

Universidad Científica del Perú - UCP
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

Determinación de los tramos críticos de desborde del río Nanay utilizando el modelo HEC – RAS en la ciudad de Iquitos, provincia de Maynas – departamento de Loreto.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: PAREDES ALOSILLA, Evelyn Ruth

ASESOR: Ing. PAREDES RIVEROS, Marco Antonio Mgr.

Loreto – Maynas – Perú

2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marco Antonio Parades Riveros', written over a horizontal line.

Ing. Marco Antonio Parades Riveros
Director Zonal 8
SENAMHI

DEDICATORIA

Se la dedico a Dios por ser el forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, al creador, de mis padres y de las personas que más amo, con mi más sincero amor.

A mis padres Ruth y Marco, porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo lo que hoy soy es gracias a ellos. Por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su inmenso amor.

A mi hija Fernanda y toda mi familia que es lo más valioso que Dios me ha dado.

Evelyn Ruth Paredes Alosilla

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a la Universidad Científica del Perú por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así también como a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo.

Agradezco también a mi padre en calidad de asesor de tesis el Mg Sc. MARCO ANTONIO PAREDES RIVEROS. Por haberme dado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haber tenido toda la paciencia del mundo para guiarme en el desarrollo de la tesis.

Nuestro agradecimiento al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI por haber apoyado técnicamente en la realización de la presente investigación.

A la Ing. Claudia Arirama Campos, por todo el apoyo técnico en el presente trabajo de investigación, gracias a ella se pudo cumplir con los objetivos de la presente investigación.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS CRÍTICOS DE DESBORDE DEL RÍO
NANAY UTILIZANDO EL MODELO HEC – RAS EN LA CIUDAD DE IQUITOS,
PROVINCIA DE MAYNAS –DEPARTAMENTO DE LORETO.”**

De los alumnos: **PAREDES ALOSILLA EVELYN RUTH**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **4% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 3 de noviembre del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_EVELYN_PAREDES_V1.pdf
(D83693958)
Submitted: 11/3/2020 3:41:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 4 %

Sources included in the report:

14547--Colorado Monja, Fernando Luis.pdf (D57877950)
TESIS_ALEXIS_MARCELO_PAVON_BENITEZ (Reparado).docx (D26279174)
TESIS-AGUILAR-ECHEVERRÍA-.docx (D34930443)
15268--Avalos Sanchez, Edwin Fernando.pdf (D54410035)
Leon.pdf (D78421671)
https://hidrologiaujcv.files.wordpress.com/2010/06/morfometria_cuenca.pdf
<http://pubs.usgs.gov/of/2001/ofr0101/text.pdf>
<https://docplayer.es/85219495-Nacional-del-centro-del-peru.html>
<https://core.ac.uk/download/pdf/80293211.pdf>
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/620953/1/PUELLES_MJ.pdf
<https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/764/Comportamiento%20Hidrol%C3%B3gico%20e%20Hidr%C3%A1ulico%20del%20R%C3%ADo%20Nigua%20con%20Fines%20de%20Construcci%C3%B3n%20de%20un%20puente%20en%20el%20tramo%20de%20la%20secci%C3%B3n%20Boruga%20en%20Hato%20Damas%20San%20Crist%C3%B3bal,%20Rep%C3%BAblica.pdf?sequence=1>

Instances where selected sources appear:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°053-2019-UCP-FCEI de fecha 06 de Febrero de 2019, y modificada con Resolución Decanal N°736-2022-UCP-FCEI de fecha 04 de Agosto de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. | Miembro |
| • Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Marco Antonio Paredes Riveros, Mg.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 19:30 horas del día 08 de Mayo del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS CRÍTICOS DE DESBORDE DEL RÍO NANAY UTILIZANDO EL MODELO HEC – RAS EN LA CIUDAD DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – DEPARTAMENTO DE LORETO"**.

Presentado por la sustentante:

EVELYN RUTH PAREDES ALOSILLA

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

 _____ Miembro	 _____ Presidente	 _____ Miembro
---	--	--

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

Titulo: Determinación de los tramos críticos de desborde del río
Nanay utilizando el modelo HEC – RAS en la ciudad de Iquitos,
provincia de Maynas – departamento de Loreto

Contenido

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1 Tipo y Diseño de investigación.....	3
2.2 Población y muestra.....	3
2.3 Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos	3
2.4. Procesamiento de los Datos.....	5
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1 Ubicación del área de estudio	6
3.2 Determinación del Coeficiente de Rugosidad.....	6
3.3 Obtención de datos de campo - Batimetría.....	7
3.4 Clasificación del Flujo en canales abiertos.	16
3.5 Simulación Hidráulica con HEC GEORAS	20
3.6 Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Nanay	22
3.7 Delimitación del área de trabajo.....	30
3.8 Batimetría del río Nanay en la zona de trabajo	32
3.9 Procesamiento en Sistema de Información Geográfica	34
3.10 Análisis hidrológico.....	34
3.11 Manejo del HEC GEORAS	48
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
4.1. Conclusiones.....	79
4.1. Recomendaciones.....	81
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

RELACION DE TABLAS

Tabla 1. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning	7
Tabla 2. Especificaciones Técnicas del ADCP RiverRay	15
Tabla 3. Resumen de la clasificación de tipos de flujo (Chow, 1992)	17
Tabla 4. Escala recomendada para trabajos en Cuencas – de acuerdo al tamaño	22
Tabla 5. Valores Interpretativos del factor de forma.....	26
Tabla 6. Cuadro de respuesta en base a la densidad de drenaje.....	30
Tabla 7. Caudales Obtenidos a lo largo de la Cuenca del río Nanay- parámetros hidráulicos ...	35
Tabla 8. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H - Sedaloreto	37
Tabla 9. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Puerto Almendras	38
Tabla 10. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Yarana	39
Tabla 11. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Santa María de Nanay..	40
Tabla 12. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Pintuyacu	41
Tabla 13. Estadística descriptiva de los valores de caudales máximos de la estación H- Sedaloreto	42
Tabla 14. Caudal máximo estimado para diferentes periodos de retorno	47
Tabla 15. Caudal máximo y Nivel para diferentes periodos de retorno	57
Tabla 16. Valores de Manning para el tramo de estudio por progresiva	58

RELACION DE FIGURAS

Figura 1. Esquema representativo de una sección transversal de un río	8
Figura 2. Esquema del Montaje del Transductor sobre la unidad Flotante.....	10
Figura 3. Esquema de Trasductor del ADCP.....	11
Figura 4. Colisión del pulso acústico con las partículas (Simpson, 2001)	13
Figura 5. Esquema de las actividades de campo para el ajuste del Modelo Digital de Terreno (MDT).	20
Figura 6. Esquema de las actividades de gabinete para la corrida del Modelo HEC GEORAS. ...	21
Figura 7. Área de la cuenca del río Nanay (fuente IIAP, 2002)	23
Figura 8. Hidrogramas representativos de la respuesta de la cuenca según su forma.	24
Figura 9. Curva de frecuencia de altitudes de la cuenca del río Nanay	28
Figura 10. Curva hipsométrica de la cuenca del río Nanay	28
Figura 11. Ubicación del área de estudio, cuenca del río Nanay, ciudad de Iquitos.	31
Figura 12. Secciones batimétricas y puntos de aforo sobre el río Nanay, en los primeros 43 Km de longitud del río (0+000 al 43+000).....	32
Figura 13. Límite de la inundación del río Nanay e Itaya sobre Iquitos (UCP, 2019).....	33
Figura 14. Esquema Hidráulico de la cuenca del río Nanay con sus respectivos resultados de los aforos realizados (diciembre del 2019).....	35
Figura 15. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Sedaloreto	37
Figura 16. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Puerto Almendras	38
Figura 17. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Yarana	39
Figura 18. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Santa Mará de Nanay	40
Figura 19. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Pintuyacu.....	41
Figura 20. Histograma de Caudales Máximos Anuales del río Nanay, estación H-Sedaloreto ...	42
Figura 21. Niveles Máximos y Mínimos del río Nanay – Estación: H-Sedaloreto	42
Figura 22. Representa el área de estudio específico con la delimitación del cauce promedio normal (línea color roja), delimitación del nivel probable de inundación (línea color azul) y secciones transversales cada 250 metros (línea de color verde), sobre el MDT.....	49
Figura 23. Representación el área de estudio con las secciones transversales extendidas.	51
Figura 24. Representación el área de estudio con las secciones transversales extendidas, sobre una base satelital.	52
Figura 25. Representación el área de estudio con las secciones homogéneas cada 500 m, sobre una base satelital monocromática.....	53
Figura 26. Representación el área de estudio con las secciones homogéneas cada 500 m, sobre una base satelital	54
Figura 27. Secciones transversales exportadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).....	55
Figura 28. Modelo de visualización de las secciones transversales importadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	55
Figura 29. Modelo de visualización de las secciones transversales importadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	56
Figura 30. Ingreso del tipo de flujo en el Modelo HEC RAS	57
Figura 31. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 5 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	60
Figura 32. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 50 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	61

Figura 33. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 100 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	62
Figura 34. Zonas Críticas y Meandricas en la zona de estudio.....	64
Figura 35. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 2 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.	65
Figura 36. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 2.33 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde. ..	66
Figura 37. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 5 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).Con los sectores de desborde.....	67
Figura 38. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 10 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).Con los sectores de desborde.....	68
Figura 39. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 25 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.	69
Figura 40. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 50 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.	70
Figura 41. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 100 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde. ...	71
Figura 42. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 200 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).	72
Figura 43. Zona de Meandro M-3, Pampachica – zona de captación de agua potable	74
Figura 44. Perfil Longitudinal de un río amazonico tipico (Acosta, 2013)	78

RESUMEN

El presente estudio titulado “Determinación de los tramos críticos de desborde del río Nanay utilizando el modelo HEC – RAS en la ciudad de Iquitos, provincia de Maynas – departamento de Loreto” se ha ejecutado en el ámbito de la cuenca Nanay, específicamente, en el tramo colindante a la ciudad de Iquitos comprendido desde el sector de Puerto Almendras hasta la desembocadura sobre el río Amazonas en una longitud de 42.4 Km, que abarca los distritos de San Juan Bautista, Iquitos y Punchana en el departamento de Loreto.

El objetivo principal planteado en el estudio es la utilización de un modelo hidráulico libre conocido como HEC RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analyst System) para determinar las secciones críticas de inundación del río Nanay por caudales de avenida estimados para diferentes períodos de retorno. Se utilizó la información de límite de inundación proveniente del estudio con drones realizado por la UCP para la ciudad de Iquitos. Para el análisis hidrológico se tomó la información de caudales máximos del SENAMHI de la estación H-Sedaloreto. En campo, se realizó la batimetría a detalle del río complementada con información satelital para la elaboración del Modelo Digital de Terreno, los caudales actuales conjuntamente con los parámetros hidráulicos fueron obtenidos con aforos diferenciales con el equipo denominado ADCP (Acoustic Doppler Current Profile). El modelamiento hidráulico se complementó con el SIG (Sistema de Información Geográfica) a través de la extensión HEC GeoRAS que interactúa desde la generación del MDT, importación de datos geométricos del terreno, secciones transversales del río, talweg, etc para la posterior confección de mapas de inundación y zonificación de sectores críticos.

Se obtuvieron caudales máximos de 1891 m³/s y 2011 m³/s para periodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente. Se determinaron 5 sectores críticos, siendo el de mayor importancia el meandro M3 ubicado frente a la planta de captación de agua potable de la ciudad de Iquitos que está en proceso de estrangulamiento y posterior desplazamiento lateral.

PALABRAS CLAVES: Nanay, HEC RAS, Modelamiento, Morfología, Ríos Amazonicos.

ABSTRACT

The present study called “Determination of the critical overflow sections of the Nanay River using the HEC - RAS model in Iquitos city, Maynas province - Loreto department” has been carried out in the area of Nanay basin, specifically, in the section adjacent to the Iquitos city, from the sector Almendras Port to the mouth on the Amazon River in a length of 42.4 Km, the districts of San Juan Bautista, Iquitos and Punchana in the department of Loreto

Main objective of the study is use of free hydraulic model known as HEC RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analyst System) to determine the critical flood sections of the Nanay River by estimated avenue flows for different return periods. The flood limit information from the drone study conducted by the UCP. For the hydrological analysis, the maximum flow information of the SENAMHI of the H-Sedaloreto station was used. In the field, a detailed bathymetry of the river was carried out, complemented with satellite information for the elaboration of the Digital Terrain Model, the current flows together with the hydraulic parameters were obtained with differential gauges with the equipment called ADCP (Acoustic Doppler Current Profile). Hydraulic modeling is complemented by the GIS (Geographic Information System) through the HEC GeoRAS extension that interacts from the generation of the MDT, import of geometric terrain data, cross sections of the river, talweg, etc. for the subsequent preparation of maps flooding and zoning of critical sectors.

Maximum flows of 1891 and 2011 m³/s were obtained for return periods of 50 and 100 years respectively. Five critical sectors were determined, the M3 meander located in front of the potable water plant in Iquitos city being in the process of throttling and subsequent lateral displacement.

Keyword: Nanay, HECRAS, Modelling, Morphology, Amazon River

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas las ciudades amazónicas, en especial, las ubicadas en la Selva Baja han estado sufriendo cambios en el comportamiento hidroclimático en forma más continua. Hoy en día, el frágil equilibrio de estos ecosistemas especializados y con fuerte biodiversidad, está siendo amenazado por los cambios climáticos que afectan al conjunto del planeta. Situado en la región intertropical del globo, el Perú es sensible especialmente a los cambios climáticos y debe prepararse a enfrentar sus impactos (IRD, 2018).

En el Perú, los desastres más incidentes a causa del cambio climático son las inundaciones, huaycos, deslizamiento de suelo, friaje, sequias, entre otros. Sin embargo, en estos últimos años, las inundaciones han sido el principal desastre que ha traído daños materiales y pérdidas humanas (Koechlin, 2017)

La inundación más reciente en nuestro departamento se presentó en los veranos del 2012 y 2015, caracterizada por ser los más extremos de la historia en la región amazónica, afectando económicamente y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Iquitos.

La recurrencia de estas inundaciones, ponen en riesgo los recursos naturales, la seguridad alimentaria y la salud humana, mayormente de la población de menores recursos económicos, retrasando el desarrollo local y regional. En tal sentido, ante este problema alarmante, en las diferentes regiones del mundo se han planteado metodologías para determinar la magnitud de los desbordamientos de los ríos (Chagua, 2018).

Asimismo, en toda la amazonia, no se cuenta con conocimientos, información y herramientas que faciliten una mejor comprensión hidrológica e hidráulica de una zona en riesgo de inundación, que facilite por ende a una mejor Gestión del Riesgo del Desastre. Las simulaciones hidráulicas se convierten en una herramienta fundamental para los estudios entre el caudal que discurre por un río y el cauce que los puede contener, así como la manera que influyen en el nivel de las aguas, obras hidráulicas que se presenten en su cauce. Para ello, se pretende utilizar el modelo hidráulico HEC RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Siendo nuestro objetivo principal el determinar los tramos críticos de inundación del río Nanay sobre la ciudad de Iquitos, utilizando el modelo unidimensional HEC RAS, para diferentes periodos de retorno.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo y Diseño de investigación

El presente trabajo de Investigación es de tipo No Experimental y el Diseño es Descriptivo.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la cuenca del río Nanay, ubicado entre los distritos de Punchana, San Juan, Belén e Iquitos en el departamento de Loreto.

2.2.2 Población

Está constituida por la población de Iquitos

2.2.3 Muestra

Está representada por la población afectada en los tramos inundables en la ciudad de Iquitos.

2.3 Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos

2.3.1 Técnicas de Recolección de Datos

Para la técnica de recolección de datos emplearan fuentes secundarias con la revisión de documentos, informes, publicaciones, libros sobre el tema a investigar, se complementara con el uso de información primaria básicamente con el uso de encuestas a través del cuestionario.

2.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos

El instrumento que se empleara para la recolección de datos será el cuestionario.

Información Hidrográfica:

Para obtener la topografía del terreno se usó un Drone DJI Phantom 4 pro, manejado por la aplicación para Android Drone Deploy que sirve para automatizar el vuelo y configurar todas las opciones del levantamiento, como la altura y velocidad de vuelo, así como también el tamaño del pixel y el área total a levantar. En total se levantaron aproximadamente 56 *ha*. Las medidas de los puentes se tomaron con un flexómetro directamente en el campo.

Otros materiales y equipos:

Cámara fotográfica.

Drone DJI Phantom 4 pro.

Software ArcGis.

Software Microsoft Office Excel.

Software HEC GEORAS

Información recopilada de estudios anteriores

2.3.3 Procedimientos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos será el siguiente:

Listar las variables

Revisar la definición de operacionalización de variables

Elegir el instrumento de medición

Determinar el nivel de medición

Desarrollar el cuestionario a la unidad muestral.

2.4. Procesamiento de los Datos

La información obtenida de los cuestionarios se procesara en el programa Excel y los resultados obtenidos se presentan y tratan en cuadros estadísticos como gráficos de barras, gráficos lineales, entre otros, así como el programa Word para su análisis e interpretación.

Para el modelamiento hidráulico se empleara el software HEC RAS v5.0.1, para el diseño de planos se empleo el ARCGIS versión 10.2 y para realizar otros cálculos se empleara el programa Excel versión 2010.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ubicación del área de estudio

Políticamente se ubica en:

Departamento : Loreto
Provincia : Maynas
Distrito : Iquitos

Geográficamente:

Latitud : de 04°30'25" S a 04°30'25" S
Longitud : de 04°30'25" S a 04°30'25" S

Pertenece a la cuenca hidrográfica del río Nanay, en una extensión de 101.25 Km² que representando el 12% de área total, siendo el tramo de la presente investigación estudio desde la desembocadura con el río Amazonas denominada la progresiva 0+000 hasta la altura de la comunidad de Puerto Almendra, en una longitud de 42+000 Km, donde la margen derecha del río es la más importante para la presente investigación debido a que colinda a la ciudad de Iquitos. El mapa 1, representa el área de estudio y su proporción en la cuenca.

3.2 Determinación del Coeficiente de Rugosidad

El coeficiente de rugosidad es un parámetro que representa el grado de resistencia, que ofrecen las paredes y fondo de un canal o cauce al flujo del fluido. Mientras más áspera o rugosa sean las paredes y fondo del canal, más dificultad tendrá el agua para desplazarse.

Este parámetro ha sido muy estudiado por muchos investigadores en el laboratorio, por lo que se ha elaborado una tabla para los diferentes valores de n , dependiendo del material que aloja (Chow, 1994).

Tabla 1. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning

Descripción de la corriente	Mínimo	Normal	Máximo
A Cauces naturales			
A.1 Cursos secundarios (ancho de la superficie libre en crecida < 30 m)			
A.1.1 Cursos en planicies			
- Limpios, rectos, sin fallas ni pozos	0,025	0,030	0,033
- Rectos con algunas piedras y pastos	0,030	0,035	0,040
- Limpios con meandros, con algunos pozos y bancos	0,033	0,040	0,045
- Meandros con algunas piedras y pastos	0,035	0,045	0,050
- Meandros con muchas piedras	0,045	0,050	0,060
- Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0,050	0,070	0,080
- Tramo con mucho pasto, pozos profundos y cauce en crecida con muchos arbustos y matorral	0,075	0,100	0,150
A.1.2 Cursos montañosos, carentes de vegetación en el fondo, laderas con pendientes pronunciadas y árboles y arbustos en las laderas que se sumergen en niveles de crecida			
- Cauce de grava, cantos rodados y algunas rocas	0,030	0,040	0,050
- Cauce de cantos rodados, con grandes rocas	0,040	0,050	0,070
A.2 Cursos en planicies inundadas			
A.2.1 Zonas de pastos, sin arbustos			
- Pasto corto	0,025	0,030	0,035
- Pasto alto	0,030	0,035	0,050
A.2.2 Zonas cultivadas			
- Sin cultivo	0,020	0,030	0,030
- Cultivos sembrados en línea en fase de madurez fisiológica	0,025	0,035	0,045
- Cultivos sembrados a voleo en fase de madurez fisiológica	0,030	0,040	0,050
A.2.3 Zonas arbustivas			
- Escasos arbustos y pasto abundante	0,035	0,050	0,070
- Pequeños árboles y arbustos sin follaje (parada invernal)	0,035	0,050	0,060
- Pequeños árboles y arbustos con follaje (fase vegetativa)	0,040	0,060	0,080
- Arbustos medianos a densos durante la parada invernal	0,045	0,070	0,110
- Arbustos medianos a densos durante la fase vegetativa	0,070	0,100	0,160
A.2.4 Zonas arbóreas			
- Sauces densos, temporada invernal	0,110	0,150	0,200
- Terreno claro con ramas sin brotes	0,030	0,040	0,050
- Terreno claro con ramas con gran crecimiento de brotes	0,050	0,060	0,080
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación por debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
- Zonas de explotación maderera con árboles caídos, poco crecimiento en las zonas bajas y nivel de inundación que alcanza a las ramas	0,100	0,120	0,160
A.3 Cursos importantes (ancho de la superficie libre en crecida > 30 m)			
En este caso, los valores del coeficiente n son inferiores a los correspondientes de cauces secundarios análogos, ya que los bancos ofrecen una resistencia efectiva menor,			
- Sección regular sin rocas ni arbustos	0,025		0,060
- Sección irregular y rugosa	0,035		0,100

Según la tabla 1, al río Nanay le corresponde un coeficiente mínimo de 0.033 y un máximo de 0.045.

3.3 Obtención de datos de campo - Batimetría

Las secciones transversales del río en la zona de interés son de vital importancia para el modelado hidráulico, El término de sección transversal se

refiere al corte tomado en forma perpendicular a la dirección del flujo. El flujo puede pasar por un río, canal o quebrada. Figura 1.

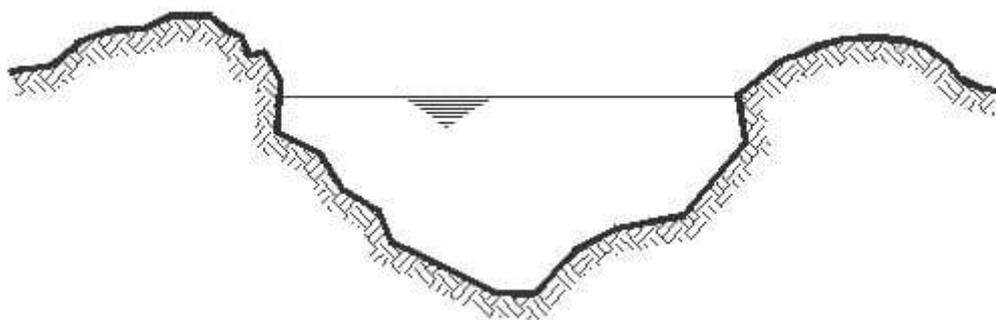


Figura 1. Esquema representativo de una sección transversal de un río

Para la realización de los tirantes de agua sobre el río Nanay se ha tenido que obtener la información por medio de un ADCP (Acoustic Doppler Current Profile), y una ecosonda BATI 500, con la diferencia que este equipo puede dar mayor cantidad de parámetros hidráulicos como ancho del río, profundidad máxima, distribución de velocidades, líneas de flujo, etc.

Con la ecosonda monohaz modelo Bati500 y el ADCP, se han obtenido 270 pasadas, en alrededor de los 43 Km de longitud, con 70550 puntos de control, amarradas al BM de la calle Túpac Amaru, contados a partir de la desembocadura sobre el río Amazonas, para ello fue necesario el deslizador del SENAMHI en el que se acopla el ADCP. El inicio fue la desembocadura del río Nanay sobre el Amazonas y el final fue a la altura de la comunidad de Puerto Almendras, conjuntamente se conjugo con la información del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia Peruana – SEHINAV quienes contribuyeron con data hidrográfica del río Nanay. La fecha de realización fue el día 14 de junio del 2019.

3.3.1 ADCP

Para la obtención de datos de profundidad del río Nanay en la sección de estudio, fue utilizado el Perfilador Acústico Doppler de Corrientes, comúnmente denominado ADCP (Acoustic Doppler Current Profile), la marca es RiverRay el cual está diseñado para medir los perfiles de corriente en tiempo real desde un montaje temporal o permanente a bordo de un barco.

El sistema RiverRay consta de un ADCP RiverRay, flotador, cables y software. Los requisitos de potencia de entrada para el RiverRay son +12 VDC. El sistema RiverRay requiere la adición de una computadora compatible con Windows® para recopilar datos. El conjunto del transductor contiene la cerámica y la electrónica del transductor. La frecuencia acústica estándar es de 600 kHz. Vea el dibujo del contorno para las dimensiones y pesos.

Cable I/O: el cable de entrada / salida (I/O) conecta el RiverRay a la computadora y a la fuente de alimentación externa / batería. Caras del transductor: la cara de uretano cubre la cerámica del transductor. Nunca coloque el transductor sobre una superficie dura. La cara de uretano puede estar dañada.

Carcasa: el RiverRay está diseñado para ser operado solo como un sistema montado en superficie. No se proporciona ninguna calificación de profundidad. Sensor de temperatura: el termistor mide la temperatura del agua.

Cabeza del transductor: la electrónica de RiverRay y la cerámica del transductor se montan en la cabeza del transductor. Los números grabados en

relieve en la cara del transductor indican el número del haz. Viga vertical: en la cabeza del transductor, permite la medición de profundidad directamente debajo del ADCP. Ver figura 3.

End-Cap: la tapa del extremo sostiene el conector del cable de I/O y el LED. Al ensamblar la unidad, haga coincidir la marca del haz 3 en la tapa del extremo con el número del haz 3 en el transductor.

LED: el LED en la carcasa de la electrónica indica el estado del sistema RiverRay.

Flotador: el flotador está diseñado para mantener el transductor a una profundidad constante en el agua con una mínima perturbación del flujo del agua. Ver figura 2.

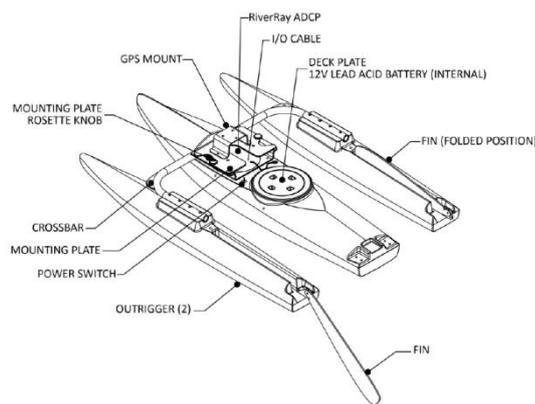


Figura 2. Esquema del Montaje del Transductor sobre la unidad Flotante

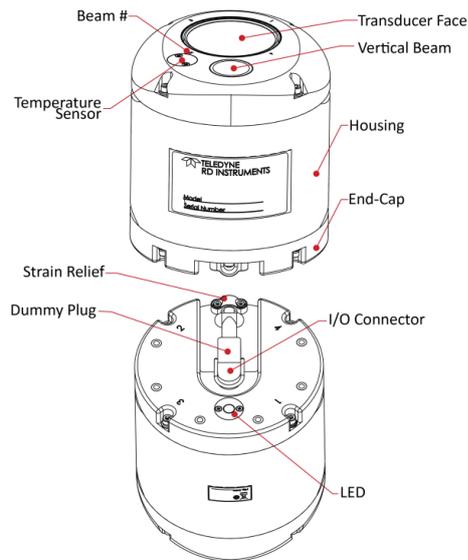


Figura 3. Esquema de Trasductor del ADCP

El ADCP RiverRay requiere un suministro de CC entre 10.5 voltios y 18 voltios. Una fuente de alimentación de CC externa o una batería de celda de gel de plomo-ácido de 12V, 7A-hr puede proveer la energía.

3.3.2 Funcionamiento del ADCP (*Perfilador de corriente acústico Doppler*)

Tanto para el trabajo de campo como los ensayos realizados en laboratorio para la calibración, se utilizó un perfilador de corriente acústico Doppler (ADCP) “RiverRay”, fabricado por RDI diseñado especialmente para aguas profundas. El ADCP provee información batimétrica (profundidad) de la sección y de las velocidades del flujo en tres direcciones ortogonales, lo que permite definir el caudal con un error general del orden de 2 o 3%. Este instrumento mide la velocidad del agua utilizando el principio físico llamado cambio de frecuencia Doppler. Un transductor genera un pulso de sonido a una frecuencia conocida que se propaga a través del agua. Este se refleja en todas las direcciones por las partículas que se encuentran en suspensión (sedimento, materia orgánica,

etc.). Una porción de la energía reflejada vuelve hacia el transductor donde es recibida por éste y el ADCP mide el cambio de frecuencia de la señal de retorno (Figura 4). Este cambio de frecuencia, medido por cada transductor, se traduce en la velocidad del agua en la dirección radial del mismo, a través de la ecuación 1 (Simpson, 2001).

$$f_{Doppler} = 2 f_{fuente} \left(\frac{V}{C} \right) \cos(\theta) \quad \text{Ec. [1]}$$

Donde

$f_{Doppler}$ es la frecuencia registrada en el receptor,

f_{fuente} es la frecuencia transmitida por el emisor,

V es la velocidad relativa entre el emisor y el receptor,

c la velocidad del sonido y

θ el ángulo entre el vector de velocidad relativa y la línea entre el ADCP y los transductores.

El corrimiento de frecuencias Doppler $f_{Doppler}$ en los flujos usuales es tres órdenes de magnitud menor que la frecuencia de sonido utilizado (f_{fuente}). Esto hace que para poder capturar el corrimiento sea necesario hacer registros largos, perdiendo resolución temporal. En los sistemas Doppler coherente este problema se evita mediante la emisión de una secuencia de pulsos acústicos cortos cuya fase de emisión se mantiene. Entonces la determinación del corrimiento de frecuencia es implementada evaluando el cambio de fase del retorno de estos pulsos, como se presenta en la ecuación 1. Con $d\phi$ cambio de fase entre dos pulsos acústicos reflejados, dt : incremento diferencial para el intervalo entre tiempo de pulsos.

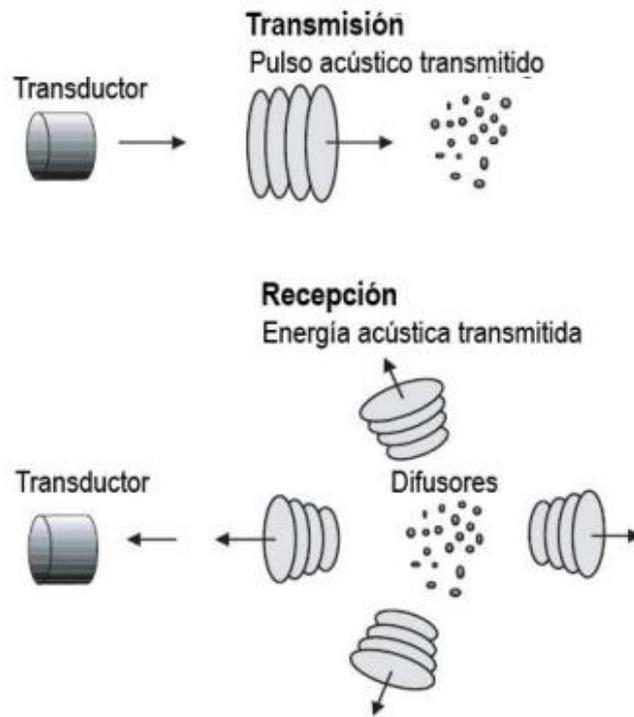


Figura 4. Colisión del pulso acústico con las partículas (Simpson, 2001)

El ADCP RiverRay tiene un conjunto de cuatro sensores inclinados 30° con respecto a la vertical (Figura 4) en una configuración denominada “Janus” (mirando en direcciones opuestas) que emiten pulsos acústicos mediante los cuales puede medirse la velocidad en tres direcciones (el sistema de cuatro rayos provee información redundante en una dirección, generalmente la vertical, que permite determinar la calidad de la medición). A continuación, se presentan las ecuaciones para obtener las velocidades en las tres direcciones x , y y z , para una configuración típica de cuatro haces, donde el número 3 se encuentra dirigido hacia adelante (Muller y Wagner, 2007).

$$V_y = \frac{B_4 - B_3}{2 \operatorname{sen} \alpha}$$

$$V_x = \frac{B_1 - B_2}{2 \operatorname{sen} \alpha}$$

$$V_z = \frac{B_1 + B_2 + B_3 + B_4}{4 \operatorname{cos} \alpha}$$

Donde V_y es la velocidad en la dirección del flujo, V_x es la velocidad transversal, V_z es la velocidad vertical, B_1 , B_2 , B_3 y B_4 es la velocidad radial medida por el rayo 1, 2, 3 y 4, respectivamente y α es el ángulo de inclinación del rayo respecto a la vertical. El ADCP RiverRay opera con una señal acústica de 600 KHz. Su función es medir las profundidades y obtener la batimetría y topografía del fondo de la sección. En la Tabla 2 se adjuntan las especificaciones técnicas del ADCP utilizado en el presente estudio. Este instrumento puede ser comandado desde una computadora personal o bien con un teléfono celular, ambos dispositivos capaces de registrar los datos medidos. Para realizar la medición y visualizar los resultados obtenidos con el ADCP se utiliza el programa computacional llamado WINRIVER II. Este programa permite configurar el instrumento y registra toda la información enviada por el equipo, generando resultados en forma de tablas, gráficos e imágenes, permitiendo además exportar los resultados a otros programas para un análisis más detallado, tales como Microsoft Excel o Matlab. (Heredia, 2017).

Tabla 2. Especificaciones Técnicas del ADCP RiverRay

Perfilación de Caudal	Modo de operación	Banda Ancha o pulsocoherente, automático		
	Rango de caudal	±5m/s predeterminado, ±20m/s max.		
	Rango de perfilación	0.4m ³ a 60m ³		
	Precisión	±0.25% del caudal relativo al ADCP, ±2mm/s		
	Resolución	1mm/s		
	Cantidad de celdas	25 típica, 200 max. (selección automática)		
	Tamaño de celda	10cm min. (selección automática)		
	Rango de celda de superficie	25cm ²		
Modo de operación	Broadband			
Bottom Tracking	Rango de caudal	±9m/s		
	Rango de profundidad	0.4m a 100m ²		
	Precisión	±0.25% del caudal relativo al ADCP, ±2mm/s		
	Resolución	1mm/s		
Batimetría	Rango	0.3m a 100m ²		
	Precisión	±1% (con temperatura de agua y perfil de salinidad uniforme)		
	Resolución	1mm ⁴		
Haz Vertical	Rango	0.2m to 80m		
	Precisión	±1% (con temperatura de agua y perfil de salinidad uniforme)		
	Resolución	1mm		
Sensores Estándar	Temperatura	Rolido y Cabeceo	(Tilt) Compás	
	Range	-5°C a 45°C	±90°	0-360°
	Precisión	±0.4°C	±0.3°	±2° ⁵
	Resolución	0.01°C	0.02°	0.01°
Transductor y Hardware	Frecuencia del sistema	600kHz		
	Configuración	Phased array (superficie plana), cuatro haces Janus para ángulo de haz de 30°		
	Memoria interna	16MB		
Comunicación	Estándar	RS-232, 1200 a 115,200 baudios. Bluetooth, 115,200 baudios, rango de 200m.		
	Opcional	Radio modem, rango >30km (a línea de vista)		
Software (incluido)	<ul style="list-style-type: none"> • WinRiver II (estándar) para mediciones con fondo en movimiento. • SixS Pro (opcional) para mediciones estacionarias; incluye un modelo de incertidumbre para evaluación y control de calidad in situ 			
Potencia	Voltaje	10.5–18V Consumo de potencia		1.5W típico
	Batería (dentro de la embarcación)	12V, 7A-hr celda de gel de plomo ácido (recargable)		
	Capacidad de Batería	>40 hrs en operación continua		
Embarcación (incluida)	Configuración	Trimarán		
	Material	Poliétileno		
	Dimensiones	Largo 120cm, Ancho 80cm, Altura 18cm		
	Peso	10kg vacío; 17kg con instrumental y batería		
Integración con GPS (opcional)	Integración con GPS (provisto por el usuario) a través de RS-232 a RR data stream			
Condiciones ambientales	Temperatura de operación	-5°C a 45°C		
	Temperatura de almacenamiento	-20°C a 50°C		

1. Assume una celda buena (mínimo tamaño de celda) en modo de perfilación de alta precisión, rango medido desde la superficie del transductor.
2. Assume agua dulce, rango actual dependiendo de la temperatura y concentración de sólidos suspendidos.
3. Distancia medida desde el centro de la primera celda a la superficie del transductor.
4. Para datos de profundidad promedio.
5. Para una combinación de rolido ±1-70° y ángulo de cabeceo <70°.

3.4 Clasificación del Flujo en canales abiertos.

El flujo en canales abiertos puede clasificarse en muchos tipos y describirse de varias maneras. La siguiente clasificación se hace de acuerdo con el cambio de los parámetros profundidad, velocidad, área etc. del flujo con respecto al tiempo y al espacio. La clasificación del flujo en canales abiertos se resume de la siguiente manera:

A. Flujo permanente

1. Flujo uniforme
2. Flujo variado
 - a. Flujo gradualmente variado
 - b. Flujo rápidamente variado

B. Flujo no permanente

1. Flujo uniforme no permanente (raro)
2. Flujo variado no permanente
 - a. Flujo gradualmente variado no permanente
 - b. Flujo rápidamente variado no permanente (Ruiz, 2008)

Desde el punto de vista práctico, resulta adecuado establecer una clasificación de tipos de flujo (Chow, V.T. 1982), tal que, con auxilio de una serie de suposiciones simplificadoras, permita hacer una distinción de las diferentes formas o estados en que se presenta el flujo a superficie libre en la realidad.

El flujo unidimensional a superficie libre puede ser clasificado con base en diferentes criterios, la más aceptada y conocida es posiblemente la siguiente:

Tabla 3. Resumen de la clasificación de tipos de flujo (Chow, 1992)

Tipo de flujo	Criterio de clasificación
Permanente y no permanente Uniforme y variado Laminar y turbulento Subcrítico y supercrítico	Tiempo Espacio Fuerzas viscosas Fuerza de gravedad

a) Flujo permanente

Las características hidráulicas (velocidad, tirante y gasto) en cualquier sección transversal del canal permanecen constantes todo el tiempo o durante un lapso específico.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

b) Flujo no permanente

Las características hidráulicas en una sección transversal varían de un instante a otro.

$$\frac{\partial u}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial h}{\partial t} \neq 0$$

c) Flujo uniforme

Las características hidráulicas permanecen constantes a lo largo del canal. Este tipo de flujo se puede presentar en la práctica solamente en estado permanente.

$$\frac{\partial u}{\partial s} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial s} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial s} = 0$$

d) Flujo variado

La velocidad media y el tirante cambian a lo largo del canal:

$$\frac{\partial u}{\partial s} \neq 0, \quad \frac{\partial h}{\partial s} \neq 0$$

En este tipo de flujo existe una subclasificación.

	Permanente	No permanente
Flujo variado	gradualmente $\partial Q / \partial s = 0$	$\partial Q / \partial s \neq 0$
	rápida $\partial Q / \partial s = 0$	$\partial Q / \partial s \neq 0$
	espacialmente $\partial Q / \partial s \neq 0$	$\partial Q / \partial s \neq 0$

La diferencia principal entre un flujo gradualmente variado y otro rápidamente variado radica en que para el primer caso se presenta una variación gradual de los tirantes a lo largo del canal y en el segundo caso dicha variación se presenta bruscamente entre dos secciones consecutivas o en un tramo muy corto (caso típico de un salto hidráulico).

e) Flujo laminar y turbulento

Con relación a la influencia de la viscosidad, el flujo puede ser laminar, de transición o turbulento. La influencia de la viscosidad se mide a través del número de Reynolds.

$$Re = \frac{uRh}{\nu}$$

En la práctica se aceptan los siguientes rangos de clasificación:

<i>Flujo laminar</i>	$Re < 500 - 600$
<i>Flujo de transición</i>	$500 < Re < 2000$
<i>Flujo turbulento</i>	$Re > 2000$

El escurrimiento en canales por lo general se presenta en régimen turbulento y muy raras veces en forma laminar, debido principalmente a la baja viscosidad del agua. En lo que sigue de este trabajo se considera que el flujo es siempre turbulento a menos que se especifique lo contrario.

f) Flujo subcrítico y supercrítico

Por lo que se refiere a la preponderancia de las fuerzas gravitatorias, existe también una clasificación, la cual queda definida por el número de Froude.

$$Fr = \frac{u}{\sqrt{gY}}$$

El flujo se clasifica en:

<i>Subcrítico</i>	$Fr > 1$
<i>Crítico</i>	$Fr = 1$
<i>Supercrítico</i>	$Fr < 1$

3.5 Simulación Hidráulica con HEC GEORAS

Para la simulación hidráulica, se ha elaborado el siguiente esquema que sintetiza los pasos a seguir para la obtención de la información base y la delimitación de los tramos críticos de desborde del río Nanay.

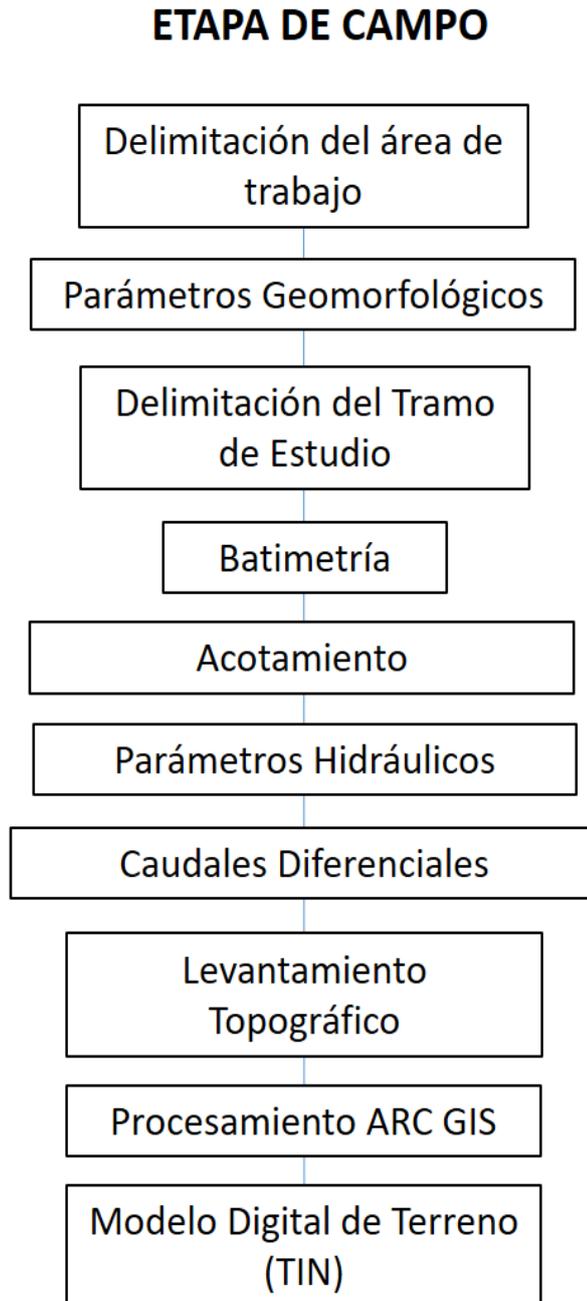


Figura 5. Esquema de las actividades de campo para el ajuste del Modelo Digital de Terreno (MDT).

ETAPA DE GABINETE

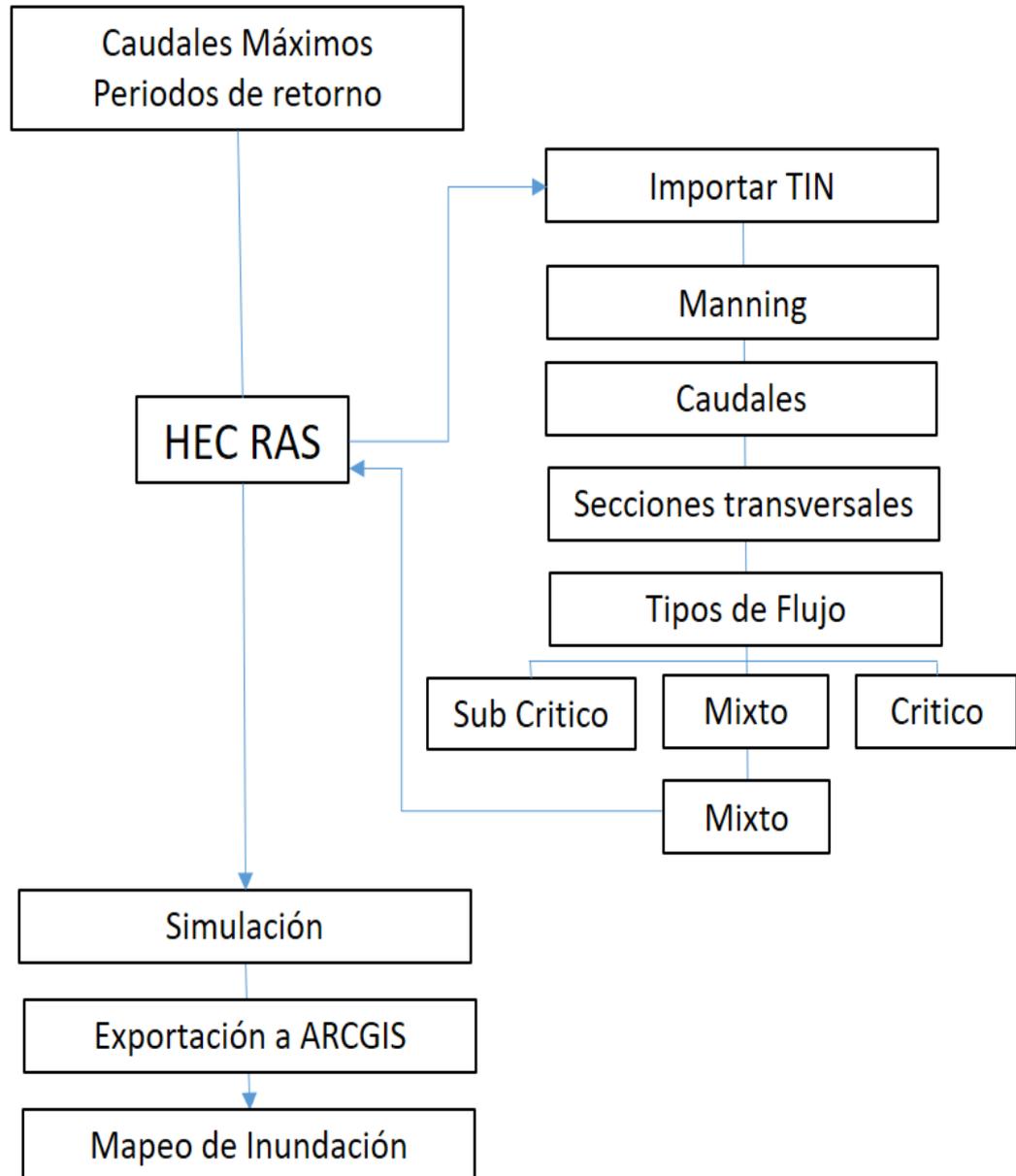


Figura 6. Esquema de las actividades de gabinete para la corrida del Modelo HEC GEORAS.

Con la ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG), se obtiene los parámetros geomorfológicos de la cuenca como escenario principal, encuentran anexados al presente.

3.6 Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del río Nanay

El estudio de la cuenca impone la necesidad de usar cartas y mapas las mismas que se encuentran a varias escalas, pero como criterio de utilización de acuerdo a las áreas se puede tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 4. Escala recomendada para trabajos en Cuencas – de acuerdo al tamaño

Área de la Cuenca en Km ²	ESCALA RECOMENDABLE
$A < 1000$	1/25,000
$100 < A < 1000$	1/50,000
$1000 < A < 10000$	1/200,000
$A > 10000$	1/500,000

Fuente: Hidrología de Superficie

Autor: Ing. Oswaldo Ortiz Vera.

a. Área de la cuenca (A)

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de esorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. Representada con la letra “A” mayúscula, es probablemente la característica geomorfológica más importante, y su importancia radica en las siguientes razones:

$$A = 16\ 276.80\ \text{Km}^2$$

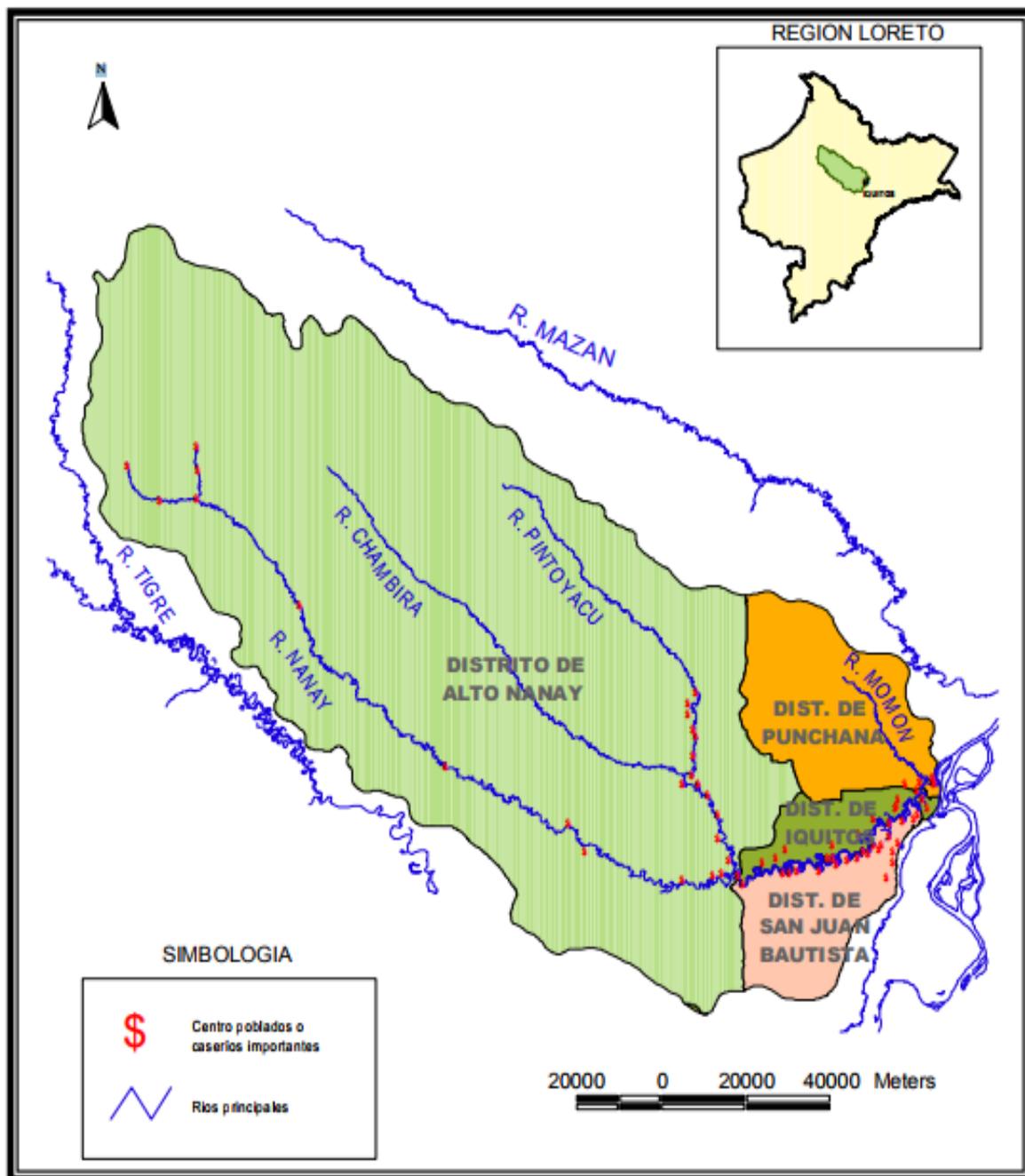


Figura 7. Área de la cuenca del río Nanay (fuente IIAP, 2002)

b. Perímetro de la cuenca (P)

Es la longitud del contorno del área de la cuenca. Es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula "P".

$$P = 1\ 025.05\ \text{Km}$$

c. Longitud del río principal (L)

Es la longitud del río principal de la cuenca, donde van a drenar todos los afluentes y quebradas. Representada con la letra "L" mayúscula.

$$L = 291.99\ \text{Km}$$

d. Parámetros de forma de la cuenca

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada.

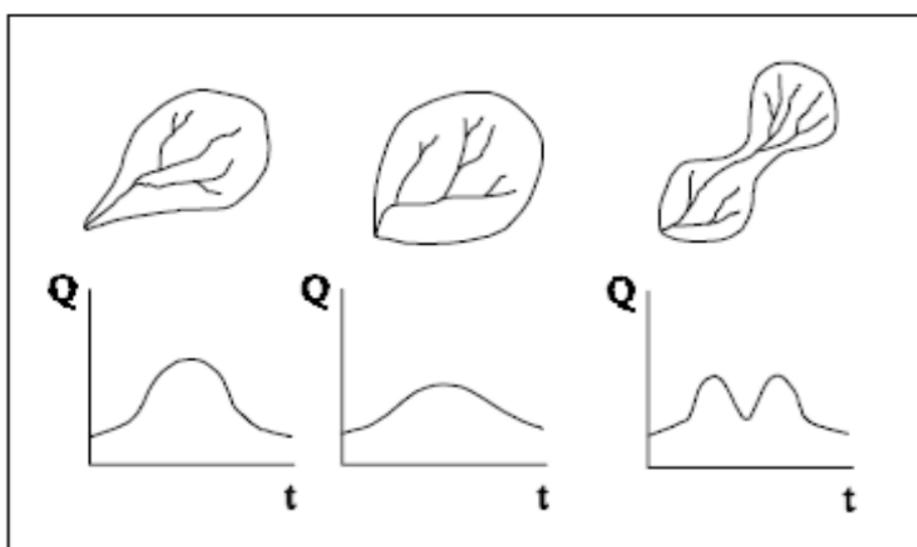


Figura 8. Hidrogramas representativos de la respuesta de la cuenca según su forma.

En la figura 8, vemos varias hidrógramas para cuencas con la misma área y diferentes formas ante una lámina precipitada igual. Esto demuestra una fuerte probabilística en la determinación de una cuenca mediante sus parámetros. Para determinar la forma de una cuenca se utilizan varios índices asociados a la relación área perímetro. Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente. Siendo los más comunes:

e. **Factor de forma de Horton (Kf)**

Horton, ha sugerido un factor adimensional de forma designado como “Kf” que puede deducirse a partir de la siguiente ecuación:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

Kf = Factor adimensional de forma de Horton

A = área de la cuenca en Km²

L = Longitud de máximo recorrido

Tabla 5. Valores Interpretativos del factor de forma

Valores Aproximados	Forma de la cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.30	Alargada
0.30 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.45	Ni alargada , ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 - 1.20	Muy ensanchada
>1.200	Rodeando el Desagüe

Fuente: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/MORFOMETR%CDA.pdf>

$K_f = 0.38$, lo cual es considerado como ni alargada, ni ensanchado.

f. Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius.

Este está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área A de la cuenca hidrográfica:

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

donde R es el radio del círculo equivalente en área a la cuenca. Por la forma como fue definido: $K \geq 1$. Obviamente para el caso $K = 1$, obtenemos una cuenca circular. La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores dadas su simetría. Sin embargo, este índice de forma ha sido criticado pues las cuencas en general tienden a tener la forma de pera.

$$K = 2.24$$

g. Coeficiente de circularidad

El coeficiente de circularidad de Miller se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Cc = 4\pi \frac{A}{P^2}$$

A = Área de la cuenca en Km²

P = Perímetro de la cuenca en Km

Es de hacer notar que el coeficiente de circularidad de Miller varía entre 0 y 1. En este caso, valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas, mientras que unos coeficientes de circularidad cercanos a 0, indican que las cuencas son alargadas.

Cc = 0.20 cuenca relativamente alargada.

h. Parámetros de relieve:

La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún más evidente. A una mayor pendiente corresponderá una mayor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red drenaje y afluentes al curso principal, los parámetros más utilizados son:

Histograma de frecuencias de altitudes:

La figura 9, representa el grado de incidencia de las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto al total del área de la cuenca.

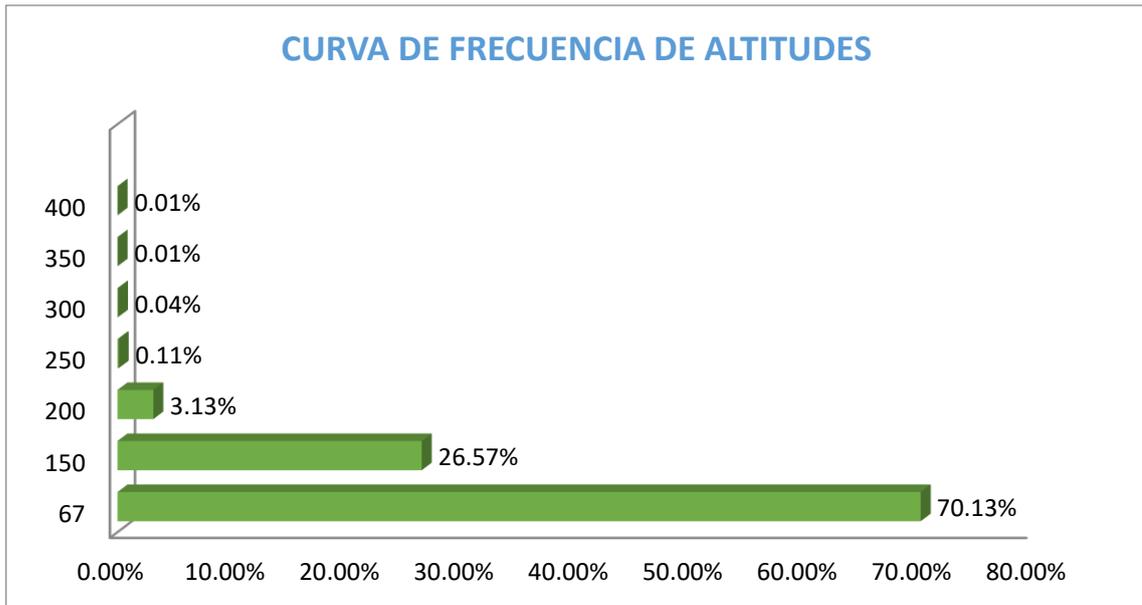


Figura 9. Curva de frecuencia de altitudes de la cuenca del río Nanay

Curva hipsométrica

Es una curva que indica el porcentaje de área de la cuenca o bien la superficie de la cuenca en km^2 que existe por encima de una cota determinada. Puede hallarse con la información extraída del histograma de frecuencias altimétricas. Ver figura 10.

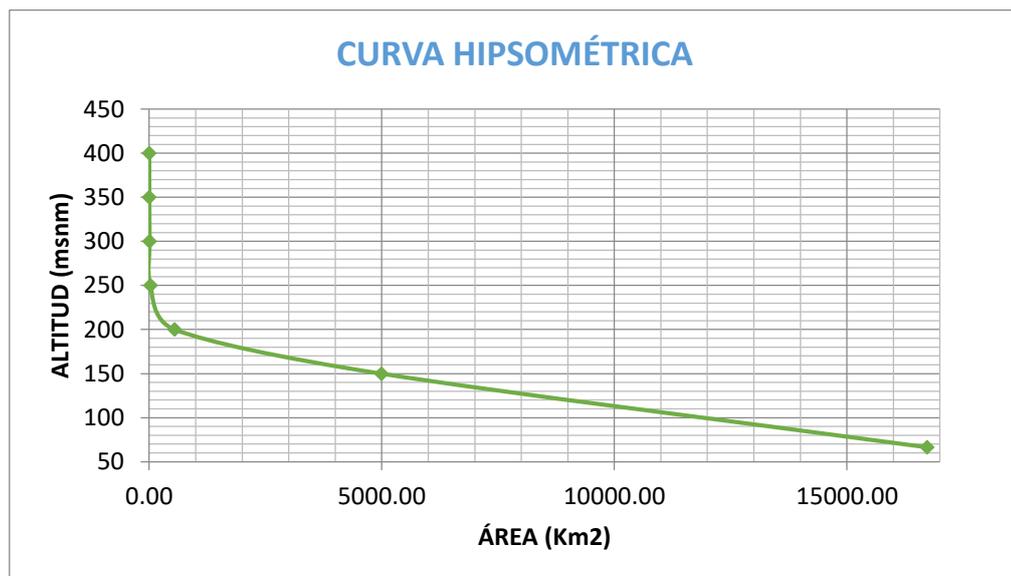


Figura 10. Curva hipsométrica de la cuenca del río Nanay

Pendiente de cuenca (S%):

Es un parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca. Uno de los métodos más representativos para el cálculo es el siguiente, se obtiene dividiendo la diferencia total de la altitud mayor del cauce (H_M -m) y la altitud menor del cauce (H_m -m) entre la longitud horizontal (L -km) del curso de agua entre esos dos puntos:

Altitud mayor del cauce (H_M)	:	200.00 msnm
Altitud menor del cauce (H_m)	:	66.71 msnm
Longitud del cauce principal	:	291.99 Km

$$S(\%) = \frac{H_M - H_m}{1000 * L} * 100$$

$$S (\%) = 0.046$$

Densidad de drenaje (D):

En cierto modo, es reflejo de la dinámica de la cuenca, de la estabilidad de la red hidrográfica y del tipo de escorrentía de superficie, así como de la respuesta de la cuenca a una precipitación. Se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua y su área total, tal como se aprecia en la expresión:

$$D = \frac{\sum Lc}{A}$$

Donde:

D = densidad de drenaje (Km^{-1})

$\sum Lc$ = suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (Km)

A = Área de la cuenca (Km^2)

Tabla 6. Cuadro de respuesta en base a la densidad de drenaje

Densidad de drenaje	Valor de D	Textura
Baja	3—14	Grosera
Media	12—16	Media
Alta	30-40	Fina
Muy alta	20-500	Ultrafina

Fuente: Restauración hidrológica-forestal de la Cuenca del embalse de Cuevas de Almanzora., Emilio José Gómez Espigares. 2011

$$\sum Lc = 9\,708.78 \text{ Km}$$

$$A = 16\,276.80 \text{ Km}^2$$

$$D = 59.6 \text{ Km}^{-1} \text{ Lo que se deduce que la densidad es muy alta.}$$

3.7 Delimitación del área de trabajo

El cual consta del área de las márgenes derecha e izquierda del río Nanay en el sector colindante a la ciudad de Iquitos, siendo el área de influencia directa e indirecta de 115 Km², en una longitud del río de 43.00 Km medidos desde la confluencia del río Nanay sobre el Amazonas. Se tomó como punto de referencia e inicio el puerto de Bellavista Nanay en el distrito de Punchana ubicada en el Noreste de la ciudad hasta la comunidad denominada Puerto Almendras en el distrito de San Juan Bautista. La figura 1, muestra la ubicación espacial del área de estudio.

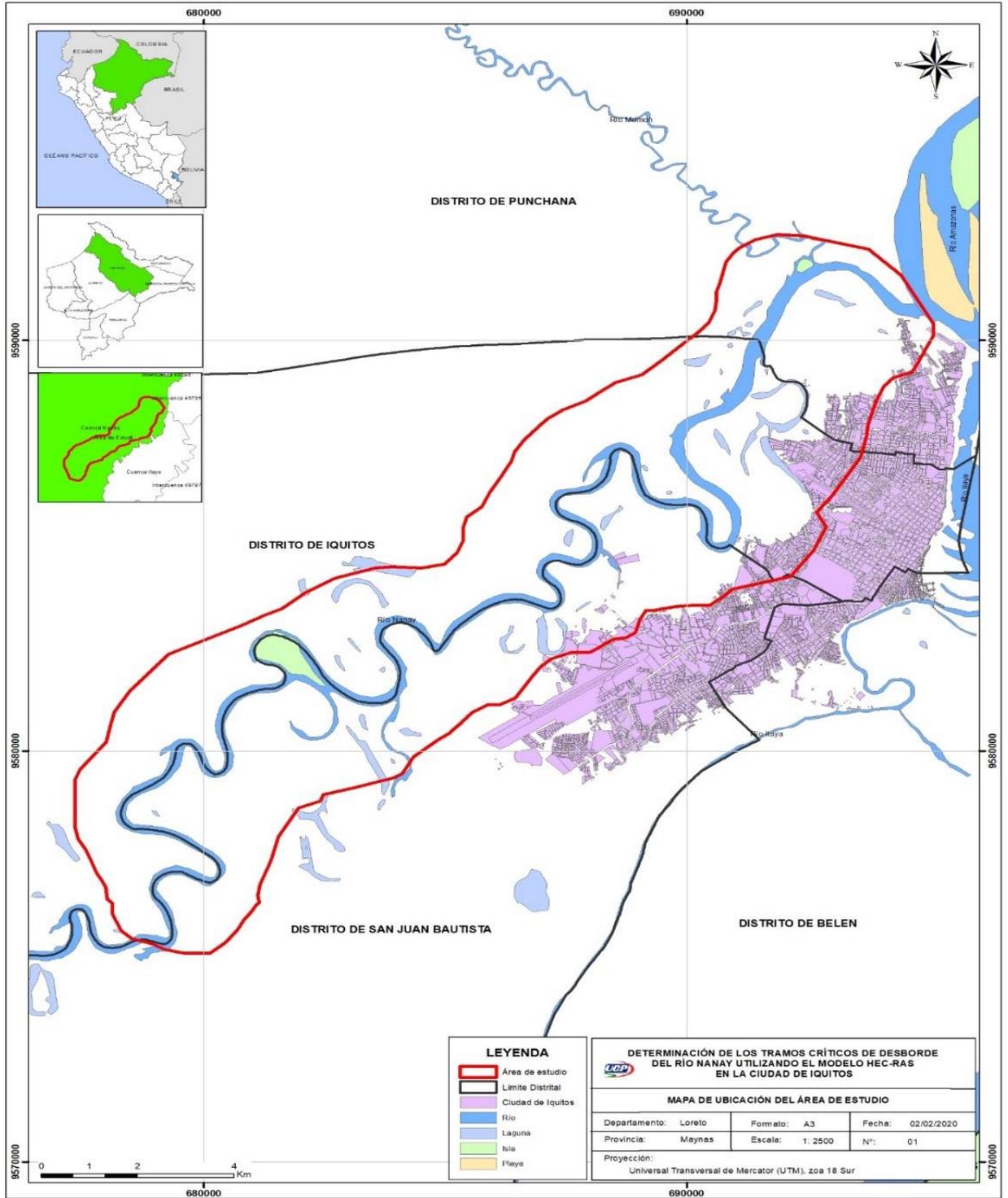


Figura 11. Ubicación del área de estudio, cuenca del río Nanay, ciudad de Iquitos.

3.8 Batimetría del río Nanay en la zona de trabajo

Con la finalidad de afinar a mayor detalle la forma del cauce del río en el tramo de estudio, se realizó la actividad batimétrica, el día 16 de junio del 2019, obteniéndose 177 secciones batimétricas a lo ancho del río, distanciadas cada 250 metros, en ella se tiene detallado los tirantes máximos de cada sección. Todos los puntos se encuentran geo-referenciados en coordenadas UTM (universal transversal mercator).



Figura 12. Secciones batimétricas y puntos de aforo sobre el río Nanay, en los primeros 43 Km de longitud del río (0+000 al 43+000).

En los análisis batimétricos, se observan profundidades máximas de hasta los 30 m. Los valores obtenidos de la batimetría han sido complementados con información topográfica de la ribera obtenida por medio de drones y a su vez con sensoramiento remoto (NASA - DEM ASTER de 30 m de resolución).

Asimismo, del proyecto Reducción a la Exposición al Peligro por Inundación de la ciudad de Iquitos a través de un Modelo Espacial Utilizando Drones realizado por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Científica del Perú – UCP, se ha tomado la información del límite de peligro, que nos permitirá visualizar el ingreso del agua del río Nanay cuando ocurre un desborde.

www.gf-animato.com - UNREGISTERED



Figura 13. Límite de la inundación del río Nanay e Itaya sobre Iquitos (UCP, 2019)

La línea roja de la figura 13, representa el límite de peligro de inundación en condiciones normales, es decir, la cota arbitraria de 117 m (85.86 msnm), comúnmente conocida como inicio de la Faja Marginal (Ley 29338) o Nivel Máximo Ordinario, que sirve para determinar el inicio del proceso de inundación

en la ciudad de Iquitos. El nivel mencionado nos permite visualizar los sectores de riesgo por inundación, muy útil para la gestión del riesgo.

3.9 Procesamiento en Sistema de Información Geográfica

Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno (MDT). Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo.

Con el uso del ARCGIS se confecciono el modelo digital de terreno (MDT) con curvas de nivel de 0.10 m de intervalo, que sirve como insumo principal para la simulación con el HEC GEORAS, es decir, se tiene a detalle la topografía del terreno en el área de estudio.

3.10 Análisis hidrológico

Para el análisis hidrológico se trabajó con los datos de niveles y caudales de la red de estaciones de la cuenca (Senamhi y Sedaloreto), en especial, de la estación hidrológica H-Sedaloreto, ubicada en la toma de captación de agua potable de la ciudad de Iquitos, los caudales datan desde el año 1981 hasta la actualidad, la tabla 9 presenta la estadística descriptiva de los valores máximos anuales extraídos de la serie histórica que se adjunta en el anexo A. Asimismo, con la utilización del ADCP se han realizado aforos diferenciales para comprobar los caudales de la cuenca (21 de diciembre del 2019), dicha acción nos permite estimar si existe perdida o contribución de flujos a lo largo de la cuenca. Ver figura 14.

Las estaciones de control se aprecian en la tabla 7:

Tabla 7. Caudales Obtenidos a lo largo de la Cuenca del río Nanay- parámetros hidráulicos

ESTACION	LATITUD	LONGITUD	CAUDAL (m ³ /s)	Observaciones
H- Santa María	3°53'20.33"S	73°41'46"W	362.38	
H-Pintuyacu	3°52'57"S	73°39'51"W	446.12	De referencia
H-Yarana	3°51'50"S	73°31'16"W	1165.64	Dentro de la RRNN
H-Puerto Almendras	3°49'38"S	73°22'38"W	1150.62	
H-Sedaloreto	3°45'10"S	73°16'51"W	1155.18	

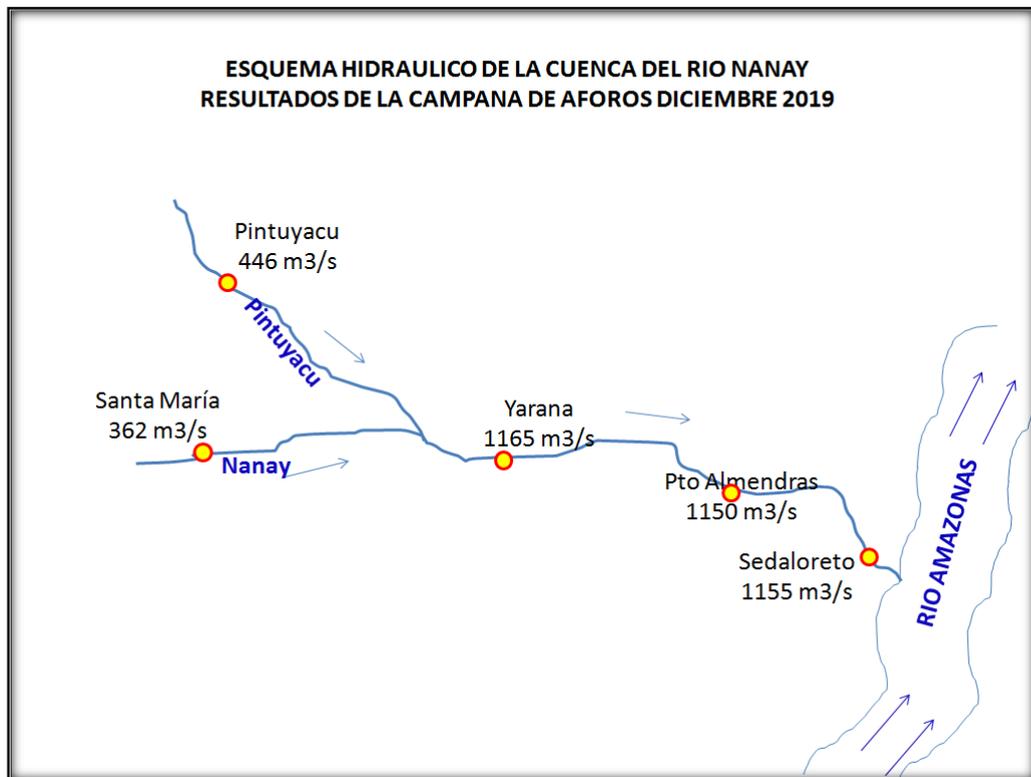


Figura 14. Esquema Hidráulico de la cuenca del río Nanay con sus respectivos resultados de los aforos realizados (diciembre del 2019).

Los aforos fueron realizados en el mes de diciembre del 2019, bajo la coordinación del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, los resultados no permiten visualizar una mínima pérdida de 15 m³/s que es

considerada “no significativa” entre la estación H-Yarana y H-Puerto Almendras,

Desde H-Yarana que se ubica en la cuenca media hasta la desembocadura con el río Amazonas, el caudal es casi constante, las velocidades medias fluctúan entre los 0.50 a 0.68 m/s, valores correspondientes a un flujo sub crítico. Ver tablas del 9 al 13.

El ancho del río fluctúa entre 107 en la parte alta de control hasta los 182 m de ancho en la estación H-Sedaloreto.

Tabla 8. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H - Sedaloreto

Transecto	Banco Com.	Hora inicio	Q Total	Delta Q	Q Superior	Q Medido	Q Inferior	Q Izquierdo	Dist. Izq.	Q Der.	Dist. Der.	Ancho	Area Total	Q/Area	Vel. Bote	Vel. Flujo	Dir. de Flujo	Hora de fin.	Profundidad
			m³/s	%	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m	m³/s	m	m	m²	m/s	m/s	m/s	°		Ref.
SEDALORETO-21-12-19000	Derecha	09:03:07	1042.04	-1.24	24.701	757.307	200.244	1.622	10	58.166	20	176.5	1687.38	0.618	1.651	0.623	29.34	09:04:38	Composite
SEDALORETO-21-12-19001	Izquierda	09:04:45	1075.64	1.94	25.53	760.034	210.994	1.49	10	77.592	20	177.5	1562.64	0.688	1.76	0.573	50.97	09:06:12	Composite
SEDALORETO-21-12-19002	Derecha	09:06:27	1067.604	1.18	24.847	785.697	218.451	-2.003	10	40.611	20	186.25	1796.12	0.594	1.749	0.551	36.63	09:08:01	Composite
SEDALORETO-21-12-19003	Izquierda	09:08:05	1039.513	-1.48	25.874	758.72	210.543	-2.398	10	46.775	20	181.26	1664.95	0.624	1.698	0.547	54.8	09:09:40	Composite
SEDALORETO-21-12-19004	Derecha	09:09:55	1072.571	1.65	25.402	773.503	207.77	1.848	10	64.048	20	187.3	1789.53	0.599	1.719	0.593	38.66	09:11:30	Composite
SEDALORETO-21-12-19005	Izquierda	09:11:36	1033.691	-2.04	26.084	731.566	207.508	1.047	10	67.487	20	185.04	1589.38	0.65	1.638	0.548	50.58	09:13:25	Composite
Promedio			1055.177	0	25.406	761.138	209.252	0.268	10	59.113	20	182.31	1681.67	0.629	1.703	0.572			
Desv. Estandar			18.737	1.78	0.548	18.179	5.928	1.934	0	13.648	0	4.6	97.71	0.035	0.05	0.03			
Std./ Avg.			0.02	0	0.02	0.02	0.03	7.22	0	0.23	0	0.03	0.06	0.06	0.03	0.05			

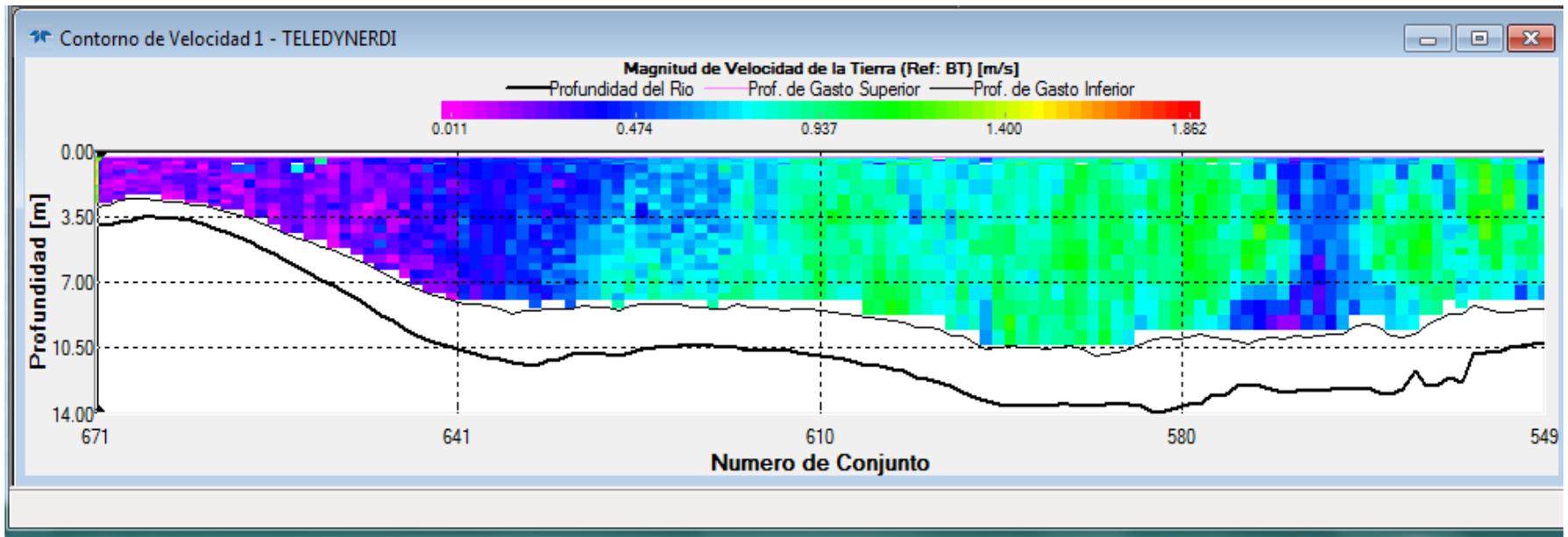


Figura 15. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Sedaloreto

Tabla 9. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Puerto Almendras

Transecto	Banco Com.	Hora inicio	Q Total	Delta Q	Q Superior	Q Medido	Q Inferior	Q Izquierdo	Dist. Izq.	Q Der.	Dist. Der.	Ancho	Area Total	Q/Area	Vel. Bote	Vel. Flujo	Dir. de Flujo	Hora de fin.	Profundidad
			m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s	m/s	°	Ref.	
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Derecha	09:55:51	1146.463	-0.36	24.599	844.862	242.257	35.578	10	-0.832	6	146.38	1754.65	0.653	1.359	0.655	82.11	09:57:33	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Izquierda	09:57:40	1105.234	-3.94	22.655	791.584	240.898	48.769	10	1.328	6	137.7	1689.87	0.654	1.98	0.704	95.23	09:58:42	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Izquierda	10:00:30	1158.8	0.71	23.827	845.249	262.059	28.147	8	-0.481	6	141.85	1754.39	0.661	1.815	0.68	93.97	10:01:44	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Derecha	10:01:49	1179.188	2.48	24.661	887.055	248.803	19.793	8	-1.123	6	148.4	1808.59	0.652	1.555	0.653	79.81	10:03:23	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Izquierda	10:03:28	1097.269	-4.64	21.735	804.11	237.678	33.839	8	-0.093	6	135.74	1693.37	0.648	1.938	0.658	94.31	10:04:32	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Derecha	10:04:39	1199.347	4.23	23.931	908.452	242.727	24.526	8	-0.289	6	141.93	1776.63	0.675	1.387	0.667	78.58	10:06:23	Composite
PUERTO-ALMENDRAS-21-12	Izquierda	10:06:28	1168.043	1.51	24.566	856.383	263.101	22.855	8	1.138	6	142.84	1733.51	0.674	1.858	0.71	89.26	10:07:40	Composite
Promedio			1150.621	0	23.711	848.242	248.217	30.501	8.57	-0.05	6	142.12	1744.43	0.66	1.699	0.675			
Desv. Estandar			37.604	3.27	1.118	41.585	10.358	9.874	0.98	0.941	0	4.44	42.94	0.011	0.261	0.024			
Std./ Avg.			0.03	0	0.05	0.05	0.04	0.32	0.11	18.73	0	0.03	0.02	0.02	0.15	0.03			

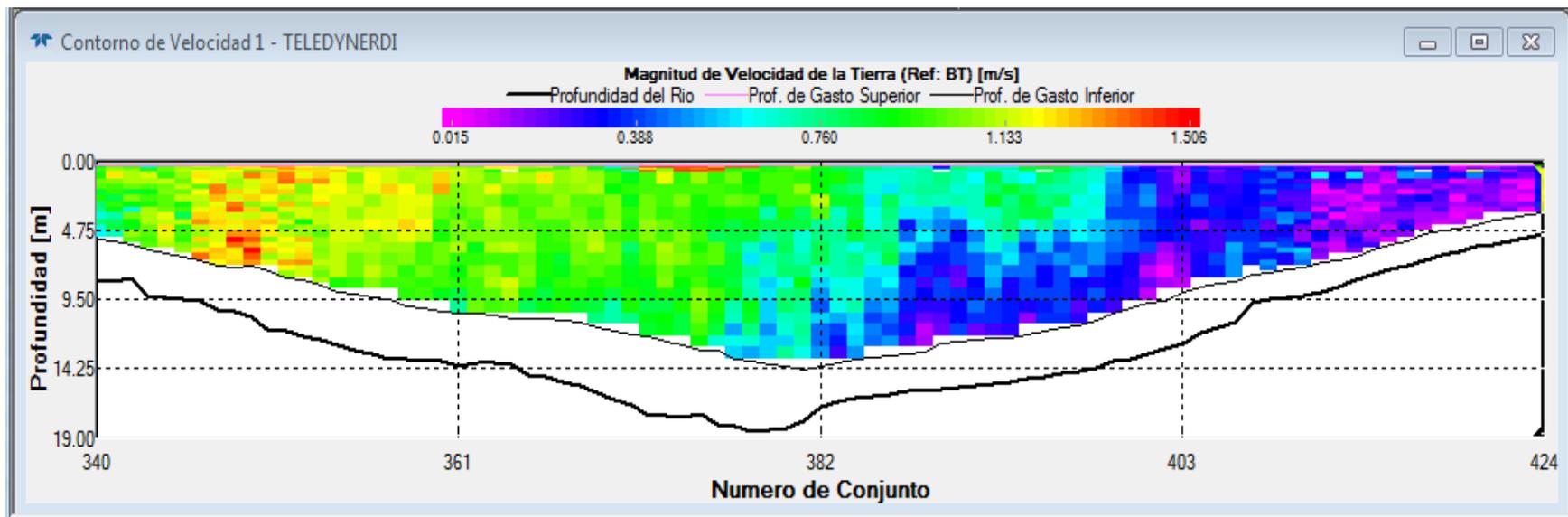


Figura 16. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Puerto Almendras

Tabla 10. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Yarana

Transecto	Banco Com.	Hora inicio	Q Total m ³ /s	Delta Q %	Q Superior m ³ /s	Q Medido m ³ /s	Q Inferior m ³ /s	Q Izquierdo m ³ /s	Dist. Izq. m	Q Der. m ³ /s	Dist. Der. m	Ancho m	Area Total m ²	Q/Area m/s	Vel. Bote m/s	Vel. Flujo m/s	Dir. de Flujo °	Hora de fin.	Profundidad Ref.
YARANA-21-12	Derecha	11:03:11	1141.47	-2.07	30.51	858.676	218.165	16.351	5	17.768	20	157.85	1471.92	0.775	1.301	0.887	76.05	11:04:54	Composite
YARANA-21-12	Izquierda	11:05:04	1191.325	2.2	30.468	875.612	235.632	13.375	5	36.238	20	157.32	1569.13	0.759	1.826	0.876	89.74	11:06:19	Composite
YARANA-21-12	Derecha	11:06:24	1157.96	-0.66	30.146	852.92	229.132	15.363	5	30.398	20	155.12	1507.92	0.768	1.441	0.907	77.92	11:07:55	Composite
YARANA-21-12	Izquierda	11:07:59	1148.847	-1.44	29.144	845.706	225.02	11.054	5	37.923	20	154.15	1553.94	0.739	1.924	0.862	90.88	11:09:13	Composite
YARANA-21-12	Derecha	11:09:18	1189.309	2.03	32.128	902.857	214.658	11.63	5	28.035	20	158.97	1508.43	0.788	1.418	0.911	75.51	11:10:56	Composite
YARANA-21-12	Izquierda	11:11:01	1164.962	-0.06	29.966	854.632	224.417	13.691	5	42.257	20	153.63	1520.1	0.766	1.868	0.897	89.64	11:12:13	Composite
Promedio			1165.646	0	30.394	865.067	224.504	13.577	5	32.103	20	156.17	1521.91	0.766	1.63	0.89			
Desv. Estandar			20.715	1.78	0.983	21.031	7.519	2.054	0	8.707	0	2.17	35.03	0.016	0.272	0.019			
Std./ Avg.			0.02	0	0.03	0.02	0.03	0.15	0	0.27	0	0.01	0.02	0.02	0.17	0.02			

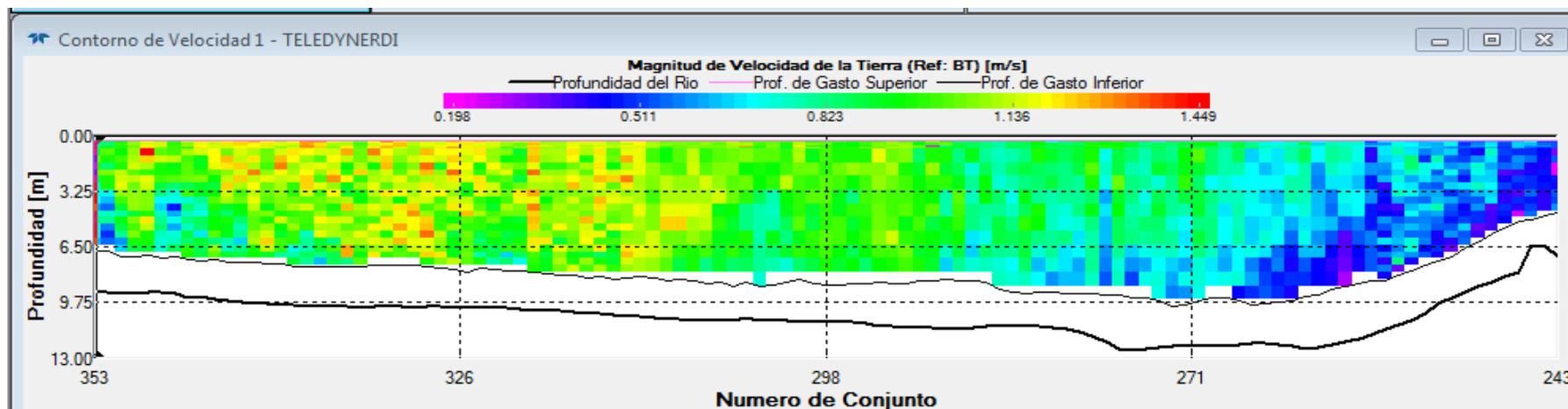


Figura 17. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Yarana

Tabla 11. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Santa María de Nanay

Transecto	Banco Com.	Hora inicio	Q Total	Delta Q	Q Superior	Q Medido	Q Inferior	Q Izquierdo	Dist. Izq.	Q Der.	Dist. Der.	Ancho	Area Total	Q/Area	Vel. Bote	Vel. Flujo	Dir. de Flujo	Hora de fin.	Profundidad
			m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s						m ³ /s					
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Izquierda	12:39:00	357.445	-1.36	13.762	268.524	70.361	0.814	3	3.984	10	112.07	756.07	0.473	1.308	0.44	19.5	12:40:29	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Derecha	12:40:37	349.614	-3.52	12.915	255.375	67.643	3.831	3	9.849	10	101.11	715.88	0.488	1.621	0.549	18.44	12:41:32	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Izquierda	12:41:37	364.587	0.61	13.747	266.465	72.133	0.833	3	11.409	10	107.69	743.57	0.49	1.657	0.493	20.67	12:42:40	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Derecha	12:42:46	358.453	-1.08	13.492	260.077	70.983	3.187	3	10.712	10	113.71	805.52	0.445	2.037	0.518	15.83	12:43:37	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Izquierda	12:43:44	373.441	3.05	14.187	270.611	76.824	0.709	3	11.111	10	114.53	779.19	0.479	1.874	0.49	17.59	12:44:41	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Derecha	12:44:46	365.146	0.76	13.694	262.194	76.199	2.552	3	10.724	10	113.88	790.7	0.462	2.003	0.512	17.48	12:45:38	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Izquierda	12:45:43	367.705	1.47	14.065	265.607	75.192	1.138	3	11.702	10	110.66	768	0.479	1.906	0.5	19.75	12:46:37	Composite
SANTA-MARIA-DE-NANAY	Derecha	12:46:42	362.684	0.08	13.89	262.831	75.86	3.256	3	6.848	10	112.03	776.91	0.467	1.822	0.517	19.79	12:47:39	Composite
Promedio			362.384	0	13.719	263.961	73.15	2.04	3	9.542	10	110.71	766.98	0.473	1.778	0.503			
Desv. Estandar			7.232	2	0.391	4.888	3.341	1.299	0	2.716	0	4.45	28.22	0.015	0.241	0.031			
Std./ Avg.			0.02	0	0.03	0.02	0.05	0.64	0	0.28	0	0.04	0.04	0.03	0.14	0.06			

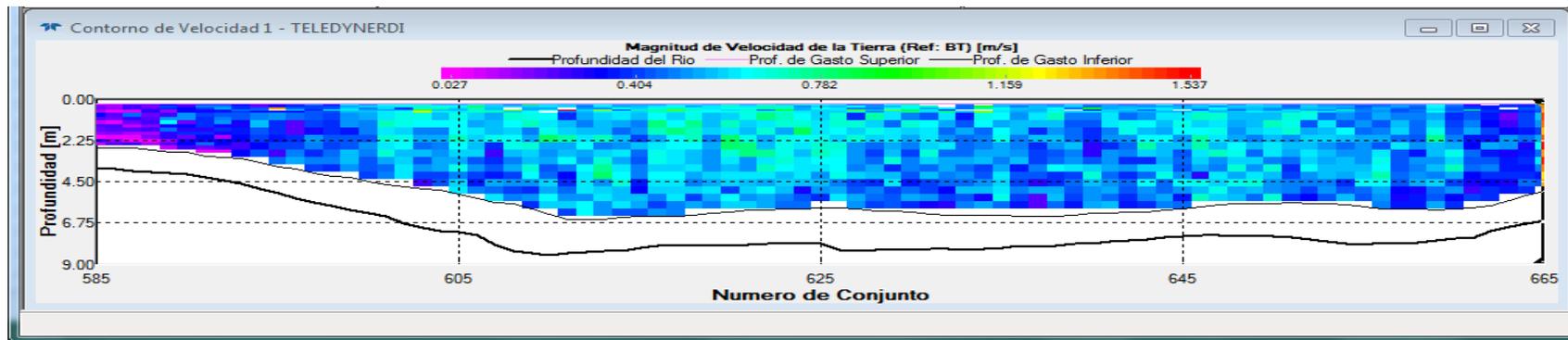


Figura 18. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Santa Mará de Nanay

Tabla 12. Resultados de los aforos obtenidos por medio del ADCP: H-Pintuyacu

Transecto	Banco Com.	Hora inicio	Q Total	Delta Q	Q Superior	Q Medido	Q Inferior	Q Izquierdo	Dist. Izq.	Q Der.	Dist. Der.	Ancho	Area Total	Q/Area	Vel. Bote	Vel. Flujo	Dir. de Flujo	Hora de fin.	Profundidad
			m ³ /s	%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m	m ³ /s	m	m	m ²	m/s	m/s	m/s	°	Ref.	
PINTUYACU-21	Derecha	12:12:08	439.492	-1.49	15.001	329.403	74.154	13.007	10	7.928	5	103.47	775.32	0.567	1.767	0.6	138.95	12:13:01	Composite
PINTUYACU-21	Izquierda	12:13:07	445.96	-0.04	15.82	314.507	92.602	13.965	10	9.066	5	103.69	751.77	0.593	1.727	0.661	147.94	12:14:00	Composite
PINTUYACU-21	Derecha	12:14:05	439.751	-1.43	15.192	329.785	73.452	13.074	10	8.248	5	110.41	826.67	0.532	2.03	0.614	139.38	12:14:54	Composite
PINTUYACU-21	Izquierda	12:15:00	456.608	2.35	15.724	327.056	93.298	11.384	10	9.147	5	107.4	807.93	0.565	1.722	0.63	150.03	12:15:56	Composite
PINTUYACU-21	Derecha	12:16:01	445.424	-0.16	15.272	333.056	76.536	12.587	10	7.973	5	110.82	837.94	0.532	1.944	0.607	138.58	12:16:52	Composite
PINTUYACU-21	Izquierda	12:16:57	449.471	0.75	16.338	317.561	93.074	11.822	10	10.676	5	106.85	756.87	0.594	1.664	0.662	150.43	12:17:53	Composite
Promedio			446.118	0	15.558	325.228	83.853	12.64	10	8.84	5	107.11	792.75	0.564	1.809	0.629			
Desv. Estandar			6.422	1.44	0.496	7.437	10.065	0.93	0	1.044	0	3.15	36.59	0.028	0.144	0.027			
Std./ Avg.			0.01	0	0.03	0.02	0.12	0.07	0	0.12	0	0.03	0.05	0.05	0.08	0.04			

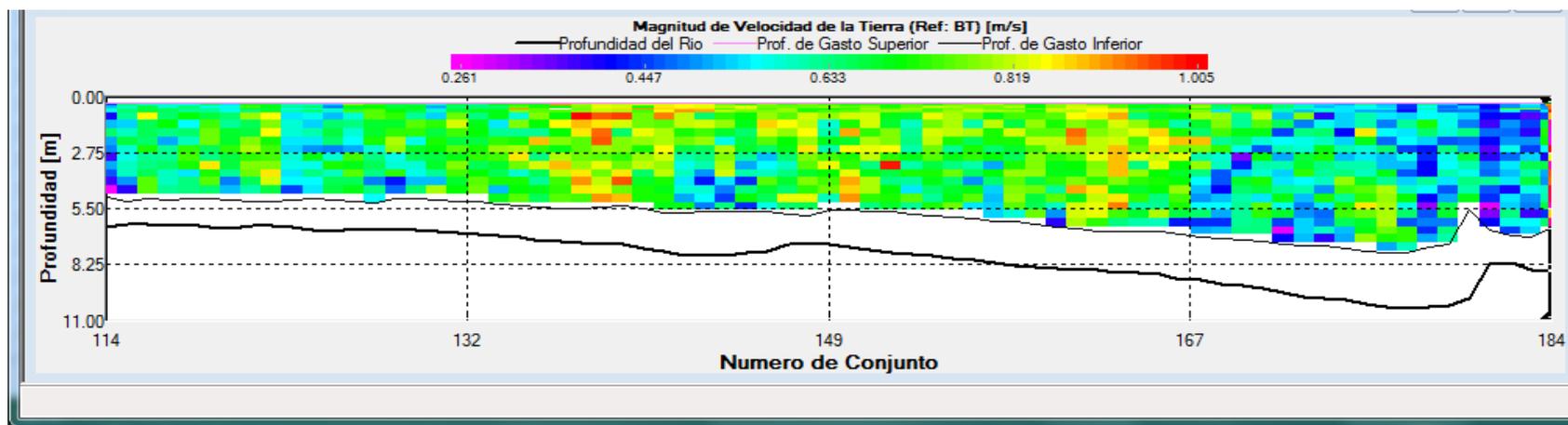


Figura 19. Sección Hidráulica del río Nanay: Estación H-Pintuyacu

Tabla 13. Estadística descriptiva de los valores de caudales máximos de la estación H-Sedaloreto

VARIABLE	VALOR
Caudal promedio (m ³ /s)=	1420.0
Caudal Máximo (m ³ /s) =	1708.4
Desviación estándar =	159.2
Periodo =	1981-2019
Coficiente de Asimetría =	0.06

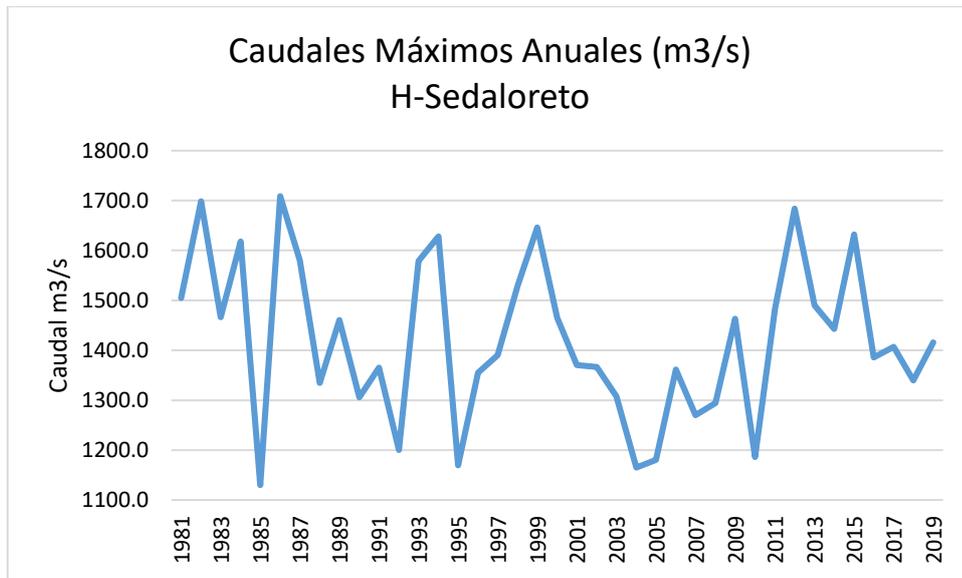


Figura 20. Histograma de Caudales Máximos Anuales del río Nanay, estación H-Sedaloreto

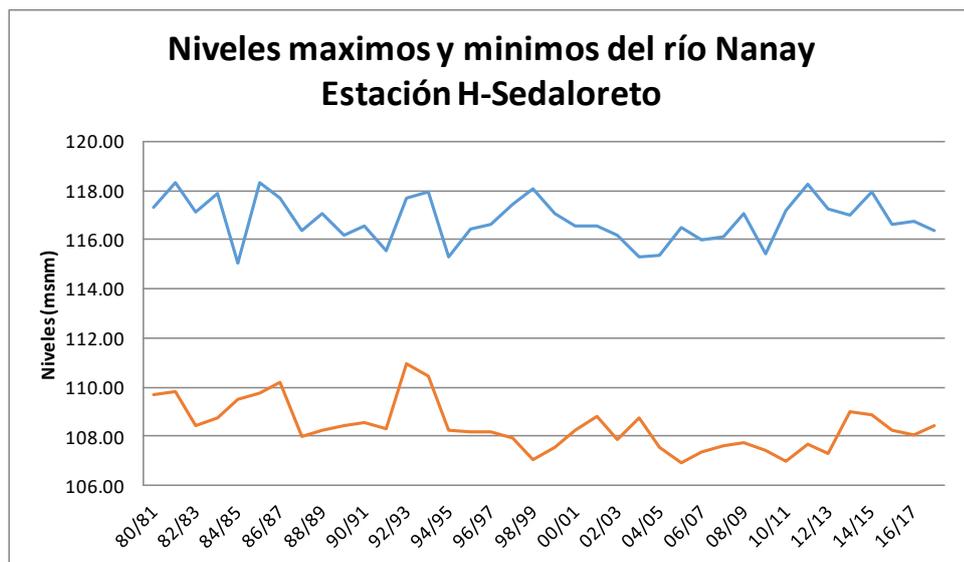


Figura 21. Niveles Máximos y Mínimos del río Nanay – Estación: H-Sedaloreto

Debido, a que el modelo HECRAS trabaja la pendiente del suelo, es necesario conocer el comportamiento temporal de los niveles máximos y mínimos del río, dato importante en lugares donde la pendiente es muy baja. Los niveles del río analizados fueron controlados en la estación H-Sedaloreto, provenientes del de la empresa Sedaloreto, en la figura 21, donde se aprecia las grandes oscilaciones que tiene que soportar los ríos amazónicos, llegando hasta los 118.35 msnm como valor máximo ocurrido el año 1985/86 y como valor mínimo de 106.92 msnm ocurrido el año 2005/06, ambos valores ocasionan una oscilación máxima de 11.43 m que puede producirse en cualquier año hidrológico. El escenario se agrava, si se toma en cuenta la baja pendiente que se tiene en la parte más baja de la cuenca, es decir, en temporadas de máxima avenida comúnmente conocida en la región como “creciente” comienza a inundar grandes extensiones de terreno y cuando ingresa a la temporada de estiaje, comúnmente conocida como “vaciante” deja al descubierto grandes extensiones.,

3.10.1 Determinación del caudal para diferentes periodos de retorno

Se ha hecho uso de la información de caudales proveniente de la estación Sedaloreto perteneciente a la red de estaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el cual tiene información desde 1981 hasta el 2019, ver anexo 1. La tabla 13, nos presenta la estadística de los caudales máximos anuales del río Nanay, sector Iquitos, donde el valor promedio es de 1420 m³/s y el máximo histórico es de 1708 m³/s.

Con la información de caudales máximos se ha procedido a realizar el análisis de frecuencia consiste en determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad y determinar con el factor de frecuencia la magnitud del evento para un período de retorno dado.

A continuación, se describen las principales distribuciones de probabilidad utilizadas en hidrología, la forma de estimar sus parámetros, el factor de frecuencia y los límites de confianza. Estos últimos son indicadores de que tanta incertidumbre se tiene con las extrapolaciones, puesto que determinar el rango de valores donde realmente estarían las variables, si el rango es muy grande la incertidumbre es muy alta y si es pequeño, por el contrario, habrá mucha confianza en el valor estimado.

Distribuciones utilizadas

Normal. Una variable aleatoria X se distribuye de acuerdo con una distribución de

probabilidades Normal si su Función de Densidad de Probabilidades está dada como:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$

Los parámetros son: media, μ_x , desviación estándar σ_x . La asimetría de la distribución es cero.

Log-Normal 2 parámetros. Cuando los logaritmos, $\ln(x)$, de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de x sigue

la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad lognormal

$f(x)$ viene representado como:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\Pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Parámetro de escala μ_y y parámetro de forma σ_y

Log-Normal 3 parámetros. Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x ,

del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\Pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x-x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Parámetro de posición x_0 , parámetro de escala μ_y y parámetro de forma σ_y^2

Gamma 2 parámetros. Se dice que una variable aleatoria x , tiene una distribución gamma de 2 parámetros si su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Parámetro de forma γ , parámetro de escala β .

Gamma 3 parámetros o Pearson Tipo III. Cuando una variable aleatoria x se ajustan a una distribución Pearson Tipo III, se dice que la variable aleatoria x se ajusta a una distribución Log Pearson Tipo III. La función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Gumbel. A partir de la distribución general de valores extremos, se pueden derivar tres tipos de distribuciones: tipo I, comúnmente conocida como Gumbel, tipo II y tipo III, llamada también Weibull.

Elas difieren entre sí por el valor del parámetro de forma. La expresión general de la función de densidad de probabilidades para la distribución extrema tipo I o Gumbel es:

$$f_x(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x - \beta}{\alpha} \exp \left(-\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right]$$

Parámetros de escala α y parámetro de posición β

Distribución Log-Gumbel. La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel tiene la forma:

$$F(x) = e^{-e^{\frac{(x-\mu)}{\alpha}}}$$

Para: $-\infty < x < \infty$

Donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición

El parámetro de posición llamado también valor central o moda, si en la ecuación, la variable x se reemplaza por $\ln x$, se obtiene la función acumulada de la distribución log-Gumbel, o distribución de Fréchet.

Tabla 14. Caudal máximo estimado para diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno (Años)	2 Parámetros	Log Normal	Gamma 2 Parámetros	Gumbel	Log Gumbel	Log Pearson III
2	1411.24	1416.41	1594.54	1393.88	1385.88	1419.99
2.33	1439.93	1444.5	1395.84	1420.16	1411.41	1448.34
5	1552.01	1551.15	1550.74	1534.53	1530.76	1553.95
10	1631.17	1623.73	1625.46	1627.68	1635.38	1624.05
25	1720.01	1702.73	1707.71	1745.38	1777.86	1698.77
50	1779.94	1754.65	1762.26	1832.69	1891.52	1747.03
100	1835.62	1801.96	1812.23	1919.36	2011.53	1790.42
200	1888.1	1845.78	1858.46	2005.71	2138.67	1830.14

Los valores obtenidos de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno por diferentes métodos que se aprecian en la tabla 14, son casi semejantes estadísticamente, por lo cual, se tomo la decisión de optar por los más altos que pertenecen a la distribución Log – Gumbel.

3.11 Manejo del HEC GEORAS

En esta etapa se trabaja con el ARCGIS, se tiene como base el Modelo Digital de Terreno (MDT) obtenido con la información de campo (batimetría a detalle) y complementada con la del satélite ASTER, posteriormente, se realiza los siguientes pasos:

- Delimita el tramo del río a estudiar, incluso los márgenes.
- Delimita los posibles umbrales de inundación
- Se definen las secciones transversales a analizar
- Exportan los resultados al HECRAS, para la corrida respectiva

Delimitación del tramo del río Nanay a analizar

Para ello se trabaja con el MDT, se utiliza la herramienta **Stream Centerline**, cuyo objetivo es delimitar a mano alzada el centro del cauce del río. Esto incluye la delimitación de los márgenes derecho e izquierdo del cauce (en ese orden) utilizando la herramienta **Banks Line**. Ver figura 22.

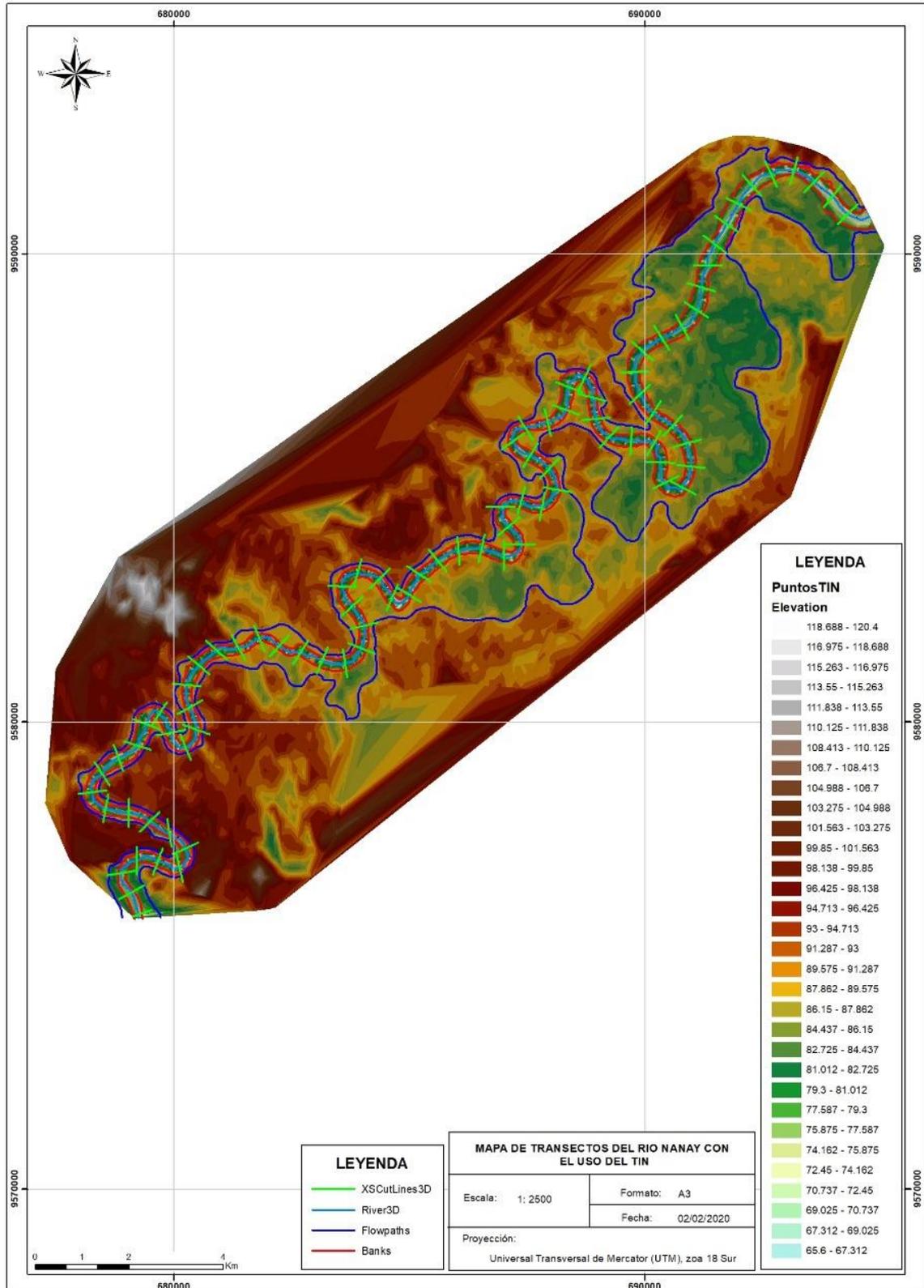


Figura 22. Representa el área de estudio específico con la delimitación del cauce promedio normal (línea color roja), delimitación del nivel probable de inundación (línea color azul) y secciones transversales cada 250 metros (línea de color verde), sobre el MDT.

Delimitación de los posibles umbrales de inundación

Se dibuja los márgenes del río donde posiblemente llega la inundación, para ello, se utiliza la herramienta Flow Path Centerlines. Ver figura 22. Para el caso del tramo de estudio se ha delimitado el límite posible de inundación que será comprobado con el modelo hidráulico.

Para las secciones transversales, se utilizo la Herramienta **Construct XS Cut Lines**, dichas secciones se ubicaran perpendicular al flujo del río, para ello, se toma en cuenta el distanciamiento entre sección y que abarque toda la longitud del tramo de estudio. Ver figura 23. Teniendo en cuenta lo siguiente:

- Las secciones no se deben cruzar entre ellas

- Deben cruzar ambos márgenes de los ríos y

- Deben cruzar ambos límites de inundación.

- Se realizó sobre el MDT con un intervalo de 0.10 m.



Figura 23. Representación el área de estudio con las secciones transversales extendidas.

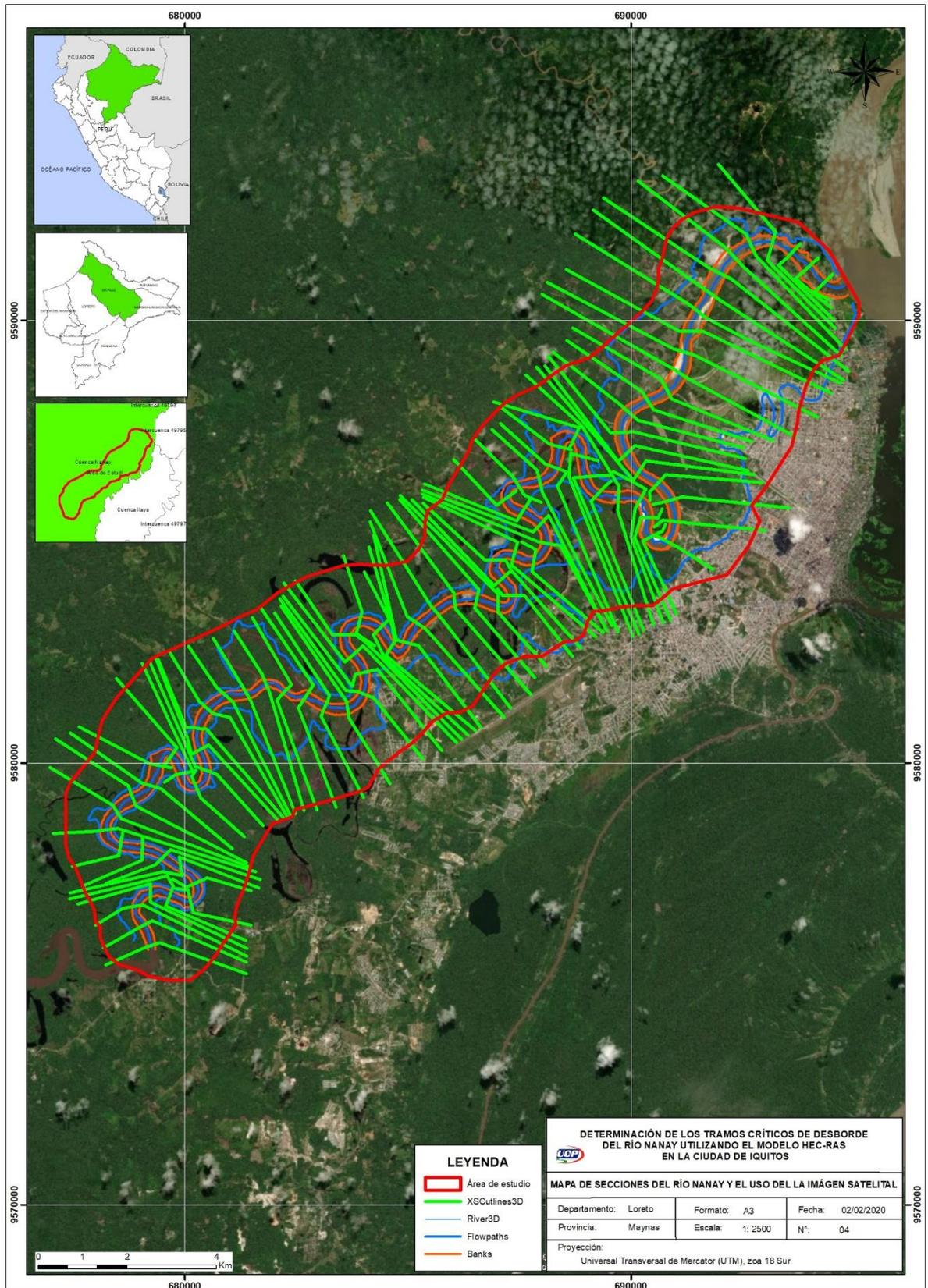


Figura 24. Representación el área de estudio con las secciones transversales extendidas, sobre una base satelital.

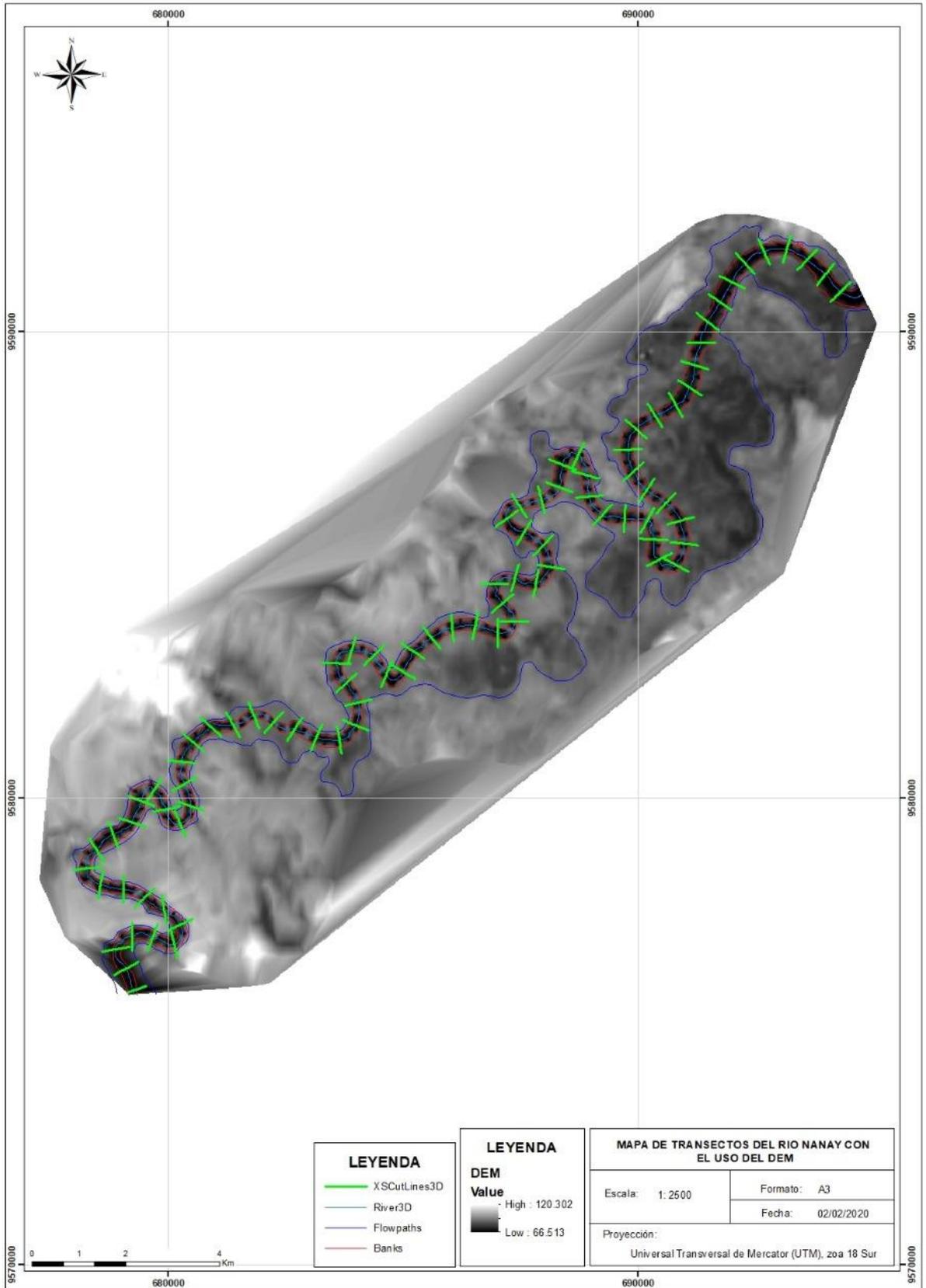


Figura 25. Representación el área de estudio con las secciones homogéneas cada 500 m, sobre una base satelital monocromática

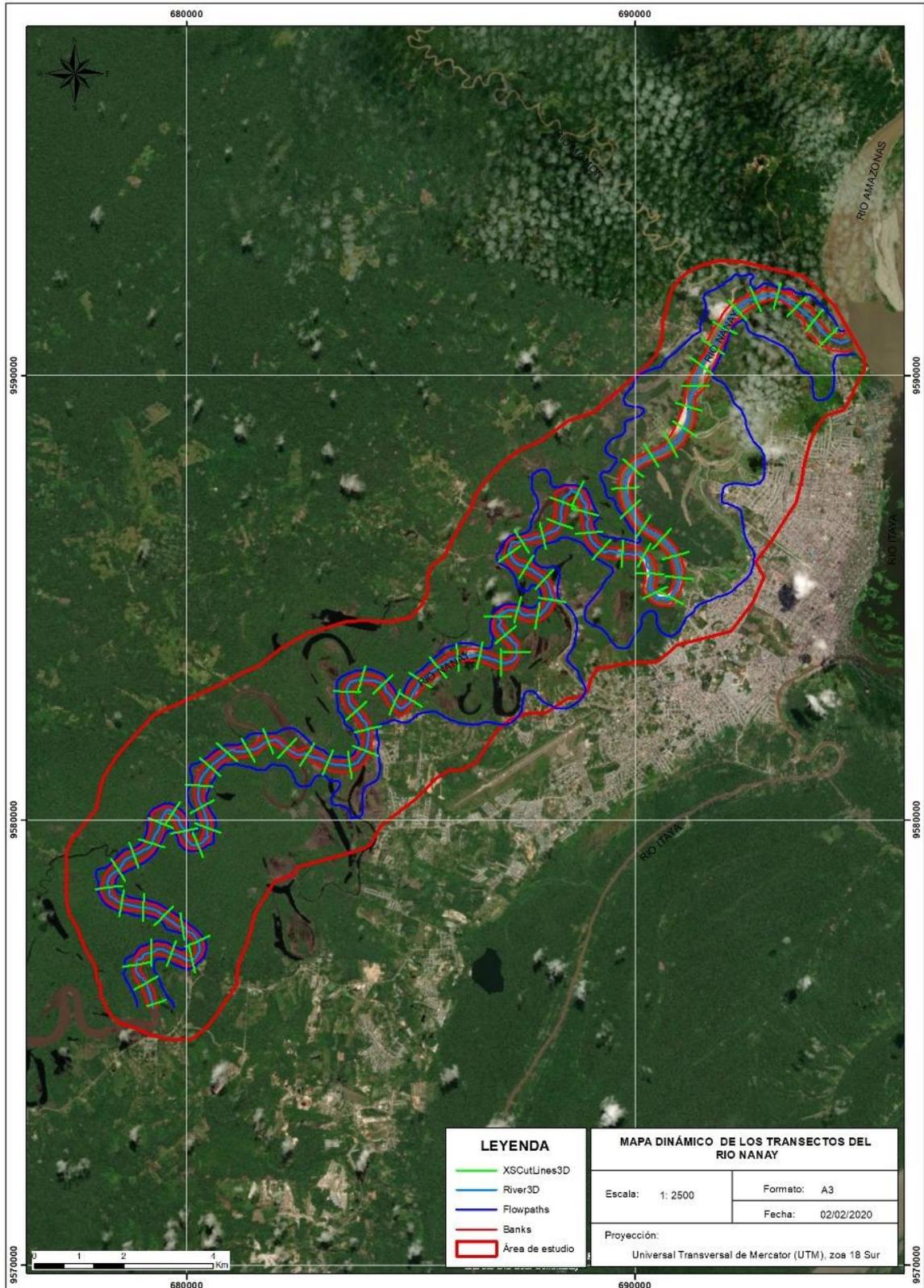


Figura 26. Representación el área de estudio con las secciones homogéneas cada 500 m, sobre una base satelital

Exportación al HECRAS

Las secciones y demás atributos realizados se guardan en formato sdf y se exportan para la corrida respectiva en el programa HECRAS. Ver figura 27.

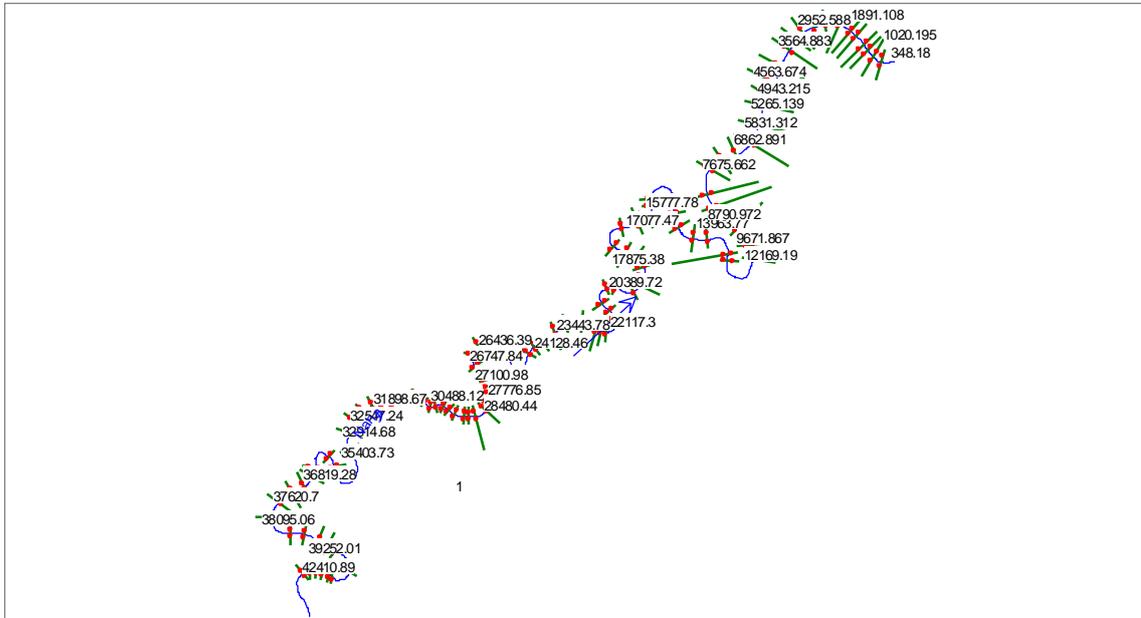


Figura 27. Secciones transversales exportadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

Ingreso de Datos Geométricos de Sección Transversal

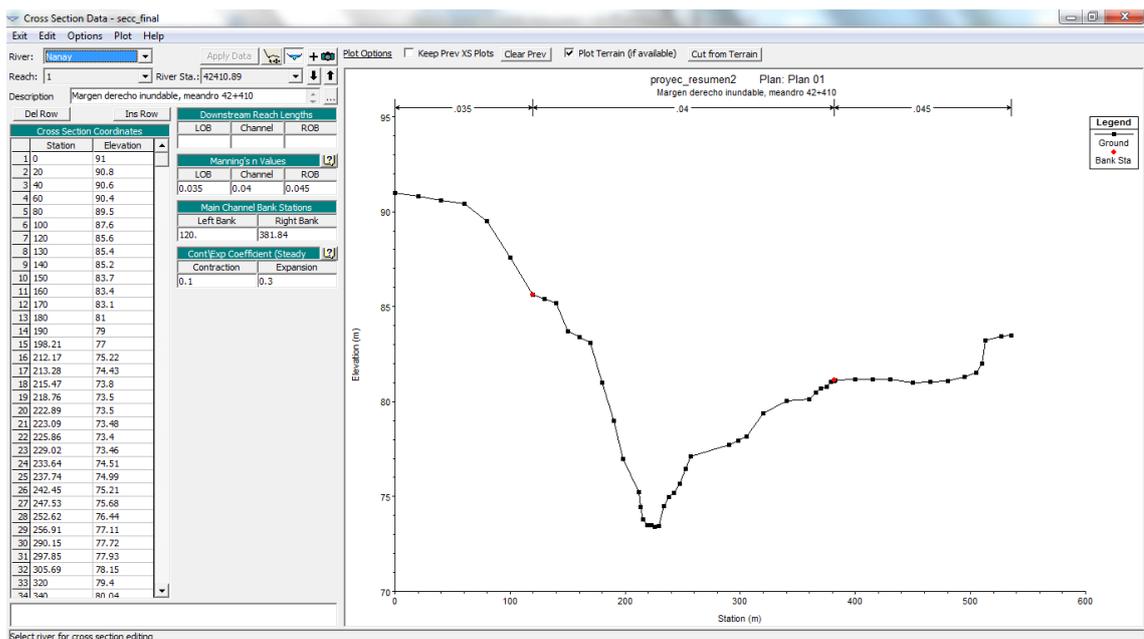


Figura 28. Modelo de visualización de las secciones transversales importadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

Los datos geométricos son importados desde el ARCGIS, del modulo HEC RAS y posteriormente complementado con la información del coeficiente de rugosidad de manning, ver tabla 1, una vez obtenido se puede visualizar las secciones y el coeficiente de rugosidad en cada progresiva.

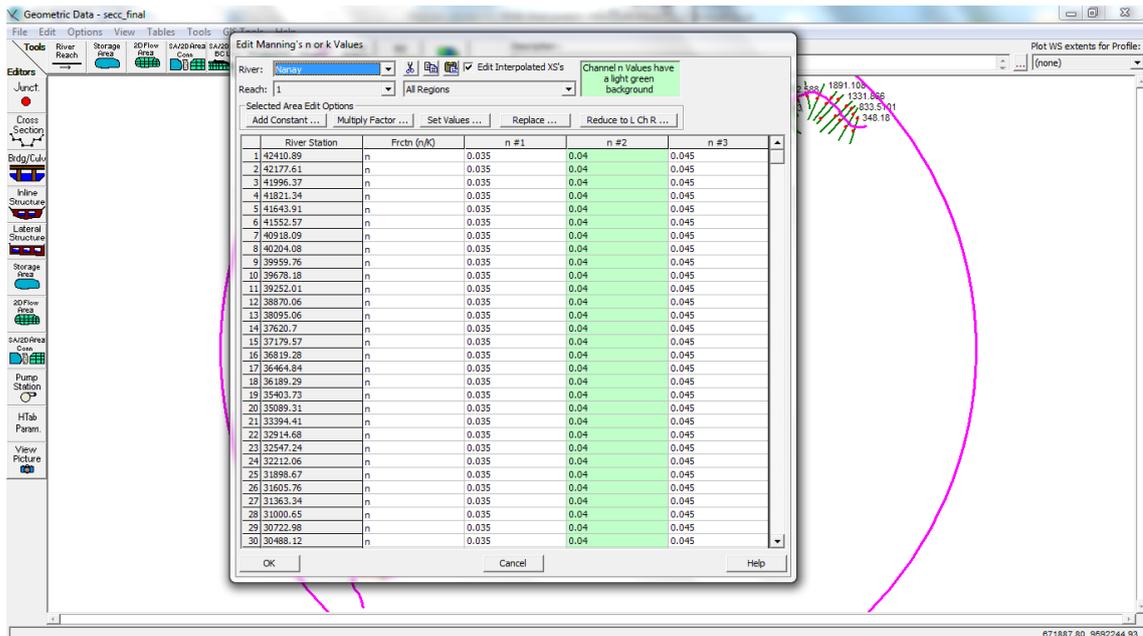


Figura 29. Modelo de visualización de las secciones transversales importadas al HEC RAS (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

Una vez ingresado la información básica, se procede al ingreso de las características del flujo como condiciones de frontera para la simulación, se volcaron sobre el programa los 8 caudales máximos con diferente periodo de retorno

Tabla 15. Caudal máximo y Nivel para diferentes periodos de retorno

Periodo de Retorno (Años)	Caudal (m3/s)	Nivel (msnm)
2	1385.88	85.50
2.33	1411.41	85.65
5	1530.76	86.30
10	1635.38	86.84
25	1777.86	87.53
50	1891.52	88.06
100	2011.53	88.59
200	2138.67	89.14

Asimismo, se procede a seleccionar el tipo de flujo según Froude, asumiendo un flujo subcrítico debido al bajo valor de la velocidad del flujo obtenido con el ADCP, el ingreso de información se puede visualizar en la figura 28.

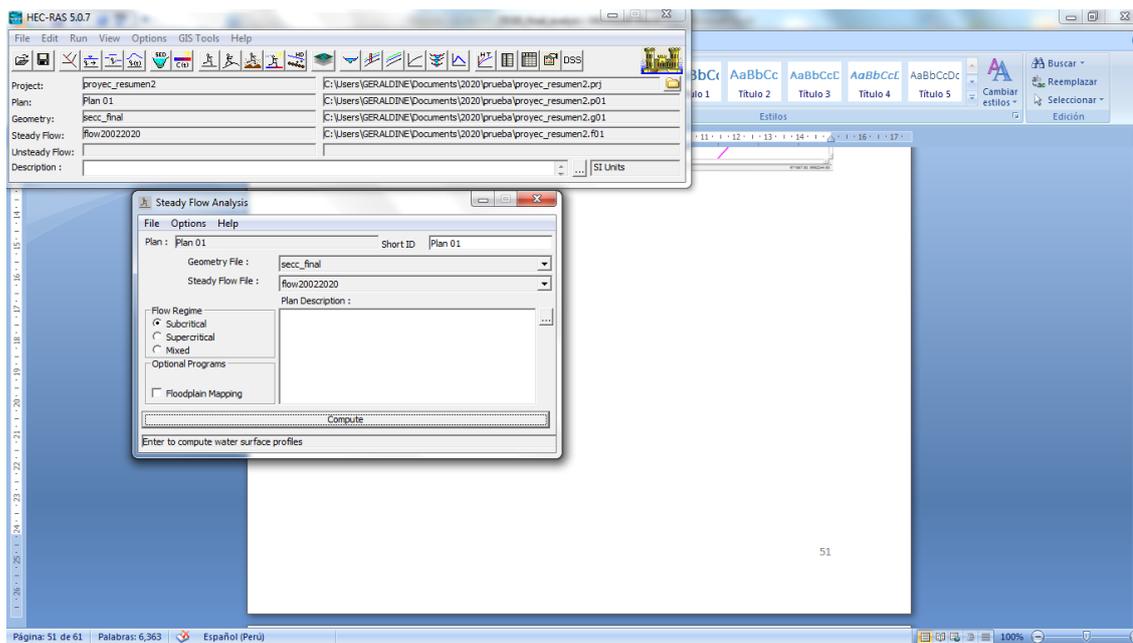


Figura 30. Ingreso del tipo de flujo en el Modelo HEC RAS

Luego se procede a realizar la simulación con los valores del escenario presentado.

Tabla 16. Valores de Manning para el tramo de estudio por progresiva

	Progresiva	n1	n2	n3		Progresiva	n1	n2	n3	
1	42 + 410	0.035	0.040	0.045		56	23 + 84	0.035	0.04	0.045
2	42 + 177	0.035	0.040	0.045		57	22 + 658	0.035	0.04	0.045
3	41 + 996	0.035	0.040	0.045		58	22 + 26	0.035	0.04	0.045
4	41 + 821	0.035	0.040	0.045		59	22 + 117	0.035	0.04	0.045
5	41 + 643	0.035	0.040	0.045		60	21 + 982	0.035	0.04	0.045
6	41 + 552	0.035	0.040	0.045		61	21 + 502	0.035	0.04	0.045
7	40 + 918	0.035	0.040	0.045		62	21 + 231	0.035	0.04	0.045
8	40 + 204	0.035	0.040	0.045		63	20 + 941	0.035	0.04	0.045
9	39 + 959	0.035	0.040	0.045		64	20 + 389	0.035	0.04	0.045
10	39 + 678	0.035	0.040	0.045		65	20 + 20	0.035	0.04	0.045
11	39 + 252	0.035	0.040	0.045		66	19 + 635	0.035	0.04	0.045
12	38 + 870	0.035	0.040	0.045		67	19 + 370	0.035	0.04	0.045
13	38 + 95	0.035	0.040	0.045		68	19 + 135	0.035	0.04	0.045
14	37 + 620	0.035	0.040	0.045		69	18 + 864	0.035	0.04	0.045
15	37 + 179	0.035	0.040	0.045		70	18 + 550	0.035	0.04	0.045
16	36 + 819	0.035	0.040	0.045		71	18 + 238	0.035	0.04	0.045
17	36 + 464	0.035	0.040	0.045		72	17 + 875	0.035	0.04	0.045
18	36 + 189	0.035	0.040	0.045		73	17 + 77	0.035	0.04	0.045
19	35 + 403	0.035	0.040	0.045		74	16 + 612	0.035	0.04	0.045
20	35 + 89	0.035	0.040	0.045		75	16 + 372	0.035	0.04	0.045
21	33 + 394	0.035	0.040	0.045		76	15 + 984	0.035	0.04	0.045
22	32 + 91	0.035	0.040	0.045		77	15 + 777	0.035	0.04	0.045
23	32 + 547	0.035	0.040	0.045		78	14 + 359	0.035	0.04	0.045
24	32 + 212	0.035	0.040	0.045		79	13 + 963	0.035	0.04	0.045
25	31 + 898	0.035	0.040	0.045		80	13 + 415	0.035	0.04	0.045
26	31 + 605	0.035	0.040	0.045		81	13 + 36	0.035	0.04	0.045
27	31 + 363	0.035	0.040	0.045		82	12 + 169	0.035	0.04	0.045
28	31 + 0	0.035	0.040	0.045		83	12 + 7	0.035	0.04	0.045
29	30 + 722	0.035	0.040	0.045		84	10 + 640	0.035	0.04	0.045
30	30 + 488	0.035	0.040	0.045		85	10 + 247	0.035	0.04	0.045
31	30 + 322	0.035	0.040	0.045		86	9 + 671	0.035	0.04	0.045
32	30 + 134	0.035	0.040	0.045		87	8 + 790	0.035	0.04	0.045
33	29 + 982	0.035	0.040	0.045		88	8 + 401	0.035	0.04	0.045
34	29 + 747	0.035	0.040	0.045		89	7 + 675	0.035	0.04	0.045
35	29 + 563	0.035	0.040	0.045		90	7 + 268	0.035	0.04	0.045
36	29 + 367	0.035	0.040	0.045		91	6 + 862	0.035	0.04	0.045
37	29 + 111	0.035	0.040	0.045		92	6 + 353	0.035	0.04	0.045
38	28 + 983	0.035	0.040	0.045		93	5 + 831	0.035	0.04	0.045
39	28 + 799	0.035	0.040	0.045		94	5 + 265	0.035	0.04	0.045
40	28 + 480	0.035	0.040	0.045		95	4 + 943	0.035	0.04	0.045
41	28 + 236	0.035	0.040	0.045		96	4 + 563	0.035	0.04	0.045
42	27 + 97	0.035	0.040	0.045		97	4 + 6	0.035	0.04	0.045
43	27 + 776	0.035	0.040	0.045		98	3 + 564	0.035	0.04	0.045
44	27 + 594	0.035	0.040	0.045		99	3 + 216	0.035	0.04	0.045
45	27 + 326	0.035	0.040	0.045		100	2 + 952	0.035	0.04	0.045
46	27 + 100	0.035	0.040	0.045		101	2 + 631	0.035	0.04	0.045
47	26 + 747	0.035	0.040	0.045		102	2 + 285	0.035	0.04	0.045
48	26 + 436	0.035	0.040	0.045		103	1 + 891	0.035	0.04	0.045
49	26 + 152	0.035	0.040	0.045		104	1 + 532	0.035	0.04	0.045
50	25 + 778	0.035	0.040	0.045		105	1 + 331	0.035	0.04	0.045
51	25 + 447	0.035	0.040	0.045		106	1 + 20	0.035	0.04	0.045
52	24 + 381	0.035	0.040	0.045		107	0 + 833	0.035	0.04	0.045
53	24 + 128	0.035	0.040	0.045		108	0 + 584	0.035	0.04	0.045
54	23 + 869	0.035	0.040	0.045		109	0 + 348	0.035	0.04	0.045
55	23 + 443	0.035	0.040	0.045						

El HEC-RAS tiene como objetivo calcular las elevaciones de las superficies de agua en cualquier punto o ubicación de interés, ya sea por un conjunto dado de datos de flujo (simulación de flujo permanente) o a través del tránsito de hidrogramas (simulación de flujo no permanente) (Velasquez, 2015). Una hipótesis en la que se basan los cálculos del HEC RAS es que considera el flujo simulado como unidimensional, es decir, que la única componente de velocidad que se considera es la del componente de dirección del movimiento, despreciándose las direcciones verticales y transversales al movimiento. (Bladé et al., 2009).

Posteriormente, se obtuvieron resultados de las corridas con el HEC RAS, ver anexo 2. Donde se detalla las características hidráulicas obtenidas en cada progresiva, resaltando el área de flujo, ancho del río y el número de Froude para los diferentes periodos de retorno.

Uno de las ventajas del HEC RAS es su interface visualizadora, que nos permite analizar, rotar e inclinar el comportamiento del caudal sobre el cauce del río para diferentes periodos de retorno, ver figuras del 31 al 33.

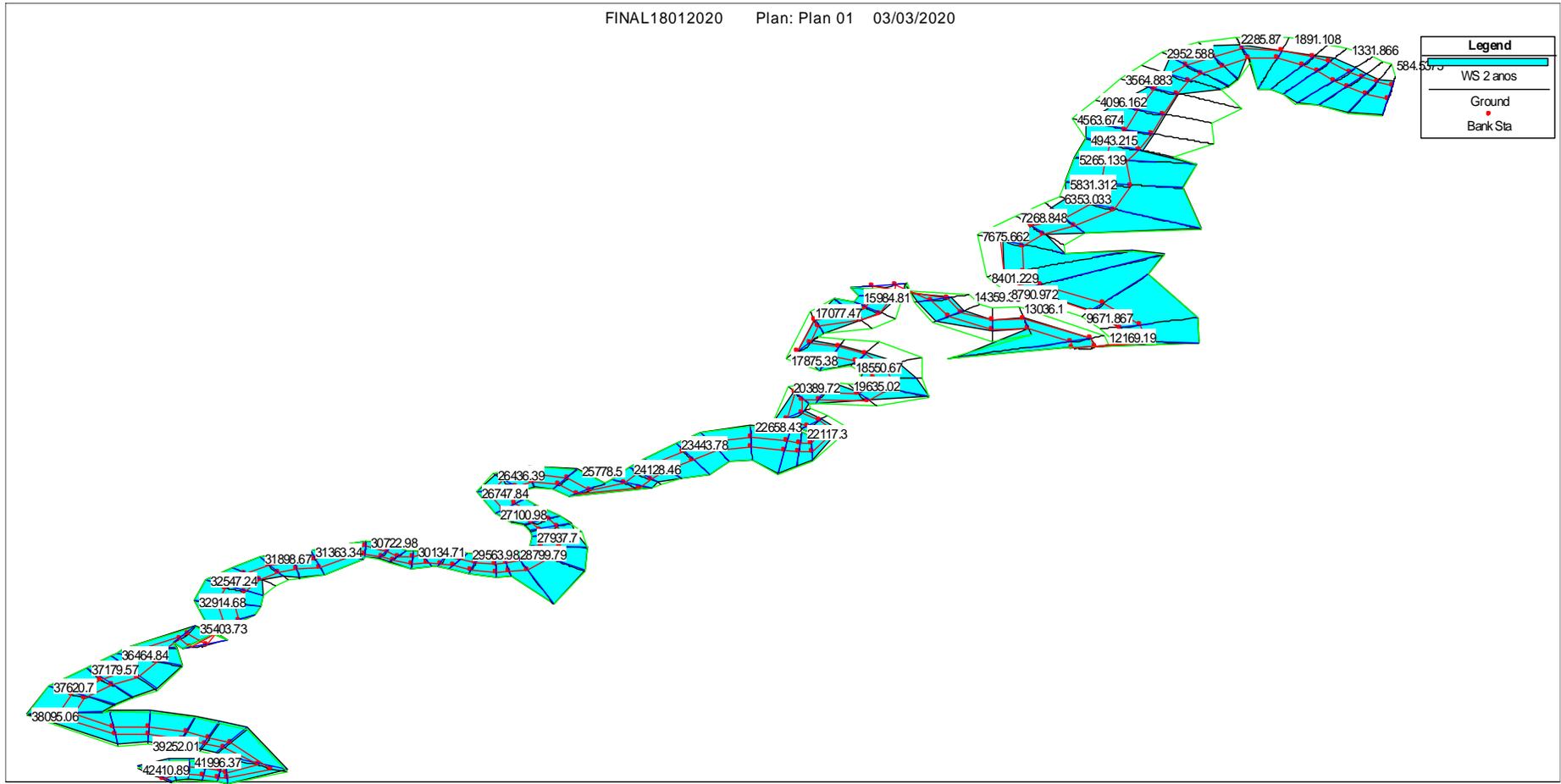


Figura 31. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 5 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

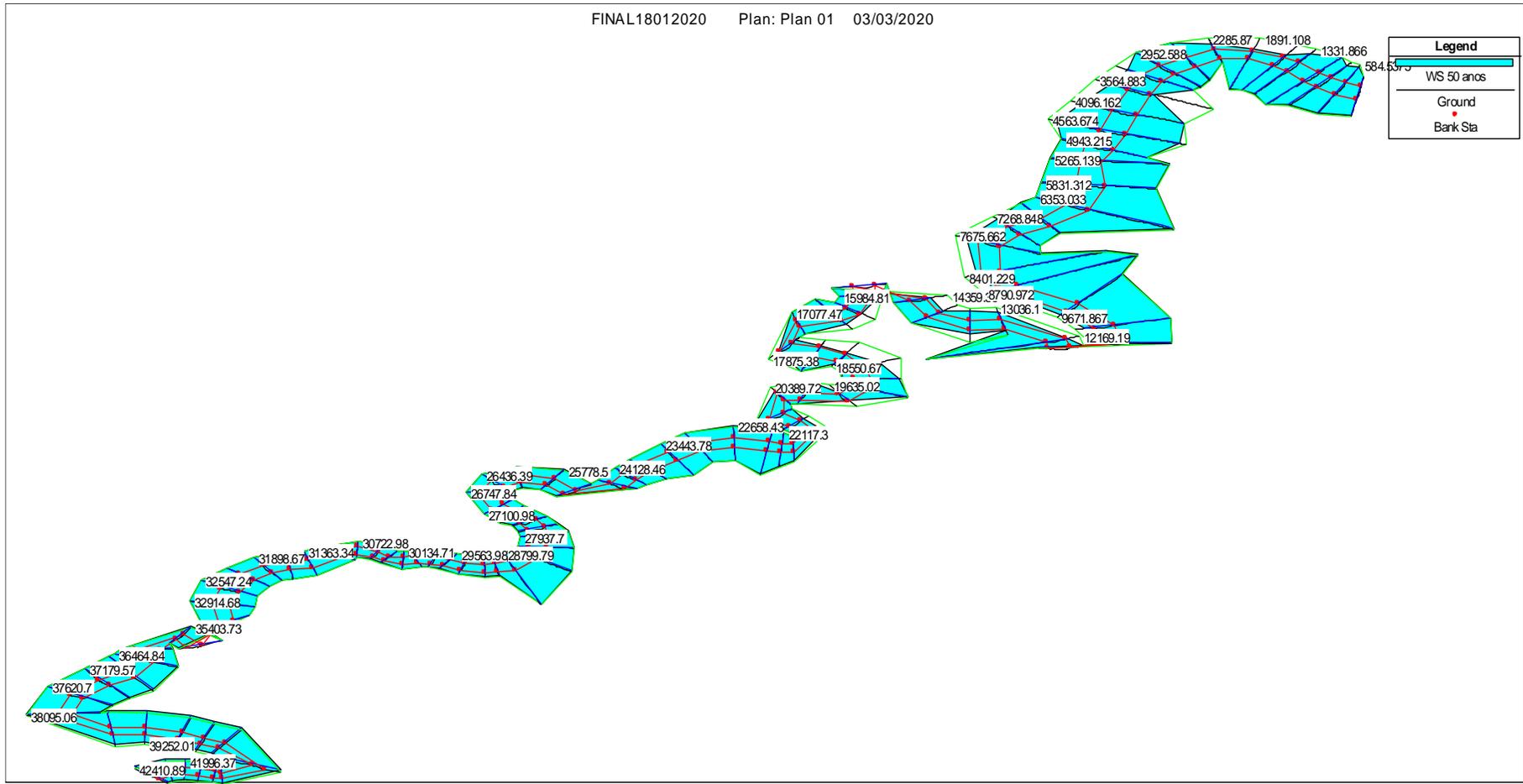


Figura 32. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 50 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

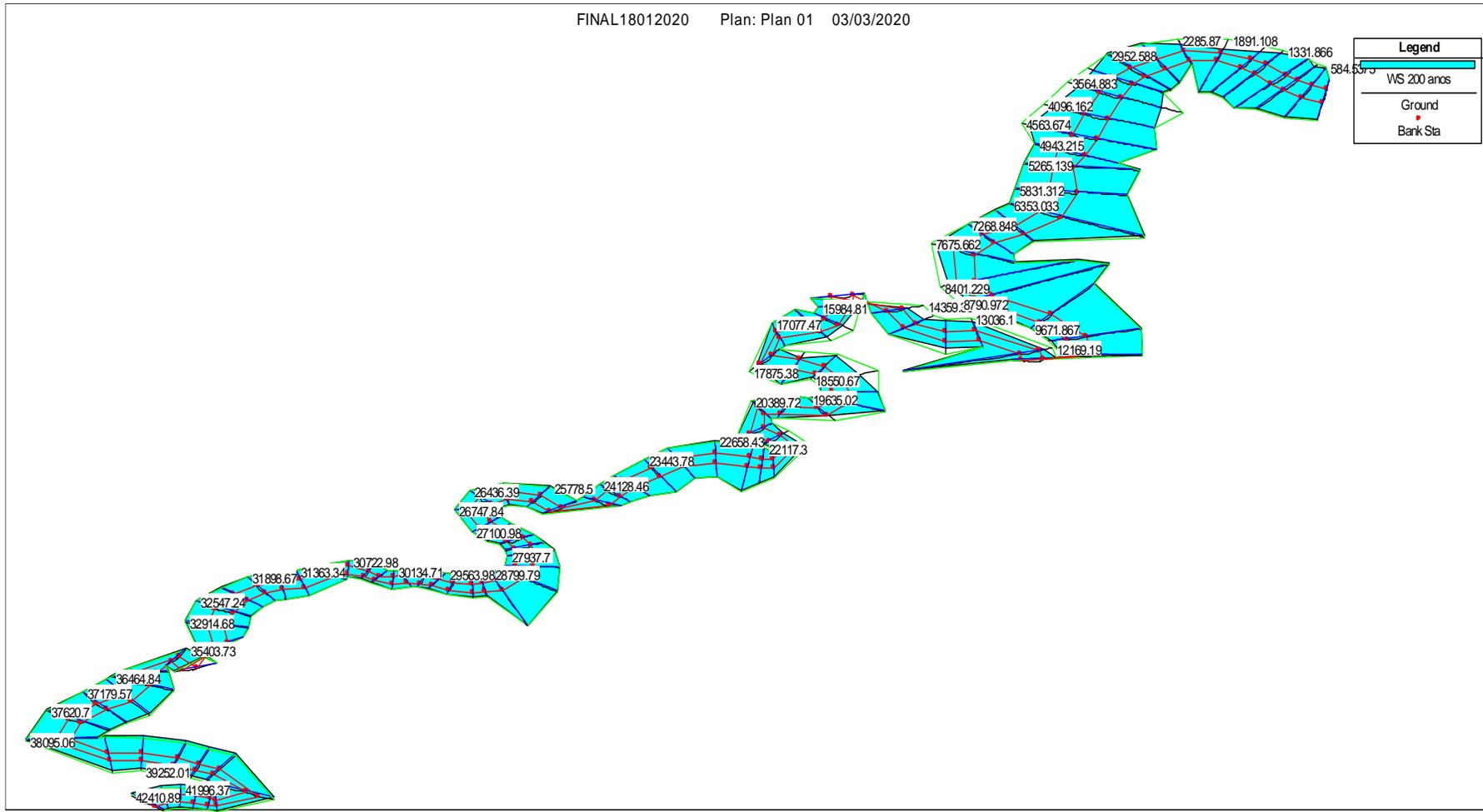


Figura 33. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 100 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

Como la nueva versión del HEC RAS denominada HECGEORAS tiene la ventaja que interactúa con el GIS, se exporta los resultados georeferenciados a esta plataforma convirtiéndolo en un modelo 2D donde se puede visualizar espacial y temporalmente el comportamiento del río Nanay.

Hay que considerar, debido a que el sector de estudio tiene la pendiente muy baja, sumado a que se encuentra muy cerca de la zona de desembocadura hacia el río Amazonas, se encuentra influenciado por los meandros, por los desplazamientos laterales de estos, peculiaridad de la zona alta de la cuenca amazónica donde resalta el activo dinamismo en la creación y el desarrollo de los meandros. Existen lugares donde se puede observar, en unas pocas décadas, el nacimiento y la muerte de un meandro (IRD, 2014).

A esto se suma, el remanso que se produce por el embalse del río Amazonas que en ciertas temporadas del año se comporta como una barrera debido a la gran diferencia de volúmenes entre ambos ríos, en la figura 42, se han totalizado en 05 sectores críticos de desborde denominados del M1 al M5.



Figura 34. Zonas Críticas y Meandricas en la zona de estudio

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 2 ANOS

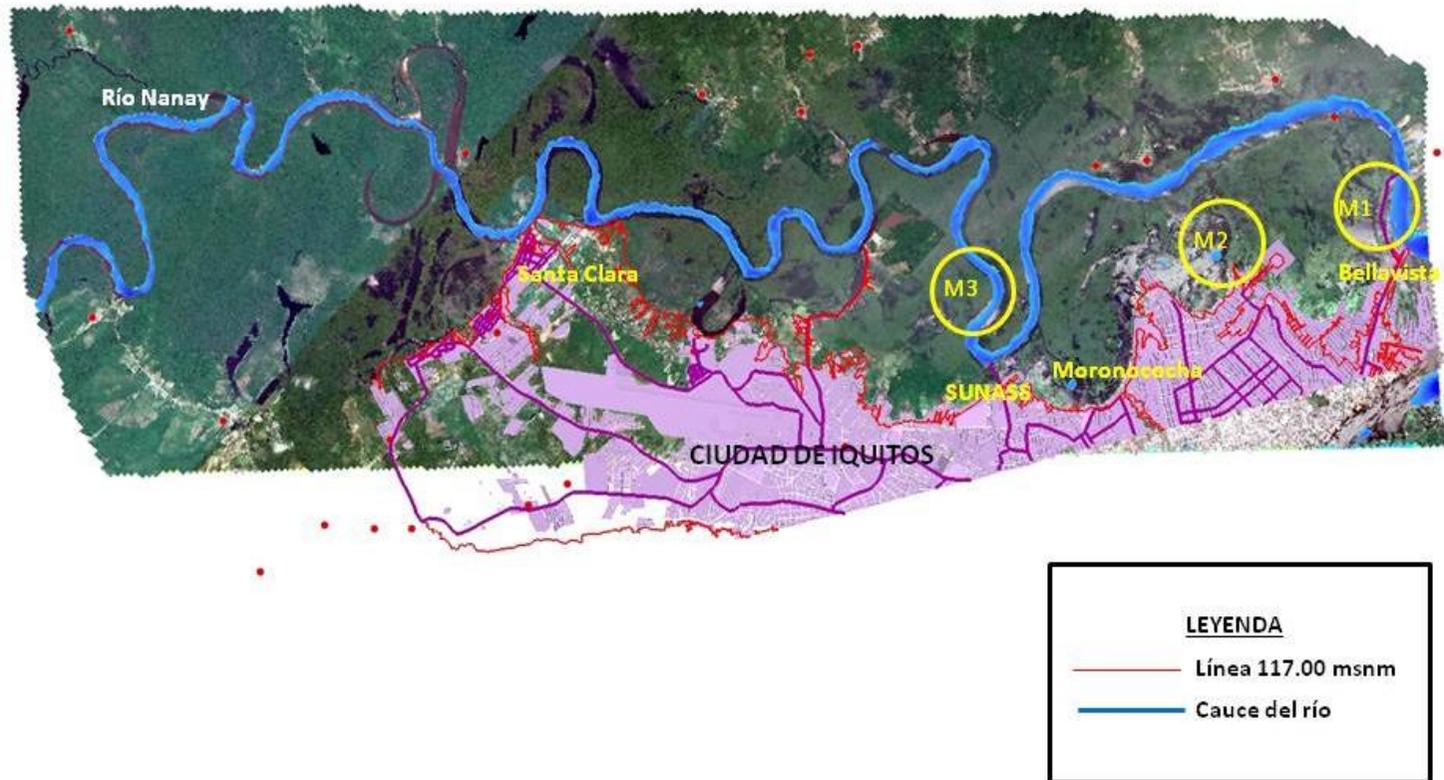


Figura 35. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 2 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 2.33 ANOS

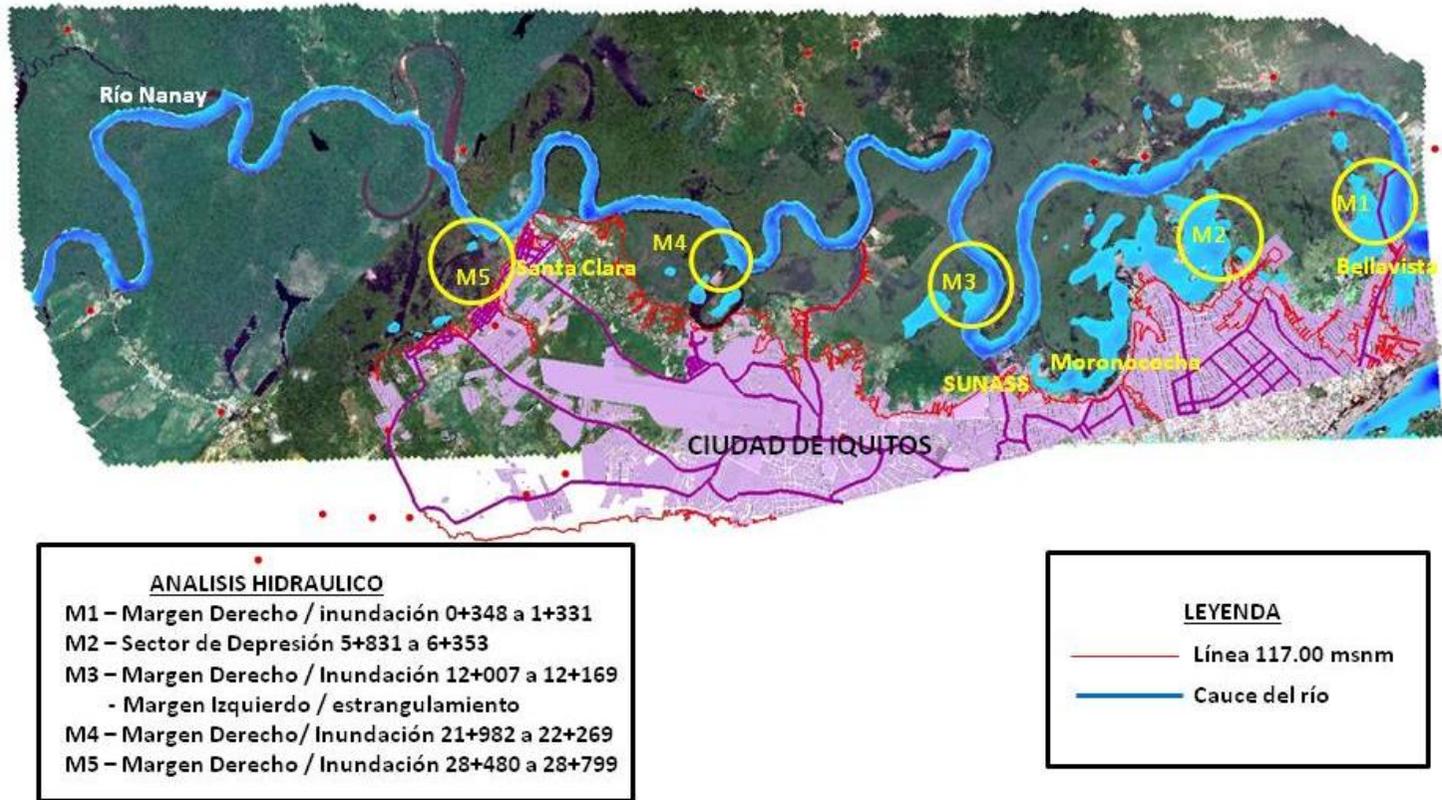


Figura 36. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 2.33 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.

**SIMULACION HIDRAULICA DEL
RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 5 ANOS**



ANALISIS HIDRAULICO

- M1 – Margen Derecho / inundación 0+348 a 1+331
- M2 – Sector de Depresión 5+831 a 6+353
- M3 – Margen Derecho / Inundación 12+007 a 12+169
- Margen Izquierdo / estrangulamiento
- M4 – Margen Derecho/ Inundación 21+982 a 22+269
- M5 – Margen Derecho / Inundación 28+480 a 28+799

LEYENDA

- Línea 117.00 msnm
- Cauce del río

Figura 37. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 5 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 10 ANOS

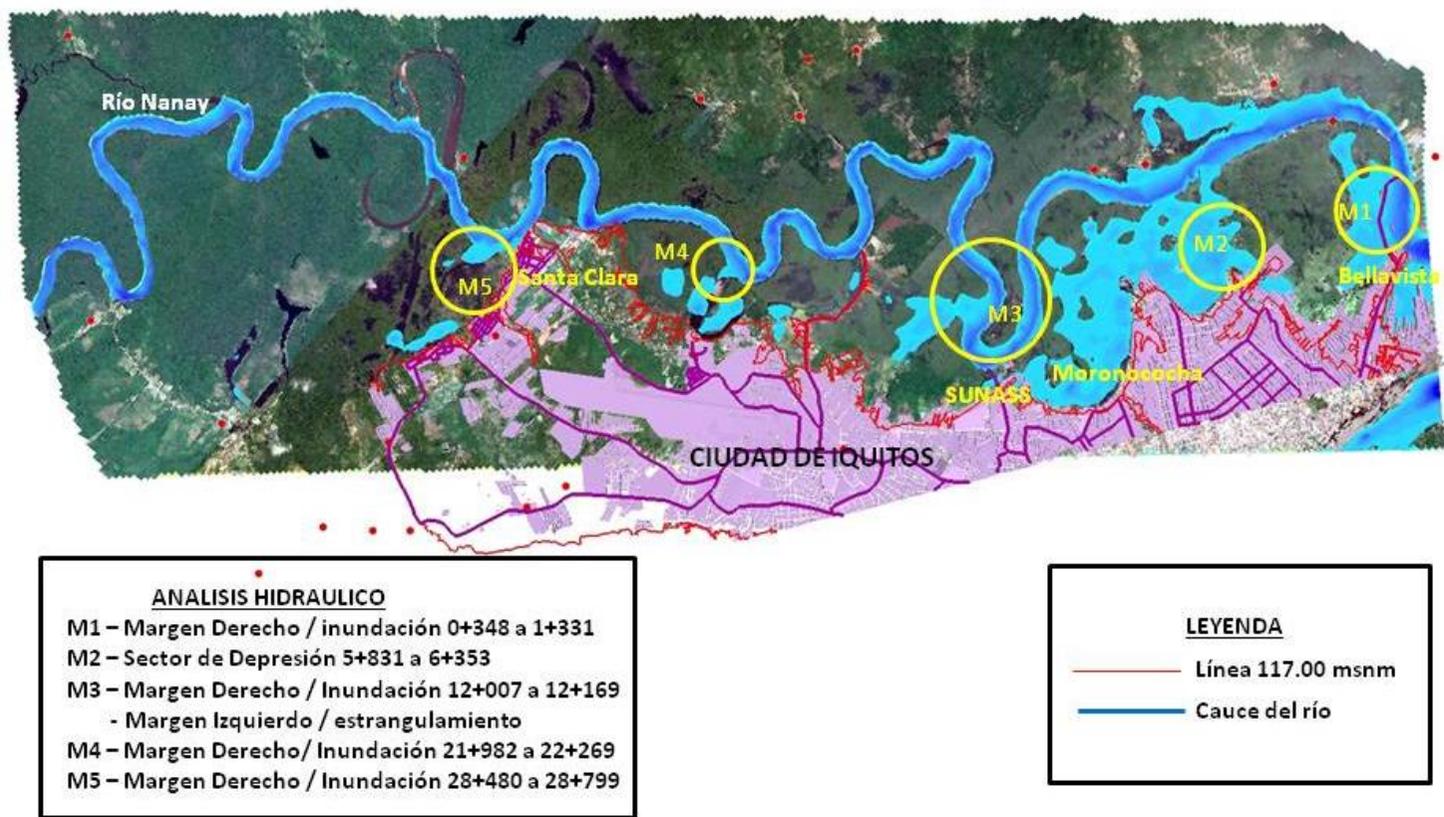


Figura 38. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 10 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).Con los sectores de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 25 ANOS

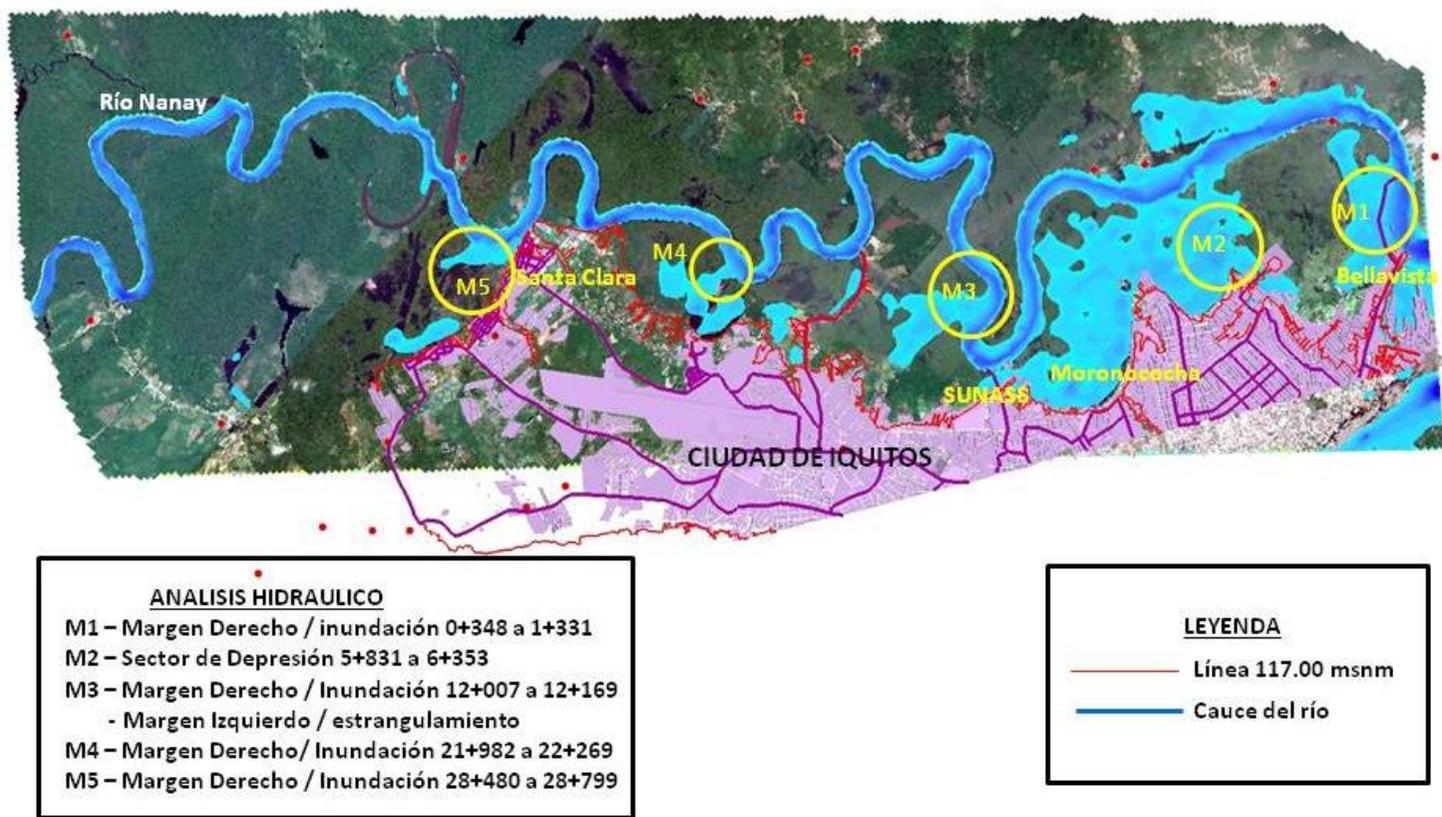


Figura 39. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 25 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 50 ANOS

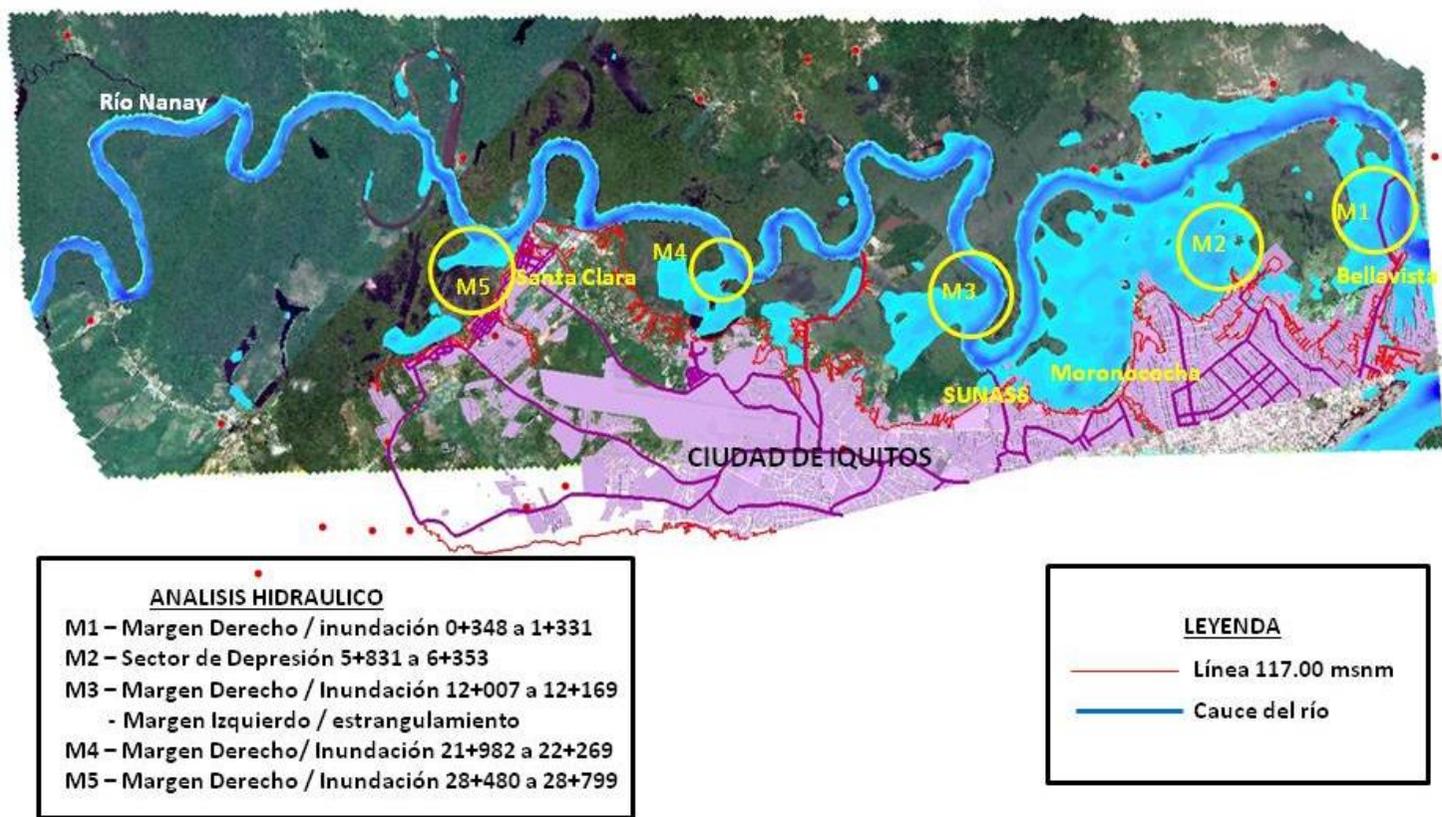
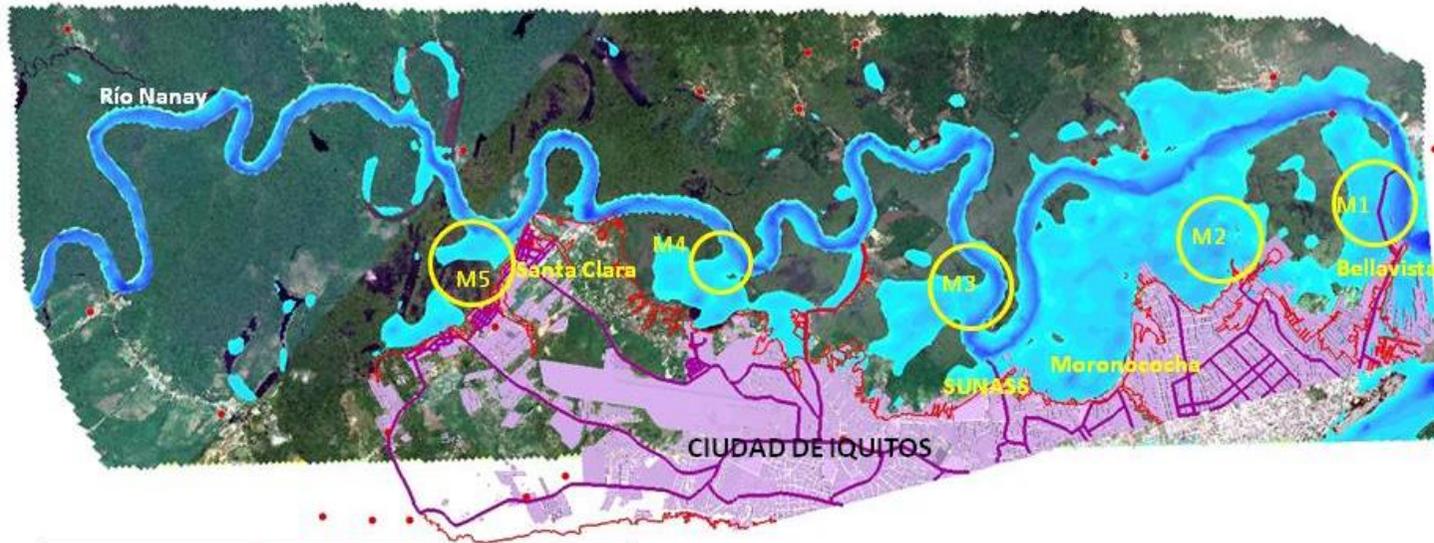


Figura 40. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 50 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 100 ANOS



ANALISIS HIDRAULICO

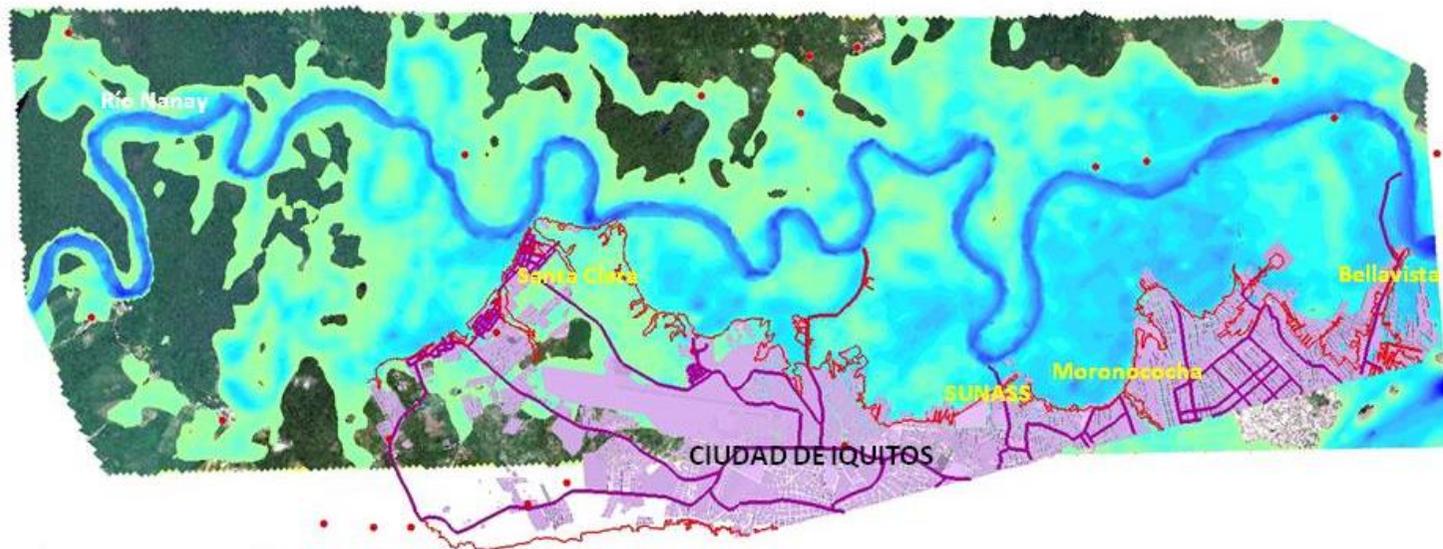
- M1 – Margen Derecho / inundación 0+348 a 1+331
- M2 – Sector de Depresión 5+831 a 6+353
- M3 – Margen Derecho / Inundación 12+007 a 12+169
- Margen Izquierdo / estrangulamiento
- M4 – Margen Derecho/ Inundación 21+982 a 22+269
- M5 – Margen Derecho / Inundación 28+480 a 28+799

LEYENDA

- Línea 117.00 msnm
- Cauce del río

Figura 41. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 100 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km). Con los sectores críticos de desborde.

SIMULACION HIDRAULICA DEL RIO NANAY - PERIODO DE RETORNO DE 200 ANOS



ANALISIS HIDRAULICO

- M1 – Margen Derecho / inundación 0+348 a 1+331
- M2 – Sector de Depresión 5+831 a 6+353
- M3 – Margen Derecho / Inundación 12+007 a 12+169
- Margen Izquierdo / estrangulamiento
- M4 – Margen Derecho/ Inundación 21+982 a 22+269
- M5 – Margen Derecho / Inundación 28+480 a 28+799

LEYENDA

- Línea 117.00 msnm
- Cauce del río

Figura 42. Resultados del modelo unidimensional HECRAS del río Nanay, para un periodo de retorno de 200 años (desde 0 + 348 a 42 + 410 Km).

El sector crítico M1 se aprecia desde que el río tiene un periodo de retorno de 2 años (cercano a la normalidad), donde es claramente visible la zona de inundación que se inicia en la progresiva 0+338 hasta la 1+331 Km, en la margen derecha del río, en una extensión de 993 m (ver figura 34), sector que se encuentra en la zona de desembocadura hacia el río Amazonas, más aun, si se ve en los otros escenarios, es decir, bajo condiciones de periodos de retorno de mayor tiempo (caudales mayores). El área corresponde a Bellavista – Nanay, sector considerado con peligro muy alto de inundación. , ver figuras del 34 al 41.

El segundo sector crítico es denominado como M2, correspondiente a la zona de Versailles en el distrito de Punchana, sector de depresión que es alimentado por el ingreso de agua del río Nanay proveniente de la margen derecha de la progresiva 5+831 a 6+353 en una extensión de 522 m. zona considerada con inundación permanente en cualquier situación, es decir, que se presenta inundación para periodos de retorno relativamente cortos, siendo el de mayor impacto cuando se tiene un periodo de 200 años, ver figuras del 34 al 41.

El sector crítico de mayor importancia para la autora es el denominado M3 ubicado frente a la planta de captación de agua potable de la ciudad de Iquitos, donde se presenta una formación meandrica de gran dimensión, ver figura 34. Para el periodo de retorno de 2 años es visible el ingreso del agua del río Nanay por el margen derecho, que se inicia desde la progresiva 12+007 a 12+169 Km en una extensión de 162 m (sector de desborde). Asimismo, se puede visualizar una zona de estrangulamiento con dirección hacia la parte

Oeste. Este proceso no causaría un problema si es que en ese lugar no se ubicase la planta de captación de agua potable de la ciudad de Iquitos, administrada por SEDALORETO hoy denominada SUNASS. El estrangulamiento tiene una distancia de 272 m de longitud en temporada normal y a lo largo de los años los meandros se van alargando en amplitud para luego formar cuellos y volverse más curva hasta el punto, en algunos casos, para formar las denominadas cochas (Olivares, 2016). Al inicio, estos estrangulamientos se convierten en una “zacarita” (unión de puntos más altos por crecimientos de niveles del río que son considerados como atajos), ver figura 43. El comportamiento de un meandro puede llegar a ser muy complejo. Las curvas características de los ríos meándricos son muy dinámicas.



Figura 43. Zona de Meandro M-3, Pampachica – zona de captación de agua potable

Los Meandros no llegan a ser estables y se caracterizan por un alargamiento constante, migración aguas abajo y cortes eventuales. Este dinamismo se manifiesta mediante continuos procesos de erosión, sedimentación y desplazamientos laterales y longitudinales. Por consiguiente, la formación de curvas y meandros es inherente en la naturaleza. Los cortes eventuales en el meandro son respuesta de este a la inestabilidad y movilidad característica de su curso. Un corte de meandro genera ajustes importantes como el acortamiento de la longitud del río, aumento de pendiente, entre otros. Las denominadas cochas o “meandros abandonados”, son una especie de lagunas que se encuentran en la selva y que, usualmente, son un corte de meandro (Morales, 2009).

El tiempo de corte no está establecido dependiendo de la cantidad y tipo de sedimentos que trae, el volumen de agua, la pendiente, como las principales. Este proceso tiene lugar a lo largo del tiempo con una duración variable, desde varios años a varias décadas y puede ser esencialmente estático (Constantine y Dunne, 2008). Razón por la cual esta zona se puede considerar como la más crítica de todo el tramo en estudio.

En un análisis realizado por Olivares en el 2016, indica que la tasa promedio de curvatura es de 0.019 considerada como “moderada”, valores mayores de curvatura implican que los meandros son más susceptibles a la dinámica de la erosión y viceversa, valores menores de curvatura de meandro traen como consecuencia que exista menos erosión, y, más bien, haya mayor tendencia al fenómeno de la sedimentación, ya que el material tiene más lugar para

asentarse en el lecho del cauce, lo que viene ocurriendo en la zona baja del tramo estudiado.

El sector crítico M4 se ubica en la progresiva 21+982 a 22+269 Km margen derecho, que alimenta lo que anteriormente era conocida como Rumococha, actualmente desplazándose hacia la parte Oeste en una extensión de 287 m, el modelamiento indica que a medida que se incrementan los periodos de retorno mantendrá la estabilidad, los resultados de la corrida indican que el margen derecho es el más propenso a que el tirante de agua lo sobrepase.

Por último, el sector crítico M5 ubicado en la progresiva 28+480 a 28+799 Km margen derecho, frente al sector de Santa Clara, a lo largo de mayor periodo de retorno se mantiene como un lugar estable con tendencia a disminuir. La longitud del tramo crítico es de 319 m.

Discusión de los resultados

Por los ríos amazónicos discurren grandes volúmenes de agua, sumado a la poca pendiente de la selva baja, el ancho del cauce abarca longitudes que sobrepasan el kilómetro, más aun, en la zona cercana a la desembocadura sobre el río Amazonas, donde se presenta una gran llanura de inundación que se van presentando desde el mes de diciembre hasta julio.

Los ríos amazónicos se caracterizan por carecer de estabilidad y desplazarse continuamente (refiriéndose a los patrones de cambio fluviomorfológico y meándrico), un fenómeno que representa un peligro inminente para las obras

civiles ubicadas ya sea, sobre el lecho fluvial como en su zona de inundación. Como consecuencia, los ingenieros deben tener en cuenta el comportamiento de un río e identificar sus características morfodinámicas para poder diseñar este tipo de construcciones (Olivares, 2016).

Perfil longitudinal de cauces de la llanura Amazónica

El río Nanay en casi toda su extensión tiene un comportamiento meándrico y de una longitud de onda relativamente corta (2-4 Km), siendo el talweg dinámico en el tiempo y muy sinuoso en toda su extensión, en especial, en la zona más baja. Este fenómeno representa en el río el mínimo consumo de energía y que su pendiente varíe a lo largo de su recorrido. En consecuencia, a medida que el flujo avanza, su pendiente disminuye gradualmente, como se muestra en la figura 44. Así, esta disminución significa la pérdida de capacidad de arrastre de partículas, pérdida de poder de erosión del cauce y disminución del tamaño de partículas que arrastra (Morales, 2009).

Con esta premisa, se puede deducir que en las partes altas de las cuencas, hay una gran capacidad de erosión y velocidades altas de partícula que permiten el arrastre de las más gruesas aguas abajo. En las zonas intermedias, las cuales cuentan con pendientes moderadas, se aprecia la disminución de velocidad y, por lo tanto, deposición de material grueso en el lecho fluvial. En las zonas bajas, donde la pendiente es suave, las velocidades son bajas, lo cual implica únicamente el transporte de material muy fino y la deposición de material pequeño. Esta es una característica saltante de las llanuras amazónicas. (Solórzano, 2011)

Esto explica de alguna manera la “barra” formada casi al final de la desembocadura sobre el río Amazonas (margen derecha), que llega a niveles de alrededor de los 91.0 msnm y que el sector que demora al proceso de inundación a lo largo de los últimos años.

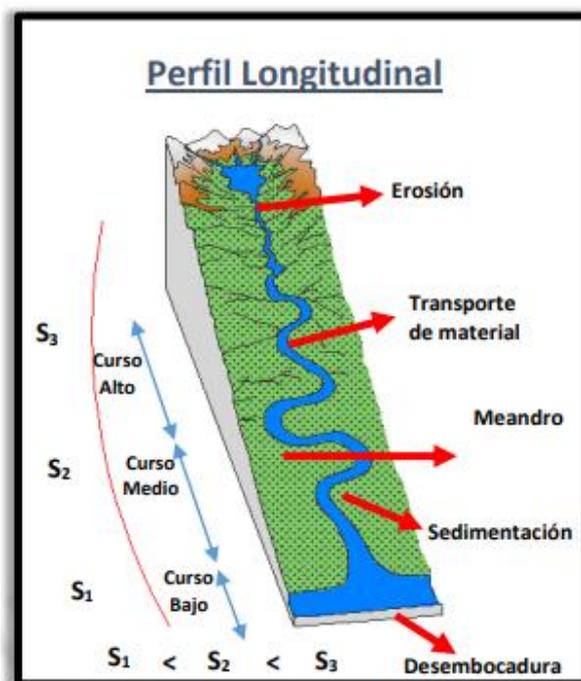


Figura 44. Perfil Longitudinal de un río amazónico típico (Acosta, 2013)

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La aplicación de modelos hidráulicos como el HEC GEORAS es de gran importancia para el desarrollo de nuestra región, se puede aplicar para estudios de gestión de riesgos, construcción de infraestructura mayor y menor, hidráulica fluvial, construcción de puentes y carreteras entre otros.

Para la planificación y el diseño de las obras de infraestructura mayor y menor en la selva baja es necesario el conocer la dinámica de los ríos, en la práctica, se puede apreciar que las márgenes se presentan constantes procesos de erosión y sedimentación, alterando el paisaje donde se ubican.

La cuenca del río Nanay tiene un área de 16276 Km², cuenta con una pendiente media de 0.00046 m/m, un factor de forma de 0.38 e índice de compacidad de 2.24. Estos valores dan la idea, según teoría, que se trata de una cuenca ni alargada, ni ensanchada y que, en épocas de lluvia y crecidas, tardará en alcanzar caudales picos.

Después del análisis hidrológico e hidráulico, se concluye:

El caudal aforado con el ADCP en condiciones cercanas al promedio nos indica las contribuciones medias de los principales ríos de la cuenca, habiéndose obtenido los siguientes valores: H-Pintuyacu 446 m³/s, H-Santa María 362 m³/s, H-Yarana 1165 m³/s, H-Puerto Almendras 1150 m³/s y H-Sedaloreto con 1155 m³/s.

El caudal promedio del río Nanay es de 938 m³/s, siendo el máximo caudal de 1708 m³/s y el mínimo de 541 m³/s.

Las oscilaciones máximas son de 11.43 m, diferencia entre el nivel máximo y mínimo del río en la estación H-Sedaloreto.

Desde el punto de vista hidrológico, para nuestra serie histórica de 1981 – 2010, se ajustan al método de Log Gumbel, habiéndose obtenido un caudal máximo de 1385 m³/s para 2 años, 1635 m³/s para 10 años, 1777 m³/s para 25 años, 1891 m³/s para 50 años y 2011 m³/s para 100 años de periodo de retorno de 757.53 m³/s.

Se ha logrado aplicar el Modelo 2D HEC GEORAS para determinar los lugares críticos de desborde del río Nanay, tramo colindante a la ciudad de Iquitos, en una extensión de 42 Km.

En los 42 km del tramo del río en estudio, se ha determinado 5 sectores críticos:

- M1 en la progresiva 0+348 a 1+331 Km Margen derecho
- M2 en la progresiva 5+831 a 6+353 Km Margen derecho.
- M3 en la progresiva 12+007 a 12+169 Km margen derecho y margen izquierdo estrangulamiento.
- M4-en la progresiva 21+982 a 22+269 Km margen derecho, inundación.
- M5-en la progresiva 28+480 a 28+799 Km margen derecho, inundación.

Se ha determinado el peligro por inundación en casi los primeros 30 Km del río Nanay colindantes a la ciudad de Iquitos.

4.1. Recomendaciones

El presente estudio puede aplicarse para la construcción de obras civiles programadas a construirse cercanas al río Nanay. Nos permite priorizar y focalizar los recursos económicos de la región.

Es necesario utilizar modelos hidráulicos para conocer con más precisión los ratios de migración, erosión y sedimentación con la que cuentan los ríos para poder evitar problemas futuros en la ejecución y utilización de la infraestructura.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bladé, E., Sánchez, M., Juny, H., Sánchez, P., Niñerola, D., & Gómez, M. (2009). Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable - Una visión a partir del modelo HEC RAS. Barcelona: Ediciones UPC.

CONSTANTINE, José y DUNNE, Thomas 2008 Meander cutoff and the controls of the production of oxbow lakes. USA, Geological Society of America, 2008.

Chagua C. J. Z. 2018. Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-RAS. PUCP. Pag 1.

Chow, V. T. 1994. Hidrología aplicada.

El Perú frente al Cambio Climático. Resultados de las Investigaciones Franco Peruanas. IRD, 2014. Pag 11. ISBN 978-2-7099-1906-7.

Gomez Espigares, Jose, 2011 Restauracion hidrológica forestal de la Cuenca del embalse de Cuevas de Alamzora.

Gutiérrez Elorza, M. "Geomorfología". 2008. Ed. Pearson Prentice Hall.

Koehlin, J. G. (22 de 03 de 2017). El comercio. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/impactantes-imagenes-lluvias-e-inundaciones-peru-407507>

Heredia L., Ana Inés. Caracterización del Transporte de Sedimentos en un tramo del río Tercero (Ctalamochita) utilizando tecnología acústica Doppler. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Maestría en Ciencias de la Ingeniería. 2017. Pag 54.

López Cadenas de Llano, L. (Ed.) Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. 1994. Ed. TRAGSA, MUNDI-PRENSA.

Morales, Rosario 2009. Diagnóstico del comportamiento histórico del río Ichilo en el área de Puerto Villarroel (Tesis de Maestría). Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.

Mueller, D.S., and Wagner, C.R. (2009). Measuring discharge with acoustic Doppler current profilers from a moving boat: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 3A-22, 72 p. U.S. Geological Survey. Online material available at <http://pubs.water.usgs.gov/tm3a22>. (last accessed 9/19/2011).

Olivares R. Efraín. 2016. Patrones de Cambio Morfológico y Meándrico de 13 ríos pertenecientes a la Cuenca Hidrográfica del Amazonas. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Ortiz V. Oswaldo. 1994 "Hidrología de Superficie"

Ruiz, Pedro, Hidráulica de Canales, 2008.

Simpson, M.R. (2001). Discharge Measurements Using a Broad-Band Acoustic Doppler Current Profiler. Online material available at <http://pubs.usgs.gov/of/2001/ofr0101/text.pdf> (last accessed: 9/19/2011)

SOLÓRZANO, Billy 2011 Procesos Fluviomorfológicos de relevancia en el río Tahuamanu en el ámbito del Puente Tahuamanu. Lima: UNI

Strahler, Arthur N. "Geografía física". 1989. Ed. Omega.

Velasquez, A. (2015). *Modelamiento Hidrológico e Hidráulico del Río Santa, Tramo Asentamiento Humano las Flores, Distrito de Carhuaz, Ancash*. Tesis, Lima.

Villon Béjar, M. (2002). Hidrología (segunda ed.). Cártago: Editorial Villón.

[Impacto del cambio climático en la sedimentación y en la acumulación de carbono en los lagos de la Amazonía peruana](#).

ANEXOS

Anexo 1. Caudales Máximos Anuales del río Nanay

Estación: H-Sedaloreto

Año	Caudal (m3/s)
1981	1504.9
1982	1698.2
1983	1466.2
1984	1618.0
1985	1129.9
1986	1708.4
1987	1580.0
1988	1334.4
1989	1460.8
1990	1305.9
1991	1365.1
1992	1200.3
1993	1579.0
1994	1627.9
1995	1169.9
1996	1355.0
1997	1390.0
1998	1529.3
1999	1645.7
2000	1465.0
2001	1370.3
2002	1366.8
2003	1307.6
2004	1165.4
2005	1180.5
2006	1361.7
2007	1269.9
2008	1294.4
2009	1463.0
2010	1186.6
2011	1482.7
2012	1684.0
2013	1490.1
2014	1442.7
2015	1631.8
2016	1385.9
2017	1407.0
2018	1339.5
2019	1415.8
	1420.0

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	2 anos	1385.00	73.54	85.50		85.51	0.000012	0.39	4496.49	797.29	0.04
1	584.5375	2 anos	1385.00	73.46	85.50		85.51	0.000010	0.36	4901.85	823.79	0.04
1	833.5101	2 anos	1385.00	74.29	85.50		85.51	0.000015	0.43	4209.19	887.41	0.05
1	1020.195	2 anos	1385.00	73.20	85.50		85.51	0.000014	0.42	4300.02	1027.38	0.04
1	1331.866	2 anos	1385.00	73.58	85.50		85.51	0.000022	0.52	3660.32	934.09	0.05
1	1532.884	2 anos	1385.00	74.59	85.48		85.52	0.000108	0.91	1840.10	656.87	0.11
1	1891.108	2 anos	1385.00	74.92	85.47		85.52	0.000163	1.09	1545.15	369.08	0.14
1	2285.87	2 anos	1385.00	76.52	85.46		85.52	0.000203	1.09	1291.40	256.98	0.15
1	2631.027	2 anos	1385.00	75.75	85.49		85.53	0.000076	0.81	2009.95	618.34	0.10
1	2952.588	2 anos	1385.00	74.17	85.52		85.53	0.000020	0.51	3365.57	800.42	0.05
1	3216.712	2 anos	1385.00	74.57	85.51		85.53	0.000031	0.56	2637.40	408.57	0.06
1	3564.883	2 anos	1385.00	74.04	85.51		85.53	0.000028	0.55	2638.43	374.40	0.06
1	4096.162	2 anos	1385.00	74.50	85.52		85.53	0.000026	0.52	2975.29	606.61	0.06
1	4563.674	2 anos	1385.00	75.93	85.51		85.53	0.000039	0.57	2769.27	764.12	0.07
1	4943.215	2 anos	1385.00	75.84	85.51		85.53	0.000042	0.56	2686.74	561.49	0.07
1	5265.139	2 anos	1385.00	75.15	85.51		85.53	0.000050	0.67	2730.82	941.47	0.08
1	5831.312	2 anos	1385.00	72.64	85.52		85.53	0.000024	0.48	3553.09	951.99	0.06
1	6353.033	2 anos	1385.00	75.12	85.53		85.53	0.000015	0.39	5394.22	1592.56	0.04
1	6862.891	2 anos	1385.00	79.09	85.48		85.55	0.000249	1.19	1253.71	478.65	0.17
1	7268.848	2 anos	1385.00	78.90	85.48		85.55	0.000251	1.21	1201.67	246.46	0.17
1	7675.662	2 anos	1385.00	76.64	85.51		85.55	0.000147	0.96	1584.29	407.28	0.13
1	8401.229	2 anos	1385.00	75.61	85.53		85.56	0.000062	0.73	2435.24	728.97	0.09
1	8790.972	2 anos	1385.00	76.87	85.54		85.56	0.000108	0.69	3246.28	1576.36	0.11
1	9671.867	2 anos	1385.00	74.62	85.54		85.56	0.000039	0.62	3179.37	965.74	0.07
1	10247.82	2 anos	1385.00	76.01	85.52		85.57	0.000166	1.04	1407.52	418.89	0.14
1	10640.67	2 anos	1385.00	78.11	85.53		85.57	0.000121	0.95	1968.98	694.09	0.12
1	12007	2 anos	1385.00	75.62	85.54		85.57	0.000068	0.75	1894.91	348.51	0.09
1	12169.19	2 anos	1385.00	78.41	85.52		85.58	0.000417	1.21	1570.79	920.09	0.20
1	13036.1	2 anos	1385.00	75.31	85.54		85.58	0.000128	0.96	1458.40	243.04	0.12
1	13415.86	2 anos	1385.00	78.39	85.47		85.61	0.000765	1.65	847.41	244.40	0.27
1	13963.77	2 anos	1385.00	84.98	87.95	87.95	88.60	0.010109	3.73	425.38	384.06	0.89
1	14359.39	2 anos	1385.00	79.25	88.62		88.66	0.000099	0.95	1641.40	386.04	0.11
1	15777.78	2 anos	1385.00	75.72	88.65		88.67	0.000031	0.58	2765.21	597.79	0.06
1	15984.81	2 anos	1385.00	76.55	88.64		88.67	0.000055	0.71	2108.30	494.77	0.08
1	16372.77	2 anos	1385.00	77.12	88.64		88.67	0.000047	0.73	2044.13	398.38	0.08
1	16612.83	2 anos	1385.00	77.90	88.65		88.67	0.000048	0.72	2357.99	577.86	0.08
1	17077.47	2 anos	1385.00	73.30	88.64		88.67	0.000048	0.85	1823.38	342.69	0.08
1	17875.38	2 anos	1385.00	73.93	88.66		88.68	0.000023	0.57	2534.17	292.41	0.06
1	18238.47	2 anos	1385.00	75.69	88.66		88.68	0.000039	0.62	2685.58	614.55	0.07
1	18550.67	2 anos	1385.00	79.68	88.64		88.68	0.000108	0.95	1528.70	277.80	0.11
1	18864.66	2 anos	1385.00	74.54	88.67		88.69	0.000018	0.56	2780.04	413.64	0.05
1	19135.56	2 anos	1385.00	72.63	88.67		88.69	0.000022	0.57	2678.04	485.10	0.06
1	19370.3	2 anos	1385.00	73.78	88.68		88.69	0.000018	0.53	3394.29	722.97	0.05
1	19635.02	2 anos	1385.00	73.40	88.67		88.69	0.000020	0.58	2488.71	244.91	0.05
1	20120.88	2 anos	1385.00	73.93	88.67		88.69	0.000029	0.64	2603.41	509.59	0.06
1	20389.72	2 anos	1385.00	80.08	88.63		88.71	0.000213	1.22	1286.50	310.75	0.16
1	20941.91	2 anos	1385.00	74.68	88.69		88.71	0.000028	0.60	2662.64	460.33	0.06
1	21231.53	2 anos	1385.00	77.56	88.67		88.72	0.000131	1.03	1463.82	307.20	0.13
1	21502.22	2 anos	1385.00	86.98	89.30	89.30	90.00	0.010575	3.26	393.99	300.07	0.87
1	21982.82	2 anos	1385.00	74.36	90.06		90.07	0.000011	0.45	3683.76	554.26	0.04
1	22117.3	2 anos	1385.00	75.08	90.06		90.07	0.000009	0.38	4683.45	761.48	0.04
1	22269.37	2 anos	1385.00	76.06	90.06		90.07	0.000011	0.39	5098.96	1022.21	0.04
1	22658.43	2 anos	1385.00	76.40	90.06		90.07	0.000013	0.46	3611.20	716.38	0.04
1	23084.21	2 anos	1385.00	76.38	90.05		90.07	0.000030	0.63	2614.18	734.63	0.06
1	23443.78	2 anos	1385.00	75.82	90.06		90.07	0.000012	0.47	3786.40	811.97	0.04
1	23869.82	2 anos	1385.00	78.88	90.05		90.08	0.000037	0.68	2492.63	606.54	0.07
1	24128.46	2 anos	1385.00	75.89	90.06		90.08	0.000018	0.52	2851.10	460.41	0.05
1	24381.93	2 anos	1385.00	73.65	90.06		90.08	0.000025	0.64	2500.17	497.82	0.06
1	25447.68	2 anos	1385.00	79.47	90.05		90.08	0.000050	0.74	2053.79	393.98	0.08
1	25778.5	2 anos	1385.00	78.78	90.06		90.08	0.000036	0.67	2392.20	518.19	0.07
1	26152.45	2 anos	1385.00	79.77	90.04		90.09	0.000115	0.98	1628.81	378.37	0.12
1	26436.39	2 anos	1385.00	72.06	90.07		90.09	0.000023	0.58	2655.13	410.28	0.06
1	26747.84	2 anos	1385.00	74.82	90.08		90.09	0.000013	0.48	3401.22	489.36	0.04
1	27100.98	2 anos	1385.00	81.03	90.06		90.10	0.000087	0.87	1882.41	470.76	0.10
1	27326.8	2 anos	1385.00	75.66	90.08		90.10	0.000024	0.59	2714.63	449.88	0.06
1	27504.37	2 anos	1385.00	78.93	90.08		90.10	0.000055	0.74	2160.87	441.93	0.08
1	27776.85	2 anos	1385.00	79.05	90.08		90.10	0.000053	0.76	2056.89	480.12	0.08
1	27937.7	2 anos	1385.00	86.07	90.05		90.12	0.000471	1.31	1247.87	474.80	0.22
1	28236.96	2 anos	1385.00	75.79	90.11		90.12	0.000031	0.62	2774.89	635.50	0.06
1	28480.44	2 anos	1385.00	78.51	90.11		90.12	0.000029	0.55	3485.04	819.62	0.06
1	28799.79	2 anos	1385.00	77.87	90.12		90.12	0.000011	0.34	5752.88	1234.12	0.04
1	28983.04	2 anos	1385.00	76.46	90.11		90.13	0.000038	0.69	2326.29	470.43	0.07
1	29111.14	2 anos	1385.00	75.97	90.12		90.13	0.000011	0.46	3498.61	478.32	0.04
1	29367.83	2 anos	1385.00	75.44	90.12		90.13	0.000014	0.51	3099.74	444.18	0.05
1	29563.98	2 anos	1385.00	84.29	90.08		90.15	0.000321	1.29	1278.48	396.36	0.19
1	29747.83	2 anos	1385.00	75.83	90.12		90.15	0.000056	0.85	1948.05	385.31	0.09
1	29982.65	2 anos	1385.00	79.23	90.12		90.15	0.000091	0.91	1817.84	385.24	0.11
1	30134.71	2 anos	1385.00	78.30	90.13		90.15	0.000046	0.75	2220.31	407.16	0.08
1	30322.03	2 anos	1385.00	84.15	90.05		90.19	0.001203	1.85	839.96	328.45	0.33
1	30488.12	2 anos	1385.00	80.83	90.13		90.20	0.000144	1.19	1415.86	359.96	0.14
1	30722.98	2 anos	1385.00	80.04	90.14		90.20	0.000129	1.07	1460.41	341.89	0.13
1	31000.65	2 anos	1385.00	77.98	90.16		90.20	0.000034	0.66	2519.73	484.29	0.07
1	31363.34	2 anos	1385.00	84.06	90.16		90.21	0.000232	1.11	1527.88	565.77	0.16

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Naray Reach: 1 Profile: 2 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31605.76	2 anos	1385.00	75.57	90.19		90.21	0.000043	0.72	2315.91	597.30	0.08
1	31898.67	2 anos	1385.00	75.37	90.20		90.22	0.000028	0.62	2628.90	520.73	0.06
1	32212.06	2 anos	1385.00	78.27	90.19		90.22	0.000038	0.67	2208.49	388.66	0.07
1	32547.24	2 anos	1385.00	74.32	90.21		90.22	0.000010	0.41	3983.03	710.51	0.04
1	32914.68	2 anos	1385.00	83.69	90.16		90.24	0.000546	1.33	1283.72	749.34	0.23
1	33394.41	2 anos	1385.00	74.80	90.23		90.24	0.000020	0.55	2986.56	587.83	0.05
1	35089.31	2 anos	1385.00	77.54	90.23		90.24	0.000027	0.61	2751.72	528.77	0.06
1	35403.73	2 anos	1385.00	73.30	90.24		90.25	0.000005	0.32	4421.85	459.49	0.03
1	36189.28	2 anos	1385.00	79.30	90.23		90.25	0.000021	0.52	2950.55	590.80	0.05
1	36464.84	2 anos	1385.00	78.44	90.24		90.25	0.000012	0.38	4538.27	772.85	0.04
1	36819.28	2 anos	1385.00	75.73	90.25		90.25	0.000003	0.23	7379.94	898.10	0.02
1	37179.57	2 anos	1385.00	74.86	90.25		90.25	0.000006	0.32	5337.40	829.04	0.03
1	37520.7	2 anos	1385.00	73.73	90.25		90.25	0.000004	0.29	6158.31	849.23	0.02
1	38005.06	2 anos	1385.00	73.02	90.25		90.25	0.000002	0.20	7737.78	844.93	0.02
1	38870.06	2 anos	1385.00	75.68	90.25		90.25	0.000001	0.17	8908.53	762.45	0.02
1	39252.01	2 anos	1385.00	76.19	90.25		90.25	0.000002	0.20	8084.94	721.36	0.02
1	39678.18	2 anos	1385.00	75.91	90.25		90.25	0.000001	0.16	9436.56	725.40	0.01
1	39959.76	2 anos	1385.00	75.95	90.25		90.25	0.000001	0.17	8565.87	661.77	0.02
1	40204.08	2 anos	1385.00	75.26	90.25		90.25	0.000002	0.20	7608.41	655.53	0.02
1	40918.09	2 anos	1385.00	70.38	90.25		90.25	0.000001	0.16	9276.33	746.19	0.01
1	41552.57	2 anos	1385.00	74.91	90.25		90.25	0.000003	0.20	5467.50	544.10	0.02
1	41643.91	2 anos	1385.00	73.91	90.25		90.25	0.000003	0.24	5517.81	479.77	0.02
1	41821.34	2 anos	1385.00	73.46	90.25		90.25	0.000004	0.24	5286.68	481.29	0.02
1	41996.37	2 anos	1385.00	73.10	90.25		90.25	0.000003	0.23	5942.93	472.49	0.02
1	42177.61	2 anos	1385.00	73.02	90.25		90.25	0.000003	0.23	6007.98	506.55	0.02
1	42410.89	2 anos	1385.00	73.40	90.25		90.25	0.000002	0.21	6505.70	535.68	0.02

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	2.3 anos	1411.00	73.54	85.65	76.53	85.65	0.000011	0.38	4612.39	800.35	0.04
1	584.5375	2.3 anos	1411.00	73.46	85.65		85.65	0.000009	0.35	5022.89	869.97	0.04
1	833.5101	2.3 anos	1411.00	74.29	85.64		85.65	0.000015	0.42	4339.34	957.01	0.04
1	1020.195	2.3 anos	1411.00	73.20	85.64		85.65	0.000014	0.42	4449.59	1032.46	0.04
1	1331.866	2.3 anos	1411.00	73.58	85.64		85.65	0.000022	0.51	3801.92	1000.67	0.05
1	1532.884	2.3 anos	1411.00	74.59	85.62		85.66	0.000104	0.91	1939.61	716.25	0.11
1	1891.108	2.3 anos	1411.00	74.92	85.62		85.66	0.000156	1.07	1599.61	375.94	0.14
1	2285.87	2.3 anos	1411.00	76.52	85.61		85.67	0.000194	1.08	1329.12	260.18	0.14
1	2631.027	2.3 anos	1411.00	75.75	85.64		85.67	0.000072	0.80	2102.54	652.77	0.09
1	2952.588	2.3 anos	1411.00	74.17	85.66		85.67	0.000019	0.50	3483.13	822.73	0.05
1	3216.712	2.3 anos	1411.00	74.57	85.66		85.67	0.000030	0.56	2697.02	416.91	0.06
1	3564.883	2.3 anos	1411.00	74.04	85.66		85.67	0.000027	0.55	2692.82	379.58	0.06
1	4096.162	2.3 anos	1411.00	74.50	85.66		85.67	0.000025	0.52	3063.85	615.99	0.06
1	4563.674	2.3 anos	1411.00	75.93	85.66		85.67	0.000037	0.57	2881.49	782.81	0.07
1	4943.215	2.3 anos	1411.00	75.84	85.66		85.67	0.000041	0.55	2768.58	568.48	0.07
1	5265.139	2.3 anos	1411.00	75.15	85.66		85.68	0.000047	0.66	2869.91	978.15	0.08
1	5831.312	2.3 anos	1411.00	72.64	85.67		85.68	0.000023	0.47	3692.88	982.96	0.05
1	6353.033	2.3 anos	1411.00	75.12	85.67		85.68	0.000014	0.38	5625.64	1607.97	0.04
1	6862.891	2.3 anos	1411.00	79.09	85.63		85.70	0.000233	1.17	1326.00	508.84	0.16
1	7268.848	2.3 anos	1411.00	78.90	85.63		85.70	0.000239	1.19	1237.65	248.31	0.16
1	7675.662	2.3 anos	1411.00	76.64	85.66		85.70	0.000141	0.95	1644.14	416.79	0.13
1	8401.229	2.3 anos	1411.00	75.61	85.68		85.70	0.000058	0.72	2541.38	738.19	0.08
1	8790.972	2.3 anos	1411.00	76.87	85.69		85.70	0.000092	0.65	3476.51	1584.78	0.10
1	9671.867	2.3 anos	1411.00	74.62	85.69		85.70	0.000037	0.61	3320.68	983.86	0.07
1	10247.82	2.3 anos	1411.00	76.01	85.66		85.71	0.000157	1.03	1470.58	448.81	0.13
1	10540.67	2.3 anos	1411.00	78.11	85.68		85.72	0.000112	0.93	2071.56	707.17	0.12
1	12007	2.3 anos	1411.00	75.62	85.69		85.72	0.000065	0.75	1945.87	358.18	0.09
1	12169.19	2.3 anos	1411.00	78.41	85.67		85.72	0.000356	1.15	1710.21	947.37	0.19
1	13036.1	2.3 anos	1411.00	75.31	85.68		85.72	0.000123	0.95	1492.93	244.83	0.12
1	13415.96	2.3 anos	1411.00	78.39	85.62		85.75	0.000697	1.62	883.13	247.22	0.26
1	13963.77	2.3 anos	1411.00	84.98	87.97	87.97	88.63	0.009946	3.74	435.05	390.94	0.88
1	14359.39	2.3 anos	1411.00	79.25	88.64		88.69	0.000101	0.97	1650.09	387.01	0.11
1	15777.78	2.3 anos	1411.00	75.72	88.67		88.69	0.000032	0.59	2779.22	599.07	0.06
1	15964.81	2.3 anos	1411.00	76.55	88.67		88.69	0.000056	0.72	2119.78	494.77	0.08
1	16372.77	2.3 anos	1411.00	77.12	88.67		88.69	0.000048	0.74	2053.36	398.43	0.08
1	16612.83	2.3 anos	1411.00	77.90	88.67		88.69	0.000048	0.73	2371.50	577.90	0.08
1	17077.47	2.3 anos	1411.00	73.30	88.66		88.70	0.000050	0.86	1831.28	344.32	0.08
1	17875.98	2.3 anos	1411.00	73.93	88.68		88.70	0.000024	0.58	2541.09	292.79	0.05
1	18238.47	2.3 anos	1411.00	75.69	88.68		88.70	0.000040	0.63	2700.15	614.68	0.07
1	18550.67	2.3 anos	1411.00	79.68	88.66		88.71	0.000111	0.96	1535.12	278.73	0.12
1	18854.66	2.3 anos	1411.00	74.54	88.70		88.71	0.000019	0.57	2790.01	416.47	0.05
1	19135.56	2.3 anos	1411.00	72.63	88.70		88.71	0.000022	0.58	2689.74	489.98	0.06
1	19370.3	2.3 anos	1411.00	73.78	88.70		88.71	0.000019	0.54	3411.77	723.10	0.05
1	19635.02	2.3 anos	1411.00	73.40	88.70		88.71	0.000020	0.59	2494.60	245.10	0.05
1	20120.68	2.3 anos	1411.00	73.93	88.69		88.71	0.000030	0.65	2615.67	509.59	0.06
1	20389.72	2.3 anos	1411.00	80.08	88.66		88.73	0.000218	1.24	1293.69	312.99	0.16
1	20941.91	2.3 anos	1411.00	74.66	88.72		88.74	0.000029	0.61	2674.02	460.43	0.06
1	21231.53	2.3 anos	1411.00	77.56	88.69		88.75	0.000134	1.04	1471.22	307.56	0.13
1	21502.22	2.3 anos	1411.00	86.98	89.32	89.32	90.02	0.010542	3.28	399.52	302.00	0.87
1	21982.82	2.3 anos	1411.00	74.36	90.08		90.09	0.000011	0.46	3698.29	554.26	0.04
1	22117.3	2.3 anos	1411.00	75.08	90.09		90.09	0.000010	0.39	4703.52	761.48	0.04
1	22269.37	2.3 anos	1411.00	76.06	90.09		90.09	0.000012	0.39	5125.94	1022.21	0.04
1	22658.43	2.3 anos	1411.00	76.40	90.09		90.09	0.000014	0.46	3630.11	722.85	0.04
1	23084.21	2.3 anos	1411.00	76.38	90.08		90.10	0.000031	0.64	2633.38	734.63	0.06
1	23443.78	2.3 anos	1411.00	75.82	90.09		90.10	0.000012	0.47	3809.82	811.97	0.04
1	23869.82	2.3 anos	1411.00	78.88	90.08		90.10	0.000038	0.69	2508.50	606.54	0.07
1	24128.46	2.3 anos	1411.00	75.89	90.09		90.10	0.000020	0.54	2862.91	464.24	0.05
1	24381.93	2.3 anos	1411.00	73.65	90.08		90.11	0.000025	0.65	2513.08	497.82	0.06
1	25447.68	2.3 anos	1411.00	79.47	90.08		90.11	0.000051	0.75	2064.07	402.48	0.08
1	25778.5	2.3 anos	1411.00	78.78	90.09		90.11	0.000037	0.68	2405.67	518.19	0.07
1	26152.45	2.3 anos	1411.00	79.77	90.07		90.11	0.000118	0.99	1638.71	395.47	0.12
1	26436.39	2.3 anos	1411.00	72.06	90.10		90.12	0.000024	0.59	2665.12	424.59	0.06
1	26747.84	2.3 anos	1411.00	74.82	90.11		90.12	0.000013	0.49	3414.20	489.36	0.04
1	27100.98	2.3 anos	1411.00	81.03	90.09		90.13	0.000089	0.88	1894.72	470.76	0.10
1	27326.8	2.3 anos	1411.00	75.66	90.11		90.13	0.000025	0.60	2726.66	458.34	0.06
1	27594.37	2.3 anos	1411.00	78.93	90.10		90.13	0.000056	0.75	2172.53	441.93	0.08
1	27776.85	2.3 anos	1411.00	79.05	90.10		90.13	0.000054	0.77	2069.53	480.12	0.08
1	27937	2.3 anos	1411.00	86.07	90.07		90.14	0.000475	1.32	1260.22	476.61	0.22
1	28236.96	2.3 anos	1411.00	75.79	90.13		90.15	0.000032	0.63	2791.97	635.50	0.07
1	28480.44	2.3 anos	1411.00	78.51	90.14		90.15	0.000029	0.56	3507.25	819.62	0.06
1	28799.79	2.3 anos	1411.00	77.87	90.15		90.15	0.000011	0.34	5786.56	1234.12	0.04
1	28983.04	2.3 anos	1411.00	76.46	90.13		90.16	0.000039	0.70	2338.96	470.43	0.07
1	29111.14	2.3 anos	1411.00	75.97	90.15		90.16	0.000011	0.47	3511.65	478.32	0.04
1	29367.83	2.3 anos	1411.00	75.44	90.15		90.16	0.000015	0.52	3111.84	444.18	0.05
1	29563.98	2.3 anos	1411.00	84.29	90.11		90.18	0.000325	1.30	1289.01	396.36	0.19
1	29747.83	2.3 anos	1411.00	75.83	90.15		90.18	0.000057	0.86	1958.47	385.31	0.09
1	29982.65	2.3 anos	1411.00	79.23	90.14		90.18	0.000093	0.92	1828.25	385.24	0.11
1	30134.71	2.3 anos	1411.00	78.30	90.16		90.18	0.000047	0.77	2231.42	407.16	0.08
1	30322.03	2.3 anos	1411.00	84.15	90.07		90.22	0.001208	1.87	848.54	328.45	0.34
1	30488.12	2.3 anos	1411.00	80.83	90.16		90.23	0.000147	1.21	1425.40	359.96	0.14
1	30722.98	2.3 anos	1411.00	80.04	90.17		90.23	0.000131	1.09	1469.69	341.89	0.13
1	31000.65	2.3 anos	1411.00	77.96	90.21		90.23	0.000034	0.67	2533.37	484.25	0.07
1	31363.34	2.3 anos	1411.00	84.06	90.19		90.24	0.000235	1.12	1543.69	565.77	0.16

HEC-RAS Plan: Plan08 River: Nanay Reach: 1 Profile: 2.3 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31605.76	2.3 anos	1411.00	75.57	90.22		90.24	0.000044	0.73	2332.76	598.63	0.08
1	31898.67	2.3 anos	1411.00	75.37	90.23		90.24	0.000029	0.63	2643.67	522.35	0.06
1	32212.06	2.3 anos	1411.00	78.27	90.22		90.25	0.000039	0.68	2219.51	397.03	0.07
1	32547.24	2.3 anos	1411.00	74.32	90.24		90.25	0.000010	0.42	4003.43	710.51	0.04
1	32914.68	2.3 anos	1411.00	83.69	90.19		90.27	0.000543	1.33	1305.16	749.34	0.23
1	33394.41	2.3 anos	1411.00	74.80	90.26		90.27	0.000020	0.56	3003.35	587.83	0.05
1	35089.31	2.3 anos	1411.00	77.54	90.26		90.27	0.000027	0.62	2766.82	528.77	0.06
1	35403.73	2.3 anos	1411.00	73.30	90.27		90.27	0.000005	0.33	4435.10	459.49	0.03
1	36189.28	2.3 anos	1411.00	79.30	90.26		90.28	0.000022	0.53	2967.49	590.80	0.05
1	36464.84	2.3 anos	1411.00	78.44	90.27		90.28	0.000012	0.38	4560.63	772.85	0.04
1	36819.28	2.3 anos	1411.00	75.73	90.28		90.28	0.000003	0.24	7406.01	898.10	0.02
1	37179.57	2.3 anos	1411.00	74.86	90.27		90.28	0.000006	0.32	5361.43	829.04	0.03
1	37620.7	2.3 anos	1411.00	73.73	90.28		90.28	0.000004	0.29	6182.96	850.84	0.03
1	38095.06	2.3 anos	1411.00	73.02	90.28		90.28	0.000002	0.20	7762.31	844.93	0.02
1	38870.06	2.3 anos	1411.00	75.68	90.28		90.28	0.000002	0.17	8930.68	762.45	0.02
1	39252.01	2.3 anos	1411.00	76.19	90.28		90.28	0.000002	0.20	8105.90	721.36	0.02
1	39578.18	2.3 anos	1411.00	75.91	90.28		90.28	0.000001	0.16	9457.64	725.40	0.01
1	39959.76	2.3 anos	1411.00	75.95	90.28		90.28	0.000002	0.18	8585.10	661.77	0.02
1	40204.08	2.3 anos	1411.00	75.26	90.28		90.28	0.000002	0.20	7627.45	655.53	0.02
1	40918.09	2.3 anos	1411.00	70.38	90.28		90.28	0.000001	0.16	9298.03	746.19	0.01
1	41552.57	2.3 anos	1411.00	74.91	90.28		90.28	0.000003	0.20	5483.29	544.10	0.02
1	41643.91	2.3 anos	1411.00	73.91	90.28		90.28	0.000003	0.24	5531.73	479.77	0.02
1	41821.34	2.3 anos	1411.00	73.46	90.28		90.28	0.000004	0.24	5300.64	481.29	0.02
1	41996.37	2.3 anos	1411.00	73.10	90.28		90.28	0.000003	0.24	5956.65	472.49	0.02
1	42177.61	2.3 anos	1411.00	73.02	90.28		90.28	0.000003	0.24	6022.69	506.55	0.02
1	42410.89	2.3 anos	1411.00	73.40	90.28		90.28	0.000002	0.21	6521.26	535.68	0.02

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 5 anos

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	5 anos	1530.00	73.54	86.30	76.65	86.30	0.000010	0.38	5142.62	833.15	0.04
1	584.5375	5 anos	1530.00	73.46	86.30		86.30	0.000008	0.35	5666.28	1010.79	0.03
1	833.5101	5 anos	1530.00	74.29	86.30		86.31	-0.000013	0.41	4998.33	1025.96	0.04
1	1020.195	5 anos	1530.00	73.20	86.30		86.31	0.000011	0.40	5133.53	1080.73	0.04
1	1331.866	5 anos	1530.00	73.58	86.30		86.31	0.000017	0.48	4466.60	1027.91	0.05
1	1532.884	5 anos	1530.00	74.59	86.28		86.31	0.000078	0.84	2442.22	817.37	0.10
1	1891.108	5 anos	1530.00	74.92	86.27		86.32	0.000126	1.03	1882.90	553.64	0.12
1	2285.87	5 anos	1530.00	76.52	86.27		86.32	0.000161	1.03	1504.70	273.51	0.13
1	2631.027	5 anos	1530.00	75.75	86.30		86.32	0.000057	0.75	2582.24	808.17	0.09
1	2952.588	5 anos	1530.00	74.17	86.31		86.32	0.000017	0.50	4064.56	994.45	0.05
1	3216.712	5 anos	1530.00	74.57	86.31		86.32	0.000027	0.56	2987.69	474.32	0.06
1	3564.883	5 anos	1530.00	74.04	86.31		86.32	0.000025	0.55	2954.70	424.05	0.06
1	4086.162	5 anos	1530.00	74.50	86.31		86.33	0.000022	0.51	3481.57	665.28	0.05
1	4563.674	5 anos	1530.00	75.93	86.31		86.33	0.000029	0.53	3408.60	855.74	0.06
1	4943.215	5 anos	1530.00	75.84	86.31		86.33	0.000035	0.54	3250.30	929.26	0.07
1	5265.139	5 anos	1530.00	75.15	86.31		86.33	0.000036	0.61	3591.10	1231.93	0.07
1	5831.312	5 anos	1530.00	72.64	86.32		86.33	0.000019	0.45	4383.18	1140.72	0.05
1	6353.033	5 anos	1530.00	75.12	86.32		86.33	0.000010	0.35	6694.26	1661.36	0.04
1	6862.891	5 anos	1530.00	79.09	86.29		86.34	0.000169	1.07	1694.29	615.29	0.14
1	7268.848	5 anos	1530.00	78.90	86.28		86.35	0.000206	1.18	1417.00	342.59	0.15
1	7675.662	5 anos	1530.00	76.64	86.31		86.35	0.000115	0.90	1931.62	461.93	0.12
1	8401.229	5 anos	1530.00	75.61	86.33		86.35	0.000046	0.67	3085.12	922.70	0.08
1	8790.972	5 anos	1530.00	76.87	86.35		86.35	0.000050	0.51	4528.41	1627.95	0.07
1	9671.867	5 anos	1530.00	74.62	86.34		86.35	0.000028	0.56	3990.76	1058.85	0.06
1	10247.82	5 anos	1530.00	76.01	86.32		86.36	0.000122	0.97	1817.43	594.58	0.12
1	10640.67	5 anos	1530.00	78.11	86.34		86.37	0.000081	0.84	2556.22	765.28	0.10
1	12007	5 anos	1530.00	75.62	86.34		86.37	0.000056	0.74	2186.16	371.90	0.08
1	12169.19	5 anos	1530.00	78.41	86.34		86.37	0.000187	0.92	2390.17	1115.16	0.14
1	13036.1	5 anos	1530.00	75.31	86.33		86.37	0.000107	0.94	1662.72	294.60	0.11
1	13415.86	5 anos	1530.00	78.39	86.28		86.39	0.000477	1.49	1052.50	269.72	0.22
1	13963.77	5 anos	1530.00	84.98	88.08	88.08	88.73	0.009372	3.76	477.72	419.97	0.86
1	14359.39	5 anos	1530.00	79.25	88.74		88.79	0.000113	1.03	1688.46	391.27	0.12
1	15777.78	5 anos	1530.00	75.72	88.78		88.80	0.000036	0.62	2841.12	694.53	0.07
1	15984.81	5 anos	1530.00	76.55	88.77		88.80	0.000062	0.77	2170.22	494.77	0.09
1	16372.77	5 anos	1530.00	77.12	88.77		88.80	0.000054	0.79	2093.87	398.67	0.08
1	16612.83	5 anos	1530.00	77.80	88.77		88.80	0.000054	0.77	2431.48	596.89	0.08
1	17077.47	5 anos	1530.00	73.30	88.76		88.80	0.000056	0.92	1866.41	351.47	0.09
1	17875.38	5 anos	1530.00	73.93	88.79		88.81	0.000027	0.62	2571.76	297.89	0.06
1	18238.47	5 anos	1530.00	75.69	88.79		88.81	0.000044	0.67	2764.34	615.27	0.08
1	18550.67	5 anos	1530.00	79.68	88.76		88.82	0.000124	1.03	1563.57	282.80	0.12
1	18864.66	5 anos	1530.00	74.54	88.80		88.82	0.000021	0.61	2634.65	427.87	0.06
1	19135.56	5 anos	1530.00	72.63	88.80		88.82	0.000025	0.62	2742.65	511.46	0.06
1	19370.3	5 anos	1530.00	73.78	88.81		88.82	0.000021	0.57	3488.81	723.68	0.05
1	19635.02	5 anos	1530.00	73.40	88.80		88.82	0.000023	0.64	2520.57	245.94	0.06
1	20120.88	5 anos	1530.00	73.93	88.80		88.82	0.000033	0.69	2669.63	509.59	0.07
1	20389.72	5 anos	1530.00	80.08	88.76		88.84	0.000241	1.31	1325.89	322.81	0.17
1	20941.91	5 anos	1530.00	74.68	88.83		88.85	0.000032	0.65	2724.13	460.89	0.07
1	21231.53	5 anos	1530.00	77.56	88.80		88.86	0.000148	1.10	1503.83	309.17	0.13
1	21502.22	5 anos	1530.00	86.98	89.41	89.41	90.14	0.010125	3.35	428.67	311.98	0.86
1	21982.82	5 anos	1530.00	74.36	90.20		90.21	0.000012	0.49	3762.31	554.26	0.04
1	22117.3	5 anos	1530.00	75.08	90.20		90.21	0.000011	0.41	4791.93	761.48	0.04
1	22269.37	5 anos	1530.00	76.06	90.20		90.21	0.000013	0.42	5244.81	1022.21	0.04
1	22658.43	5 anos	1530.00	76.40	90.20		90.21	0.000015	0.49	3715.50	751.38	0.05
1	23084.21	5 anos	1530.00	76.38	90.19		90.22	0.000034	0.68	2717.93	734.63	0.07
1	23443.78	5 anos	1530.00	75.82	90.20		90.22	0.000014	0.50	3904.20	811.97	0.05
1	23869.82	5 anos	1530.00	78.88	90.20		90.22	0.000042	0.73	2578.45	696.54	0.08
1	24128.46	5 anos	1530.00	75.89	90.21		90.22	0.000022	0.58	2917.98	488.28	0.06
1	24381.93	5 anos	1530.00	73.65	90.20		90.22	0.000028	0.69	2570.58	497.82	0.06
1	25447.88	5 anos	1530.00	76.47	90.20		90.23	0.000057	0.80	2112.54	440.36	0.09
1	25778.5	5 anos	1530.00	78.78	90.20		90.23	0.000041	0.73	2465.66	518.19	0.07
1	26152.45	5 anos	1530.00	79.77	90.18		90.23	0.000131	1.06	1688.44	481.55	0.13
1	26436.39	5 anos	1530.00	72.06	90.22		90.24	0.000026	0.63	2719.84	485.78	0.06
1	26747.84	5 anos	1530.00	74.82	90.23		90.24	0.000015	0.52	3472.24	489.36	0.05
1	27100.98	5 anos	1530.00	81.03	90.21		90.25	0.000097	0.93	1949.76	470.76	0.11
1	27326.8	5 anos	1530.00	75.66	90.23		90.25	0.000029	0.65	2781.62	467.59	0.06
1	27594.37	5 anos	1530.00	78.93	90.22		90.25	0.000062	0.80	2224.58	441.93	0.09
1	27776.85	5 anos	1530.00	79.05	90.22		90.25	0.000060	0.82	2125.96	480.12	0.09
1	27937.7	5 anos	1530.00	88.07	90.18		90.27	0.000523	1.41	1320.70	558.95	0.23
1	28236.96	5 anos	1530.00	75.79	90.25		90.27	0.000035	0.67	2869.52	635.50	0.07
1	28480.44	5 anos	1530.00	78.51	90.26		90.27	0.000032	0.59	3608.07	819.62	0.06
1	28799.79	5 anos	1530.00	77.87	90.27		90.28	0.000012	0.36	5939.39	1234.12	0.04
1	28983.04	5 anos	1530.00	76.46	90.26		90.28	0.000043	0.74	2395.43	470.43	0.08
1	29111.14	5 anos	1530.00	75.97	90.27		90.28	0.000013	0.50	3570.83	478.32	0.04
1	29367.83	5 anos	1530.00	75.44	90.27		90.28	0.000017	0.56	3166.68	444.18	0.05
1	29563.98	5 anos	1530.00	84.29	90.23		90.30	0.000343	1.36	1336.73	396.38	0.19
1	29747.83	5 anos	1530.00	75.83	90.27		90.31	0.000054	0.91	2005.70	385.31	0.09
1	29982.65	5 anos	1530.00	79.23	90.27		90.31	0.000102	0.97	1875.45	385.24	0.11
1	30134.71	5 anos	1530.00	78.30	90.28		90.31	0.000052	0.81	2281.79	407.16	0.08
1	30322.03	5 anos	1530.00	84.15	90.19		90.35	0.011225	1.93	867.46	328.45	0.34
1	30488.12	5 anos	1530.00	80.83	90.28		90.36	0.000161	1.27	1469.52	359.96	0.14
1	30722.98	5 anos	1530.00	80.04	90.29		90.36	0.000144	1.15	1511.76	341.89	0.13
1	31000.65	5 anos	1530.00	77.98	90.34		90.36	0.000038	0.71	2595.10	484.29	0.07
1	31363.34	5 anos	1530.00	84.06	90.31		90.37	0.009244	1.16	1615.32	565.77	0.18

HEC-RAS Plan: Plan06 Rivar: Nanay Reach: 1 Profile: 5 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31605.76	5 anos	1530.00	75.57	90.35		90.37	0.000048	0.77	2409.53	611.87	0.08
1	31898.67	5 anos	1530.00	75.37	90.35		90.37	0.000032	0.66	2714.62	613.04	0.07
1	32212.06	5 anos	1530.00	78.27	90.35		90.38	0.000045	0.74	2281.02	565.58	0.08
1	32547.24	5 anos	1530.00	74.32	90.37		90.38	0.000011	0.45	4096.05	710.51	0.04
1	32914.68	5 anos	1530.00	83.69	90.32		90.40	0.000531	1.35	1402.65	749.34	0.23
1	33394.41	5 anos	1530.00	74.80	90.39		90.40	0.000022	0.59	3079.60	587.83	0.06
1	35089.31	5 anos	1530.00	77.54	90.39		90.40	0.000030	0.65	2835.33	528.77	0.06
1	35403.73	5 anos	1530.00	73.30	90.40		90.41	0.000006	0.35	4495.21	459.49	0.03
1	36180.28	5 anos	1530.00	78.30	90.38		90.41	0.000024	0.56	3044.43	590.80	0.06
1	36464.84	5 anos	1530.00	78.44	90.40		90.41	0.000013	0.41	4662.11	772.85	0.04
1	36819.28	5 anos	1530.00	75.73	90.41		90.41	0.000003	0.25	7524.33	898.10	0.02
1	37179.57	5 anos	1530.00	74.86	90.41		90.41	0.000007	0.34	5470.49	829.04	0.03
1	37820.7	5 anos	1530.00	73.73	90.41		90.41	0.000005	0.31	6295.22	853.28	0.03
1	38095.06	5 anos	1530.00	73.02	90.41		90.41	0.000002	0.22	7873.74	844.93	0.02
1	38870.06	5 anos	1530.00	75.68	90.41		90.41	0.000002	0.19	9031.30	762.45	0.02
1	39252.01	5 anos	1530.00	76.19	90.41		90.41	0.000002	0.22	8201.08	721.36	0.02
1	39678.18	5 anos	1530.00	75.91	90.41		90.41	0.000001	0.17	9553.40	725.40	0.01
1	39959.76	5 anos	1530.00	75.95	90.41		90.41	0.000002	0.19	8672.44	661.77	0.02
1	40204.08	5 anos	1530.00	75.26	90.41		90.41	0.000002	0.22	7713.94	655.53	0.02
1	40918.09	5 anos	1530.00	70.38	90.41		90.41	0.000001	0.17	9396.56	746.19	0.01
1	41552.57	5 anos	1530.00	74.91	90.41		90.41	0.000004	0.22	5554.99	544.10	0.02
1	41643.91	5 anos	1530.00	73.91	90.41		90.41	0.000004	0.26	5594.96	479.77	0.02
1	41821.34	5 anos	1530.00	73.46	90.41		90.41	0.000005	0.26	5364.05	481.29	0.03
1	41896.37	5 anos	1530.00	73.10	90.41		90.41	0.000003	0.25	6018.97	472.49	0.02
1	42177.61	5 anos	1530.00	73.02	90.41		90.41	0.000003	0.26	6089.51	506.55	0.02
1	42410.89	5 anos	1530.00	73.40	90.41		90.41	0.000003	0.22	6591.97	535.68	0.02

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 10 anos

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	10 anos	1635.00	73.54	86.84	76.74	86.85	0.000009	0.37	5599.61	864.92	0.04
1	584.5375	10 anos	1635.00	73.46	86.84		86.85	0.000007	0.34	6220.58	1033.75	0.03
1	833.5101	10 anos	1635.00	74.29	86.84		86.85	0.000011	0.40	5561.98	1056.64	0.04
1	1020.195	10 anos	1635.00	73.20	86.84		86.85	0.000011	0.40	5766.85	1232.64	0.04
1	1331.866	10 anos	1635.00	73.58	86.84		86.85	0.000015	0.46	5027.96	1046.47	0.05
1	1532.884	10 anos	1635.00	74.59	86.83		86.85	0.000063	0.78	2907.67	896.72	0.09
1	1891.108	10 anos	1635.00	74.92	86.82		86.86	0.000105	0.99	2223.34	715.78	0.11
1	2285.87	10 anos	1635.00	76.52	86.81		86.86	0.000141	1.00	1657.08	286.81	0.12
1	2631.027	10 anos	1635.00	75.75	86.84		86.86	0.000047	0.71	3044.21	876.84	0.08
1	2952.588	10 anos	1635.00	74.17	86.85		86.86	0.000015	0.48	4619.98	1044.23	0.05
1	3216.712	10 anos	1635.00	74.57	86.85		86.86	0.000025	0.56	3256.23	520.61	0.06
1	3564.883	10 anos	1635.00	74.04	86.85		86.86	0.000023	0.55	3194.38	465.48	0.06
1	4096.162	10 anos	1635.00	74.50	86.85		86.86	0.000019	0.49	3852.23	711.20	0.05
1	4563.674	10 anos	1635.00	75.93	86.85		86.87	0.000024	0.51	3902.56	988.16	0.06
1	4943.215	10 anos	1635.00	75.84	86.85		86.87	0.000028	0.51	3793.05	1063.61	0.06
1	5265.139	10 anos	1635.00	75.15	86.85		86.87	0.000029	0.57	4307.08	1358.06	0.06
1	5831.312	10 anos	1635.00	72.64	86.86		86.87	0.000016	0.43	5064.68	1304.12	0.05
1	6353.033	10 anos	1635.00	75.12	86.86		86.87	0.000008	0.32	7596.67	1661.98	0.03
1	6862.891	10 anos	1635.00	79.09	86.83		86.88	0.000129	0.99	2051.78	692.31	0.12
1	7268.848	10 anos	1635.00	78.90	86.82		86.88	0.000170	1.13	1612.63	381.49	0.14
1	7675.662	10 anos	1635.00	76.64	86.85		86.89	0.000099	0.86	2208.20	579.77	0.11
1	8401.229	10 anos	1635.00	75.61	86.87		86.89	0.000041	0.64	3634.94	1066.17	0.07
1	8790.972	10 anos	1635.00	76.87	86.88		86.89	0.000033	0.45	5418.55	1690.21	0.06
1	9671.667	10 anos	1635.00	74.62	86.88		86.89	0.000023	0.63	4570.92	1093.07	0.06
1	10247.82	10 anos	1635.00	76.01	86.86		86.90	0.000102	0.93	2183.34	826.95	0.11
1	10640.67	10 anos	1635.00	78.11	86.88		86.90	0.000064	0.78	2978.73	804.79	0.09
1	12007	10 anos	1635.00	75.62	86.88		86.90	0.000050	0.73	2386.55	373.36	0.08
1	12169.19	10 anos	1635.00	78.41	86.88		86.90	0.000119	0.79	3040.44	1322.60	0.11
1	13036.1	10 anos	1635.00	75.31	86.87		86.91	0.000095	0.92	1843.05	354.28	0.11
1	13415.86	10 anos	1635.00	78.39	86.83		86.93	0.000365	1.40	1208.82	300.43	0.20
1	13963.77	10 anos	1635.00	84.98	88.19	88.19	88.82	0.008563	3.73	525.28	450.12	0.83
1	14359.39	10 anos	1635.00	79.25	88.82		88.88	0.000125	1.09	1720.59	421.02	0.12
1	15777.78	10 anos	1635.00	75.72	88.86		88.88	0.000039	0.65	2891.81	609.60	0.07
1	15984.81	10 anos	1635.00	76.55	88.85		88.88	0.000068	0.81	2211.11	494.77	0.09
1	16372.77	10 anos	1635.00	77.12	88.85		88.88	0.000060	0.84	2126.73	398.86	0.09
1	16612.83	10 anos	1635.00	77.90	88.86		88.89	0.000059	0.81	2482.35	622.03	0.09
1	17077.47	10 anos	1635.00	73.30	88.84		88.89	0.000063	0.98	1893.33	355.57	0.09
1	17875.38	10 anos	1635.00	73.93	88.87		88.89	0.000031	0.65	2597.14	302.56	0.06
1	18238.47	10 anos	1635.00	75.69	88.87		88.89	0.000046	0.70	2816.75	615.76	0.08
1	18550.67	10 anos	1635.00	79.68	88.85		88.90	0.000136	1.08	1587.00	286.11	0.13
1	18864.66	10 anos	1635.00	74.54	88.89		88.91	0.000024	0.64	2672.00	436.93	0.06
1	19135.56	10 anos	1635.00	72.63	88.89		88.91	0.000028	0.66	2787.56	529.00	0.06
1	19370.3	10 anos	1635.00	73.78	88.89		88.91	0.000023	0.60	3554.17	807.98	0.06
1	19635.02	10 anos	1635.00	73.40	88.89		88.91	0.000026	0.68	2541.86	246.62	0.06
1	20120.68	10 anos	1635.00	73.93	88.89		88.91	0.000037	0.73	2713.74	509.59	0.07
1	20389.72	10 anos	1635.00	80.08	88.84		88.93	0.000261	1.38	1352.84	330.80	0.17
1	20941.91	10 anos	1635.00	74.68	88.82		88.94	0.000035	0.68	2765.23	461.25	0.07
1	21231.53	10 anos	1635.00	77.56	88.89		88.95	0.000161	1.16	1530.60	310.49	0.14
1	21502.22	10 anos	1635.00	86.98	89.49	89.49	90.24	0.009953	3.43	451.87	319.70	0.86
1	21982.82	10 anos	1635.00	74.36	90.30		90.31	0.000014	0.52	3817.12	554.26	0.05
1	22117.3	10 anos	1635.00	75.08	90.30		90.31	0.000012	0.44	4867.67	761.48	0.04
1	22269.37	10 anos	1635.00	76.06	90.30		90.31	0.000014	0.44	5346.66	1022.21	0.04
1	22658.43	10 anos	1635.00	76.40	90.30		90.31	0.000017	0.52	3791.26	775.81	0.05
1	23084.21	10 anos	1635.00	76.38	90.29		90.32	0.000037	0.72	2790.34	734.63	0.07
1	23443.78	10 anos	1635.00	75.82	90.30		90.32	0.000015	0.53	3985.05	811.97	0.05
1	23869.82	10 anos	1635.00	78.88	90.29		90.32	0.000046	0.77	2638.34	606.54	0.08
1	24128.46	10 anos	1635.00	75.89	90.30		90.32	0.000024	0.61	2968.11	518.61	0.06
1	24381.93	10 anos	1635.00	73.65	90.30		90.32	0.000031	0.73	2619.81	497.82	0.07
1	25447.68	10 anos	1635.00	76.47	90.29		90.33	0.000071	0.90	2156.05	480.61	0.10
1	25778.5	10 anos	1635.00	78.78	90.30		90.33	0.000045	0.76	2517.98	518.19	0.08
1	26152.45	10 anos	1635.00	78.77	90.28		90.34	0.000141	1.11	1736.33	481.55	0.13
1	26436.39	10 anos	1635.00	72.06	90.32		90.34	0.000029	0.66	2770.52	506.17	0.06
1	26747.84	10 anos	1635.00	74.82	90.33		90.34	0.000017	0.55	3522.65	489.36	0.05
1	27100.98	10 anos	1635.00	81.03	90.31		90.35	0.000105	0.97	1997.57	470.76	0.11
1	27326.8	10 anos	1635.00	75.66	90.33		90.35	0.000032	0.68	2829.86	467.59	0.07
1	27594.37	10 anos	1635.00	78.93	90.32		90.36	0.000067	0.84	2269.90	441.93	0.09
1	27776.85	10 anos	1635.00	79.05	90.32		90.36	0.000065	0.86	2175.11	480.12	0.09
1	27937.7	10 anos	1635.00	86.07	90.29		90.37	0.000530	1.45	1377.70	558.95	0.23
1	28236.96	10 anos	1635.00	75.79	90.36		90.38	0.000038	0.70	2935.59	635.50	0.07
1	28480.44	10 anos	1635.00	78.51	90.37		90.38	0.000034	0.61	3694.00	819.62	0.07
1	28799.79	10 anos	1635.00	77.87	90.38		90.38	0.000013	0.38	6069.68	1234.12	0.04
1	28983.04	10 anos	1635.00	76.46	90.36		90.39	0.000047	0.78	2445.39	470.43	0.08
1	29111.14	10 anos	1635.00	75.97	90.38		90.39	0.000014	0.53	3621.26	478.32	0.05
1	29367.83	10 anos	1635.00	75.44	90.38		90.39	0.000018	0.59	3213.42	444.18	0.05
1	29563.98	10 anos	1635.00	84.29	90.33		90.41	0.000358	1.41	1377.39	396.36	0.20
1	29747.83	10 anos	1635.00	75.83	90.37		90.42	0.000069	0.96	2045.93	385.31	0.10
1	29982.65	10 anos	1635.00	79.23	90.37		90.42	0.000109	1.02	1915.65	385.24	0.12
1	30134.71	10 anos	1635.00	78.30	90.39		90.42	0.000056	0.85	2324.70	407.16	0.09
1	30322.03	10 anos	1635.00	84.15	90.29		90.46	0.001240	1.88	920.59	328.45	0.34
1	30488.12	10 anos	1635.00	80.83	90.39		90.47	0.000173	1.33	1507.10	359.96	0.15
1	30722.98	10 anos	1635.00	80.04	90.40		90.47	0.000155	1.21	1547.58	341.89	0.14
1	31000.65	10 anos	1635.00	77.98	90.45		90.47	0.000041	0.74	2647.75	484.29	0.08
1	31363.34	10 anos	1635.00	84.06	90.42		90.48	0.000252	1.20	1676.44	565.77	0.17

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 10 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31695.76	10 anos	1635.00	75.57	90.46		90.49	0.000052	0.81	2478.69	642.95	0.08
1	31898.67	10 anos	1635.00	75.37	90.46		90.49	0.000035	0.70	2783.02	631.08	0.07
1	32212.06	10 anos	1635.00	78.27	90.46		90.49	0.000051	0.79	2346.89	635.13	0.08
1	32547.24	10 anos	1635.00	74.32	90.48		90.49	0.000012	0.47	4174.96	710.51	0.04
1	32914.68	10 anos	1635.00	83.69	90.43		90.51	0.000520	1.36	1485.72	749.34	0.23
1	33394.41	10 anos	1635.00	74.80	90.50		90.52	0.000024	0.62	3144.53	587.83	0.06
1	35089.31	10 anos	1635.00	77.54	90.50		90.52	0.000033	0.68	2893.67	528.77	0.07
1	35403.73	10 anos	1635.00	73.30	90.51		90.52	0.000006	0.37	4546.40	459.49	0.03
1	36189.28	10 anos	1635.00	79.30	90.50		90.52	0.000027	0.59	3109.94	590.80	0.06
1	36464.84	10 anos	1635.00	78.44	90.52		90.52	0.000014	0.42	4748.58	772.85	0.04
1	36819.28	10 anos	1635.00	75.73	90.52		90.52	0.000004	0.27	7625.16	898.10	0.02
1	37179.57	10 anos	1635.00	74.86	90.52		90.52	0.000007	0.36	5563.43	829.04	0.03
1	37620.7	10 anos	1635.00	73.73	90.52		90.52	0.000005	0.33	6390.98	853.28	0.03
1	38095.06	10 anos	1635.00	73.02	90.52		90.52	0.000003	0.23	7968.71	844.93	0.02
1	38870.06	10 anos	1635.00	75.68	90.52		90.52	0.000002	0.20	9117.04	762.45	0.02
1	39252.01	10 anos	1635.00	76.19	90.52		90.52	0.000003	0.23	8282.19	721.36	0.02
1	39678.18	10 anos	1635.00	75.91	90.52		90.52	0.000002	0.18	9635.01	725.40	0.02
1	39959.76	10 anos	1635.00	75.95	90.52		90.52	0.000002	0.20	8746.88	661.77	0.02
1	40204.08	10 anos	1635.00	75.26	90.52		90.52	0.000003	0.23	7787.64	655.53	0.02
1	40918.09	10 anos	1635.00	70.38	90.52		90.52	0.000002	0.18	9480.54	746.19	0.02
1	41552.57	10 anos	1635.00	74.91	90.52		90.53	0.000004	0.23	5616.08	544.10	0.02
1	41643.91	10 anos	1635.00	73.91	90.52		90.53	0.000004	0.27	5648.83	479.77	0.02
1	41821.34	10 anos	1635.00	73.46	90.52		90.53	0.000005	0.27	5418.07	481.29	0.03
1	41896.37	10 anos	1635.00	73.10	90.52		90.53	0.000003	0.27	6072.07	472.49	0.02
1	42177.61	10 anos	1635.00	73.02	90.52		90.53	0.000004	0.27	6146.45	506.55	0.02
1	42410.89	10 anos	1635.00	73.40	90.52		90.53	0.000003	0.24	6652.22	535.68	0.02

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	25 anos	1777.00	73.54	87.53	76.87	87.54	0.000008	0.36	6214.42	892.31	0.03
1	584.5375	25 anos	1777.00	73.46	87.53		87.54	0.000007	0.34	6963.12	1134.49	0.03
1	833.5101	25 anos	1777.00	74.29	87.53		87.54	0.000009	0.38	6309.23	1096.00	0.04
1	1020.195	25 anos	1777.00	73.20	87.53		87.54	0.000009	0.38	6635.08	1265.10	0.04
1	1331.866	25 anos	1777.00	73.58	87.53		87.54	0.000012	0.44	5763.01	1069.96	0.04
1	1532.884	25 anos	1777.00	74.59	87.52		87.54	0.000046	0.72	3545.89	920.36	0.08
1	1891.108	25 anos	1777.00	74.92	87.52		87.55	0.000083	0.93	2749.83	790.84	0.10
1	2285.87	25 anos	1777.00	76.52	87.51		87.55	0.000122	0.97	1862.98	305.38	0.12
1	2631.027	25 anos	1777.00	75.75	87.54		87.55	0.000036	0.66	3691.97	942.39	0.07
1	2952.588	25 anos	1777.00	74.17	87.55		87.56	0.000013	0.46	5357.82	1075.70	0.04
1	3216.712	25 anos	1777.00	74.57	87.54		87.56	0.000023	0.56	3668.50	698.75	0.06
1	3564.883	25 anos	1777.00	74.04	87.54		87.56	0.000021	0.55	3528.34	498.97	0.05
1	4096.162	25 anos	1777.00	74.50	87.55		87.56	0.000017	0.48	4372.73	789.80	0.05
1	4563.674	25 anos	1777.00	75.93	87.55		87.56	0.000019	0.48	4723.59	1283.21	0.05
1	4943.215	25 anos	1777.00	75.84	87.55		87.56	0.000022	0.48	4532.26	1063.61	0.05
1	5265.139	25 anos	1777.00	75.15	87.55		87.56	0.000021	0.51	5252.56	1358.06	0.05
1	5831.312	25 anos	1777.00	72.64	87.55		87.56	0.000013	0.40	5969.96	1304.12	0.04
1	6353.033	25 anos	1777.00	75.12	87.56		87.56	0.000007	0.30	8773.14	1710.85	0.03
1	6862.891	25 anos	1777.00	79.09	87.53		87.57	0.000094	0.91	2565.53	813.62	0.11
1	7268.848	25 anos	1777.00	78.90	87.52		87.57	0.000133	1.07	1956.10	589.42	0.13
1	7675.662	25 anos	1777.00	76.64	87.55		87.58	0.000077	0.81	2658.93	707.10	0.10
1	8401.229	25 anos	1777.00	75.61	87.56		87.58	0.000031	0.59	4476.08	1306.77	0.06
1	8790.972	25 anos	1777.00	76.87	87.57		87.58	0.000022	0.39	6621.40	1768.50	0.05
1	9671.867	25 anos	1777.00	74.62	87.57		87.58	0.000018	0.49	6341.10	1134.47	0.05
1	10247.82	25 anos	1777.00	76.01	87.56		87.59	0.000076	0.86	2802.78	942.67	0.10
1	10640.67	25 anos	1777.00	78.11	87.57		87.59	0.000047	0.71	3603.85	928.62	0.08
1	12007	25 anos	1777.00	75.62	87.57		87.59	0.000044	0.72	2644.52	375.24	0.08
1	12169.19	25 anos	1777.00	78.41	87.58		87.59	0.000079	0.71	4109.72	1654.01	0.09
1	13036.1	25 anos	1777.00	75.31	87.56		87.60	0.000081	0.90	2095.29	373.06	0.10
1	13415.86	25 anos	1777.00	78.39	87.53		87.61	0.000272	1.32	1444.57	390.77	0.18
1	13963.77	25 anos	1777.00	84.98	88.30	88.30	88.92	0.008094	3.75	574.50	460.10	0.92
1	14359.39	25 anos	1777.00	79.25	88.91		88.98	0.000140	1.16	1760.36	423.23	0.13
1	15777.78	25 anos	1777.00	75.72	88.96		88.98	0.000044	0.70	2953.03	622.05	0.08
1	15984.81	25 anos	1777.00	76.55	88.95		88.99	0.000076	0.86	2259.89	494.77	0.10
1	16372.77	25 anos	1777.00	77.12	88.95		88.99	0.000068	0.90	2165.91	399.09	0.09
1	16612.83	25 anos	1777.00	77.90	88.96		88.99	0.000066	0.86	2545.89	651.95	0.09
1	17077.47	25 anos	1777.00	73.30	88.94		89.00	0.000071	1.05	1830.17	360.23	0.10
1	17875.39	25 anos	1777.00	73.93	88.97		89.00	0.000035	0.70	2628.33	318.79	0.07
1	18238.47	25 anos	1777.00	75.69	88.97		89.00	0.000053	0.75	2879.67	616.34	0.08
1	18550.67	25 anos	1777.00	79.68	88.94		89.01	0.000153	1.16	1615.26	290.06	0.14
1	18864.66	25 anos	1777.00	74.54	88.99		89.02	0.000027	0.69	2917.96	447.83	0.06
1	19135.56	25 anos	1777.00	72.63	88.99		89.02	0.000032	0.71	2843.59	550.11	0.07
1	19370.3	25 anos	1777.00	73.78	89.00		89.02	0.000027	0.65	3643.12	861.42	0.06
1	19635.02	25 anos	1777.00	73.40	88.99		89.02	0.000030	0.73	2567.49	247.44	0.07
1	20120.68	25 anos	1777.00	73.93	88.99		89.02	0.000041	0.78	2766.71	509.59	0.08
1	20389.72	25 anos	1777.00	80.08	88.94		89.04	0.000290	1.47	1385.76	341.17	0.18
1	20941.61	25 anos	1777.00	74.66	89.02		89.05	0.000041	0.75	2617.65	540.19	0.08
1	21231.53	25 anos	1777.00	77.56	88.99		89.06	0.000179	1.24	1562.70	312.06	0.15
1	21502.22	25 anos	1777.00	86.98	89.58	89.58	90.36	0.009721	3.52	483.43	329.91	0.86
1	21982.82	25 anos	1777.00	74.36	90.43		90.44	0.000016	0.55	3888.29	554.26	0.05
1	22117.3	25 anos	1777.00	75.08	90.43		90.44	0.000013	0.46	4966.06	761.48	0.04
1	22269.37	25 anos	1777.00	76.06	90.43		90.44	0.000015	0.46	5478.99	1022.21	0.05
1	22658.43	25 anos	1777.00	76.40	90.43		90.44	0.000019	0.55	3892.83	792.45	0.05
1	23084.21	25 anos	1777.00	76.38	90.42		90.45	0.000041	0.76	2884.39	734.63	0.08
1	23443.78	25 anos	1777.00	75.82	90.43		90.45	0.000017	0.57	4090.10	811.97	0.05
1	23869.82	25 anos	1777.00	78.88	90.42		90.45	0.000051	0.81	2718.12	606.54	0.08
1	24128.46	25 anos	1777.00	75.89	90.43		90.45	0.000028	0.65	3035.02	518.61	0.06
1	24381.93	25 anos	1777.00	73.65	90.43		90.46	0.000035	0.78	2683.71	497.82	0.07
1	25447.88	25 anos	1777.00	79.47	90.42		90.46	0.000079	0.96	2217.40	480.61	0.10
1	25778.5	25 anos	1777.00	78.78	90.43		90.46	0.000050	0.81	2584.73	518.19	0.08
1	26152.45	25 anos	1777.00	79.77	90.41		90.47	0.000154	1.17	1797.37	481.55	0.14
1	26436.39	25 anos	1777.00	72.06	90.45		90.48	0.000033	0.71	2837.39	516.11	0.07
1	26747.84	25 anos	1777.00	74.82	90.46		90.48	0.000019	0.59	3587.05	489.36	0.05
1	27100.98	25 anos	1777.00	81.03	90.44		90.49	0.000114	1.03	2058.60	470.76	0.12
1	27326.8	25 anos	1777.00	75.66	90.46		90.49	0.000035	0.73	2891.48	467.59	0.07
1	27594.37	25 anos	1777.00	78.93	90.46		90.49	0.000074	0.89	2327.78	441.93	0.10
1	27776.85	25 anos	1777.00	79.05	90.45		90.49	0.000072	0.91	2237.86	480.12	0.10
1	27937	25 anos	1777.00	86.07	90.42		90.51	0.000540	1.49	1450.44	558.95	0.23
1	28236.96	25 anos	1777.00	75.79	90.49		90.52	0.000042	0.74	3020.10	635.50	0.08
1	28480.44	25 anos	1777.00	78.51	90.50		90.52	0.000037	0.64	3803.99	819.62	0.07
1	28799.79	25 anos	1777.00	77.87	90.51		90.52	0.000014	0.40	6236.53	1234.12	0.04
1	28983.04	25 anos	1777.00	76.46	90.49		90.53	0.000052	0.83	2508.00	470.43	0.08
1	29111.14	25 anos	1777.00	75.97	90.51		90.53	0.000016	0.56	3685.82	478.32	0.05
1	29367.83	25 anos	1777.00	75.44	90.51		90.53	0.000021	0.63	3273.23	444.18	0.06
1	29563.98	25 anos	1777.00	84.29	90.46		90.55	0.000377	1.47	1429.33	396.36	0.20
1	29747.83	25 anos	1777.00	75.83	90.51		90.55	0.000077	1.02	2097.37	385.31	0.10
1	29982.65	25 anos	1777.00	79.23	90.50		90.56	0.000120	1.08	1967.06	385.24	0.12
1	30134.71	25 anos	1777.00	78.30	90.52		90.56	0.000063	0.91	2379.61	407.16	0.09
1	30322.03	25 anos	1777.00	84.15	90.42		90.60	0.001263	2.05	962.83	328.45	0.35
1	30488.12	25 anos	1777.00	80.83	90.52		90.61	0.000188	1.41	1555.20	359.96	0.16
1	30722.98	25 anos	1777.00	80.04	90.53		90.61	0.000170	1.28	1593.42	341.89	0.15
1	31000.65	25 anos	1777.00	77.96	90.59		90.61	0.000046	0.79	2715.30	434.26	0.06
1	31363.34	25 anos	1777.00	84.06	90.56		90.62	0.000263	1.24	1754.85	565.77	0.17

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 25 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31595.76	25 anos	1777.00	75.57	90.59		90.63	0.000057	0.86	2568.52	642.95	0.09
1	31898.67	25 anos	1777.00	75.37	90.60		90.63	0.000039	0.74	2871.61	631.08	0.07
1	32212.05	25 anos	1777.00	78.27	90.60		90.63	0.000056	0.84	2435.64	635.13	0.09
1	32547.24	25 anos	1777.00	74.32	90.62		90.63	0.000014	0.50	4276.05	710.51	0.04
1	32914.68	25 anos	1777.00	83.69	90.58		90.65	0.000509	1.38	1592.02	749.34	0.23
1	33394.41	25 anos	1777.00	74.80	90.64		90.66	0.000027	0.66	3227.73	587.83	0.06
1	35089.31	25 anos	1777.00	77.54	90.64		90.66	0.000036	0.73	2968.40	528.77	0.07
1	35403.73	25 anos	1777.00	73.30	90.65		90.66	0.000007	0.40	4812.03	459.49	0.03
1	36189.29	25 anos	1777.00	76.30	90.65		90.67	0.000030	0.63	3193.89	590.80	0.06
1	36464.84	25 anos	1777.00	78.44	90.66		90.67	0.000016	0.45	4859.45	772.85	0.05
1	36819.28	25 anos	1777.00	75.73	90.66		90.67	0.000004	0.29	7754.50	898.10	0.02
1	37179.57	25 anos	1777.00	74.86	90.66		90.67	0.000008	0.38	5682.63	829.04	0.03
1	37620.7	25 anos	1777.00	73.73	90.66		90.67	0.000006	0.35	6513.80	853.28	0.03
1	38095.06	25 anos	1777.00	73.02	90.67		90.67	0.000003	0.24	8090.51	844.93	0.02
1	38870.06	25 anos	1777.00	75.68	90.67		90.67	0.000002	0.21	9227.05	762.45	0.02
1	39252.01	25 anos	1777.00	76.19	90.67		90.67	0.000003	0.24	8386.23	721.36	0.02
1	39678.18	25 anos	1777.00	75.91	90.67		90.67	0.000002	0.19	9739.69	725.40	0.02
1	39959.78	25 anos	1777.00	75.95	90.67		90.67	0.000002	0.22	8842.35	661.77	0.02
1	40204.08	25 anos	1777.00	75.26	90.67		90.67	0.000003	0.25	7882.18	655.53	0.02
1	40918.09	25 anos	1777.00	70.38	90.67		90.67	0.000002	0.20	9588.26	746.19	0.02
1	41552.57	25 anos	1777.00	74.91	90.66		90.67	0.000005	0.25	5694.44	544.10	0.03
1	41643.91	25 anos	1777.00	73.91	90.66		90.67	0.000005	0.29	5717.93	479.77	0.03
1	41821.34	25 anos	1777.00	73.46	90.66		90.67	0.000006	0.29	5487.36	481.29	0.03
1	41996.37	25 anos	1777.00	73.10	90.67		90.67	0.000004	0.29	6140.18	472.49	0.02
1	42177.61	25 anos	1777.00	73.02	90.67		90.67	0.000004	0.29	6219.49	506.55	0.03
1	42410.89	25 anos	1777.00	73.40	90.67		90.67	0.000003	0.26	6729.52	535.68	0.02

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	50 anos	1891.00	73.54	88.06	76.97	88.07	0.000007	0.36	6683.85	892.31	0.03
1	584.5375	50 anos	1891.00	73.46	88.06		88.07	0.000006	0.33	7563.31	1147.02	0.03
1	833.5101	50 anos	1891.00	74.29	88.06		88.07	0.000008	0.37	8991.41	1110.88	0.03
1	1020.195	50 anos	1891.00	73.20	88.06		88.07	0.000008	0.37	7324.67	1366.57	0.03
1	1331.866	50 anos	1891.00	73.58	88.06		88.07	0.000011	0.43	6332.54	1095.45	0.04
1	1532.884	50 anos	1891.00	74.59	88.05		88.07	0.000038	0.67	4034.33	929.69	0.07
1	1891.108	50 anos	1891.00	74.92	88.04		88.07	0.000068	0.88	3181.71	843.36	0.09
1	2285.87	50 anos	1891.00	76.52	88.03		88.08	0.000111	0.95	2032.21	339.56	0.11
1	2631.027	50 anos	1891.00	75.75	88.07		88.08	0.000030	0.62	4189.62	942.39	0.06
1	2952.588	50 anos	1891.00	74.17	88.07		88.08	0.000011	0.44	5923.72	1075.70	0.04
1	3216.712	50 anos	1891.00	74.57	88.07		88.08	0.000022	0.57	4067.16	857.86	0.06
1	3564.883	50 anos	1891.00	74.04	88.07		88.08	0.000020	0.55	3601.62	539.61	0.06
1	4096.162	50 anos	1891.00	74.50	88.07		88.08	0.000015	0.47	4803.99	850.81	0.05
1	4563.674	50 anos	1891.00	75.93	88.08		88.08	0.000016	0.45	5429.40	1393.77	0.05
1	4943.215	50 anos	1891.00	75.84	88.08		88.08	0.000018	0.46	5092.74	1063.61	0.05
1	5265.139	50 anos	1891.00	75.15	88.08		88.08	0.000017	0.48	5968.94	1358.06	0.05
1	5831.312	50 anos	1891.00	72.64	88.08		88.08	0.000011	0.38	6656.74	1304.12	0.04
1	6353.033	50 anos	1891.00	75.12	88.08		88.08	0.000006	0.29	9873.25	1710.85	0.03
1	6862.891	50 anos	1891.00	79.09	88.06		88.09	0.000072	0.83	2997.30	813.62	0.10
1	7268.848	50 anos	1891.00	78.90	88.05		88.10	0.000110	1.02	2289.32	665.02	0.12
1	7675.662	50 anos	1891.00	76.64	88.07		88.10	0.000064	0.78	3045.67	760.48	0.09
1	8401.229	50 anos	1891.00	75.61	88.09		88.10	0.000026	0.56	5202.80	1483.96	0.06
1	8790.972	50 anos	1891.00	76.87	88.10		88.10	0.000016	0.36	7553.27	1788.02	0.04
1	9671.867	50 anos	1891.00	74.62	88.10		88.10	0.000015	0.47	5942.49	1162.84	0.05
1	10247.82	50 anos	1891.00	76.01	88.08		88.11	0.000060	0.80	3317.99	1004.22	0.09
1	10640.67	50 anos	1891.00	78.11	88.10		88.11	0.000038	0.67	4090.73	928.62	0.07
1	12007	50 anos	1891.00	75.62	88.09		88.11	0.000041	0.72	2857.42	461.91	0.07
1	12169.19	50 anos	1891.00	78.41	88.10		88.11	0.000051	0.60	4982.70	1660.12	0.08
1	13036.1	50 anos	1891.00	75.31	88.08		88.12	0.000073	0.89	2305.24	433.78	0.10
1	13415.86	50 anos	1891.00	78.39	88.06		88.13	0.000219	1.26	1698.58	520.26	0.16
1	13963.77	50 anos	1891.00	84.98	88.35	88.35	89.00	0.008247	3.85	598.53	462.58	0.83
1	14359.39	50 anos	1891.00	79.25	88.99		89.06	0.000152	1.22	1791.87	424.97	0.14
1	15777.78	50 anos	1891.00	75.72	89.04		89.06	0.000048	0.73	3002.12	622.05	0.08
1	15984.81	50 anos	1891.00	76.55	89.03		89.07	0.000083	0.90	2298.43	494.77	0.10
1	16372.77	50 anos	1891.00	77.12	89.03		89.07	0.000074	0.94	2196.87	399.27	0.10
1	16612.83	50 anos	1891.00	77.90	89.04		89.07	0.000071	0.90	2598.21	671.62	0.10
1	17077.47	50 anos	1891.00	73.30	89.02		89.08	0.000079	1.10	1958.02	365.21	0.10
1	17875.39	50 anos	1891.00	73.93	89.05		89.08	0.000039	0.74	2654.61	335.95	0.07
1	18238.47	50 anos	1891.00	75.69	89.06		89.08	0.000057	0.78	2929.56	616.80	0.09
1	18550.67	50 anos	1891.00	79.68	89.02		89.10	0.000167	1.22	1637.87	293.18	0.14
1	18864.66	50 anos	1891.00	74.54	89.07		89.10	0.000030	0.73	2955.17	456.47	0.07
1	19135.56	50 anos	1891.00	72.63	89.07		89.10	0.000035	0.75	2889.55	566.84	0.07
1	19370.3	50 anos	1891.00	73.78	89.08		89.10	0.000029	0.68	3714.85	861.42	0.06
1	19635.02	50 anos	1891.00	73.40	89.07		89.10	0.000033	0.77	2587.90	248.09	0.07
1	20120.68	50 anos	1891.00	73.93	89.07		89.10	0.000045	0.82	2808.80	509.59	0.08
1	20389.72	50 anos	1891.00	80.08	89.02		89.13	0.000313	1.54	1412.88	355.66	0.19
1	20941.81	50 anos	1891.00	74.66	89.11		89.14	0.000045	0.76	2663.87	540.19	0.08
1	21231.53	50 anos	1891.00	77.56	89.07		89.15	0.000194	1.30	1588.45	313.31	0.15
1	21502.22	50 anos	1891.00	86.98	89.65	89.65	90.46	0.009734	3.62	505.19	336.77	0.87
1	21982.82	50 anos	1891.00	74.36	90.53		90.54	0.000017	0.58	3943.84	554.26	0.05
1	22117.3	50 anos	1891.00	75.08	90.53		90.54	0.000014	0.49	5042.87	761.48	0.05
1	22269.37	50 anos	1891.00	76.06	90.53		90.54	0.000016	0.48	5582.33	1022.21	0.05
1	22658.43	50 anos	1891.00	76.40	90.53		90.54	0.000020	0.58	3972.57	792.45	0.05
1	23084.21	50 anos	1891.00	76.38	90.52		90.55	0.000045	0.79	2957.78	734.63	0.08
1	23443.78	50 anos	1891.00	75.82	90.53		90.55	0.000018	0.59	4172.09	811.97	0.05
1	23869.82	50 anos	1891.00	78.88	90.52		90.56	0.000055	0.85	2776.82	606.54	0.09
1	24128.46	50 anos	1891.00	75.89	90.53		90.56	0.000030	0.69	3087.23	518.61	0.07
1	24381.93	50 anos	1891.00	73.65	90.53		90.56	0.000038	0.81	2733.57	497.82	0.07
1	25447.68	50 anos	1891.00	76.47	90.52		90.56	0.000085	1.00	2265.29	480.61	0.11
1	25778.5	50 anos	1891.00	78.78	90.53		90.56	0.000054	0.85	2636.82	518.19	0.09
1	26152.45	50 anos	1891.00	79.77	90.51		90.58	0.000165	1.22	1845.02	481.55	0.14
1	26436.39	50 anos	1891.00	72.06	90.55		90.58	0.000036	0.75	2889.94	516.11	0.07
1	26747.84	50 anos	1891.00	74.82	90.56		90.58	0.000020	0.62	3637.32	489.36	0.05
1	27100.98	50 anos	1891.00	81.03	90.54		90.59	0.000122	1.07	2106.22	470.76	0.12
1	27326.8	50 anos	1891.00	75.66	90.57		90.59	0.000038	0.76	2939.56	467.59	0.07
1	27594.37	50 anos	1891.00	78.93	90.56		90.60	0.000079	0.93	2372.95	441.93	0.10
1	27776.85	50 anos	1891.00	79.05	90.56		90.60	0.000078	0.96	2286.83	480.12	0.10
1	27937.7	50 anos	1891.00	86.07	90.52		90.61	0.000547	1.53	1507.26	558.95	0.24
1	28236.96	50 anos	1891.00	75.79	90.59		90.62	0.000045	0.78	3086.04	635.50	0.08
1	28480.44	50 anos	1891.00	78.51	90.61		90.62	0.000040	0.67	3889.85	819.62	0.07
1	28799.79	50 anos	1891.00	77.87	90.62		90.62	0.000015	0.42	6366.81	1234.12	0.04
1	28983.04	50 anos	1891.00	76.46	90.60		90.63	0.000056	0.87	2556.86	470.43	0.09
1	29111.14	50 anos	1891.00	75.97	90.62		90.63	0.000017	0.59	3736.22	478.32	0.06
1	29367.83	50 anos	1891.00	75.44	90.61		90.64	0.000022	0.66	3319.91	444.18	0.06
1	29563.98	50 anos	1891.00	84.29	90.56		90.66	0.000392	1.52	1468.87	396.36	0.21
1	29747.83	50 anos	1891.00	75.83	90.61		90.66	0.000083	1.07	2137.50	385.31	0.11
1	29982.65	50 anos	1891.00	79.23	90.61		90.66	0.000128	1.12	2007.17	385.24	0.13
1	30134.71	50 anos	1891.00	78.30	90.63		90.67	0.000067	0.95	2422.46	407.16	0.10
1	30322.03	50 anos	1891.00	84.15	90.52		90.71	0.001280	2.10	895.78	328.45	0.35
1	30488.12	50 anos	1891.00	80.83	90.62		90.72	0.000201	1.46	1592.74	359.96	0.16
1	30722.98	50 anos	1891.00	80.04	90.64		90.72	0.000182	1.33	1629.17	341.89	0.15
1	31000.65	50 anos	1891.00	77.96	90.69		90.73	0.000049	0.63	2766.05	484.26	0.06
1	31363.34	50 anos	1891.00	84.06	90.67		90.74	0.000271	1.28	1816.13	565.77	0.17

HEC-RAS Plan: Plan08 River: Nanay Reach: 1 Profile: 50 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31605.76	50 anos	1891.00	75.57	90.70		90.74	0.000061	0.89	2638.69	642.95	0.09
1	31898.67	50 anos	1891.00	75.37	90.71		90.74	0.000042	0.78	2940.80	631.08	0.08
1	32212.06	50 anos	1891.00	78.27	90.71		90.74	0.000060	0.87	2504.95	635.13	0.09
1	32547.24	50 anos	1891.00	74.32	90.73		90.75	0.000015	0.52	4355.01	710.51	0.05
1	32914.68	50 anos	1891.00	83.69	90.69		90.77	0.000501	1.40	1675.10	749.34	0.22
1	33394.41	50 anos	1891.00	74.80	90.75		90.77	0.000030	0.69	3292.68	587.83	0.06
1	35089.31	50 anos	1891.00	77.54	90.75		90.77	0.000039	0.76	3026.76	528.77	0.07
1	35403.73	50 anos	1891.00	73.30	90.77		90.77	0.000008	0.42	4683.29	459.49	0.04
1	36488.28	50 anos	1891.00	79.30	90.76		90.78	0.000032	0.65	3259.46	590.80	0.07
1	36484.84	50 anos	1891.00	78.44	90.77		90.78	0.000017	0.47	4946.08	772.85	0.05
1	36819.28	50 anos	1891.00	75.73	90.78		90.78	0.000004	0.30	7855.55	898.10	0.03
1	37179.57	50 anos	1891.00	74.86	90.77		90.78	0.000009	0.40	5775.76	829.04	0.04
1	37520.7	50 anos	1891.00	73.73	90.78		90.78	0.000006	0.37	6608.78	853.28	0.03
1	38005.06	50 anos	1891.00	73.02	90.78		90.78	0.000003	0.26	8185.70	844.93	0.02
1	38870.06	50 anos	1891.00	75.68	90.78		90.78	0.000002	0.22	9313.01	762.45	0.02
1	39252.01	50 anos	1891.00	76.19	90.78		90.78	0.000003	0.26	8467.54	721.36	0.02
1	39678.18	50 anos	1891.00	75.91	90.78		90.78	0.000002	0.21	9821.51	725.40	0.02
1	39959.78	50 anos	1891.00	75.95	90.78		90.78	0.000002	0.23	8918.97	661.77	0.02
1	40204.08	50 anos	1891.00	75.26	90.78		90.78	0.000003	0.26	7956.06	655.53	0.02
1	40918.09	50 anos	1891.00	70.38	90.78		90.78	0.000002	0.21	9672.44	746.19	0.02
1	41552.57	50 anos	1891.00	74.91	90.78		90.78	0.000005	0.26	5755.67	544.10	0.03
1	41643.91	50 anos	1891.00	73.91	90.78		90.78	0.000005	0.31	5771.93	479.77	0.03
1	41821.34	50 anos	1891.00	73.46	90.78		90.78	0.000007	0.31	5541.50	481.29	0.03
1	41896.37	50 anos	1891.00	73.10	90.78		90.78	0.000004	0.30	6193.41	472.49	0.03
1	42177.61	50 anos	1891.00	73.02	90.78		90.78	0.000005	0.31	6276.57	506.55	0.03
1	42410.89	50 anos	1891.00	73.40	90.78		90.78	0.000004	0.27	6789.91	535.88	0.02

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 100 anos

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	348.18	100 anos	2011.00	73.54	88.59	77.06	88.60	0.000007	0.36	7160.35	892.31	0.03
1	584.5375	100 anos	2011.00	73.46	88.60		88.60	0.000006	0.32	8178.99	1158.67	0.03
1	833.5101	100 anos	2011.00	74.29	88.59		88.60	0.000008	0.36	7487.01	1122.91	0.03
1	1020.195	100 anos	2011.00	73.20	88.59		88.60	0.000007	0.36	8058.49	1374.10	0.03
1	1331.866	100 anos	2011.00	73.58	88.59		88.60	0.000010	0.41	6925.77	1125.25	0.04
1	1532.884	100 anos	2011.00	74.59	88.59		88.60	0.000032	0.64	4544.29	985.50	0.07
1	1891.108	100 anos	2011.00	74.92	88.58		88.61	0.000057	0.83	3652.43	915.05	0.09
1	2285.87	100 anos	2011.00	75.52	88.57		88.61	0.000102	0.93	2224.20	378.24	0.11
1	2631.027	100 anos	2011.00	75.75	88.60		88.61	0.000025	0.59	4694.06	942.39	0.06
1	2952.588	100 anos	2011.00	74.17	88.61		88.61	0.000010	0.43	6497.98	1075.70	0.04
1	3216.712	100 anos	2011.00	74.57	88.60		88.62	0.000020	0.56	4532.57	885.15	0.05
1	3564.863	100 anos	2011.00	74.04	88.60		88.62	0.000019	0.55	4100.25	612.85	0.05
1	4096.162	100 anos	2011.00	74.50	88.61		88.62	0.000014	0.47	5297.52	996.26	0.04
1	4563.674	100 anos	2011.00	75.93	88.61		88.62	0.000014	0.43	6210.71	1524.09	0.04
1	4943.215	100 anos	2011.00	75.84	88.61		88.62	0.000016	0.44	5660.71	1063.61	0.05
1	5255.139	100 anos	2011.00	75.15	88.61		88.62	0.000014	0.45	6694.55	1358.06	0.04
1	5831.312	100 anos	2011.00	72.64	88.61		88.62	0.000009	0.37	7352.77	1304.12	0.04
1	6353.033	100 anos	2011.00	75.12	88.62		88.62	0.000005	0.27	10585.67	1710.85	0.03
1	6862.891	100 anos	2011.00	79.09	88.60		88.62	0.000057	0.77	3433.80	813.62	0.09
1	7268.848	100 anos	2011.00	78.90	88.59		88.63	0.000091	0.97	2671.28	780.33	0.11
1	7675.662	100 anos	2011.00	76.64	88.61		88.63	0.000054	0.75	3468.03	832.92	0.08
1	8401.229	100 anos	2011.00	75.61	88.62		88.63	0.000022	0.53	6029.61	1583.16	0.05
1	8790.972	100 anos	2011.00	76.87	88.63		88.63	0.000013	0.33	8508.40	1807.69	0.04
1	9671.867	100 anos	2011.00	74.62	88.63		88.63	0.000013	0.45	6572.34	1211.08	0.04
1	10247.82	100 anos	2011.00	76.01	88.62		88.64	0.000048	0.74	3864.45	1038.44	0.08
1	10640.67	100 anos	2011.00	78.11	88.63		88.64	0.000031	0.63	4584.11	928.62	0.07
1	12007	100 anos	2011.00	75.62	88.62		88.64	0.000038	0.71	3124.37	508.99	0.07
1	12169.19	100 anos	2011.00	78.41	88.64		88.64	0.000036	0.53	5870.03	1673.18	0.07
1	13036.1	100 anos	2011.00	75.31	88.62		88.65	0.000065	0.87	2556.75	511.28	0.09
1	13415.86	100 anos	2011.00	78.39	88.60		88.66	0.000174	1.18	1990.14	562.79	0.14
1	13963.77	100 anos	2011.00	84.98	88.41	88.41	89.08	0.008276	3.93	626.51	465.45	0.83
1	14359.39	100 anos	2011.00	79.25	89.06		89.14	0.000165	1.28	1823.53	426.72	0.14
1	15777.78	100 anos	2011.00	75.72	89.12		89.15	0.000052	0.77	3051.47	622.05	0.08
1	15984.81	100 anos	2011.00	76.55	89.11		89.15	0.000090	0.95	2337.14	494.77	0.11
1	16372.77	100 anos	2011.00	77.12	89.10		89.15	0.000081	0.99	2227.97	401.45	0.10
1	16612.83	100 anos	2011.00	77.90	89.11		89.15	0.000077	0.94	2652.18	686.50	0.10
1	17077.47	100 anos	2011.00	73.30	89.10		89.16	0.000086	1.16	1886.99	386.70	0.11
1	17875.38	100 anos	2011.00	73.93	89.13		89.16	0.000043	0.79	2682.22	348.55	0.08
1	18238.47	100 anos	2011.00	75.69	89.14		89.17	0.000052	0.82	2979.94	618.28	0.09
1	18550.67	100 anos	2011.00	79.68	89.10		89.18	0.000182	1.28	1660.85	296.31	0.15
1	18864.66	100 anos	2011.00	74.54	89.16		89.19	0.000033	0.77	2993.50	465.99	0.07
1	19135.56	100 anos	2011.00	72.63	89.16		89.19	0.000038	0.79	2937.34	583.73	0.07
1	19370.3	100 anos	2011.00	73.78	89.16		89.19	0.000032	0.71	3787.36	861.42	0.07
1	19635.02	100 anos	2011.00	73.40	89.16		89.19	0.000036	0.81	2608.56	248.75	0.07
1	20120.68	100 anos	2011.00	73.93	89.16		89.19	0.000049	0.86	2851.32	509.59	0.08
1	20389.72	100 anos	2011.00	80.08	89.10		89.22	0.000337	1.61	1441.34	370.25	0.20
1	20941.61	100 anos	2011.00	74.66	89.19		89.23	0.000049	0.62	2910.64	540.19	0.08
1	21231.53	100 anos	2011.00	77.56	89.15		89.24	0.000210	1.36	1614.55	314.58	0.16
1	21502.22	100 anos	2011.00	86.98	89.74	89.74	90.56	0.009403	3.67	534.74	345.87	0.86
1	21982.82	100 anos	2011.00	74.36	90.63		90.64	0.000019	0.61	3999.14	554.26	0.05
1	22117.3	100 anos	2011.00	75.08	90.63		90.64	0.000016	0.51	5119.41	761.48	0.05
1	22269.37	100 anos	2011.00	76.06	90.64		90.64	0.000017	0.50	5685.31	1022.21	0.05
1	22658.43	100 anos	2011.00	76.40	90.63		90.65	0.000022	0.61	4052.01	792.45	0.06
1	23084.21	100 anos	2011.00	76.38	90.62		90.65	0.000048	0.83	3030.90	734.63	0.08
1	23443.78	100 anos	2011.00	75.82	90.64		90.65	0.000020	0.62	4253.81	811.97	0.05
1	23869.82	100 anos	2011.00	78.88	90.62		90.66	0.000059	0.89	2837.28	606.54	0.09
1	24128.46	100 anos	2011.00	75.89	90.63		90.66	0.000033	0.72	3139.24	518.61	0.07
1	24381.93	100 anos	2011.00	73.65	90.63		90.66	0.000042	0.85	2783.22	497.82	0.08
1	25447.68	100 anos	2011.00	79.47	90.62		90.67	0.000001	1.04	2312.95	480.61	0.11
1	25778.5	100 anos	2011.00	78.78	90.63		90.67	0.000058	0.89	2688.72	518.19	0.09
1	26152.45	100 anos	2011.00	79.77	90.61		90.68	0.000175	1.27	1892.45	481.55	0.15
1	26436.39	100 anos	2011.00	72.06	90.65		90.68	0.000039	0.79	2942.31	516.11	0.07
1	26747.84	100 anos	2011.00	74.82	90.67		90.68	0.000022	0.65	3687.46	489.36	0.06
1	27100.96	100 anos	2011.00	81.03	90.64		90.70	0.000130	1.12	2153.67	470.76	0.13
1	27326.8	100 anos	2011.00	75.66	90.67		90.70	0.000042	0.80	2987.53	467.59	0.08
1	27594.37	100 anos	2011.00	78.83	90.66		90.70	0.000085	0.97	2417.98	441.93	0.11
1	27776.85	100 anos	2011.00	79.05	90.66		90.70	0.000084	1.00	2335.65	480.12	0.11
1	27937.7	100 anos	2011.00	86.07	90.62		90.72	0.000555	1.56	1563.85	558.95	0.24
1	28236.96	100 anos	2011.00	75.79	90.70		90.73	0.000048	0.81	3151.87	635.50	0.08
1	28480.44	100 anos	2011.00	78.51	90.71		90.73	0.000042	0.70	3975.64	819.82	0.07
1	28799.79	100 anos	2011.00	77.87	90.72		90.73	0.000016	0.43	6497.03	1234.12	0.05
1	28983.04	100 anos	2011.00	76.46	90.70		90.74	0.000061	0.91	2605.63	470.43	0.09
1	29111.14	100 anos	2011.00	75.97	90.72		90.74	0.000019	0.62	3786.58	478.32	0.06
1	29367.83	100 anos	2011.00	75.44	90.72		90.74	0.000025	0.69	3366.54	444.18	0.06
1	29563.98	100 anos	2011.00	84.29	90.66		90.77	0.000408	1.57	1510.28	396.36	0.21
1	29747.83	100 anos	2011.00	75.83	90.72		90.77	0.000090	1.12	2177.57	385.31	0.11
1	29982.65	100 anos	2011.00	79.23	90.71		90.77	0.000137	1.17	2047.21	385.24	0.13
1	30134.71	100 anos	2011.00	78.30	90.73		90.77	0.000073	0.99	2465.27	407.16	0.10
1	30322.03	100 anos	2011.00	84.15	90.62		90.82	0.001301	2.16	1028.56	328.45	0.36
1	30488.12	100 anos	2011.00	80.83	90.73		90.83	0.000214	1.52	1630.25	359.96	0.17
1	30722.98	100 anos	2011.00	80.04	90.74		90.83	0.000195	1.39	1664.88	341.89	0.16
1	31000.65	100 anos	2011.00	77.96	90.60		90.84	0.000053	0.66	2620.91	434.25	0.06
1	31363.34	100 anos	2011.00	84.06	90.78		90.85	0.000279	1.31	1877.52	565.77	0.18

HEC-RAS Plan: Plan06 River: Nanay Reach: 1 Profile: 100 anos (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	31695.76	100 anos	2011.00	75.57	90.81		90.85	0.000065	0.93	2709.03	642.95	0.09
1	31898.67	100 anos	2011.00	75.37	90.82		90.85	0.000045	0.81	3010.17	631.08	0.08
1	32212.05	100 anos	2011.00	78.27	90.82		90.86	0.000064	0.91	2574.42	635.13	0.09
1	32547.24	100 anos	2011.00	74.32	90.85		90.86	0.000016	0.55	4434.23	710.51	0.05
1	32914.68	100 anos	2011.00	83.69	90.80		90.88	0.000494	1.41	1758.35	749.34	0.22
1	33394.41	100 anos	2011.00	74.80	90.86		90.88	0.000032	0.72	3357.86	587.83	0.07
1	35089.31	100 anos	2011.00	77.54	90.86		90.89	0.000042	0.79	3085.31	528.77	0.08
1	35403.73	100 anos	2011.00	73.30	90.88		90.89	0.000009	0.44	4714.74	459.49	0.04
1	36189.29	100 anos	2011.00	79.30	90.87		90.89	0.000034	0.69	3325.26	590.80	0.07
1	36464.84	100 anos	2011.00	78.44	90.88		90.89	0.000018	0.49	5033.07	772.85	0.05
1	36819.28	100 anos	2011.00	75.73	90.89		90.89	0.000005	0.32	7957.07	898.10	0.03
1	37179.57	100 anos	2011.00	74.86	90.89		90.89	0.000010	0.42	5869.29	829.04	0.04
1	37520.7	100 anos	2011.00	73.73	90.89		90.89	0.000007	0.38	6706.17	853.28	0.03
1	38005.06	100 anos	2011.00	73.02	90.89		90.89	0.000004	0.27	8281.31	844.93	0.02
1	38870.06	100 anos	2011.00	75.68	90.89		90.89	0.000003	0.23	9399.36	762.45	0.02
1	39252.01	100 anos	2011.00	76.19	90.89		90.89	0.000003	0.27	8549.21	721.36	0.02
1	39678.18	100 anos	2011.00	75.91	90.89		90.90	0.000002	0.22	9903.69	725.40	0.02
1	39959.76	100 anos	2011.00	75.95	90.89		90.90	0.000003	0.24	8991.93	661.77	0.02
1	40294.08	100 anos	2011.00	75.26	90.89		90.90	0.000004	0.28	8030.27	655.53	0.02
1	40918.09	100 anos	2011.00	70.38	90.89		90.90	0.000002	0.22	9757.03	746.19	0.02
1	41552.57	100 anos	2011.00	74.91	90.89		90.90	0.000006	0.28	5817.16	544.10	0.03
1	41643.91	100 anos	2011.00	73.91	90.89		90.90	0.000006	0.33	5826.16	479.77	0.03
1	41821.34	100 anos	2011.00	73.46	90.89		90.90	0.000007	0.33	5595.88	481.29	0.03
1	41996.37	100 anos	2011.00	73.10	90.89		90.90	0.000005	0.32	6246.87	472.49	0.03
1	42177.61	100 anos	2011.00	73.02	90.89		90.90	0.000005	0.32	6333.90	506.55	0.03
1	42410.89	100 anos	2011.00	73.40	90.89		90.90	0.000004	0.29	6850.59	535.68	0.02