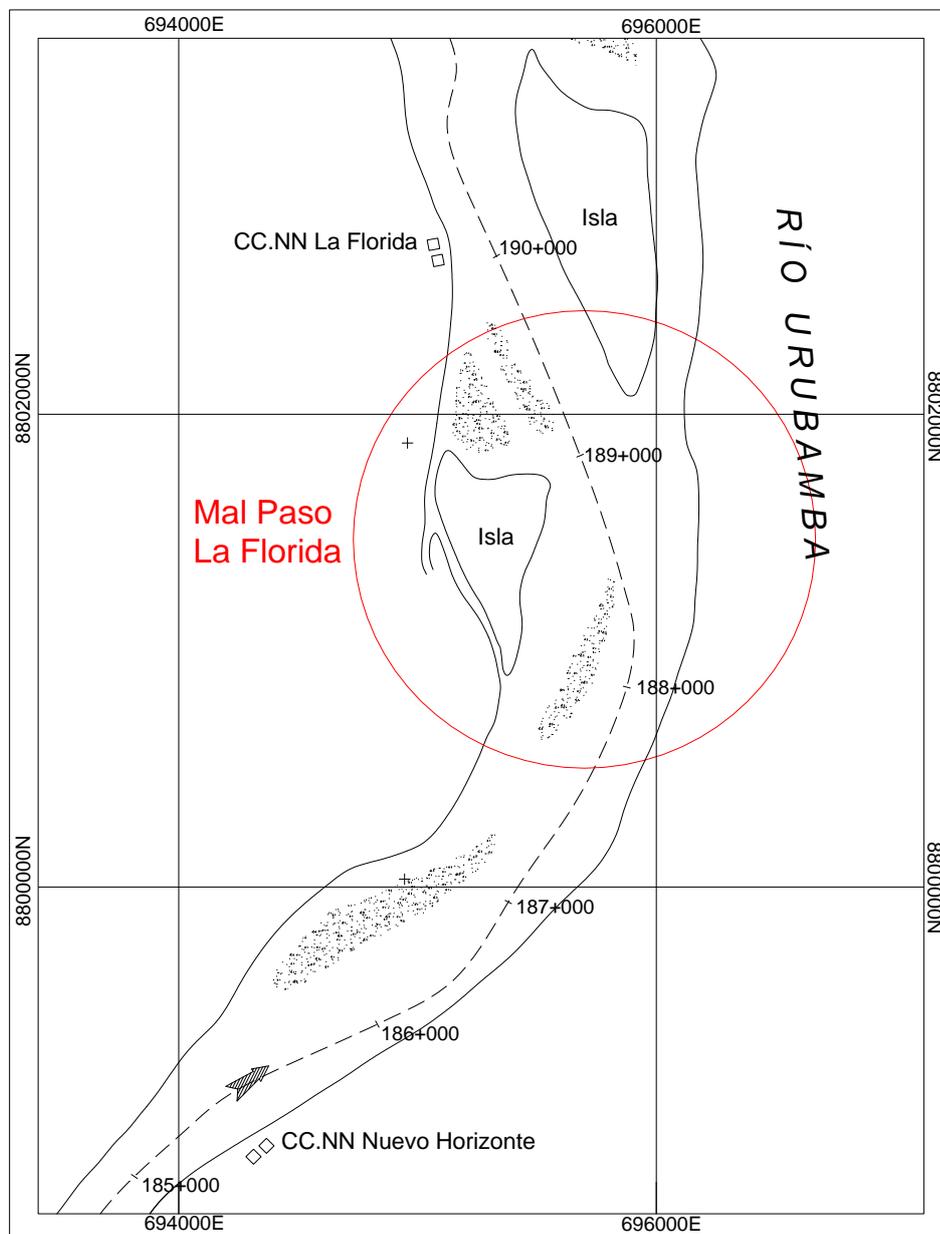


Gráfico 25.- Ubicación del mal paso La Florida

### 16.- Mal paso Sepa

Se ubica entre el km 201 y el km 203 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por la margen derecha, bordeando la curva formada por esta, luego de sobrepasar el km 201.5 se efectúa una travesía hacia la margen izquierda. Para salir de este mal paso, se pasa frente a la desembocadura del río Sepa, por el centro del canal.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.2 m.

El álveo en este tramo varía entre 500 m y 820 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

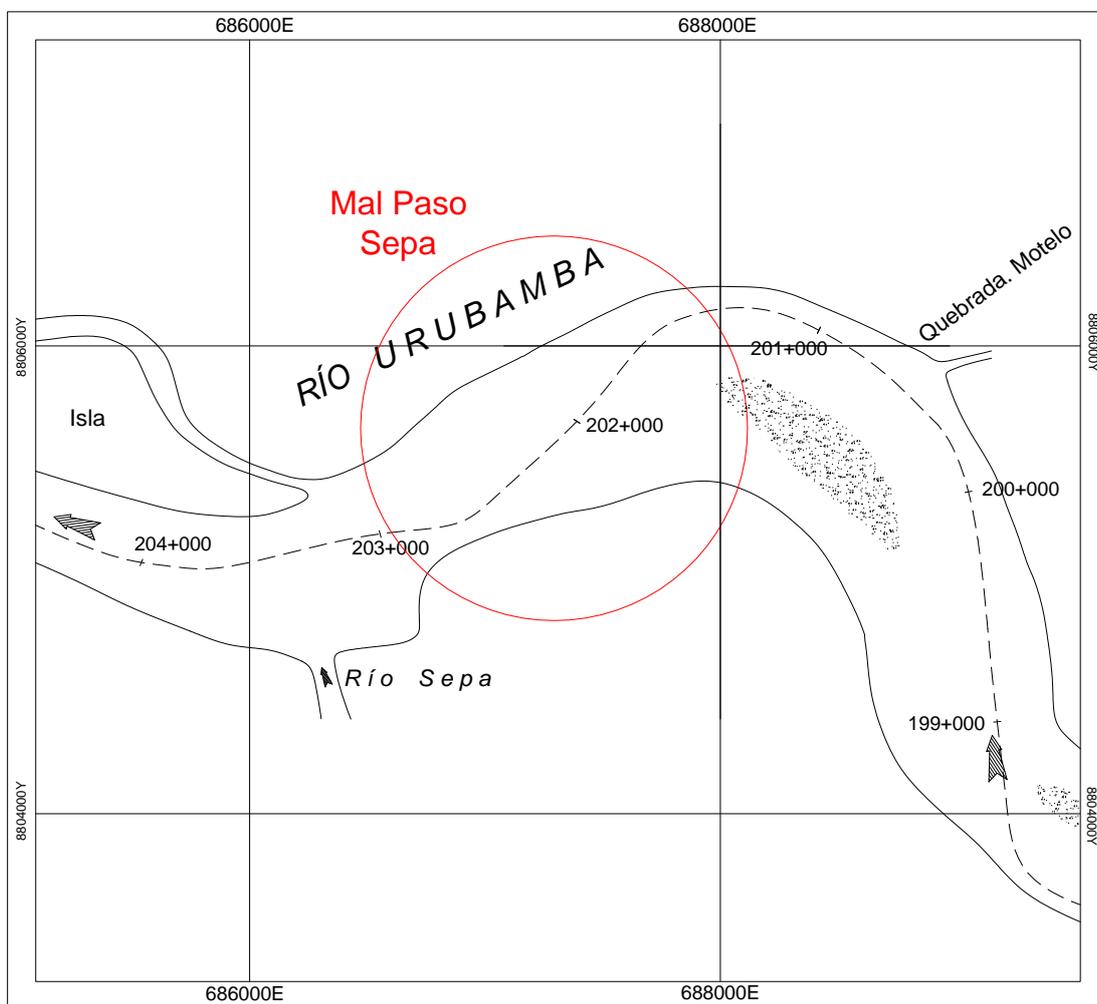


Gráfico 24.- Ubicación del mal paso Sepa

### 17.- Mal Paso Córdoba

Se ubica entre el km 216 y el km 219 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por la margen derecha, pasando frente al fundo Córdoba. Luego se continúa adyacente a esta margen hasta salir del mal paso.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.3 m.

El álveo en este tramo varía entre 380 m y 730 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

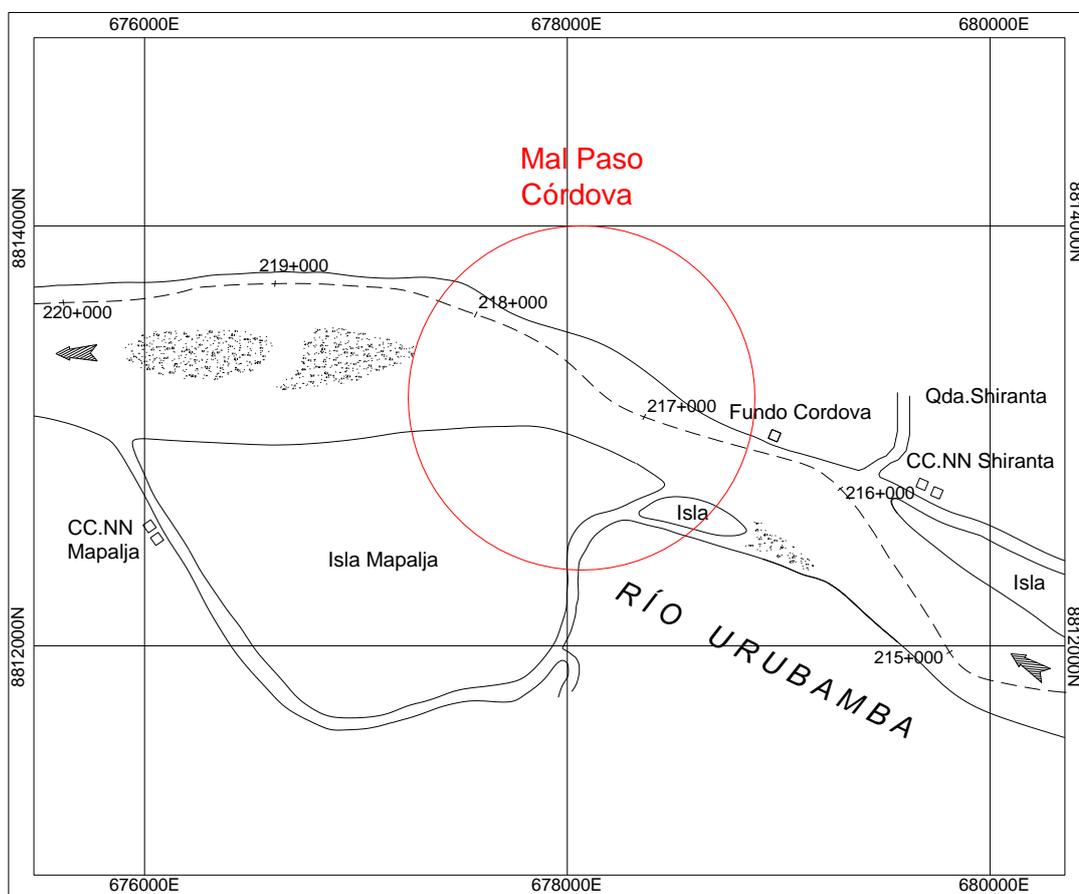


Gráfico 23.- Ubicación del mal paso Córdoba

### 18.- Mal Paso Inuya

Se ubica entre el km 232 y el km 234 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa por el centro del álveo, pasando frente a la boca del río Inuya. Luego se efectúa una travesía hacia la margen derecha hasta la altura del fundo Inuya. Para salir del mal paso, se continúa navegando adyacente a esta margen.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.3 m.

El álveo en este tramo varía entre 710 m y 917 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

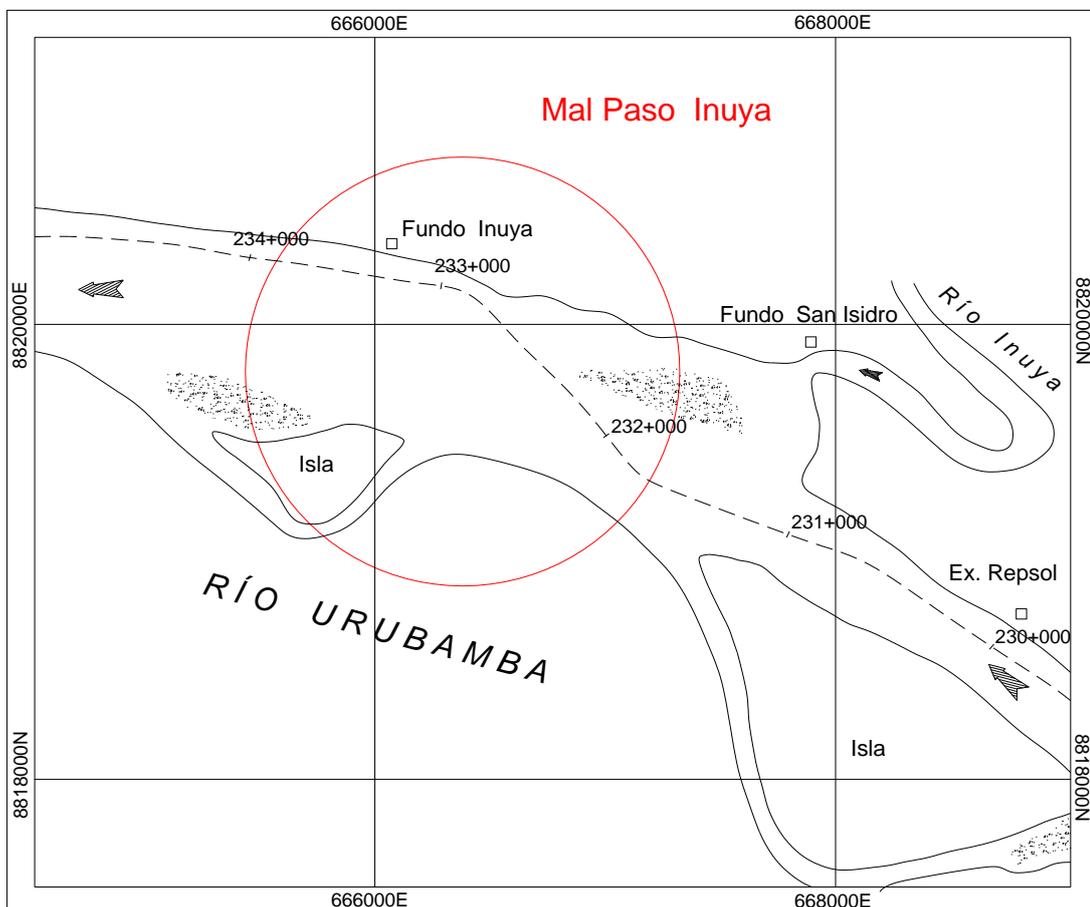


Gráfico 22.- Ubicación del mal paso Inuya

### 19.- Mal Paso Serjali

Se ubica entre el km 240 y el km 244 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa realizando una travesía desde la CC.NN. Serjali en la margen izquierda, hacia la margen derecha hasta sobrepasar una pequeña isla por estribor, desde donde se volverá a realizar otra travesía hacia la margen izquierda, para salir del mal paso.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 1.1 m.

El álveo en este tramo varía entre 510 m y 910 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

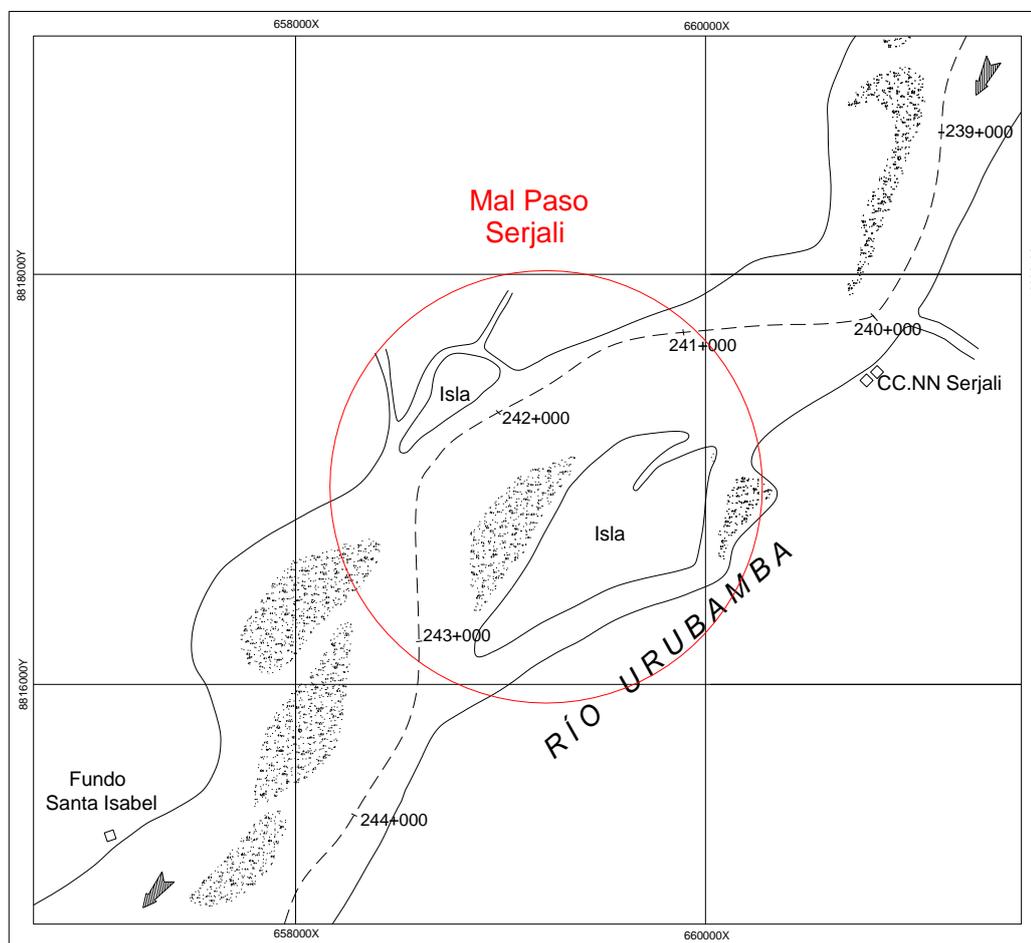


Gráfico 21.- Ubicación del mal paso Serjali

## 20.- Mal Paso Pucani

Se ubica entre el km 245 y el km 248 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa bordeando la ribera izquierda aledaña al CCNN Santa Elena, para luego seguir hacia el centro del canal a la altura de la CCNN Pucani. Para salir de este mal paso se navega por el centro del álveo, pasando frente al fundo Nueva Vida.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 2.0 m.

El álveo en este tramo varía entre 470 m y 1140 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

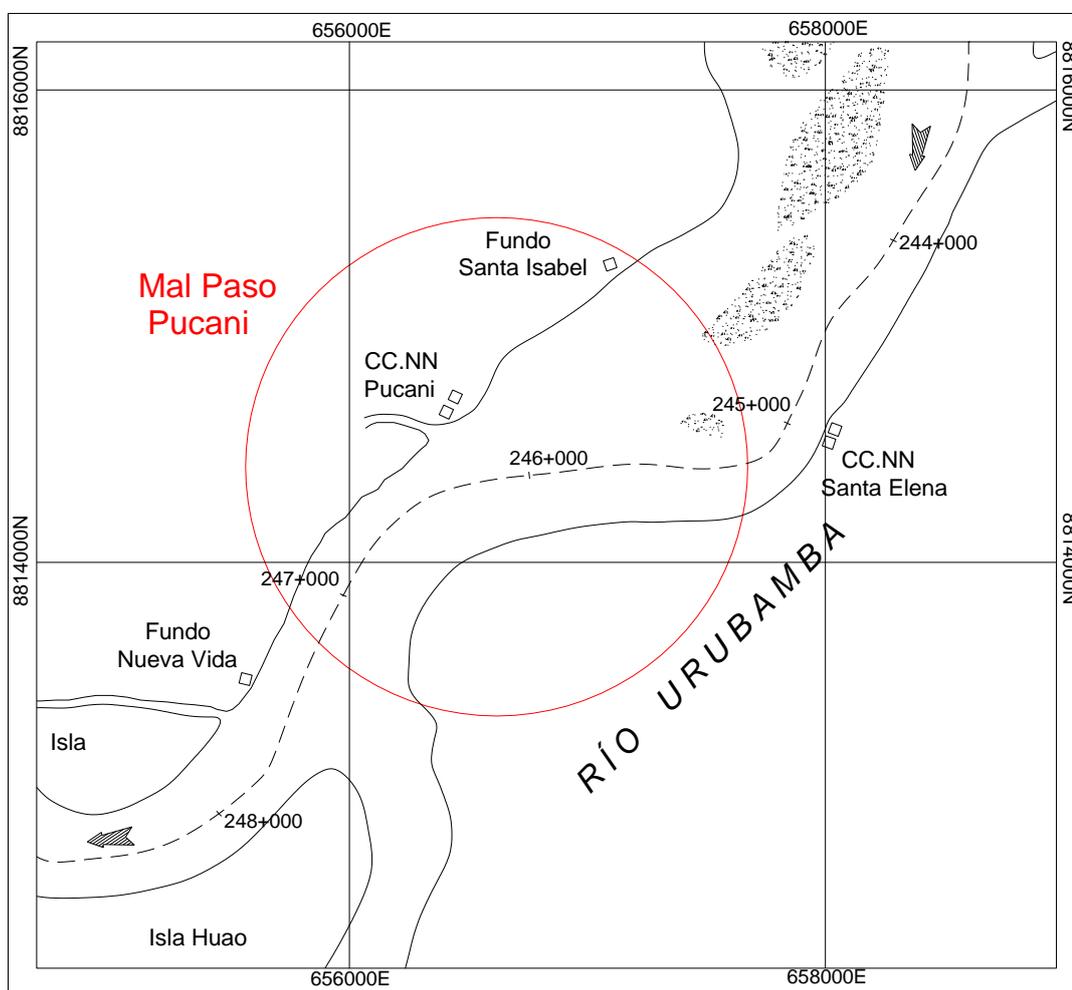


Gráfico 20.- Ubicación del mal paso Pucani

## 21.- Mal Paso Ríma

Se ubica entre el km 249 y el km 251 de la desembocadura del río Camisea. Para transitar por este mal paso, navegando aguas abajo, se ingresa navegando por el centro del canal, luego se continúa adyacente a la margen derecha, a partir de la CCNN Rima, hasta salir del mal paso.

La menor profundidad del thalweg en este mal paso es de 0.9 m.

El álveo en este tramo varía entre 640 m y 1140 m de ancho y posee un lecho pedregoso.

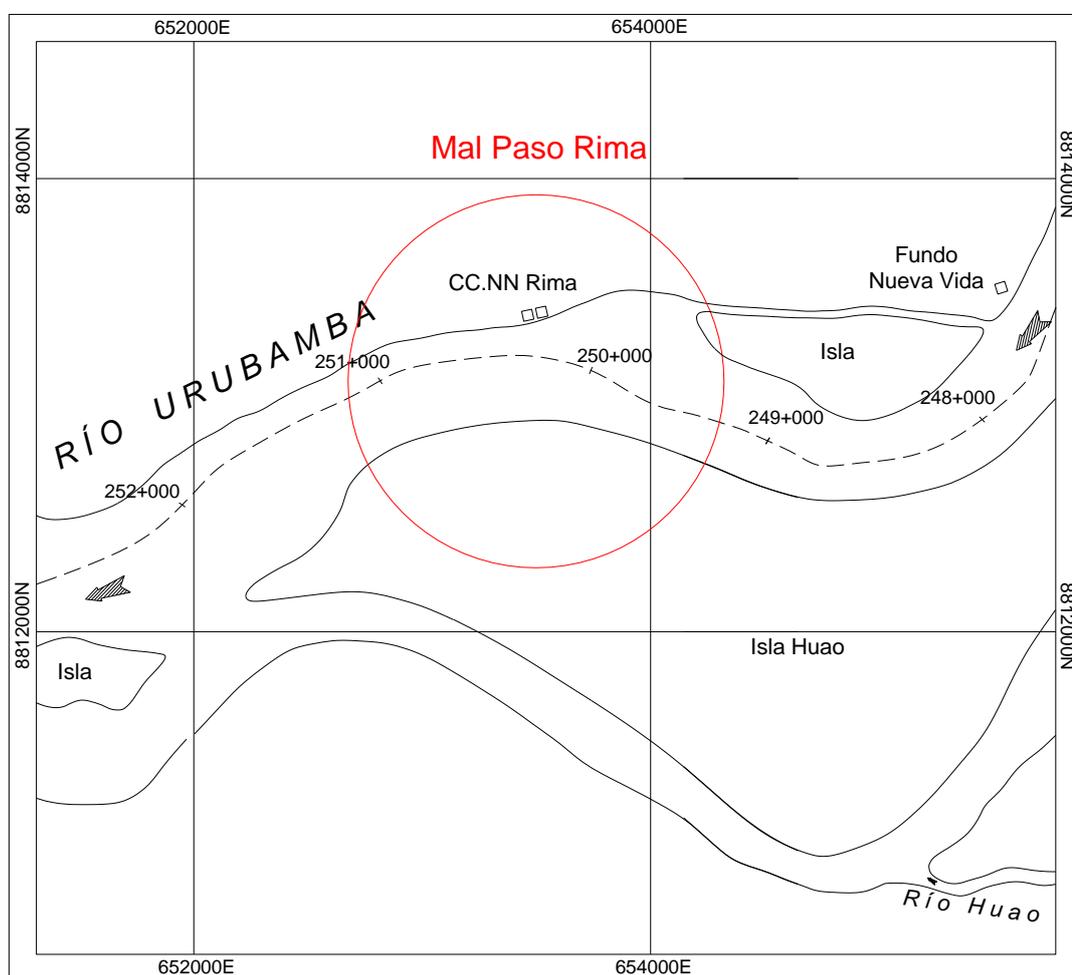


Gráfico 19.- Ubicación del mal paso Rima

## VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 CONCLUSIONES

- El río Urubamba en el tramo de estudio, comprendido entre su confluencia con el río Tambo y la desembocadura del río Camisea, presenta buenas condiciones de navegabilidad durante todo el año, para embarcaciones de hasta DOS (02) pies de calado. En épocas de aguas medias o de transición (meses de noviembre a junio) se puede navegar con embarcaciones de hasta CUATRO (04) pies de calado. En épocas de creciente (meses de febrero y marzo) pueden navegar embarcaciones hasta con SEIS (06) pies de calado.
- En este río, en el tramo comprendido entre su desembocadura y la localidad de Sepahua, presenta buenas condiciones de navegabilidad durante toda época del año para embarcaciones de hasta CUATRO (04) pies de calado.
- Del análisis de las VEINTE (20) cartas de navegación se han identificado VEINTIÚN (21) malos pasos, en los cuales la navegación se ve dificultada principalmente en épocas de vaciante o estiaje por la exigua profundidad que presenta el canal navegable (02 pies).
- Se determinó que la pendiente hidráulica promedio del río Urubamba en el tramo de estudio es de  $50.03 \times 10^{-5}$ , la cual es aproximadamente el doble a la medida en el Alto Ucayali entre Bolognesi y Atalaya. Por lo cual, se puede deducir que el aumento de las profundidades aguas abajo de la CC.NN Sepahua, es debido principalmente al incremento del caudal por el aporte de sus afluentes.
- A lo largo del río Urubamba en el tramo estudiado, no existen estaciones limnimétricas permanentes, las cuales son de vital importancia para el desarrollo de una navegación fluvial segura.
- En el río Urubamba se producen avenidas, como efecto de intensas y prolongadas precipitaciones pluviales provenientes de las zonas altas de su cuenca, las cuales generan súbitas elevaciones del nivel del río, las mismas que en pocas horas pueden elevar el espejo de agua más de TRES (3) m, estas avenidas a su vez generan palizadas de magnitudes importantes poniendo en riesgo a las embarcaciones que se encuentren transitando por el área.
- De los aforos realizados se ha determinado que los mayores aportes de caudal líquido están dados por los siguientes afluentes: río Mishahua, río Camisea, río Piccha y río Miria.
- Del análisis de las muestras de fondo, se ha comprobado que el lecho del río Urubamba es mayormente pedregoso y rocoso, sin embargo existen lugares donde se pueden apreciar algunas gravas y arenas.

- Para el traslado de carga y pasajeros se utiliza mayormente un tipo de embarcación menor de madera, con un calado máximo de DOS (02) pies y una eslora máxima de TREINTA (30) m, propulsada por motores fuera de borda de 40 a 65 HP, conocida por los lugareños como “ponguero”. Estas embarcaciones tienen la capacidad de atravesar el pongo de Mainique y llegar hasta el poblado de Ivochote (alto Urubamba), punto donde existe conexión por carretera con la ciudad de Quillabamba, capital de la provincia de La Convención, en un trayecto que dura OCHO (08) horas.
- En comparación con el levantamiento hidrográfico realizado en 1998 se ha observado que el transporte fluvial ha aumentado considerablemente, principalmente para satisfacer el transporte de los requerimientos logísticos de material y personal de las tareas de producción del gas natural.
- En el tramo estudiado del río Urubamba, se pudo apreciar que los centros poblados pertenecientes en su gran mayoría CC.NN, tiene un repunte en su desarrollo en la última década ligado estrechamente a la explotación del gas natural.
- La empresa explotadora del gas, ha dado trabajo a los comuneros, ha dotado o mejorado a los diversos poblados ribereños de infraestructura educativa, comunal, hospitalaria, servicios básicos y en las comunicaciones ha construido o mejorado algunos embarcaderos, y aeropuertos, además ha instalado teléfonos satelitales e Internet.

## 8.2 RECOMENDACIONES

- Realizar levantamientos hidrográficos periódicos cada CINCO (05) años en los “malos pasos” identificados en el presente estudio, que cuenten con el apoyo de imágenes satelitales y puntos geodésicos de referencia, con la finalidad de realizar estudios hidromorfológicos que sirvan para recomendar proyectos para el mejoramiento de la navegación.
- Reactivar las estaciones limnimétricas que el SENAMHI poseía en este río durante el año 2002 y realizar aforos periódicos en sectores próximos a éstas (campañas bianuales en crecientes y vaciantes), con la finalidad de desarrollar estudios hidrológicos y proyectos hidráulicos que mejoren las condiciones de navegabilidad en el río Urubamba. Asimismo, aprovechar las escalinatas construidas en diversos embarcaderos existentes en este río para realizar mediciones del nivel del río, tal como el SHNA ha empezado a realizar en Sepahua.
- Formalizar y ordenar en el más breve plazo las actividades portuarias, deben existir embarcaciones exclusivas para el transporte de pasajeros y otras embarcaciones para la carga.
- Desarrollar en la ciudad de Atalaya y en la CC.NN Sepahua, estudios de factibilidad para la construcción de Terminales Fluviales.