



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y
PETRÓLEOS**

**ANÁLISIS MORFOMÉTRICO Y NEOTECTÓNICO EN
CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS LEVANTAMIENTOS
NAPO Y CUTUCÚ MEDIANTE MODELOS DE ELEVACIÓN
DIGITAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO GEÓLOGO**

JORGE ASDRÚBAL ARTEAGA GUTIÉRREZ

jorge.arteaga@epn.edu.ec

Director: Pedro Santiago Reyes Benítez

pedro.reyes@epn.edu.ec

Noviembre 2019

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

Como director del trabajo de titulación “Análisis Morfométrico y Neotectónico en Cuencas Hidrográficas de los Levantamientos Napo y Cutucú mediante Modelos de Elevación Digital” desarrollado por Jorge Asdrúbal Arteaga Gutiérrez, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Geología, habiendo supervisado la realización de este trabajo y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento escrito para que prosiga con los trámites correspondientes a la sustentación de la Defensa oral.

Pedro Santiago Reyes Benítez

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jorge Asdrúbal Arteaga Gutiérrez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jorge Asdrúbal Arteaga Gutiérrez

DEDICATORIA

Esta tesis esta dedicada a:

A mis padres Jorge y Carmen quienes con su amor, sacrificio y paciencia me han permitido llegar a alcanzar un escalón más de esta escalera llamada vida, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y respeto a los demás, y de no rendirme ante las adversidades y siempre seguir adelante.

A mi hermano Santiago por su cariño, consejos, enseñanzas y apoyo incondicional, durante toda mi vida, por estar conmigo en las buenas, en las malas y en las peores. Al resto de mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todas mis amigos y amigas, que a lo largo de toda mi vida me han apoyado cuando más les he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles, siempre les llevaré en mi corazón ya que han pasado a ser una familia más.

Finalmente y no por eso menos importantes a todo mis alumnos y alumnas con quienes he tenido el gusto de aprender día a día lo bueno y lo malo de la vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a toda mi familia por estar siempre presentes y sin ellos yo no estaría ni sería lo que soy ahora.

Quiero agradecer a mis mentores Urinti y el Ingeniero Patricio Vallejo quienes con su confianza, paciencia y enseñanzas me han hecho ver la vida de una manera diferente.

De igual manera mis agradecimientos a la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, a toda la Facultad de Geología, a mis profesores en especial al PhD. Pedro Reyes (Inge Peter) quien ha sido una de las personas que confiaron en mí, cuando nadie más lo hizo y quien con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todas las personas que estuvieron al pendiente de este proceso mediante el cual ahora se ha cumplido un sueño más y sé que se seguirá cumpliendo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL DIRECTOR.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XVII
RESUMEN.....	XX
1 INTRODUCCIÓN	21
1.1 ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN.....	21
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	22
1.2.1 <i>Objetivos específicos</i>	22
2 CONTEXTO GENERAL	23
2.1 CLIMA.....	23
2.2 RED HIDROGRÁFICA.....	24
2.3 MARCO GEOLÓGICO	26
2.3.1 <i>Geología Regional</i>	26
2.3.1.1 Costa	26
2.3.1.2 Cordillera Occidental.....	27
2.3.1.3 El Valle Interandino	28
2.3.1.4 Cordillera Real.....	29
2.3.1.5 Zona Subandina	30
2.3.1.6 Cuenca Oriente	30
2.3.2 <i>Geología Local del Levantamiento Napo</i>	32
2.3.2.1 Levantamiento Napo.....	35
2.3.2.2 Depresión Pastaza.....	35
2.3.2.3 Levantamiento Cutucú.....	36
2.3.2.4 Estructura y tectónica	36
2.3.3 <i>Actividad Volcánica</i>	37
2.3.3.1 Volcanismo Cuaternario del Ecuador.....	37
2.3.4 <i>Actividad Sísmica</i>	38
2.3.4.1 Mapas de peligrosidad sísmica	38

3	MARCO TEÓRICO	40
3.1	GEOMORFOLOGÍA FLUVIAL.....	40
3.1.1	<i>Sistema Fluvial</i>	41
3.2	CUENCA HIDROGRÁFICA	42
3.2.1	<i>La cuenca hidrográfica como sistema</i>	43
3.3	MORFOMETRÍA DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA.....	43
3.3.1	<i>Área de la Cuenca. (A)</i>	43
3.3.2	<i>Longitud, perímetro y ancho</i>	44
3.3.3	<i>Parámetros de forma</i>	45
3.3.4	<i>Coefficiente de Sinuosidad (S)</i>	45
3.3.5	<i>Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius. (Kc)</i>	46
3.3.6	<i>Factor de forma de Horton (Kf)</i>	46
3.3.7	<i>Relación de Elongación (Re)</i>	47
3.3.8	<i>Parámetros que caracterizan el relieve de la cuenca</i>	48
3.3.8.1	Nivel de Pendiente.....	48
3.3.8.2	Curvas Hipsométrica	49
3.3.8.3	Altura media de la cuenca.....	50
3.3.8.4	Pendiente media de la cuenca	50
3.3.8.5	Coefficiente de rugosidad (Ra)	50
3.3.8.6	Perfil altimétrico del cauce principal.....	50
3.3.8.7	Índice de gradiente del perfil longitudinal del río (SL)	51
3.3.8.8	Índices de Concavidad e Inclinación.....	52
3.3.9	<i>Parámetros que caracterizan el Drenaje</i>	54
3.3.9.1	Jerarquización de la red fluvial u "orden" de los cauces.....	54
3.3.9.2	Densidad de drenaje (Dd)	54
3.3.9.3	Modelos de Drenaje.....	55
3.3.9.4	Longitud del cauce principal (Lp)	56
3.3.9.4	Pendiente media del cauce principal	56
3.4	INTERPOLACIÓN VECINO NATURALES	57
3.5	PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO Y KNICKPOINTS.....	58
3.5.1	<i>Perfil Longitudinal del Río</i>	58
3.5.2	<i>Knickpoints</i>	60
3.5.2.1	Mecanismos de formación de knickpoints.....	61
4	METODOLOGÍA.....	63
4.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y TRATAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES	63
4.2	ELABORACIÓN DE UN PROYECTO GIS.....	63
4.3	CÁLCULO DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS.....	63

4.3.1	<i>Elaboración de mapa de pendientes</i>	65
4.3.2	<i>Elaboración de curvas hipsométricas</i>	66
4.4	ELABORACIÓN DE PERFILES LONGITUDINALES	70
5	. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	78
5.1	ORDEN DE DRENAJE	78
5.2	SUBCUENCAS DENTRO DE CADA ZONA DE ESTUDIO	79
5.3	MORFOMETRÍA DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	82
5.3.1	<i>Parámetros generales</i>	82
5.3.2	<i>Parámetros de forma</i>	82
5.3.3	<i>Parámetros de relieve</i>	83
5.3.4	<i>Parámetros de drenaje</i>	84
5.4	COMPARACIÓN DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	86
5.4.1	<i>Morfometría de las subcuencas hidrográficas internas</i>	88
5.4.1.1	Parámetros morfométricos generales del levantamiento napo	88
5.4.1.2	Parámetros morfométricos generales de la cordillera cutucú	89
5.4.1.3	Parámetros de forma del levantamiento napo	90
5.4.1.4	Parámetros de forma de la Cordillera Cutucú.....	91
5.4.1.5	Parámetros de Relieve Levantamiento Napo.....	93
5.4.1.6	Parámetros de relieve Cordillera Cutucú	94
5.4.1.7	Parámetros de drenaje Levantamiento Napo	96
5.4.1.8	Parámetros de drenaje Cordillera Cutucú	97
5.4.2	<i>Coefficiente de sinuosidad</i>	98
5.4.3	<i>Mapas de pendientes</i>	98
5.4.4	<i>Índice de gradiente (sl)</i>	102
5.4.4.1	Levantamiento napo	102
5.4.4.2	Cordillera Cutucú	102
5.4.5	<i>Índice de inclinación (ks)</i>	106
5.4.5.1	Levantamiento napo	106
5.4.5.2	Cordillera Cutucú	106
5.4.6	<i>Curvas hipsométricas</i>	106
5.5	KNICKPOINTS.....	109
5.5.1	<i>Knickpoints Río Quijos</i>	109
5.5.2	<i>Knickpoints Río murallas</i>	110
5.5.3	<i>Knickpoints Río Malo</i>	111
5.5.4	<i>Knickpoints Río Negro</i>	112
5.5.5	<i>Knickpoints Río Machacayacu</i>	113
5.5.6	<i>Knickpoints Río Suno</i>	114

5.5.7	<i>Knickpoints Río Hollín Grande</i>	115
5.5.8	<i>Knickpoints Río Verdeyacu</i>	116
5.5.9	<i>Knickpoints Río Macuma</i>	117
5.5.10	<i>Río Yukipa</i>	118
5.5.11	<i>Río Yaupi</i>	119
5.5.12	<i>Río Ajuntai Entza</i>	120
5.5.13	<i>Río Wampis</i>	121
5.6	NEOTECTÓNICA.....	122
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6.1	CONCLUSIONES.....	126
6.2	RECOMENDACIONES	126
7	BIBLIOGRAFÍA	127
8	ANEXO 1	130
8.1	DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS HIPSOMÉTRICAS DEL LEVANTAMIENTO NAPO.	130
8.2	DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS HIPSOMÉTRICAS DEL LEVANTAMIENTO CUTUCÚ.	163

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2-1 PRECIPITACIÓN ANUAL REGISTRADA EN EL ECUADOR. LAS ZONAS CON MÁS LLUVIA ESTÁN EN LAS ESTRIBACIONES DE LOS ANDES. LAS ZONAS MÁS SECAS EN LOS VALLES INTERANDINOS Y LA REGIÓN COSTA Y SUR. FUENTE: WORLDCLIM - GLOBAL CLIMATE DATA VERSIÓN 1.4.....	23
FIGURA 2-2 RED DE DRENAJE DEL LEVANTAMIENTO NAPO, EN LOS VOLCANES SE MUESTRA UN TIPO DE DRENAJE RADIAL, EN LA CORDILLERA DE LOS GUACAMAYOS SE OBSERVA UN DRENAJE PARALELO, TODA LA ZONA DE ESTUDIO PRESENTA UN DRENAJE DETRÍTICO ELABORADO: ARTEAGA, A. (2019)	24
FIGURA 2-3 RED DE DRENAJE DE LA CORDILLERA CUTUCÚ, EN LAS CORDILLERAS CUTUCÚ, KAYANAINT, SHAIM Y EL FILO DE SEIPA SE PRESENTA UN DRENAJE PARALELO, EN LA ZONA MÁS ALTA LA CUAL SE DESCONOCE SU NOMBRE SE APRECIA UN DRENAJE DETRÍTICO.ELABORADO POR. ARTEAGA, A. (2019)	25
FIGURA 2-4. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS BLOQUE PIÑÓN Y BLOQUE SAN LORENZO (LUZIEUX ET AL., 2006).....	27
FIGURA 2-5. BLOQUES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL (VALLEJO ET AL., 2009).	28
FIGURA 2-6. TERRENOS DE LA CORDILLERA REAL (ASPDEN Y LITHERLAND, ET AL., 1992)	29
FIGURA 2-7. MAPA Y SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LA CUENCA ORIENTE (BABY Y RIVADENEIRA, 2004)	31
FIGURA 2-8.MAPA GEOLÓGICO DEL LEVANTAMIENTO NAPO.	33
FIGURA 2-9. GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA CUTUCÚ.....	34
FIGURA 2-10. MAPA DE PELIGRO SÍSMICO PARA LA REGIÓN DE ECUADOR; 2007 11 16 03:1300 UTC 2.302S 77.83W.39	
FIGURA 2-11. MAPA DE PELIGRO SÍSMICO SEGÚN LARA Y LINDAO (2000) FUENTE: SÍSMICA PARA EL PROYECTO DE AMENAZA SÍSMICA PARA EL COMPLEJO REFINADOR Y PETROQUÍMICO DEL PACÍFICO ECUATORIANO.	39
FIGURA 3-1 SISTEMA FLUVIAL IDEALIZADO	41
FIGURA 3-2. PARTES DE UNA CUENCA	42
FIGURA 3-3. LONGITUD Y PERÍMETRO DE UNA CUENCA.	44
FIGURA 3-4. HIDROGRÁFICAS SEGÚN LA FORMA DE LA CUENCA.	47
FIGURA 3-5. CURVAS HIPSOMÉTRICAS CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE EROSIÓN SEGÚN STRAHLER.....	49
FIGURA 3-6. RELACIÓN ENTRE PERFILES LONGITUDINALES DE RÍOS Y CAUDALES	51
FIGURA 3-7. PARÁMETROS USADOS PARA EL ÍNDICE DE GRADIENTE SL	51
FIGURA 3-8. TASAS DE EROSIÓN DEL HIMALAYA EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA DEL ARROYO, LA PENDIENTE DEL CANAL Y LA LLUVIA (BURBANK Y ANDERSON, 2012)	52
FIGURA 3-9. CONCAVIDAD E INCLINACIÓN DE UN CANAL (BURBANK Y ANDERSON, 2012)	53
FIGURA 3-10. PATRONES DE DRENAJE TÍPICOS, LOS CUALES PUEDEN OCURRIR A ESCALAS VARIABLES	55
FIGURA 3-11. CAUCE PRINCIPAL DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO.....	56
FIGURA 3-12. DIAGRAMAS DE THIESSEN PARA INTERPOLACIÓN DE VECINOS CERCANOS	57
FIGURA 3-13. PERFILES DE RÍO ESQUEMÁTICOS: A) RÍO JOVEN CON IRREGULARIDADES B) RÍO SUAVIZADO CON TENDENCIA A EQUILIBRIO (CASTRO, 2005).....	58
FIGURA 3-14. PERFIL LONGITUDINAL DE RÍO IDEALIZADO Y EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA TOTAL EN EL SISTEMA (MUNRO, 2010)	60

FIGURA 3-15. ESQUEMA DE KNICKPOINTS EN DIFERENTES SECCIONES DE INCISIÓN DEL LECHO FLUVIAL	61
FIGURA 3-16. KNICKPOINTS GLACIARES FORMADOS EN RÍOS TRIBUTARIOS QUE DRENAN AL VALLE GLACIAR DE ARGENTIERE EN LOS ALPES FRANCESES (CASTILLO Y LUGO-HUBP, 2011).....	62
FIGURA 4-1. HERRAMIENTA “PENDIENTE” DE ARCGIS.....	66
FIGURA 4-2. HERRAMIENTA “RECLASIFICAR” DE ARCGIS.....	66
FIGURA 4-3. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO DUE GRANDE.....	68
FIGURA 4-4. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO DUE GRANDE.....	69
FIGURA 4-5. HERRAMIENTA PARA CONVERTIR LA RED HÍDRICA A SHAPES DE POLILÍNEA “DE RASTER A POLILÍNEA” DE ARCGIS	70
FIGURA 4-6. HERRAMIENTA PARA GENERAR PUNTOS A LO LARGO DE LÍNEAS DE ARCGIS.....	71
FIGURA 4-7. SELECCIÓN DEL TIPO DEL CAMPO A AGREGAR PARA EXTRACCIÓN DE COORDENADAS “X” Y “Y”	71
FIGURA 4-8. CALCULADORA DE GEOMETRÍA DE PARA LA EXTRACCIÓN DE COORDENADAS “X” Y “Y” PARA LOS PUNTOS GENERADOS A LO LARGO DE LOS RÍOS.....	72
FIGURA 4-9. HERRAMIENTA PARA EXTRAER LOS VALOS DE ALTITUD EN CADA PUNTO A LO LARGO DE LOS DIFERENTES RÍOS DE ARCGIS.	73
FIGURA 4-10. PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO DUE GRANDE (LEVANTAMIENTO NAPO) GENERADO EN EXCEL CON LOS VALORES DE LA LONGITUD CALCULADOS CON LA ECUACIÓN XX Y LA ALTURA LOS VALORES EXTRAÍDOS DEL DEM.....	74
FIGURA 4-11. PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO CHIGUAZA (CORDILLERA CUTUCÚ) GENERADO EN EXCEL CON LOS VALORES DE LA LONGITUD CALCULADOS CON LA ECUACIÓN XX Y LA ALTURA LOS VALORES EXTRAÍDOS DEL DEM.	74
FIGURA 4-12. PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO DUE GRANDE LEVANTAMIENTO NAPO (LÍNEA AZUL), LÍNEA DE TENDENCIA “POTENCIAL” DE CADA PERFIL (LÍNEA ROJA) PARA EXTRACCIÓN DEL COEFICIENTE DE CONCAVIDAD REFERENCIAL CON SU DEBIDA ECUACIÓN.	75
FIGURA 4-13. PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO CHIGUAZA CORDILLERA CUTUCÚ (LÍNEA AZUL), LÍNEA DE TENDENCIA “POTENCIAL” DE CADA PERFIL (LÍNEA ROJA) PARA EXTRACCIÓN DEL COEFICIENTE DE CONCAVIDAD REFERENCIAL CON SU DEBIDA ECUACIÓN.	76
FIGURA 4-14. HERRAMIENTA “RECLASIFICAR” DE ARCGIS, HACIENDO UNA CLASIFICACIÓN DE 256 CLASES PARA PODER REEMPLAZARLOS EN LA ECUACIÓN 4 Y OBTENER VALORES DEL COEFICIENTE DE INCLINACIÓN.....	77
FIGURA 4-15. HERRAMIENTA PARA INTERPOLAR LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE INCLINACIÓN POR EL MÉTODO VECINO NATURAL DE ARCGIS.....	77
FIGURA 5-1. IZQ. MAPA DE ORDEN DE RÍOS DEL LEVANTAMIENTO NAPO. DER. MAPA DE ORDEN DE RÍOS DE LA CORDILLERA CUTUCÚ. LOS RÍOS QUE PRESENTAN UN MAYOR NÚMERO TIENEN UN MAYOR ORDEN.	78
FIGURA 5-2. MAPA DE SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL LEVANTAMIENTO NAPO.	80
FIGURA 5-3. MAPA DE SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LA CORDILLERA CUTUCÚ.....	81
FIGURA 5-4. MAPAS HIPSOMÉTRICOS LEVANTAMIENTO NAPO Y CORDILLERA CUTUCÚ. REALIZADO POR: (ARTEAGA, 2019).	85
FIGURA 5-5. MAPA DE PENDIENTES LEVANTAMIENTO NAPO. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.....	100
FIGURA 5-6. MAPA DE PENDIENTES CORDILLERA CUTUCÚ. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	101

FIGURA 5-7. MAPA DE ÍNDICE DE GRADIENTE DEL LEVANTAMIENTO NAPO. AQUÍ SE OBSERVAN A TODOS LOS RÍOS QUE PRESENTAN UN ALTO ÍNDICE DE GRADIENTE.	104
FIGURA 5-8. MAPA DE ÍNDICE DE GRADIENTE CORDILLERA CUTUCÚ.....	105
<i>FIGURA 5-9. MAPA DE ÍNDICE DE INCLINACIÓN (Ks). LEVANTAMIENTO NAPO (IZQ). CORDILLERA CUTUCÚ (ARTEAGA, 2019).</i>	108
FIGURA 5-10. KNICKPOINTS RÍO QUIJOS. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	109
FIGURA 5-11. KNICKPOINTS RÍO MURALLAS. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	110
FIGURA 5-12. KNICKPOINTS RÍO MALO. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	111
FIGURA 5-13. KNICKPOINTS RÍO NEGRO. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	112
FIGURA 5-14. KNICKPOINTS RÍO MACHACAYACU. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.....	113
FIGURA 5-15. KNICKPOINTS RÍO SUNO. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	114
FIGURA 5-16. KNICKPOINTS RÍO HOLLÍN GRANDE. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.....	115
FIGURA 5-17. KNICKPOINTS RÍO VERDEYACU. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	116
FIGURA 5-18. KNICKPOINTS RÍO MACUMA. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.....	117
FIGURA 5-19. KNICKPOINTS RÍO YUKIPA. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	118
FIGURA 5-20. KNICKPOINTS RÍO YAUPI. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.....	119
FIGURA 5-21. KNICKPOINTS RÍO ENTZA. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	120
FIGURA 5-22. KNICKPOINTS RÍO WAMPIS. ELABORADO POR: ARTEAGA, 2019.	121
FIGURA 5-23. CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE GRADIENTE Y EL ÍNDICE INCLINACIÓN PARA EL LEVANTAMIENTO NAPO.....	124
FIGURA 5-24. CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE GRADIENTE Y EL ÍNDICE INCLINACIÓN PARA LA CORDILLERA CUTUCÚ.....	125
FIGURA 8-1. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO QUIJOS	130
FIGURA 8-2. PERFIL LONGITUDINAL RÍO QUIJOS	130
<i>FIGURA 8-3. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO SALADO.....</i>	131
FIGURA 8-4 PERFIL LONGITUDINAL RÍO SALADO	131
<i>FIGURA 8-5. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CACAPISHCO.</i>	132
FIGURA 8-6 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CACAPISHCO	132
<i>FIGURA 8-7. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO BOMBOM.</i>	133
FIGURA 8-8 PERFIL LONGITUDINAL RÍO BOMBOM.....	133
<i>FIGURA 8-9. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO MURALLAS.</i>	134
FIGURA 8-10 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MURALLAS	134
<i>FIGURA 8-11. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO MALO.</i>	135
FIGURA 8-12 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MALO	135
<i>FIGURA 8-13. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO NEGRO.</i>	136
FIGURA 8-14 PERFIL LONGITUDINAL RÍO NEGRO	136
<i>FIGURA 8-15. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO R1C3.....</i>	137
FIGURA 8-16 PERFIL LONGITUDINAL 09_R1C3	137
<i>FIGURA 8-17. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO R1C4.....</i>	138

FIGURA 8-18 PERFIL LONGITUDINAL 10_R1C4	138
<i>FIGURA 8-19. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO R2C4.</i>	139
FIGURA 8-20 PERFIL LONGITUDINAL 11_R2C4	139
<i>FIGURA 8-21. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO MACHACAYACU.</i>	140
FIGURA 8-22 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MACHACAYACU.....	140
<i>FIGURA 8-23. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO MOLINO.</i>	141
FIGURA 8-24 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MOLINO	141
<i>FIGURA 8-25. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO CAUCHILLO.</i>	142
FIGURA 8-26 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CAUCHILLO.....	142
<i>FIGURA 8-27. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO BORJA.</i>	143
FIGURA 8-28 PERFIL LONGITUDINAL RÍO BORJA	143
<i>FIGURA 8-29. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO SUNO.</i>	144
FIGURA 8-30 PERFIL LONGITUDINAL RÍO SUNO	144
<i>FIGURA 8-31. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO COSANGA.</i>	145
FIGURA 8-32 PERFIL LONGITUDINAL RÍO COSANGA.....	145
<i>FIGURA 8-33. CURVA HIPSOMÉTRICA DEL RÍO ARENILLAS.</i>	146
FIGURA 8-34 PERFIL LONGITUDINAL RÍO ARENILLAS.....	146
FIGURA 8-35 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO HOLLÍN PEQUEÑO.....	147
FIGURA 8-36 PERFIL LONGITUDINAL RÍO HOLLÍN PEQUEÑO.....	147
FIGURA 8-37 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO HOLLÍN GRANDE.....	148
FIGURA 8-38 PERFIL LONGITUDINAL RÍO HOLLÍN GRANDE.....	148
FIGURA 8-39 CURVA HIPSOMÉTRICA 21_R3C11.....	149
FIGURA 8-40 PERFIL LONGITUDINAL 21_R3C11	149
FIGURA 8-41 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO URCUSIQUI.....	150
FIGURA 8-42 PERFIL LONGITUDINAL RÍO URCUSIQUI.....	150
FIGURA 8-43 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO JONDACHI.....	151
FIGURA 8-44 PERFIL LONGITUDINAL RÍO JONDACHI	151
FIGURA 8-45 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHONTAYACU	152
FIGURA 8-46 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHONTAYACU	152
FIGURA 8-47 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO MISAHUALLÍ	153
FIGURA 8-48 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MISAHUALLÍ	153
FIGURA 8-49 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CALMITAYACU.....	154
FIGURA 8-50 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CALMITUYACU	154
FIGURA 8-51 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO INCHILLAQUI	155
FIGURA 8-52 PERFIL LONGITUDINAL RÍO INCHILLAQUI	155
FIGURA 8-53 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO TENA.....	156
FIGURA 8-54 PERFIL LONGITUDINAL RÍO TENA.....	156

FIGURA 8-55 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO SHITI	157
FIGURA 8-56 PERFIL LONGITUDINAL RÍO SHITI	157
FIGURA 8-57 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO PANO	158
FIGURA 8-58 PERFIL LONGITUDINAL RÍO PANO	158
FIGURA 8-59 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO VERDEYACU	159
FIGURA 8-60 PERFIL LONGITUDINAL RÍO VERDEYACU	159
FIGURA 8-61 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO JATUNYACU	160
FIGURA 8-62 PERFIL LONGITUDINAL RÍO JATUNYACU	160
FIGURA 8-63 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO MULATOS	161
FIGURA 8-64 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MULATOS	161
FIGURA 8-65 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHONTA.....	162
FIGURA 8-66 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHONTA	162
FIGURA 8-67. CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHIGUAZA	163
FIGURA 8-68 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHIGUAZA.....	163
FIGURA 8-69 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO WAWAIMI GRANDE	164
FIGURA 8-70 PERFIL LONGITUDINAL RÍO WAWAIMI GRANDE	164
FIGURA 8-71 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO SHAMKAIMI	165
FIGURA 8-72 PERFIL LONGITUDINAL RÍO SHAMKAIMI.....	165
FIGURA 8-73 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO TSEMANISMAIN	166
FIGURA 8-74 PERFIL LONGITUDINAL RÍO TSEMANISMAIN.....	166
FIGURA 8-75 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO MACUMA.....	167
FIGURA 8-76 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MACUMA	167
FIGURA 8-77 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO PUMPUIS	168
FIGURA 8-78 PERFIL LONGITUDINAL RÍO PUMPUIS	168
FIGURA 8-79 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO TSUMISUIM	169
FIGURA 8-80 PERFIL LONGITUDINAL RÍO TSUMISUIM	169
FIGURA 8-81 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO PAJANAK.....	170
FIGURA 8-82 PERFIL LONGITUDINAL RÍO PAJANAK.....	170
FIGURA 8-83 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO YUKIPA	171
FIGURA 8-84 PERFIL LONGITUDINAL RÍO YUKIPA	171
FIGURA 8-85 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO SEIPA	172
FIGURA 8-86 PERFIL LONGITUDINAL RÍO SEIPA	172
FIGURA 8-87 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO UPANO	173
FIGURA 8-88 PERFIL LONGITUDINAL RÍO UPANO.....	173
FIGURA 8-89 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CANGAIME	174
FIGURA 8-90 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CANGAIME	174
FIGURA 8-91 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CUSHUIMI	175

FIGURA 8-92 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CUSHUIMI	175
FIGURA 8-93 CURVA HIPSOMÉTRICA 14_R1C5	176
FIGURA 8-94 PERFIL LONGITUDINAL 14_R1C5	176
FIGURA 8-95 CURVA HIPSOMÉTRICA 15_R2C5	177
FIGURA 8-96 PERFIL LONGITUDINAL 15_R2C5	177
FIGURA 8-97 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO MANGOSIZA	178
FIGURA 8-98 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MANGOSIZA	178
FIGURA 8-99 CURVA HIPSOMÉTRICA 17_R1C6	179
FIGURA 8-100 PERFIL LONGITUDINAL 17_R1C6	179
FIGURA 8-101 CURVA HIPSOMÉTRICA 18_R2C6	180
FIGURA 8-102 PERFIL LONGITUDINAL 18_R2C6	180
FIGURA 8-103 CURVA HIPSOMÉTRICA 19_R3C6	181
FIGURA 8-104 PERFIL LONGITUDINAL 19_R3C6	181
FIGURA 8-105 CURVA HIPSOMÉTRICA 20_R4C6	182
FIGURA 8-106 PERFIL LONGITUDINAL 20_R4C6	182
FIGURA 8-107 CURVA HIPSOMÉTRICA 21_R5C6	183
FIGURA 8-108 PERFIL LONGITUDINAL 21_R5C6	183
FIGURA 8-109 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHAPIZA	184
FIGURA 8-110 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHAPIZA	184
FIGURA 8-111 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO YAAPI	185
FIGURA 8-112 PERFIL LONGITUDINAL RÍO YAAPI	185
FIGURA 8-113 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO YAUPI	186
FIGURA 8-114 PERFIL LONGITUDINAL RÍO YAUPI	186
FIGURA 8-115 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHINKIANAS	187
FIGURA 8-116 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHINKIANAS	187
FIGURA 8-117 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO AJUNTAI ENTZA	188
FIGURA 8-118 PERFIL LONGITUDINAL RÍO AJUNTAI ENTZA	188
FIGURA 8-119 CURVA HIPSOMÉTRICA 27_R1C7	189
FIGURA 8-120 PERFIL LONGITUDINAL 27_R1C7	189
FIGURA 8-121 CURVA HIPSOMÉTRICA 28_R2C7	190
FIGURA 8-122 PERFIL LONGITUDINAL 28_R2C7	190
FIGURA 8-123 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO WAMPIS	191
FIGURA 8-124 PERFIL LONGITUDINAL RÍO WAMPIS	191
FIGURA 8-125 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO CHIGUAZA II	192
FIGURA 8-126 PERFIL LONGITUDINAL RÍO CHIGUAZA II	192
FIGURA 8-127 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO PANIA	193
FIGURA 8-128 PERFIL LONGITUDINAL RÍO PANIA	193

FIGURA 8-129 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO NAMANGOSA.....	194
FIGURA 8-130 PERFIL LONGITUDINAL RÍO NAMANGOSA.....	194
FIGURA 8-131 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO NAYTZA	195
FIGURA 8-132 PERFIL LONGITUDINAL RÍO NAYTZA	195
FIGURA 8-133 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO YUKIANZA.....	196
FIGURA 8-134 PERFIL LONGITUDINAL RÍO YUKIANZA	196
FIGURA 8-135 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO MAYCUENZA.....	197
FIGURA 8-136 PERFIL LONGITUDINAL RÍO MAYCUENZA	197
FIGURA 8-137 CURVA HIPSOMÉTRICA RÍO ZAMORA	198
FIGURA 8-138 PERFIL LONGITUDINAL RÍO ZAMORA.....	198

LISTA DE TABLAS

TABLA 3-1.....	44
TABLA 3-2.....	45
TABLA 3-3.....	46
TABLA 3-4.....	48
TABLA 4-1.....	64
TABLA 4-2.....	67
TABLA 4-3.....	67
TABLA 4-4.....	68
TABLA 4-5.....	69
TABLA 5-1.....	79
TABLA 5-2.....	82
TABLA 5-3.....	82
TABLA 5-4.....	82
TABLA 5-5.....	83
TABLA 5-6.....	83
TABLA 5-7.....	83
TABLA 5-8.....	84
TABLA 5-9.....	84
TABLA 5-10.....	86
TABLA 5-11.....	88
TABLA 5-12.....	89
TABLA 5-13.....	90
TABLA 5-14.....	92
TABLA 5-15.....	93
TABLA 5-16.....	95
TABLA 5-17.....	96
TABLA 5-18.....	97
TABLA 5-19.....	99
TABLA 5-20.....	103
TABLA 5-21.....	107
TABLA 7-1.....	130
TABLA 7-2.....	131
TABLA 7-3.....	132
TABLA 7-4.....	133
TABLA 7-5.....	134

TABLA 7-6.....	135
TABLA 7-7.....	136
TABLA 7-8.....	137
TABLA 7-9.....	138
TABLA 7-10.....	139
TABLA 7-11.....	140
TABLA 7-12.....	141
TABLA 7-13.....	142
TABLA 7-14.....	143
TABLA 7-15.....	144
TABLA 7-16.....	145
TABLA 7-17.....	146
TABLA 7-18.....	147
TABLA 7-19.....	148
TABLA 7-20.....	149
TABLA 7-21.....	150
TABLA 7-22.....	151
TABLA 7-23.....	152
TABLA 7-24.....	153
TABLA 7-25.....	154
TABLA 7-26.....	155
TABLA 7-27.....	156
TABLA 7-28.....	157
TABLA 7-29.....	158
TABLA 7-30.....	159
TABLA 7-31.....	160
TABLA 7-32.....	161
TABLA 7-33.....	162
TABLA 7-34.....	163
TABLA 7-35.....	164
TABLA 7-36.....	165
TABLA 7-37.....	166
TABLA 7-38.....	167
TABLA 7-39.....	168
TABLA 7-40.....	169
TABLA 7-41.....	170
TABLA 7-42.....	171

TABLA 7-43.....	172
TABLA 7-44.....	173
TABLA 7-45.....	174
TABLA 7-46.....	175
TABLA 7-47.....	176
TABLA 7-48.....	177
TABLA 7-49.....	179
TABLA 7-50.....	180
TABLA 7-51.....	181
TABLA 7-52.....	182
TABLA 7-53.....	183
TABLA 7-54.....	184
TABLA 7-55.....	185
TABLA 7-56.....	186
TABLA 7-57.....	187
TABLA 7-58.....	188
TABLA 7-59.....	189
TABLA 7-60.....	190
TABLA 7-61.....	191
TABLA 7-62.....	192
TABLA 7-63.....	193
TABLA 7-64.....	194
TABLA 7-65.....	195
TABLA 7-66.....	196
TABLA 7-67.....	197
TABLA 7-68.....	198

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se procuró con la finalidad de comprobar la utilización del índice de gradiente definido por Hack (1978). El cual es utilizado para reconocer incidencias en el cauce de un río ocasionadas por cambios de litología o tectonismo activo, de igual manera que el índice o coeficiente de inclinación definido por Wobus et al. (1998); con el cual se mide las tasas de levantamiento rocoso, para lo cual se toma en cuenta la zona subandina del Ecuador, que abarca el Levantamiento Napo y la Cordillera de Cutucú, mediante el análisis morfométrico de cuencas hidrológicas de todos los ríos principales que abarcan los levantamientos rocosos antes mencionados con ayuda del programa de ArcGis y Modelos de elevación digital cuyas siglas son DEM, los cuales son de fácil acceso. Como resultado se obtiene la influencia de fallas transpresivas como predominante principal para la creación del paisaje o morfología de la zona, mientras que en la cordillera del Cutucú la principal dominante es la sismicidad existente en la zona.

Palabras clave: Levantamiento Napo, Cordillera Cutucú. Índice de Gradiente, Índice de Inclinación.

1 INTRODUCCIÓN

El análisis morfológico en cuencas hidrográficas permite determinar la perturbación en las redes hidrográficas en respuesta a los movimientos verticales y horizontales de la corteza terrestre (Gaspari et al., 2012). La zona subandina del Ecuador representa una cuña de frente de cabalgamiento que avanza sobre la Cuenca Oriente en dirección del cratón sudamericano con un ancho en dirección E-W de al menos 50 km formando parte de un sistema tras arco de tipo “foreland” de edad Terciario (Baby, Rivadeneira, Barragán, & Christophoul, 2013).

Los levantamientos Napo y Cutucú presentan una deformación vertical que afecta al basamento y a la parte superior de la cuenca Oriente y se relaciona con la inversión de los sistemas de fallas extensionales pre-cretácicas (Baby et al., 2013), y a la presencia de volcanes como el Cayambe, Reventador, Sumaco, Pan de Azúcar en la parte norte de la zona subandina. Una morfología accidentada con pendientes abruptas refleja un alto potencial erosivo resultante del control estructural e indicativo de altas tasas de incisión fluvial y levantamiento tectónico sugiriendo así una importante actividad sismo-tectónica, con este antecedente, en el presente trabajo se analizarán, mediante el cálculo de índices geomorfológicos, la morfometría de las cuencas hidrográficas en la zona subandina (levantamientos Napo y Cutucú), a fin de determinar el grado de deformación tectónica cuaternaria.

1.1 Alcance y Justificación

Las relaciones matemáticas entre el valor del área, la pendiente, longitud del cauce medidas en un mismo tramo de río a lo largo de una cuenca hidrográfica han sido determinadas sobre macizos rocosos en proceso de levantamiento, actividad tectónica y cambios en la litología (Wobus et al., 2007). Estas relaciones permiten determinar diversos índices geomorfológicos los cuales al ser analizados permiten obtener los valores de los índices del gradiente SL definido por Hack (1973) y los índices de inclinación k_s y concavidad θ definido por Wobus et al. (2007) a lo largo de la zona de estudio para después plotearlos, y obtener mapas de anomalías, las cuales son indicadores de cambio de litología, existencia de fallas activas, deslizamientos de masa y tasas de levantamiento de cordilleras.

Al analizar los perfiles longitudinales de un río, estos se pueden modelar en base a una función exponencial, mediante diferentes ecuaciones matemáticas, las mismas que al ser analizadas arrojan datos geomorfológicos como el índice de gradiente SL

definido por (Hack, 1973), este determina las zonas con anomalías de distorsión del perfil del río (knickpoints), las que pueden estar asociadas a cambios de litología, procesos tectónicos activos, o deslizamientos en la zona; así también se pueden calcular los otros índices de inclinación y de concavidad definidos por (Wobus et al., 2007).

Los levantamientos Napo y Cutucú han sido seleccionados para el presente estudio pues representan zonas de significativa actividad tectónica en la cual se hace presente una amplia red de fallas y edificios volcánicos. A través del reconocimiento de anomalías en los índices de gradiente, inclinación y concavidad, y la correlación de estas zonas anómalas con mapas en los que existe la presencia de tectonismo activo se pretende implementar el uso de estos índices para determinar zonas vulnerables a partir de Modelos de Elevación Digital.

1.2 Objetivo general

Determinar los procesos neotectónicos registrados a lo largo de las redes fluviales que drenan los Levantamientos de Napo y Cutucú mediante el estudio de modelos de elevación digital (DEM).

1.2.1 Objetivos específicos

- Analizar la geomorfología de los Levantamientos Napo y Cutucú.
- Calcular los parámetros morfológicos en base a estudio de modelos de elevación digital.
- Correlacionar la morfología del río con la actividad tectónica existente.
- Analizar los perfiles longitudinales de los ríos del Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú respectivamente.
- Obtener la correlación existente entre los índices de concavidad e inclinación de una Cuenca Hidrográfica por medio de las tasas de elevación de las zonas en estudio.

2 CONTEXTO GENERAL

2.1 Clima

El clima en el Oriente Ecuatoriano tiende a ser caliente y húmedo debido a la gran retención de humedad ocasionada por la existencia de grandes bosques en la región amazónica, posee una temperatura media de 25 a 31°C, fluctuando hasta con un máximo de 40°C en el mes de mayo, las precipitaciones son constantes y abundantes durante todo el año con claras de excepciones entre los meses de diciembre y febrero que se le considera como la estación más seca y con un alto incremento entre marzo y junio, como resultado de la zona de convergencia intertropical (Varela y Ron, 2018)

Se registra un máximo de precipitación mayor a 4500 mm en las zonas de Mira y Puyo en la Provincia de Pastaza como se muestra en la figura 2.1

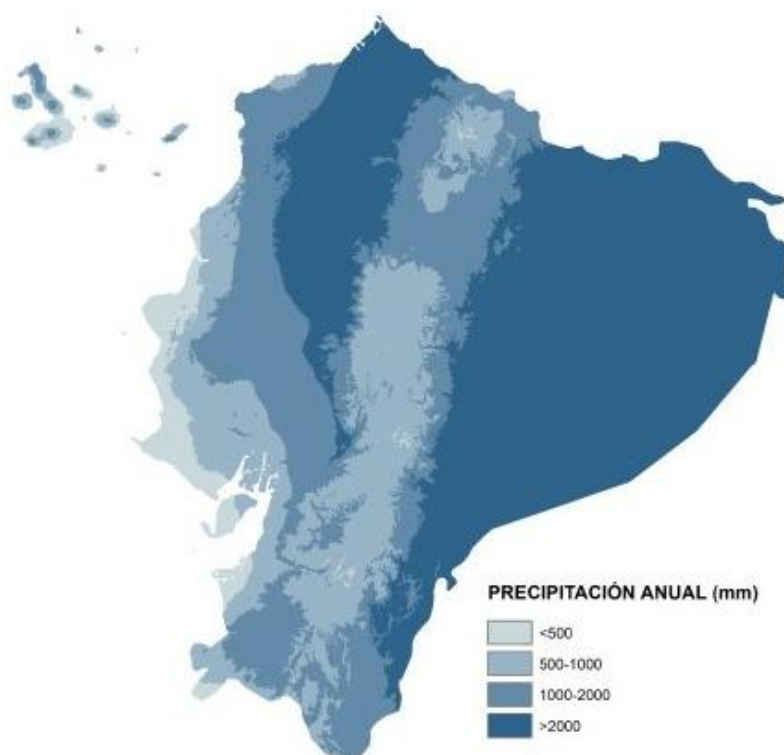


Figura 2-1 Precipitación anual registrada en el Ecuador. Las zonas con más lluvia están en las estribaciones de los Andes. Las zonas más secas en los valles interandinos y la región costa y sur. Fuente: WorldClim - Global Climate Data versión 1.4

2.2 Red Hidrográfica

La red hidrográfica presente en el levantamiento Napo se encuentra caracterizado por drenajes dendríticos y drenajes radiales los cuales se hallan presentes en las zonas de los volcanes Reventador y Sumaco, de la misma manera que en el Cerro Pan de Azúcar y en el Cerro Negro, mientras que a lo largo de la Cordillera de los Guacamayos presenta un drenaje paralelo como se muestra en la figura 2-2.

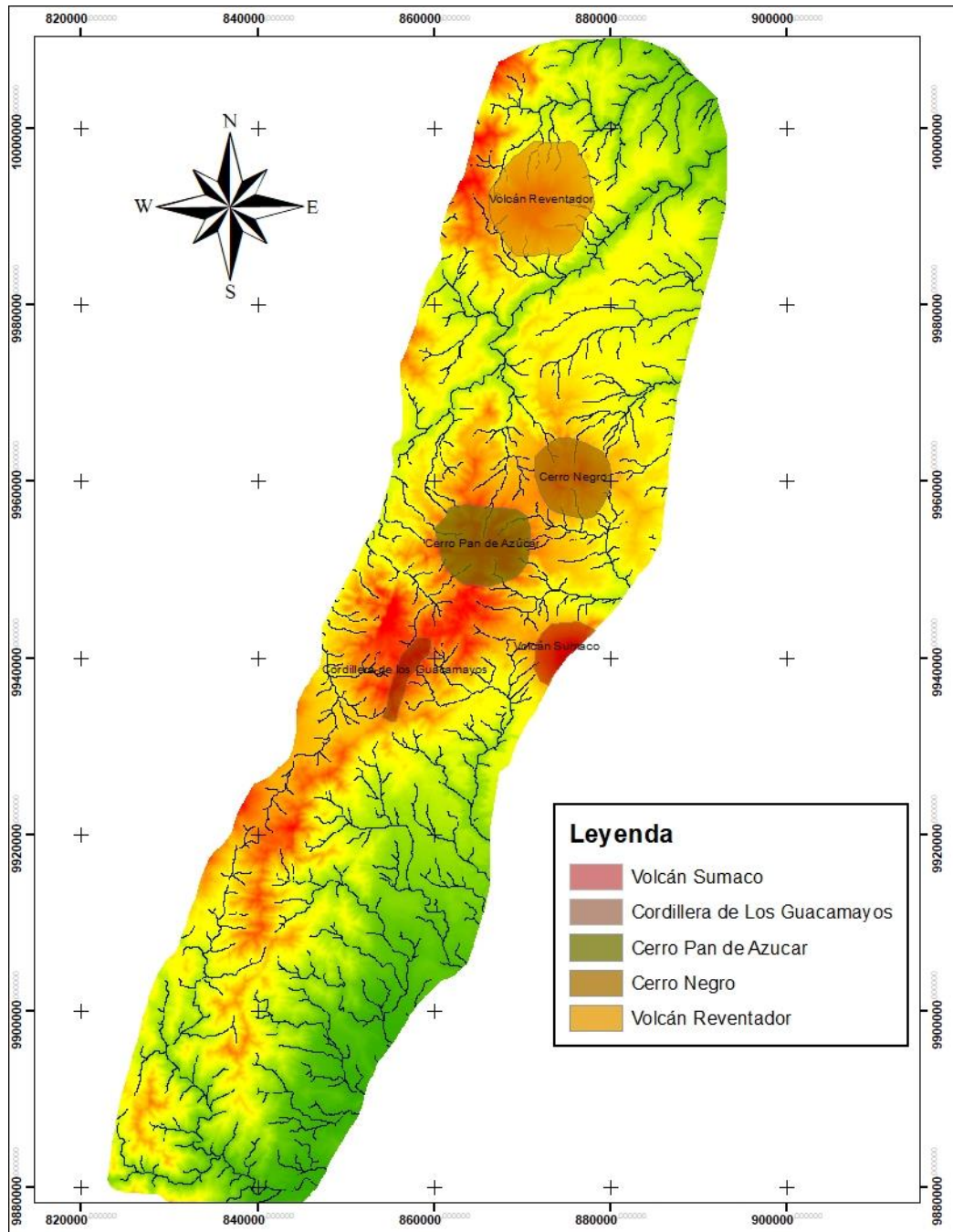


Figura 2-2 Red de Drenaje del Levantamiento Napo, en los volcanes se muestra un tipo de drenaje radial, en la Cordillera de los Guacamayos se observa un drenaje paralelo, toda la zona de estudio presenta un drenaje detrítico Elaborado: Arteaga, A. (2019)

En la Cordillera Cutucú debido a la falta de nombres en las cartas topográficas los nombres de los ríos se desconocen, sin embargo, la red fluye hacia el Sureste, presentando una red que se encuentra caracterizada por drenajes dendríticos y drenajes paralelos a lo largo del Filo de Seipa, Cordillera Kayanaint, Cordillera Shaim y la Cordillera Cutucú, como se muestra en la figura 2-3.

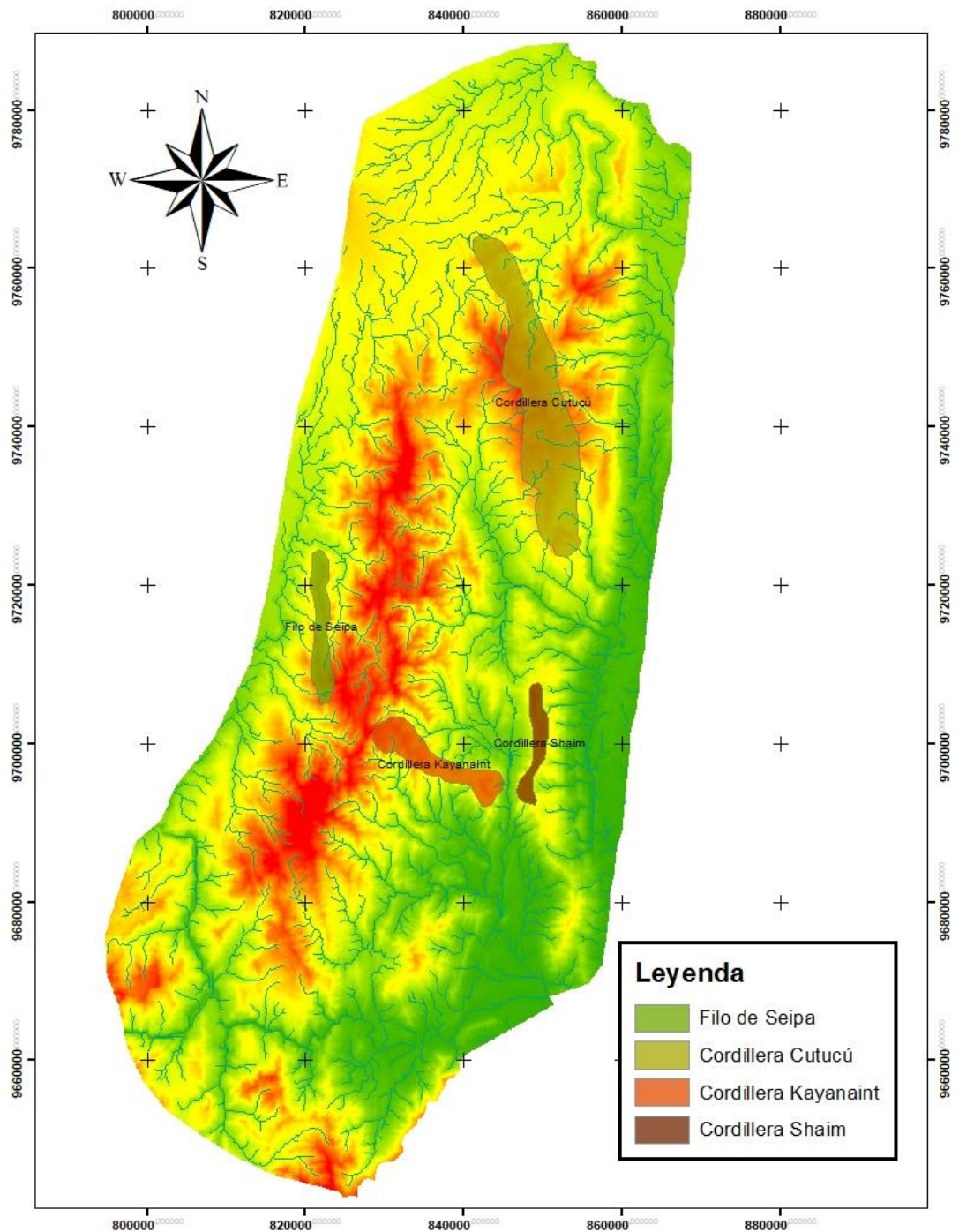


Figura 2-3 Red de Drenaje de la Cordillera Cutucú, en las Cordilleras Cutucú, Kayanaint, Shaim y el Filo de Seipa se presenta un drenaje paralelo, en la zona más alta la cual se desconoce su nombre se aprecia un drenaje detrítico. Elaborado por. Arteaga, A. (2019)

2.3 Marco Geológico

2.3.1 Geología Regional

Ecuador se encuentra ubicado en el noroccidente de Sudamérica, limitado al norte por Colombia, al sur y al este por Perú y en el occidente por el Océano Pacífico donde, la Cordillera de los Andes se encuentra formada por el resultado de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana a una velocidad de 58 mm/año respecto a América del Sur (Trenkamp et al., 2002).

La Cordillera de los Andes es la principal evidencia tectónica a lo largo de toda la placa Sudamericana. Sin embargo, la subducción desde el Norte en Colombia hasta el Sur en Chile se encuentra de una manera totalmente distinta, por lo que existen segmentos con inclinaciones diferentes (Barazangi y Isacks, 1976), es por esta razón que a lo largo de toda la cordillera existen deformaciones geológicas heterogéneas. (Dewey y Lamb, 1992).

El Ecuador, por lo antes mencionado se lo ha dividido morfo dinámicamente en 3 partes de Occidente a Oriente por: Costa, Sierra y Amazonía (Faucher y Savoyat, 1973). Los cuales estarán conformados por Planicie Costera, Cordillera Occidental, Valle interandino, Cordillera Real y Cuenca Oriente.

2.3.1.1 Costa

La planicie costera es una cuenca de ante-arco (Forearc) que presenta basamento y un relleno sedimentario, el basamento de la formación Piñón está compuesto por un complejo ígneo basáltico y basalto-andesítico considerado como una corteza oceánica de composición N-MORB. En la figura 2-4 se aprecian las columnas estratigráficas del Bloque Piñón (izq.) conformado por las formaciones Las Orquídeas que presentan intrusiones máficas, sin embargo, Benítez, (1995) ha reportado pillow lavas; Calentura presenta pizarras negras, lutitas calcáreas y radiolaritas con intercalaciones de areniscas volcanoclásticas; Cayo consiste en series debris Flow y turbiditas; Guayaquil configurado por limolitas silíceas intercaladas con cherts; San Eduardo , Ancón, Zapotal y el Bloque San Lorenzo (der.) conformado por las formaciones San Lorenzo, Cayo, San Mateo, Playa Rica (Luzieux et al, 2006).

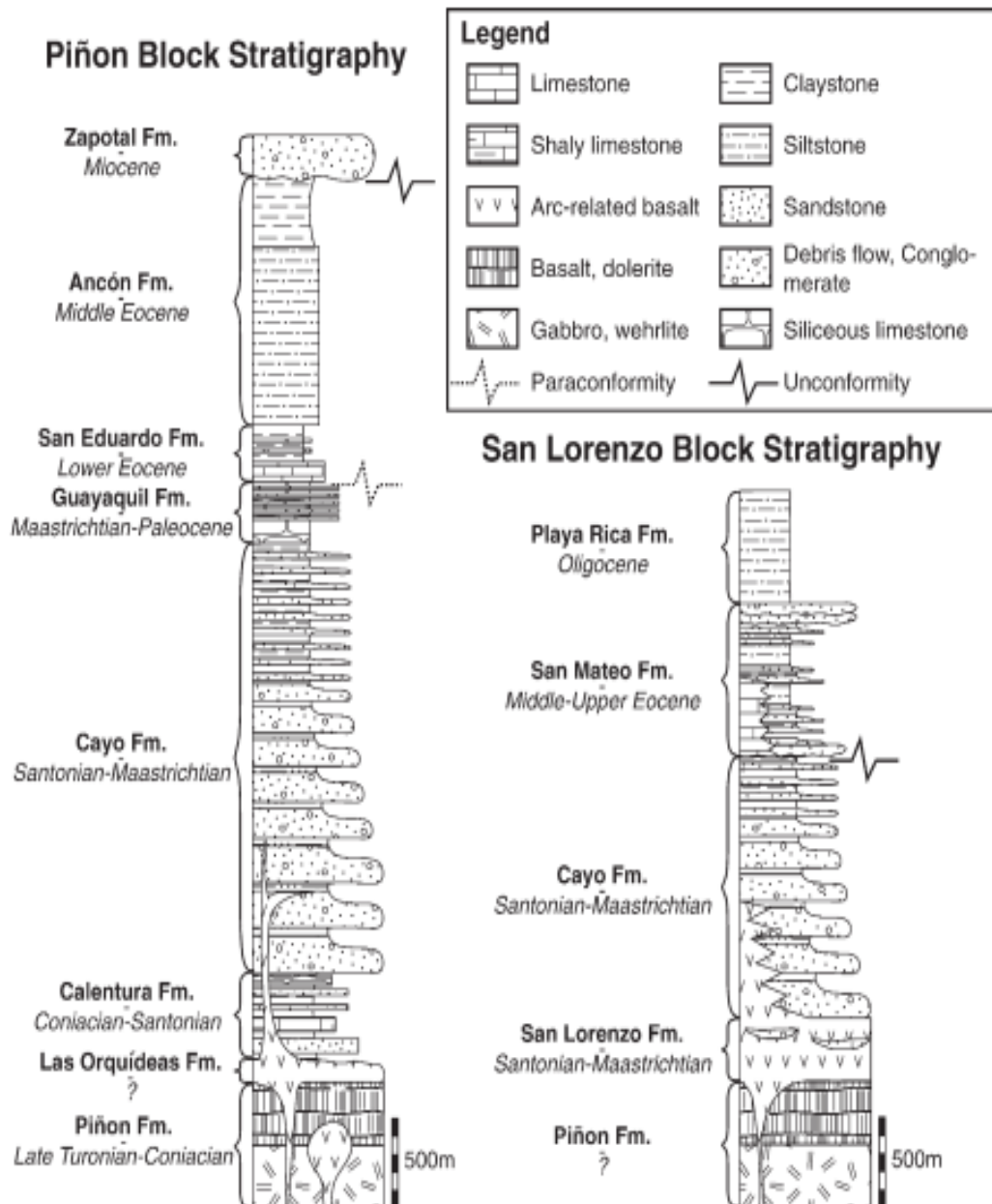


Figura 2-4. Columnas estratigráficas Bloque Piñón y Bloque San Lorenzo (Luzieux et al., 2006).

2.3.1.2 Cordillera Occidental

La cordillera Occidental presenta un basamento volcánico (Formación Pallatanga y Unidad San José) dichas formaciones están compuestas por rocas máficas y ultramáficas con afinidades geoquímicas de plateau oceánico (Vallejo et al., 2009)

Se encuentra conformada por bloques alóctonos constituidos por un basamento de origen oceánico de edad Cretácico Tardío, seguido por secuencias turbidíticas y secuencias basalto – andesíticas de arco de isla desde el Cretácico Tardío al Eoceno (Vallejo et al., 2009).

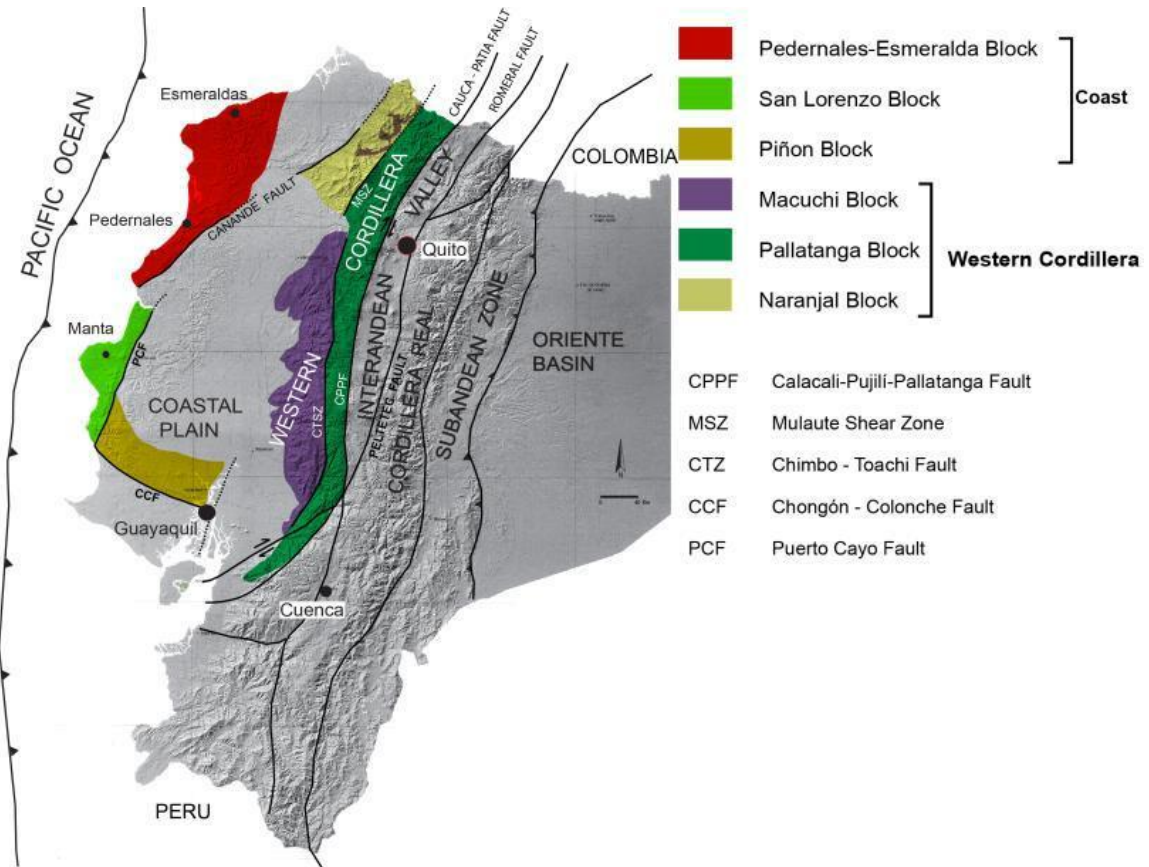


Figura 2-5. Bloques de la Cordillera Occidental (Vallejo et al., 2009).

2.3.1.3 El Valle Interandino

Consiste en un valle topográficamente bajo que se encuentra entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Real, este se formó por el desplazamiento hacia el norte del bloque Andino con respecto a la placa sudamericana, se encuentra relleno por sedimentos volcánicos debido a la evolución geodinámica de los Andes durante el neógeno. Se produjo la formación individual de subcuencas durante el mioceno tardío, desde la cuenca del Chota ubicada al norte hacia el sur en las cuencas de Quito-Guayllabamba, Ambato-Latacunga y Riobamba-Alausí, los sedimentos que las conforman son de abanicos aluviales, fluviales, lacustres y depósitos volcánicos contemporáneos (Winkler, et al., 2005.).

2.3.1.4 Cordillera Real

La Cordillera Real presenta una dirección Norte – Sur la cual se encuentra al este del Valle Interandino (Aspden y Litherland, 1992), su basamento está comprendido por rocas metamórficas. Según Litherland et al. (1994) está conformada por cinco terrenos, de Oeste a Este estos son:

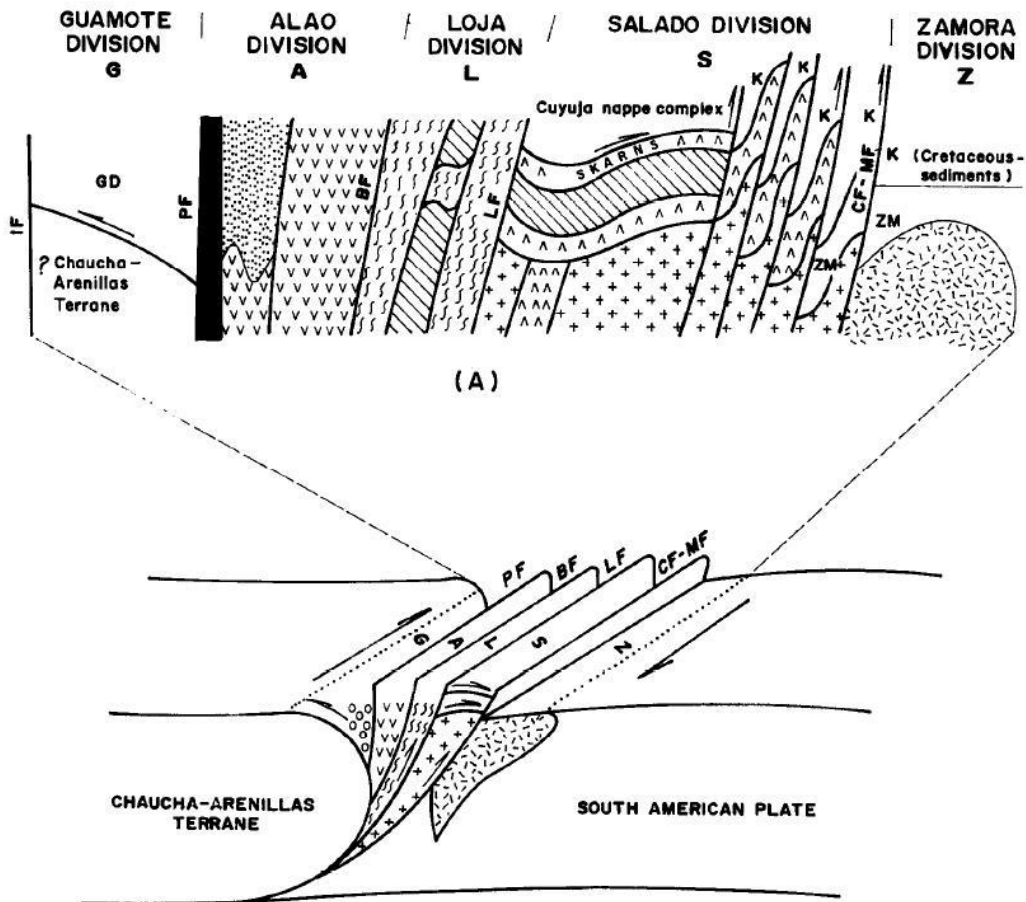


Figura 2-6. Terrenos de la Cordillera Real (Aspden y Litherland, et al., 1992)

El Terreno Guamote, formado por cuarcitas intercaladas por filitas y pizarras, se encuentra separado por la falla Peltetec del Terreno Alao, el cual se subdivide en las secuencias ofiolítica - Peltetec, las turbiditas - Maguazo y rocas verdes de Alao-Paute, separando a este se encuentra la falla de Baños del Terreno Loja, siendo uno de los más antiguos y está conformado por granitos tipo S - Tres Lagunas, los esquistos y semipelitas, migmatitas – Sabanilla. Entre el Terreno Loja y el Terreno Salado se encuentra la falla Llanganates presentándose como un límite entre estos, el terreno Salado está constituido por: metasedimentos de origen volcánico y metandesitas de afinidad calco-alcalina, la unidad Upano de secuencia volcánico

sedimentaria y grawaca, la unidad Azafrán plutonios jurásicos de texturas gneísicas y miloníticas, las Napas de Cuyuja con una extensión de 80 km de largo y 15 km de ancho aproximadamente y Cerro Hermoso comprende rocas jurásicas carbonatadas. El Terreno Zamora subdividido en los batolitos jurásicos no deformados de afinidad calco alcalina de Abitagua, los volcánicos del arco Misahuallí, teniendo este como límite con el Terreno Salado a la falla subandina (Aspden et al., 1992)

2.3.1.5 Zona Subandina

La zona Subandina es una cuenca de `Foreland´ situada al pie y al este de la Cordillera Real, registrando una actividad volcano-sismo-tectónica muy intensa (Hall, 1977) reflejada en fallas inversas, es decir con orientación N-S a NNE-NNO, las cuales buzan al Occidente con ángulos altos (Rivadeneira y Baby, 2004), haciendo hace que en la zona se tenga características de una tectónica transpresiva con movimientos dextrales (Díaz et al., 2004). Se conoce que esta zona se levantó principalmente durante el Plioceno y posiblemente en el periodo cuaternario (Bès de Berc et al., 2004).

Se divide de Norte a Sur en tres unidades morfo-tectónicas:

El Levantamiento del Napo ubicado al nororiente de la zona subandina, la Depresión del Pastaza formada por un cono aluvial que se desarrolla hacia la Cuenca Marañón en el Perú, y la Cordillera Cutucú ubicada en el suroriente.

La zona subandina se caracteriza por la presencia de fallas en colas de caballo, la litología característica de la zona presenta procesos relacionados con la presencia de un rift Triásico, cuencas marinas y la skarnificación de la Cordillera de Nambija y mineralizaciones asociadas. Las unidades presentes en la zona sub andina según Litherland et al., (2004) y Aspen y Litherland (1992), son:

- Unidad Zamora: batolitos calco-alcalinos y granitoides.
- Unidad Misahuallí: son lavas y piroclastos calco-alcalinos.
- Formación Isimanchi: son volcano-sedimentos, mármoles y filitas
- Formación Piuntza: son meta-volcánicos y rocas sedimentarias

2.3.1.6 Cuenca Oriente

La Cuenca Oriente se desarrolla como resultado de esfuerzos transpresivos del Cretácico Tardío lo cual provocó la elevación de Cordillera Real y la formación de la

cuenca Oriente, se encuentra ubicada en el trasarco de la zona andina. La deformación y estructuración resultan de la inversión tectónica de antiguas fallas normales ligadas a un sistema rift de edad Triásico y/o Jurásico Inferior. Estas fallas son caracterizadas como inversas con fuertes buzamientos con orientación N-S o NNE-SSO (Baby et al., 1998)

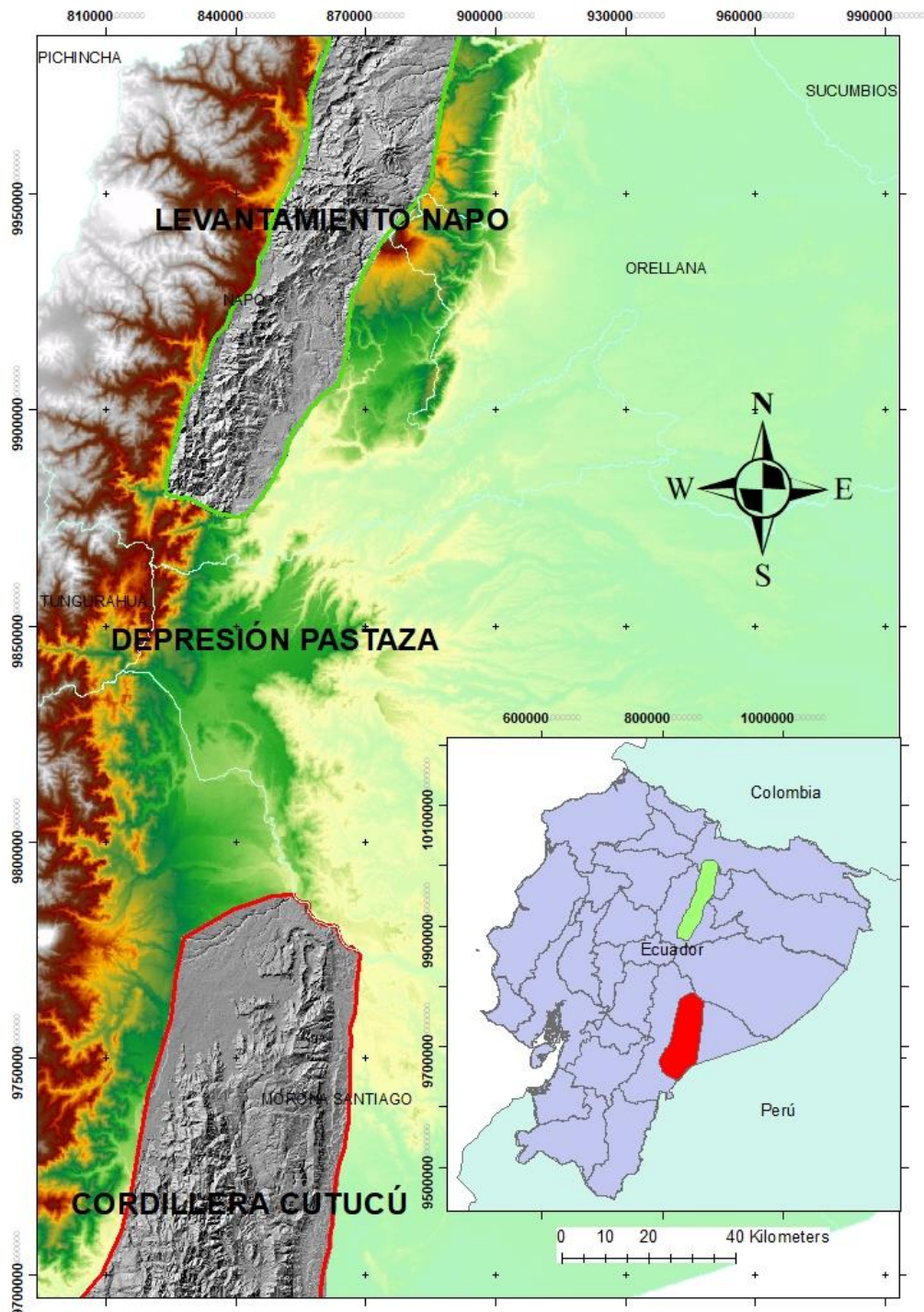


Figura 2-7. Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente (Arteaga, 2019)

2.3.2 Geología Local del Levantamiento Napo

La zona de estudio en la parte norte se encuentra abastecida por la Cordillera Real y los edificios volcánicos como el Reventador y Sumaco, por lo que se distinguen principalmente dos clases de litologías que son:

1) Rocas metamórficas de la cordillera Real

2) Rocas sedimentarias en la parte baja de la cuenca en menor proporción.

Adicionalmente se encuentran depósitos cuaternarios del tipo: aluvial, coluvial y glaciares provenientes de los edificios volcánicos aportantes.

El mapa geológico de la zona subandina norte se observa en la figura

Las litologías del Levantamiento Napo se indican en el mapa geológico de la figura 3-8 y las de la Cordillera Cutucú en la figura 3-9.

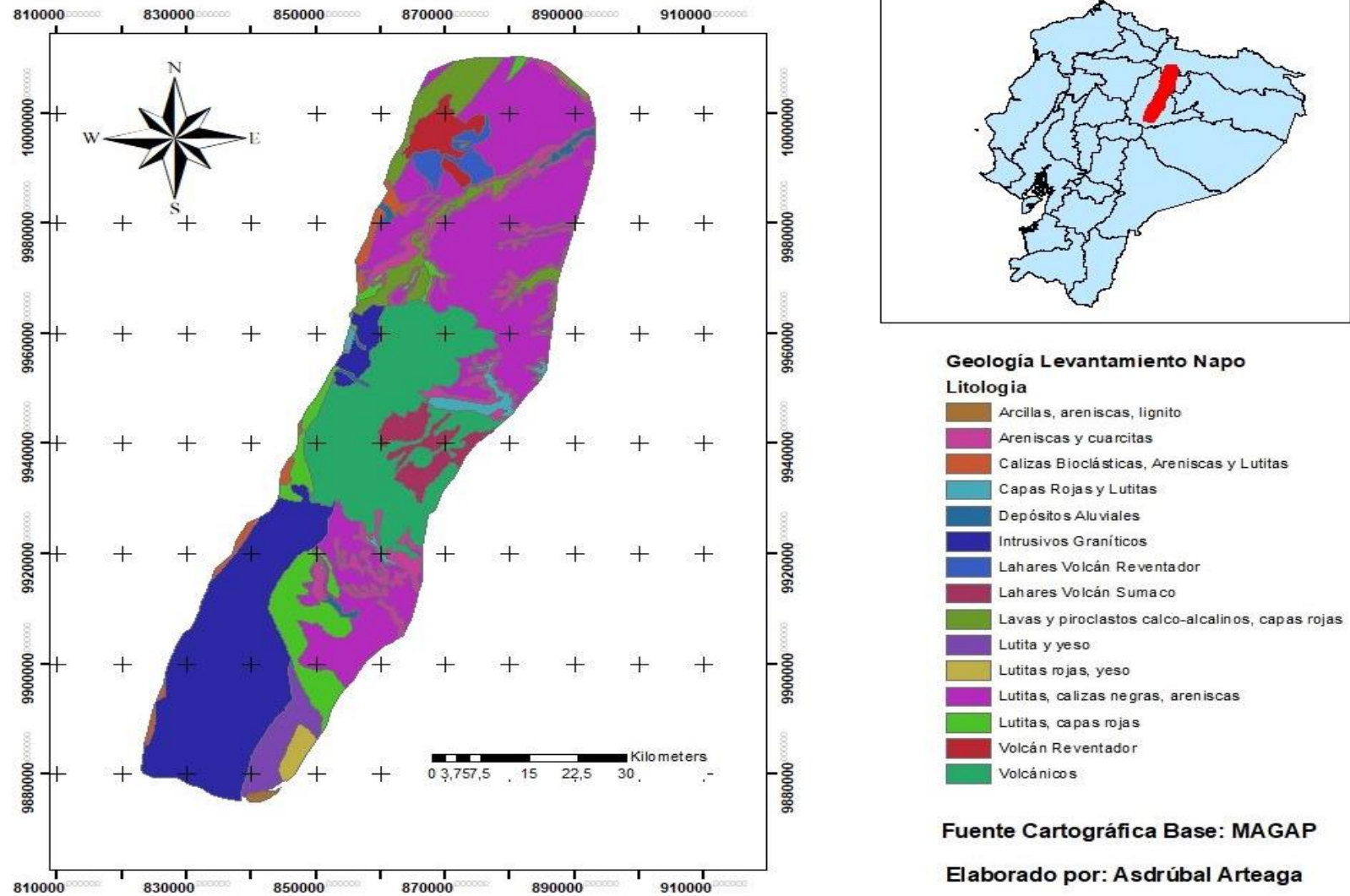


Figura 2-8. Mapa Geológico del Levantamiento Napo.

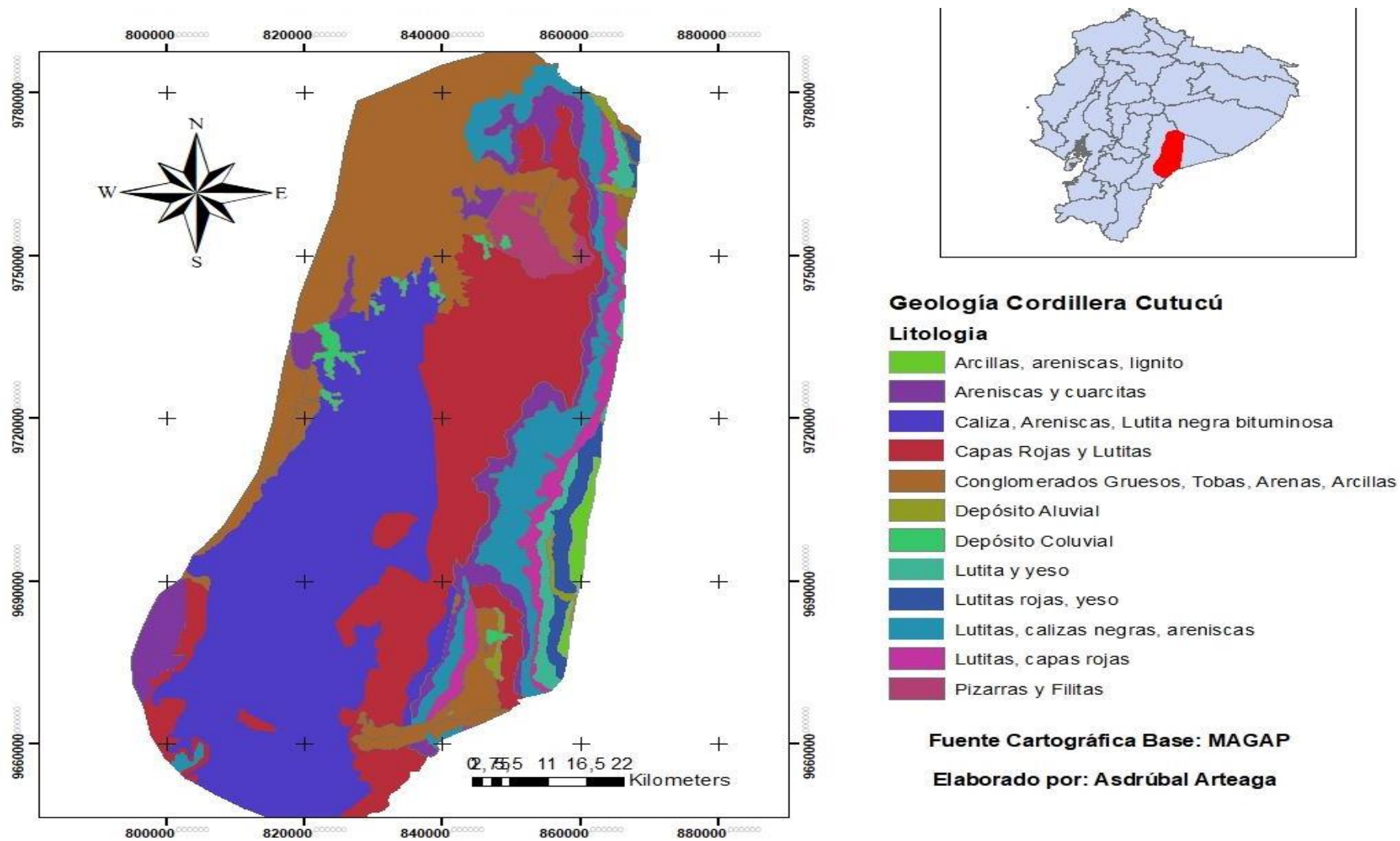


Figura 2-9. Geológico de la Cordillera Cutucú.

2.3.2.1 Levantamiento Napo

El Levantamiento Napo es un levantamiento tectónico, limitado al Este y al Oeste por fallas transpresivas, donde afloran esencialmente las formaciones sedimentarias cretácicas y terciarias de la Cuenca Oriente (Baby et al., 1998). El substrato del Cretácico está constituido por la formación Misahuallí (depósitos volcánicos de edad Jurásico Medio a Superior) en la parte central y por el granito de Abitagua (de la misma edad) en el borde occidental.

El borde Oriental del Levantamiento Napo o frente subandino, está constituido por una estructura compresiva, tipo estructura en flor positiva (Harding, 1985 y Baby et al., 1998).

El borde Occidental del Levantamiento Napo está deformado por fallas de rumbo que limitan un bloque compuesto de un substrato granítico (Batolito de Abitagua) y de una cobertura de sedimentos mesozoicos levemente metamorfizados. A lo largo de la falla de rumbo que limita el Batolito de Abitagua de la parte Este de la Zona Subandina, se encuentran los volcanes Reventador, Pan de Azúcar y Sumaco (Baby et al., 1998)

2.3.2.2 Depresión Pastaza

Ubicada en la Zona subandina del Ecuador entre el Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú, es una depresión axial, la cual toma su nombre por el río Pastaza, el mismo que atraviesa la cordillera Real a lo largo de un valle profundo y angosto (>2000m). Sus afluentes forman una red de drenaje de espaldera, a lo largo de este alcance, el río Pastaza exhibe un canal bajo y su ancho nunca excede los 100 m. A lo largo de la zona subandina, el valle del Río Pastaza se vuelve mucho más ancho y poco profundo exhibiendo terrazas degradacionales (Bès de Berc et al., 2005). El valle se profundiza y se estrecha donde cruza el frente Subandino adquiriendo un patrón serpenteante, luego tiende a ensancharse en la llanura amazónica mientras que la pendiente disminuye aguas abajo, la parte superior posee una pendiente mayor al de las otras partes del valle. Allí, el Río Pastaza, aunque claramente individualizado, exhibe un patrón multicanal con un alto parámetro de trenzado y un ancho de aproximadamente

2.5 km. La parte central tiene una pendiente menor a cualquier parte del río. El ancho del canal es de alrededor de 450 m. La parte inferior del Río Pastaza consiste en una gran llanura de inundación hecha de aguas abiertas y áreas cubiertas de bosques con una pendiente mayor a la de la parte central y menor a la de su parte superior. En esta parte, el Río Pastaza exhibe un patrón de ríos anastomosado (Bernal et al., 2012).

Presenta depósitos de piedemonte de Pleistoceno Superior (Formación Mera) los cuales formaron el origen del megafan de Mera (Tschopp 1953; Baby et al. 1999; Bes de Berc et al. 2005). La parte activa del megafan se encuentra en el lado sur oeste, incluidos los afluentes de la margen izquierda del río Morona-Santiago, la parte inferior del río Pastaza y los afluentes de la margen derecha de los Ríos Tigre. y Corrientes (Bernal et al, 2013)

2.3.2.3 Levantamiento Cutucú

Se encuentra ubicado en la zona meridional Subandina y se eleva hasta casi 2000 m y se prolonga hasta el Sur en la Cordillera del Cóndor. Corresponde a un gran anticlinal de dirección NNE-SSW (Faucher y Savoyat, 1973), donde afloran esencialmente formaciones Jurásicas (Santiago y Chapiza) (Rivadeneira y Baby, 1999).

Rivadeneira y Baby (1999) interpretan, en base a estudios de campo y foto-interpretaciones, una gran estructura en flor hacia el Sur, donde el frente subandino corresponde con un sistema de corrimientos con vergencia Oeste, relacionados con una cuña intercutánea profunda con vergencia Este. Hacia el Norte, este sistema de retrocorrimientos cabalga el borde Este de la estructura en flor del Levantamiento Cutucú (Rivadeneira y Baby, 1999). Actividad Tectónica Local

2.3.2.4 Estructura y tectónica

El Levantamiento Napo, es un mega-anticlinal de eje N25°E que involucra formaciones sedimentarias mesozoicas-cenozoicas, limitado al oeste por una serie de cabalgamientos, con buzamientos al W-NW, que forman un contacto tectónico con las unidades metamórficas paleozoicas de la Cordillera Real (Mariño., 2015).

Debido a que las zonas de estudio se encuentran entre la Cordillera Real y la cuenca oriente, dichas zonas tendrían una actividad geomorfológica muy activa con heterogeneidad en sus litologías. En la zona de estudio se encuentran varias fallas una de ellas es la falla del Abra la cual se orienta con un rumbo N40°E y pasa a través del pie occidental del volcán El Reventador. Esta falla tiene una expresión superficial de al menos 180 km de largo como ha sido identificada en las imágenes Landsat. Otra falla que podemos encontrar al este del volcán El Reventador con un rumbo paralelo al de fallas anteriores es conocida como falla del río Quijos, todas estas fallas son consideradas fallas inversas (Hall, 2002).

En las Figuras se aprecian las fallas y pliegues cuaternarios de nuestra zona de estudio modificado de Egüez, (2003).

2.3.3 Actividad Volcánica

2.3.3.1 Volcanismo Cuaternario del Ecuador

La cordillera de los Andes Ecuatorianos se encuentra formada por dos cordilleras montañosas paralelas: Cordillera Occidental y Cordillera Oriental o Real, las cuales están separadas por una depresión estructural conocida como Depresión Interandina (Hall et al., 2008).

Las dos cordilleras tienen elevaciones promedio de 3500 ± 4000 m sobre el nivel del mar, mientras que el Valle Interandino tiene una elevación promedio entre 2000 ± 3000 m.

La actividad volcánica cuaternaria en los Andes Ecuatorianos ha ocurrido desde el Pleistoceno Tardío hasta el presente (Hall, 1977; Hall & Beate, 1991; Hall, 2008), a lo largo de los 84 centros volcánicos contabilizados entre extintos, potencialmente activos y en erupción (Bernard & Andrade, 2011). Los centros volcánicos se encuentran agrupados según sus características fisiográficas en: Cordillera Occidental, Valle Interandino, Cordillera Real y Tras-arco (Hall et al., 2008).

La subducción de la cordillera asísmica de Carnegie es la causante del volcanismo en el Ecuador, manifestándose en cada uno de los cuatro grupos volcánicos,

que cuentan con características morfológicas distintas, estilos eruptivos diferentes y una diversidad petrográfica y química (Hall et al., 2008).

2.3.4 Actividad Sísmica

Los terremotos se presentan como uno de los peligros más notables dentro de los fenómenos naturales, pues causan deterioros en infraestructuras, impacto psicológico en la sociedad y varios efectos secundarios.

Debido a los terremotos, el peligro sísmico con mayor relevancia es el movimiento del terreno, mientras que peligros sísmicos como el Peligro estructural, Licuefacción, Inundaciones, Riesgos vitales, Tsunamis y Seiche son secundarios (Kramer, 1996)

2.3.4.1 Mapas de peligrosidad sísmica

En el Ecuador actualmente por medio de tecnologías informáticas modernas se han reunido los últimos conocimientos de la tectónica local con lo cual se ha permitido categorizar de mejor manera el peligro sísmico en las distintas regiones del país y lograr mayor compatibilidad del peligro sísmico de Ecuador con los mapas de países vecinos.

Con el paso del tiempo se han ido recopilando trabajos anteriores y con los cuales se trata de uniformizar los mapas de peligro sísmico a nivel regional, como los presentes en el Programa de Evaluación de Riesgo Sísmico Global, con sus siglas del inglés GSHAP (2007), con su Proyecto Piloto de Monitoreo de Terremotos y Evaluación de riesgos Sísmicos (PILOTO) y que se unió a la iniciativa del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), los cuales como resultado obtuvieron una cantidad importante de mapas, donde uniformizaron la sismicidad de Ecuador, América Latina y el mundo; del cual se extrajo el mapa (figura 3-10) resultante para la zona de Ecuador (GSHAP, 2007).

En trabajos diferentes de peligrosidad sísmica se evidencian resultados como los de Lara y Lindao (2000), el cual se muestra en la figura 3-11.

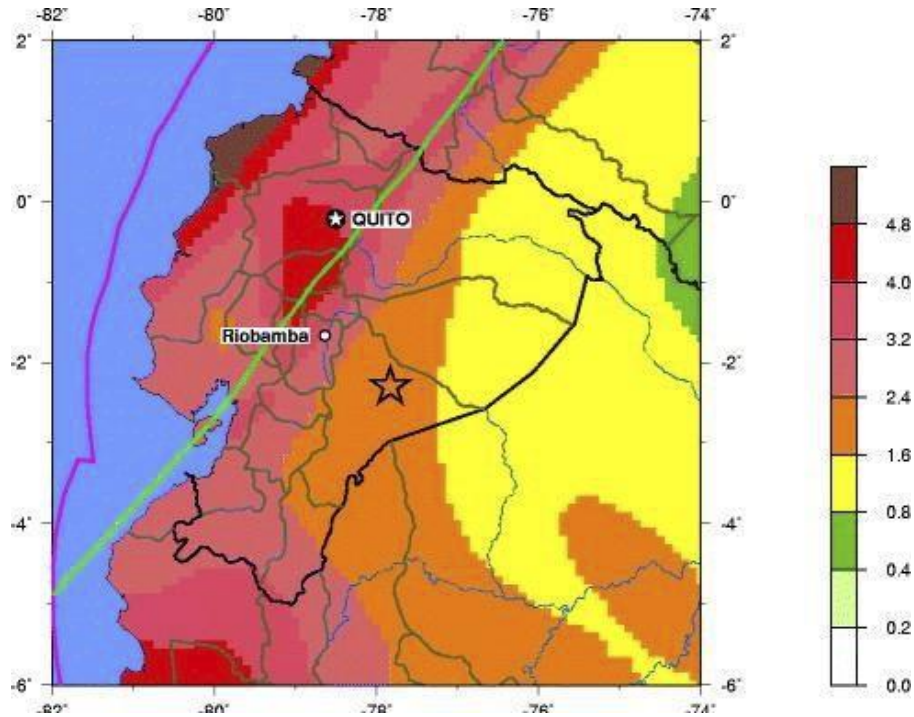


Figura 2-10. Mapa de Peligro sísmico para la Región de Ecuador; 2007 11 16 03:1300 UTC 2.302S 77.83W.

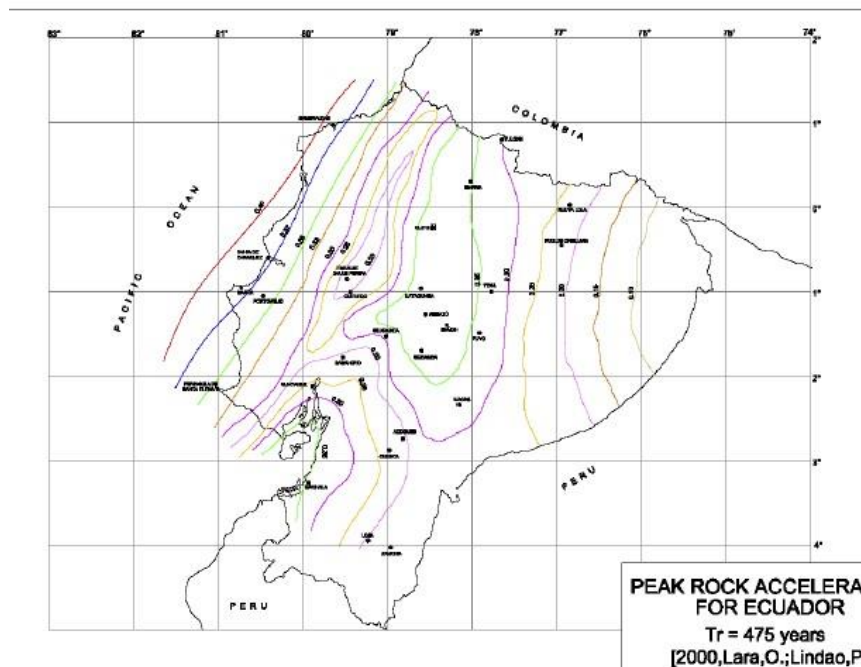


Figura 2-11. Mapa de Peligro sísmico según Lara y Lindao (2000) Fuente: Sísmica para el proyecto de amenaza sísmica para el complejo refinador y petroquímico del pacífico ecuatoriano.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Geomorfología Fluvial

La geomorfología fluvial estudia las geoformas resultantes de la acción de los cursos de agua superficiales sobre las rocas expuestas en superficie en función de dos procesos: la erosión del terreno como resultado de la abrasión y la deposición de los sedimentos en la misma. La combinación de ambos constituye el mecanismo que da forma a los canales y mantiene las redes fluviales en su totalidad (Burbank y Anderson, 2012).

Esencialmente los ríos son agentes de erosión y transporte, que suministran a los océanos agua y sedimentos procedentes del continente. A pesar de que <0,005% del agua continental se encuentra en los ríos en un momento determinado, el flujo del agua es una de las fuerzas más importantes que operan en la superficie terrestre (Knighton, 1998)

La morfogenética fluvial es controlada por la energía que produce la velocidad del flujo del cauce y de ella depende la capacidad de erosión y transporte fluvial, de esta manera los cursos de agua corren a través del paisaje por rutas de máxima eficiencia acomodándose a las restricciones locales, formando y manteniendo los canales fluviales en toda su complejidad y diversidad (Knighton, 1998).

Los ríos son los principales agentes modeladores de la superficie, especialmente en su curso medio e inferior son capaces de:

- 1) efectuar incisión vertical de los lechos y también erosión lateral
- 2) transportar sedimentos de distinto tamaño
- 3) producir formas de acumulación

La velocidad de escorrentía en el cauce dependerá de factores como la pendiente del cauce (ya que su variación aumentará o disminuirá la velocidad del flujo de agua) y la rugosidad del cauce de fondo (por cuanto más rugoso sea más resistencia ofrece al desplazamiento del fluido) (Díaz et al., 2012).

3.1.1 Sistema Fluvial

Se define al sistema fluvial como el espacio formado por la zona fluvial, el sistema hídrico y la zona inmune. Todo sistema se puede definir como una combinación significativa de cosas que forman un conjunto, con conexiones e interrelaciones entre ellos. En el caso de sistema fluvial no solo implica a los canales fluviales, sino también al conjunto de redes de drenaje, zonas de sedimentación de abanicos aluviales y deltas, escorrentías y sedimentos de ladera (Kondolf & Piégay, 2016).

Schumm (1997) menciona que este sistema sufre variantes relacionadas con el tiempo, debido a la actividad de procesos erosivos, de sedimentación, a los cambios climáticos, alteraciones del nivel de base, actividad tectónica y actividades antrópicas que dificultan el planteamiento de predicciones debido a su gran variabilidad, este se constituye de tres zonas: (Figura 2-1).

Zona 1: corresponde al área superior de la cuenca, en esta área constituye el área de producción de escorrentía y sedimentos.

Zona 2: es el sector de la transferencia de material proveniente de la Zona 1.

Zona 3: es el área donde se produce la sedimentación (abanicos aluviales, deltas, llanuras de inundación).

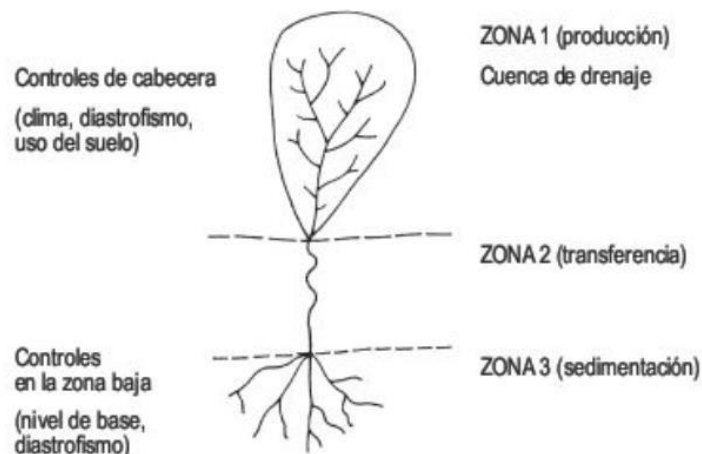


Figura 3-1 Sistema Fluvial Idealizado (Schumm, 1997)

3.2 Cuenca Hidrográfica

Se conoce como cuenca hidrográfica al territorio limitado por la Línea Divisoria de Aguas, formado por un sistema hídrico que conduce a un río principal, lago o mar, en la que se produce una interacción entre los recursos naturales, y la actividad antrópica que se desarrolla en ese lugar, misma que genera efectos tanto positivos como negativos para el bienestar humano (Ramakrishna, 1997)

Según la relación de la cuenca hidrográfica con el relieve y la forma del terreno, la cuenca hidrográfica se divide en 3 partes (Londoño, 2001):

- 1) Cuenca Alta con relieves accidentados que forman montañas y laderas, (en esta zona predomina la socavación del suelo y existe mayor grado de erosión).
- 2) Cuenca Media con relieves ondulados de baja pendiente que forman los valles; (en esta zona hay un aproximadamente un equilibrio entre el material solido que llegue de la corriente con el material que sale y hay un grado medio – bajo de erosión).
- 3) Cuenca Baja a esta zona se le denomina cauce, aquí discurre el río principal y sus afluentes sobre relieves planos donde el río posee muy baja energía por lo que el material se deposita).



Figura 3-2. Partes de una Cuenca
(World Vision, 2004)

3.2.1 La cuenca hidrográfica como sistema

Es necesario conocer ciertos aspectos de la cuenca para entenderla como sistema hidrográfico (Llerena, 2003).

- Contiene diversas entradas y salidas permanentes de agua, por ejemplo, si se permite cuantificar el ingreso de una cantidad de agua por medio de la precipitación; debe existir una cantidad saliente de la cuenca, ya sea por medio de su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua.
- Dentro de la cuenca hidrográfica se producen *interacciones entre sus elementos*, por ejemplo, si existe deforestación en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas.
- En la cuenca hidrográfica existen interrelaciones multidisciplinarias, por ejemplo, la degradación del agua (como recurso) está directamente relacionada con la falta de educación ambiental, la falta de aplicación de leyes, las tecnologías inapropiadas, entre otros.

3.3 Morfometría de una Cuenca Hidrográfica

Para el estudio y determinación de los parámetros morfométricos es necesaria la información cartográfica de la topografía, del uso del suelo y de la permeabilidad regional en estudio (MAG, Care, FORGAES, & UE, 2017).

Las principales características morfométricas que pueden ser calculadas son: área, longitud, ancho de la cuenca, perímetro, longitud total de cauces, pendiente promedia de la cuenca, curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas, altura, elevación media, factor de forma, índice de compacidad o Gravelius, densidad de drenaje, perfiles longitudinales de los cauces principales e índice de gradiente del perfil longitudinal (Cardona, 2016)

3.3.1 Área de la Cuenca. (A)

Es el área plana en proyección horizontal encerrada por su divisoria. Cuando el tamaño de una cuenca es muy grande, se considera necesario dividirla en subcuencas o subsistemas dependiendo del estudio (Cardona, 2016)

Tabla 3-1

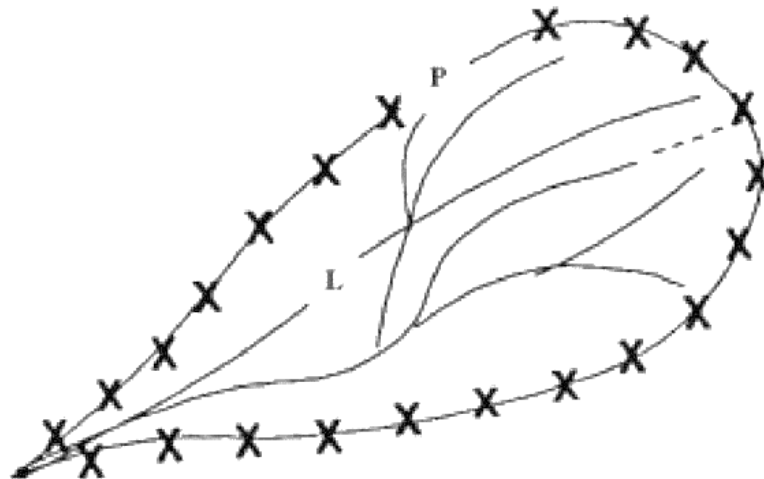
Clasificación del tamaño de cuenca según su área

Tamaño de la cuenca (Km²)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 a 50	Pequeña
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2,500	Intermedia-grande
2,500 a 5,000	Grande
> 5,000	Muy grande

(Fuente: Aranda, 1983)

3.3.2 Longitud, perímetro y ancho

Camino et al. (2018) señalan que la longitud (L), corresponde a la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca (Figura 3).



*Figura 3-3. Longitud y Perímetro de una Cuenca.
(Castillo, 2006)*

El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W.

De forma que:

$$w = \frac{A}{L}$$

Ecuación 3-1

3.3.3 Parámetros de forma

La forma de una cuenca tiene importante influencia sobre los escurrimientos de la cuenca, en el caso de que sea de forma alargada el agua discurre por un solo cauce principal, mientras que si la cuenca es de forma ovalada los escurrimientos también ocurren en cauces secundarios hasta llegar a uno principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior (Ochoa, 2011).

3.3.4 Coeficiente de Sinuosidad (S)

Es la relación entre la longitud del cauce principal (L_c) y la línea recta entre el inicio y el final de su cauce (Díaz Rivero, Valdés Moreira, y Zubiaur Chapman, 2012). Es adimensional (Llamas, 1989)

$$S = \frac{L_c}{L_d}$$

Ecuación 3-2

Tabla 3-2

Valores de coeficiente de sinuosidad (S).

Tipo de canal	Índice de sinuosidad
Canal rectilíneo	1 – 1,2
Canal transicional	1,2 – 1,5
Canal regular	1,5 – 1,7
Canal irregular	1,7 – 2,1
Canal tortuoso	> 2,1

Fuente: (Schumm, 1963)

3.3.5 Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius. (Kc)

Está definido como la relación entre el perímetro (P) real de la cuenca y el perímetro de una circunferencia que aproximadamente contenga un área similar a la de la cuenca hidrográfica (Díaz et al., 1999).

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Ecuación 3-3}$$

Donde:

P: perímetro de la cuenca (km)
A: área de drenaje de la cuenca (km²)

El valor de esta expresión siempre es mayor que 1, y aumenta con la irregularidad de la cuenca. Mientras más acerque el valor a 1 hay mayor tendencia a las crecientes, es decir mayor concentración de agua (Monsalve, 1995).

Tabla 3-3

Formas de la cuenca según su valor de Kc.

VALORES DE K _c	FORMA
1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Camino et al., 2018)

3.3.6 Factor de forma de Horton (Kf)

Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca. Ha sido usado frecuentemente como indicador de la forma del hidrograma Unitario (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006)

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad \text{Ecuación 3-4}$$

Donde: L: longitud la cuenca medida desde la salida hasta el límite, cerca de la cabecera del cauce principal, a lo largo de una línea recta (km)

A: área de drenaje de la cuenca (km²)

Una cuenca con un factor de forma bajo, muestra menor cantidad de crecientes en comparación al que presenta la misma área y contiene mayor factor de forma.

Los factores geológicos modelan la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas (Ordoñez, 2011).

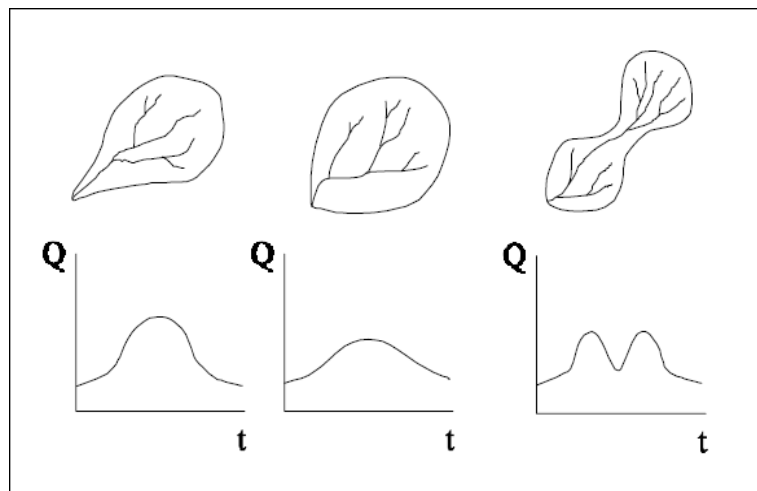


Figura 3-4. Hidrográficas según la forma de la cuenca.
(Villegas, 2013)

3.3.7 Relación de Elongación (Re)

Shumm (1977), define como el cociente entre el diámetro de un círculo con la misma superficie de la cuenca y la longitud máxima, o como la más grande dimensión de la cuenca, a lo largo de una línea recta desde la salida hasta el límite extremo de la línea divisoria, paralela al río principal (Díaz et al., 1999)

$$R=1.128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

Ecuación 3-5

Donde:

Re = relación de elongación (adimensional)

L = longitud de la cuenca (km)

A = área de la cuenca (km²)

La Re se acerca a la unidad cuando la cuenca es plana; para cuencas con relieve pronunciado, el valor está entre 0.6 y 0.8 (Díaz Delgado, Mamadou Bâ, Iturbe Posadas, Esteller, & Reyna Sáenz, 1999)

3.3.8 Parámetros que caracterizan el relieve de la cuenca

El relieve de una cuenca presenta gran influencia sobre la respuesta hidrológica en una determinada zona. Se sabe que una cuenca, mientras posea mayores pendientes tendrá una menor duración de la concentración de escorrentía en la red de drenaje y afluentes al curso principal (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2011)

Los parámetros de relieve más representativos son:

3.3.8.1 Nivel de Pendiente

Indica el tipo de terreno en una zona o región

Tabla 3-4

Valores para tipos de terreno según valor de pendiente en porcentaje.

Pendiente en porcentaje	Tipo de terrenos
2	Llano
5	Suave
10	Accidente medio
15	Accidentado
25	Fuertemente accidentado
50	Escarpado
Mayor a 50	Muy escarpado

Fuente: (Saavedra, 2001)

3.3.8.2 Curvas Hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica de la variación de elevación de los terrenos de la cuenca y relaciona el valor de las cotas del terreno con las superficies correspondientes. Para generarla es necesario reclasificar el modelo de elevación digital del terreno, según los intervalos deseados y calcular el área en cada rango (Racca, 2007)

Según Strahler (1964), la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando $R_h = 1$, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico, así es como Racca (2007) lo cita en su artículo.

En la Figura 2-5 se muestran tres curvas hipsométricas correspondientes a cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.

La curva superior (A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva inferior (C) es típica de una cuenca sedimentaria, representando distintas fases en el desarrollo de un río:

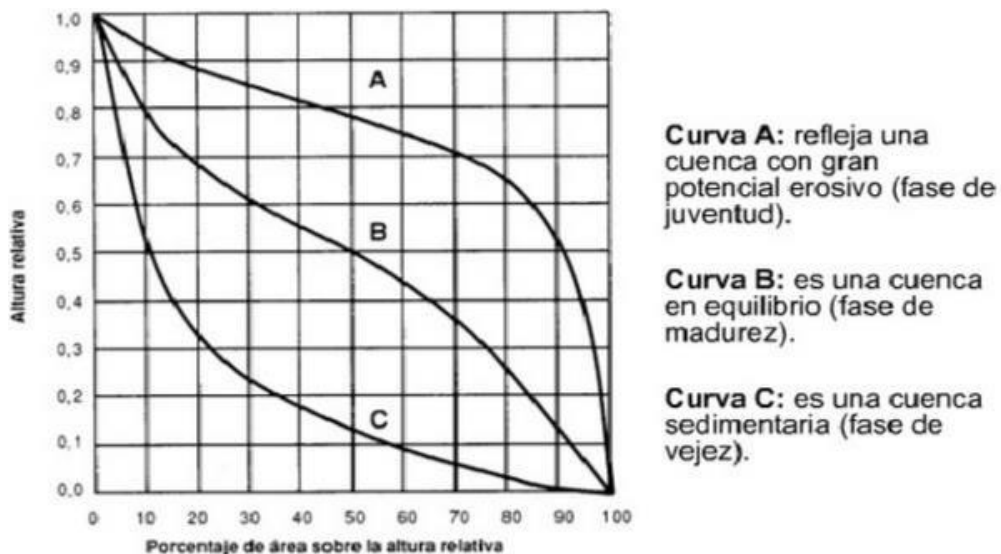


Figura 3-5. Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión según Strahler (Llamas, 1989)

Scheidegger (1987) refuta esta clasificación indicando que el levantamiento tectónico es un proceso continuo y que, a lo largo de la evolución de la cuenca, hay una tendencia a equilibrar las fuerzas antagónicas de construcción tectónica y degradación por

erosión; atribuyendo las diversas formas de la curva hipsométrica a los niveles de actividad de los procesos citados, así, la curva A correspondería a una alta actividad, la curva B a una actividad media y la curva C a una actividad baja por lo tanto el nivel de actividad no tendría relación con la edad de la cuenca (Plata, 2008).

3.3.8.3 Altura media de la cuenca

La altura media, es la elevación promedia referida al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca (ArcGis, 2012)

3.3.8.4 Pendiente media de la cuenca

La pendiente media constituye un elemento importante en el efecto que provoca el agua al caer a una superficie, por la velocidad que adquiere y la erosión que produce. Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca en las que la línea de máxima pendiente se mantiene constante (Ibáñez et al., 2011)

3.3.8.5 Coeficiente de rugosidad (R_a)

Es la relación entre el desnivel de la cuenca y la densidad del drenaje, es adimensional y determina el grado de resistencia que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido (Gaspari et al., 2012), mientras sea mayor, más dificultad tendrá el agua para desplazarse $R_a = \frac{H}{Dd}$

3.3.8.6 Perfil altimétrico del cauce principal.

Es representado por la gráfica de altura vs la longitud a lo largo del río principal. Esta información es necesaria para obtener rasgos generales de la variación del caudal con el tiempo (Campus Colunche, Elías Portocarrero y Cervera Cieza, 2015)

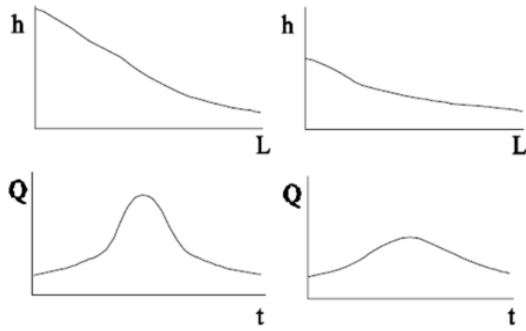


Figura 3-6. Relación entre perfiles longitudinales de ríos y caudales (Campus et al., 2015)

3.3.8.7 Índice de gradiente del perfil longitudinal del río (SL)

Según Hack (1973), con el índice de gradiente podemos identificar anomalías morfológicas a lo largo de un perfil de un cauce, el cual tiene una correlación muy fuerte entre litología, deslizamientos y tectónica, presentes en el área de la corriente de drenaje; este índice se calcula mediante la ecuación 2-6, donde ΔH es la diferencia de elevación entre los extremos de un rango, ΔL es la longitud del rango y L representa a la longitud del río desde su cabecera hasta su parte más baja.

$$SL = \frac{\Delta H}{\Delta L} * L$$

Ecuación 3-6

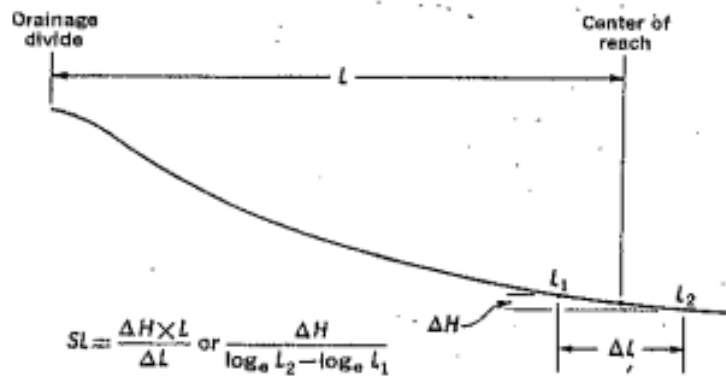


Figura 3-7. Parámetros usados para el índice de gradiente SL.

3.3.8.8 Índices de Concavidad e Inclinación

El índice de concavidad es el parámetro que permite la estimación del grado de curvatura del perfil longitudinal (Garzón, Ortega-Becerril, & Garrote, 2008).

Para el análisis de las redes fluviales utilizando DEMs es necesario usar la ecuación $S = k_s A^{-\theta}$ (Burbank & Anderson, 2012), la cual se basa en la ecuación 2-7, donde K_s es el índice de inclinación de forma similar a $(U/k)1/n$ dado por Whipple et al. (1999). El índice de inclinación en relación con U/K tiene sentido intuitivo: para cualquier cuenca dada, se espera que la inclinación del canal se incremente para las tasas de elevación más altas como se muestra en la figura 2-7 ejemplo tomado de Burbank and Anderson (2012) o reducirse para rocas con mayor debilidad o el aumento de lluvia. Sin embargo, esta suposición no sería la acertada en ciertos casos.

Al observar los perfiles en la figura 2-8, a simple vista se infiere que el perfil B tiene una mayor concavidad, no obstante, los dos perfiles tienen concavidades idénticas, pero diferentes índices de inclinación (Burbank & Anderson, 2012)

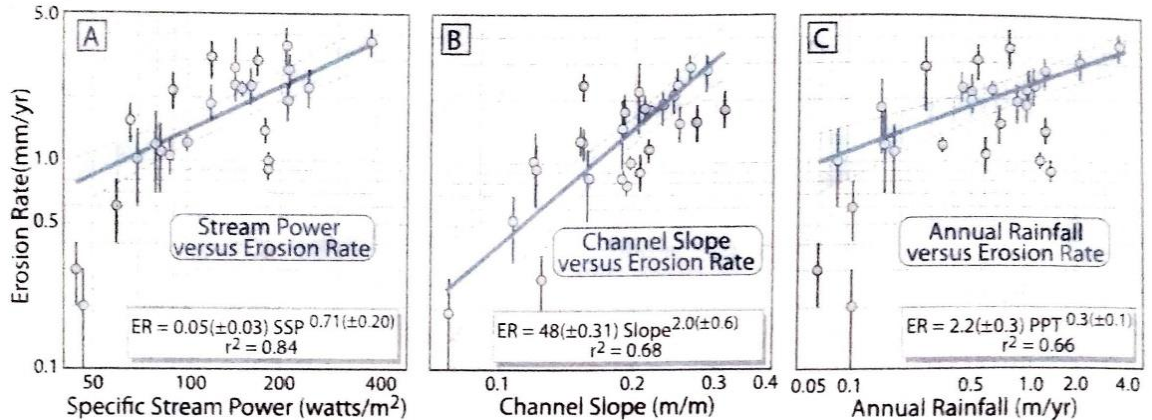


Figura 3-8. Tasas de erosión del Himalaya en función de la potencia del arroyo, la pendiente del canal y la lluvia (Burbank y Anderson, 2012)

Al usar la ecuación 1-2 se desprecia la función de la litología, geometría del canal y la variabilidad de los sedimentos como una razonable influencia para el cálculo del índice de inclinación, por lo tanto, los cambios en k_s serán ciertamente por la variación de los levantamientos (Tyagi et al., 2009)

El coeficiente de inclinación se toma como indicador de altas tasas de elevación y este permanecería constante para los arroyos presentes en este estudio, sin embargo, existirán cambios en el índice de inclinación a causa de la afectación dada en las bases de las cuencas por el tectonismo activo y estas sean sometidas a levantamientos en segmentos sucesivos a lo largo de un cauce. Se considera que la pendiente del canal es inversamente proporcional al área de drenaje de una cuenca, por lo tanto, cuando el área de drenaje incrementa, la pendiente del río decrece, debido a esto se observa que en áreas que experimentan levantamientos la razón de proporción entre el área de drenaje y la pendiente no se mantiene. En las áreas en donde existen levantamientos fuertes la sobre inclinación en los perfiles de ríos debería ocurrir y esto se muestra en el coeficiente de inclinación (Tyagi et al., 2009)

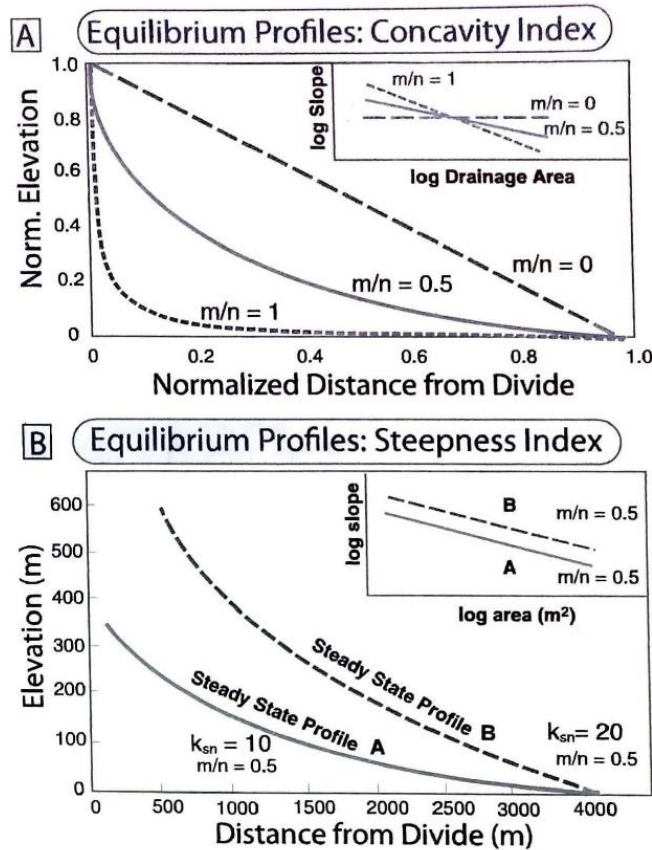


Figura 3-9. Concavidad e inclinación de un canal (Burbank y Anderson, 2012)

3.3.9 Parámetros que caracterizan el Drenaje

Las características de una red de drenaje pueden describirse de acuerdo con el orden de las corrientes, longitud de tributarios, densidad de corriente y densidad de drenaje (Cardona, 2016)

Los principales parámetros de drenaje son:

3.3.9.1 Jerarquización de la red fluvial u "orden" de los cauces.

Permite conocer el desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. El orden se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton (1945) y el de Strahler (1952).

3.3.9.2 Densidad de drenaje (Dd)

Relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas (Horton, 1932).

$$Dd = \frac{\text{Longitud corrientes (Km)}}{\text{Área cuenca (Km}^2\text{)}} \quad \text{Ecuación 3-7}$$

La densidad de drenaje usualmente toma valores entre 0.5 km/km² para cuencas con poco drenaje hasta 3.5 km/km² para cuencas excepcionalmente bien drenadas (Monsalve, 1995).

Sin evaluar otros factores del medio físico de la cuenca, mientras mayor sea la densidad del drenaje, la respuesta de la cuenca frente a fuertes precipitaciones será más rápida, evacuando el agua en menos tiempo. Al ser la densidad de drenaje alta, una gota deberá recorrer una menor longitud de ladera, con una mayor velocidad de escurrimiento (Gaspari et al., 2012).

A través de un mapa de corte horizontal que presente un índice de desgaste natural en el que se simbolice la densidad de drenaje por unidad de superficie, se puede efectuar deducciones referentes a las zonas en donde exista superior control litológico y efectos

provocados por precipitaciones. Los insumos necesarios para la construcción de este mapa son: Malla de drenaje, DEM y *shapefile* de zona de estudio.

3.3.9.3 Modelos de Drenaje

El drenaje en lo habitual refleja los controles e interrelaciones de sus componentes: energía solar, gravedad, clima, litología, relieve, cobertura verde y de los suelos, usos del terreno, etc (Howard, 1967).

En la figura 2-10 se encuentran todos los tipos de drenaje, siendo los más comunes: drenaje dendrítico, paralelo, enrejado y rectangular.

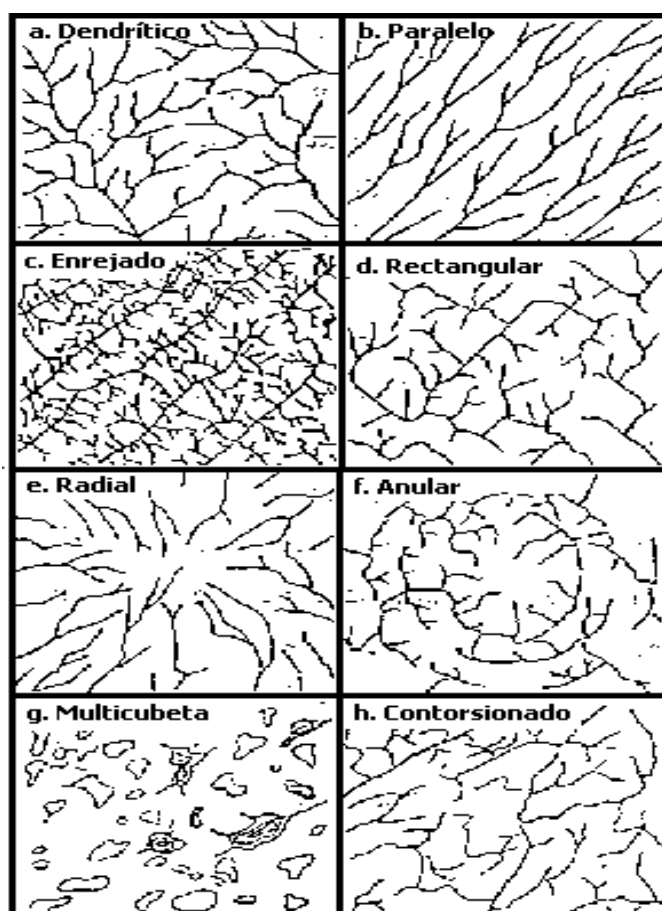


Figura 3-10. Patrones de drenaje típicos, los cuales pueden ocurrir a escalas variables (Howard, 1967)

2.3.4.4 Longitud del cauce principal (L_p)

El cauce principal por lo general no se extiende hasta el límite de la cuenca, por ello es necesario suponer un trazado desde la cabecera del cauce hasta el límite de la cuenca, siguiendo el camino probable para el recorrido del agua precipitada. La longitud del Cauce (L_c) queda definida por la longitud del cauce principal, desde el punto de salida hasta su cabecera ("La Cuenca Hidrográfica," 2015)

En la Figura 2-11 se puede ver el cauce principal del área de estudio.



Figura 3-11. Cauce principal de la Cuenca del Río Salado.

3.3.9.4 Pendiente media del cauce principal

La pendiente de un tramo de río se considera como el desnivel entre los extremos del tramo dividido, por la longitud horizontal de dicho tramo (Gaspari et al., 2012).

$$S_m = \frac{H}{L_p}$$

Ecuación 3-8

Donde

S = pendiente del cauce (adimensional)

H = desnivel entre los extremos del cauce (m)

L_p = longitud del cauce principal (m)

3.4 Interpolación vecino naturales

Los vecinos naturales de cualquier punto son aquellos asociados a los polígonos de Thiessen cercanos. La interpolación de vecinos naturales encuentra el subconjunto de muestras de entrada más cercano a un punto de consulta y aplica ponderaciones sobre éstas basándose en áreas proporcionales para interpolar un valor (Sibson, 1981). Del mismo modo se conoce como interpolación de Sibson o de "hurto de área". Sus propiedades básicas son: es local, solo usa un subconjunto de muestras próximas al punto de consulta y garantiza que las alturas interpoladas estén entre del rango de las muestras utilizadas. No deduce tendencias y no genera picos, depresiones, crestas o valles que aún no estén representados por las muestras de acceso (ARcMap, 2016)

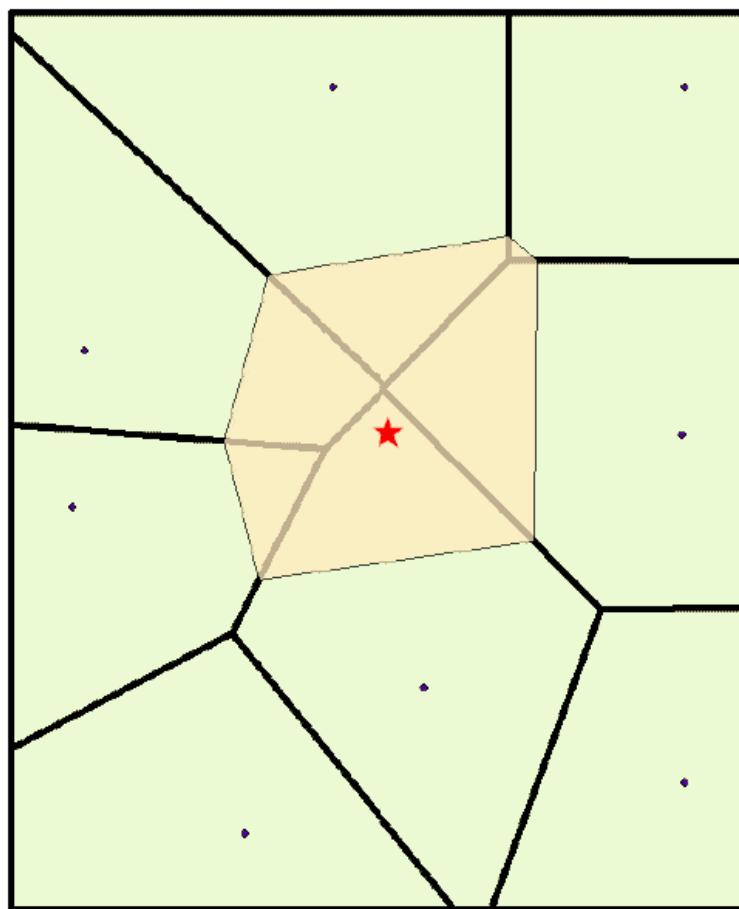


Figura 3-12. Diagramas de Thiessen para interpolación de vecinos cercanos

3.5 Perfil longitudinal del río y knickpoints

3.5.1 Perfil Longitudinal del Río

El perfil longitudinal de un río está conformado por la línea obtenida a partir de diferentes alturas en todo su trayecto, desde su nacimiento hasta su desembocadura. Los ríos en equilibrio poseen un perfil de forma cóncava; el concepto de perfil de equilibrio en sistemas fluviales se refiere a un estado en el que las variables que actúan y el nivel base son constantes (Capó & García, 2014)

En los ríos jóvenes, los perfiles longitudinales inicialmente son muy irregulares con tramos poco inclinados o muy inclinados (cuando hay rápidos y cascadas), este perfil se va regularizando con el tiempo por mitigación de las cascadas como se observa en la figura 2-13 (Castro, 2005).

El río tiende hacia un perfil de equilibrio en que no erosiona ni produce sedimentación, es decir, la energía es justa para transportar la carga de materiales. Este concepto se ha teorizado como causa de que los ríos nunca alcanzan su perfil de equilibrio ya sea porque cambian las condiciones climáticas o bien porque se producen movimientos de origen tectónico que alteran el curso (Castro, 2005)

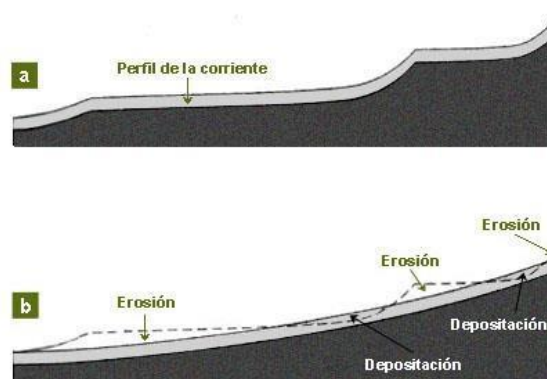


Figura 3-13. Perfiles de río esquemáticos: a) Río joven con irregularidades b) Río suavizado con tendencia a equilibrio (Castro, 2005)

El nivel mínimo en el que la corriente de los ríos no causa erosión de su cauce es conocido como nivel de base. Normalmente corresponde al nivel de la desembocadura del río en un océano, un lago u otro río. Debido a la causa consecuencia se entiende que

cualquier cambio en el nivel base provocará un reajuste en las actividades de la corriente para ajustar un nuevo perfil de equilibrio; un aumento en el nivel de base causará la deposición de material, y una reducción del nivel de base dará como resultante la erosión. El transporte de la carga del lecho exige la existencia de una pendiente, y es en respuesta a esta necesidad que el cauce del río va ajustando su pendiente. Cuanto más significativas sean las modificaciones del perfil, mayor será el tiempo requerido para ajustarse al perfil de equilibrio (Munro, 2010)

La figura 2-14 representa un perfil longitudinal idealizado, que se divide principalmente en tres tramos principales que son (Jain et al., 2008):

1er Tramo: ubicado entre la divisoria de las aguas y el primer pico de energía, la inclinación es máxima en el inicio, pero la potencia total es nula puesto que no hay descargas. La potencia total evoluciona desde cero y aumenta rápidamente, erosionando la roca con mayor intensidad, hasta el primer pico de energía, en el cual la tasa de erosión de la roca alcanza un valor máximo para el sistema.

2do Tramo: corresponde a la depresión localizada entre el primer y el segundo pico de energía, según Jain et al. (2008), pasado el primer pico la potencia comienza a disminuir y eventualmente las tasas de erosión de laderas equiparan las tasas de incisión del canal.

3er Tramo: Aquí los canales aluviales se habrán afianzado con planos bien constituidas en ambos lados del canal. En adelante, la evolución de las potencias y de la inclinación se acoplan y declinarán uniformemente hasta el nivel de base del sistema.

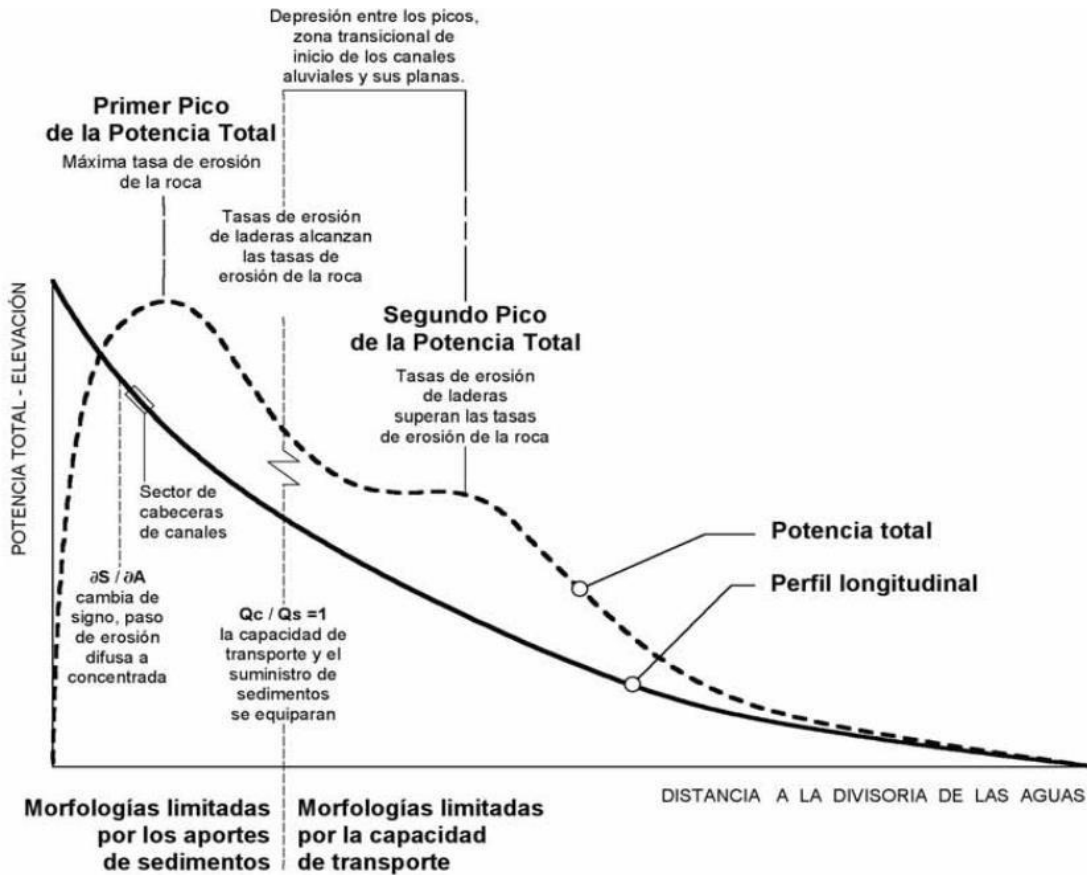


Figura 3-14. Perfil Longitudinal de río idealizado y evolución de la potencia total en el sistema (Munro, 2010)

3.5.2 Knickpoints

Un knickpoint se define como una región empinada a lo largo del perfil de un río y puede variar en forma desde una sola cascada hasta una región de alto gradiente que se extiende por muchos kilómetros (Capó y García, 2014).

Los procesos geodinámicos tienen una gran influencia en la presencia de Knickpoints:

- 1) zonas activas de levantamiento
- 2) descensos bruscos del nivel de base de los ríos
- 3) erosión diferencial asociada a contactos litológicos

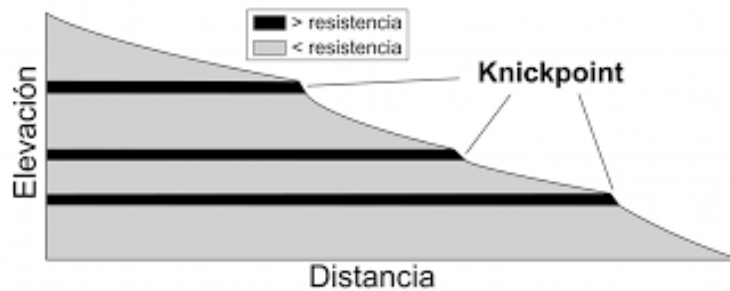


Figura 3-15. Esquema de knickpoints en diferentes secciones de incisión del lecho fluvial (Castillo y Lugo-Hubp, 2011)

3.5.2.1 Mecanismos de formación de knickpoints

Los knickpoints se originan debido a diversos procesos (Castillo y Lugo-Hubp, 2011):

- 1) Endógenos, como los movimientos verticales de la corteza terrestre.
- 2) Exógenos, producidos por la incisión sobre materiales de distinta resistencia, dando como resultado una erosión diferencial en el relieve.

Los principales procesos de formación de knickpoints son:

- Erosión glacial: En las zonas montañosas modeladas por la erosión glacial se observan cascadas y fuertes contrastes topográficos, el grado de erosión varía en función del movimiento del hielo, la dinámica erosiva y los cambios de velocidad del flujo de hielo a lo largo del lecho del valle, lo cual explica la presencia de pequeños knickpoints en el perfil longitudinal de un valle glacial (Castillo y Lugo-Hubp, 2011)
- Valles colgados: MacGregor et al. (2000); Brocklehurst y Whipple, (2002, 2006) Indican que se forman debido a la erosión diferencial en el lecho de un valle glacial tributario respecto al del principal. En la lengua glacial que fluye por el valle principal la erosión es intensa, debido al volumen de hielo que contiene y debido a la falta energía suficiente para excavar con profundidad ocurre un fuerte desnivel, lo cual deja un valle colgado (Castillo & Lugo-Hubp, 2011), como se observa en la figura 2-16.



Figura 3-16. Knickpoints Glaciares formados en ríos tributarios que drenan al valle glaciar de Argentiére en los Alpes franceses (Castillo y Lugo-Hubb, 2011)

El mecanismo principal que desencadena la formación de un knickpoint está relacionado con la incisión fluvial en zona de contacto litológico. La erosión diferencial surge como resultado de la resistencia que ofrece el lecho frente a los procesos erosivos fluviales.

4 METODOLOGÍA

En la siguiente se especificará tendidamente el proceso implementado en este proyecto de investigación, mostrando secuencialmente el desarrollo de cada punto elaborado para el estudio en curso.

4.1 Recopilación de información y tratamiento de imágenes satelitales

El modelo de elevación digital (DEM, por sus siglas en inglés) que se utilizó tienen una resolución de 30 metros resolución por pixel, ya que los DEMs modernos de 3 metros de resolución no abarcaron toda la zona de estudio, por lo que se empleó uno solo de todo el Ecuador (Souris, 2017) y posteriormente se realizó el corte de las zonas de estudio del Levantamiento Napo y la Cordillera del Cutucú.

4.2 Elaboración de un proyecto gis

Con el fin de obtener facilidad en el uso de los DEMs, se procedió a realizar un proyecto en el software ArcMap versión 10.4.1, cargando en este el DEM principal de todo el Ecuador; así como también las cartas topográficas.

Para tener una mejor visualización se dividió en dos zonas clasificadas como Levantamiento Napo ubicado en la Provincia Napo y el Levantamiento Cutucú localizado en la Provincia Morona Santiago, con el propósito de reducir las imágenes y lograr un manejo más amplio en su uso.

El Datum con el que se trabajó el sistema de coordenadas geográficas es WGS_1984_UTM_Zone_17S.

4.3 Cálculo de parámetros morfométricos

Para el análisis y explicación de los parámetros morfométricos se precisa de información cartográfica de la topografía del área a investigar.

Para determinar las subcuencas del Levantamiento Napo y la Cordillera del Cutucú, así como también la red hídrica principal y perfiles de río extraídos, se empleó el proceso detallado en Baez, 2018).

Se calcularon todos los parámetros utilizando DEMs para aplicar en los objetivos. El DEM de 30 metros permitió realizar el cálculo respectivo y completo de las dos áreas de estudio el Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú, dicho DEM fue elaborado en el año 2012 por el SRTM.

Las particularidades morfométricas importantes descritas en el capítulo 2 que fueron calculadas son: área total, perímetro de las subcuena, altura media, altitud más frecuente, altitud frecuencia media, longitud del cauce principal, pendiente media de cada subcuena, curva hipsométrica, y ancho de las subcuencas, coeficiente de sinuosidad, factor de forma, índice de compacidad o Gravelius, perfil longitudinal de los cauces principales e índice de gradiente promedio del perfil longitudinal, coeficiente de inclinación promedio, coeficiente de concavidad referencial.

El cuadro muestra los parámetros morfométricos empleados en el cálculo trabajado con cada río perteneciente tanto al Levantamiento Napo, así como a la Cordillera Cutucú, dichos cálculos se automatizaron en el programa ArcGis.

Los pasos desarrollados para la obtención de estos parámetros fueron extraídos de(Báez, 2018).

Tabla 4-1

Detalle de parámetros morfométricos evaluados en cada uno de los ríos del Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú

Parámetros Morfométricos	Fórmula	Elementos
Área (A)	-	-
Perímetro (P)	-	-
Altitud media (m)	-	-
Altitud más frecuente	-	-
Altitud de frecuencia media	-	-
Longitud de la cuenca (L)	-	-
Longitud del cauce principal (Lp)	-	-

Ancho de la Cuenca (W)	$w = \frac{A}{L}$	A: Área, L: Longitud de la cuenca
Coefficiente de Sinuosidad (S)	$S = \frac{L}{Ld}$	L: longitud del río principal, Ld: línea recta entre el inicio y el final de su cauce
Coefficiente de Gravelius (Kc)	$K = 0.28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$	P: Perímetro A: Área
Factor de Forma (Kf)	$Kf = \frac{A}{L^2}$	A: Área, L: Longitud de la cuenca
Índice de gradiente del cauce del río (SL)	$SL = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times Lr$	ΔH : diferencia de alturas en cada sección, ΔL : diferencia de distancias en cada sección y Lr: Longitud total del río.
Coefficiente de inclinación (ks)	$ks = \frac{(Areaacumulada)}{(pendiente^{-\theta})}$	A: Área
Coefficiente de concavidad referencial (θ_{ref})	-	Teta: coeficiente de concavidad

Los parámetros aquí descritos, son aquellos que se usaron en este proyecto.

Fuente: Báez (2018)

4.3.1 Elaboración de mapa de pendientes

Para la elaboración de un mapa de pendientes se necesita de base el modelo de elevación digital (DEM) utilizando las “(ArcToolBox > Herramientas de Spatial Analyst > Superficie > Pendiente)” de ArcGis (Figura 4-1) y subsecuentemente se lo reclasifica en 8 interines con la herramienta “Reclasificar” “(ArcToolBox > Herramientas de Spatial Analyst > Reclasificar > Reclasificar)” (Figura 4-2) acorde a la tabla 2-1 de la categorización de terreno según pendiente.

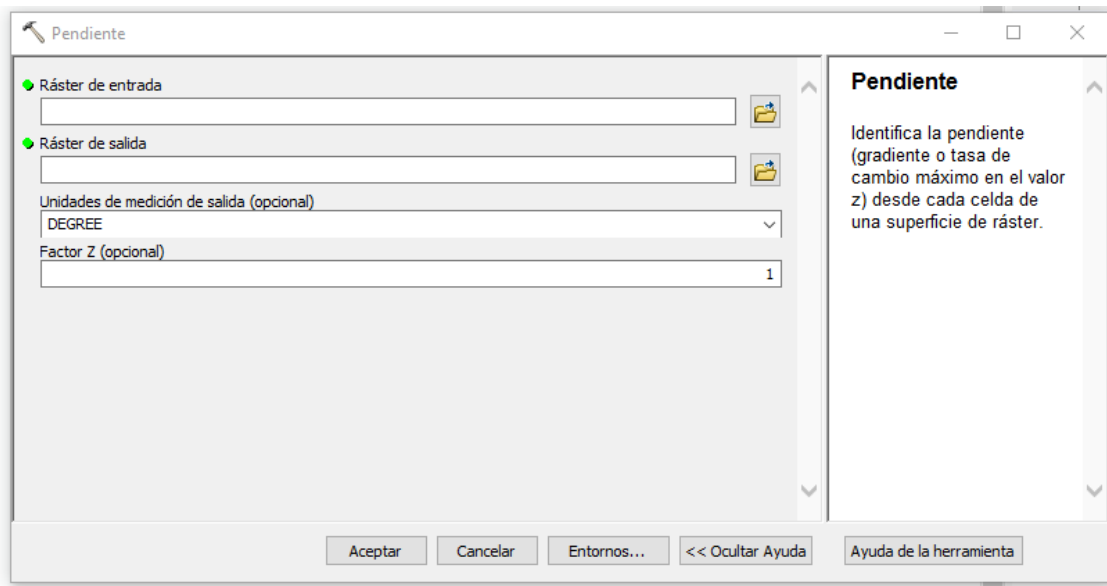


Figura 4-1. Herramienta “Pendiente” de ArcGis

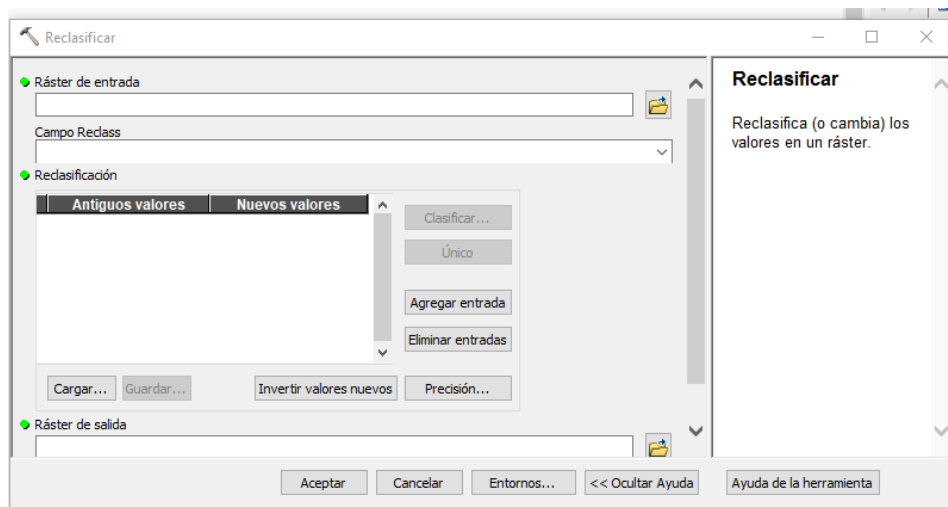


Figura 4-2. Herramienta “Reclasificar” de ArcGis

4.3.2 Elaboración de curvas hipsométricas

Para conseguir la curva hipsométrica en primer lugar se debe reclasificar el (DEM), de acuerdo con los interines requeridos y calcular el área en cada categoría, para lo cual se empleó la herramienta “Zonal Statics as Table” de ArcGis, entregando como resultado los datos de la tabla 4-1 como demostración se tomó el Río Due Grande correspondiente al levantamiento Napo y la tabla 4-2 para el Río Chiguaza perteneciente a la Cordillera

Cutucú, se clasificó las áreas del DEM en 8 clases bajo el método “intervalo de igualdad”; esto como muestra del proceso realizado, en el Anexo 1 se muestra la tabla de datos de los 35 ríos restantes para la Cordillera Cutucú y los 33 ríos del Levantamiento Napo.

Tabla 4-2

Datos obtenidos en ArcGis de la reclasificación del DEM del Levantamiento Napo, con respecto al Río Due Grande.

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	1	039	19101256,3	775	1112	337	988,501472	83,524743	19808581
2	2	59572	56784272,8	1113	1450	337	1305,73901	92,588765	77785484
3	3	101486	96736868,1	1451	1788	337	1613,7784	92,607754	163775915
4	4	58031	55315385,3	1789	2126	337	1940,70871	95,018472	112621267
5	5	37812	36042552,2	2127	2463	336	2293,70483	98,2155	86729567
6	6	27377	26095867,8	2464	2801	337	2610,23198	95,768157	71460321
7	7	10021	9552057,97	2802	3139	337	2933,93015	91,109576	29400914
8	8	2369	2258140,44	3140	3477	337	3274,67835	83,300609	7757713

Tabla 4-3

Datos obtenidos en ArcGis de la reclasificación del DEM de la Cordillera Cutucú, con respecto al Río Chiguaza.

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	1	2261	2158708,63	648	734	86	705,498894	21,003183	1595133
2	2	14123	13484052,2	735	821	86	792,11152	22,340264	11186991
3	3	60132	57411529,2	822	908	86	873,151799	24,079984	52504364
4	4	107413	102553459	909	995	86	950,048923	24,172735	102047605
5	5	108618	103703943	996	1081	85	1041,67988	24,794587	113145185
6	6	96637	92264982,8	1082	1168	86	1117,09995	24,942693	107953188
7	7	33457	31943350,2	1169	1255	86	1199,73665	24,484732	40139589
8	8	5757	5496543,83	1256	1342	86	1284,72798	20,50784	7396179

Con base en los valores de las tablas 4-1 y 4-2 se realiza el cálculo en porcentaje del área en cada íterin de altura, para continuar con el cálculo del valor del porcentaje del área acumulada en cada rango de alturas, y así finalmente graficar la curva hipsométrica en Excel con los valores del porcentaje del área acumulada en el eje X y el promedio de alturas en el eje Y.

La tabla 4-3 y 4-4 indican los datos necesarios para la elaboración de la Curva hipsométrica para el Río Due Grade (Figura 4-3) y el Río Chiguaza (Figura 4-4)

respectivamente, con base al DEM de 30 metros. Así mismo los ríos faltantes tanto dentro del Levantamiento Napo, así como de la Cordillera Cutucú, serán mostrados en los Anexos.

Tabla 4-4

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Due Grande.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	775	1112	943,50	19.101.256,33	301886401	10.773.961,49
2	1113	1450	1.281,50	56.784.272,76	282785145	10.092.260,69
3	1451	1788	1.619,50	96.736.868,09	226000872	8.065.698,49
4	1789	2126	1.957,50	55.315.385,29	129264004	4.613.276,36
5	2127	2463	2.295,00	36.042.552,23	73948618,4	2.639.136,99
6	2464	2801	2.632,50	26.095.867,78	37906066,2	1.352.821,78
7	2802	3139	2.970,50	9.552.057,97	11810198,4	421.491,73
8	3140	3477	3.308,50	2.258.140,44	2258140,44	80.590,31

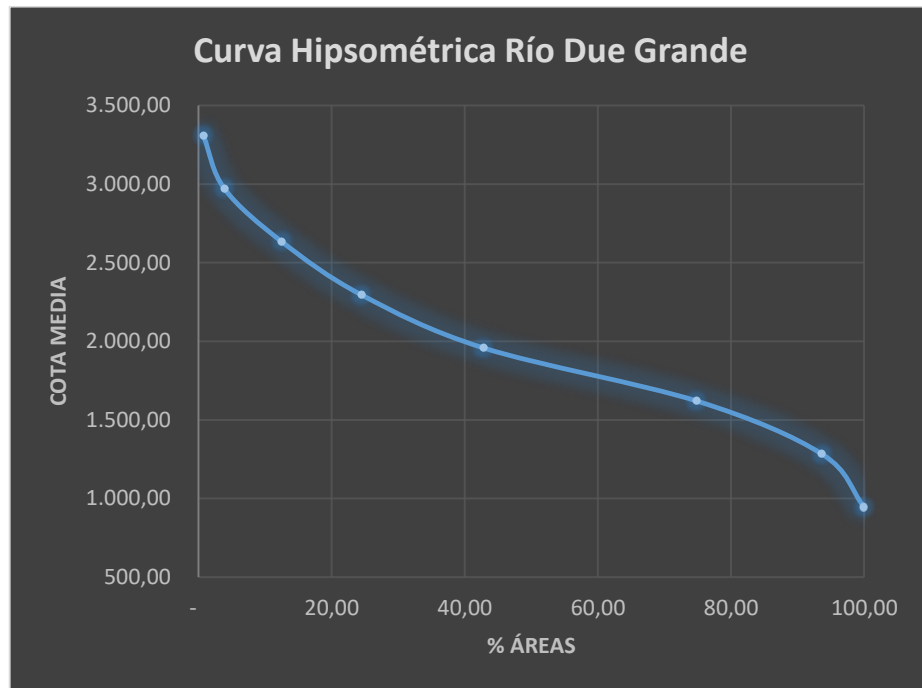


Figura 4-3. Curva Hipsométrica Río Due Grande

Tabla 4-5

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chiguaza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	648	734	691	2.158.708,63	409016568	37801900,9
2	735	821	778	13.484.052,20	406857860	37602390
3	822	908	865	57.411.529,19	393373807	36356174,4
4	909	995	952	102.553.458,80	335962278	31050118,1
5	996	1081	1038,5	103.703.942,61	233408819	21571979,6
6	1082	1168	1125	92.264.982,80	129704877	11987511,7
7	1169	1255	1212	31.943.350,16	37439894	3460248,98
8	1256	1342	1299	5.496.543,83	5496543,83	507998,505

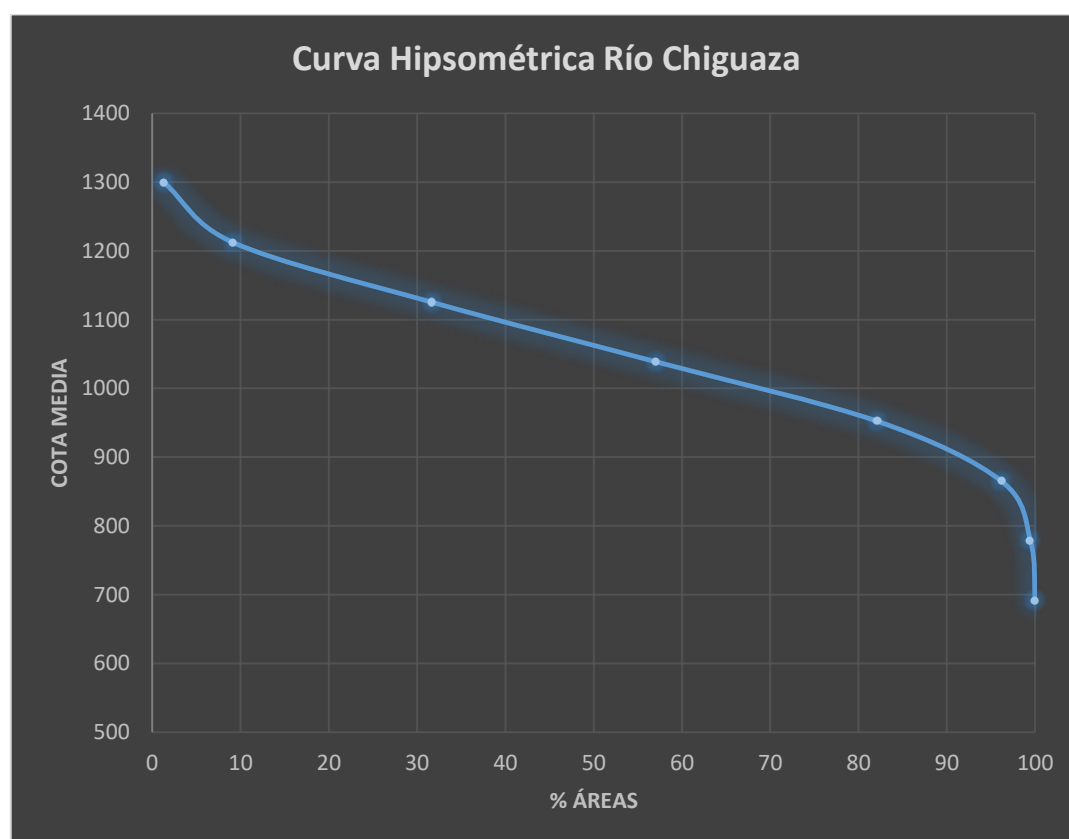


Figura 4-4. Curva Hipsométrica Río Due Grande

4.4 Elaboración de perfiles longitudinales

Para la elaboración de los perfiles longitudinales de los ríos se utilizó el mismo DEM de 30 metros, el proceso empleado para el desarrollo de los ríos correspondientes tanto al Levantamiento Napo, así como a la Cordillera Cutucú se crea en base a todos los ríos anteriormente identificados mediante la red hídrica se crea un shapefile de polilínea siguiendo el trazado del cauce principal desde su cabecera, es decir desde la cota más alta hasta el punto en el cual el río corta con la zona de estudio, para ello se usó la herramienta de conversión de Raster a Polilínea “(ArcToolBox > Herramientas de Conversión > De Raster > De Raster a Polilínea)”. Figura 4-5.

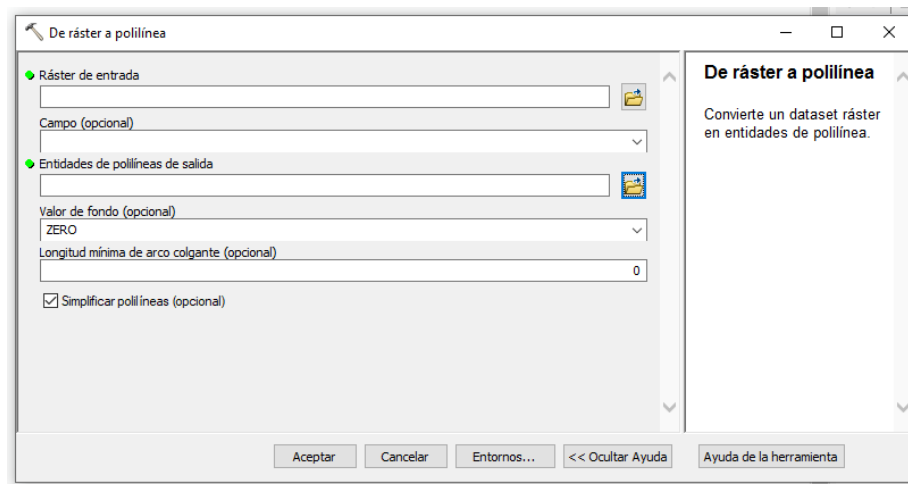


Figura 4-5. Herramienta para convertir la red hídrica a shapes de polilínea “De Raster a Polilínea” de ArcGis

A continuación, se extrae solamente la línea del cauce principal y se generan puntos cada 50 metros de distancia a lo largo de todo el río por medio de la herramienta “Generar puntos a lo largo de líneas” “(ArcToolBox > Herramientas de Administración de Datos > Muestreo > Generar puntos a lo largo de líneas)”

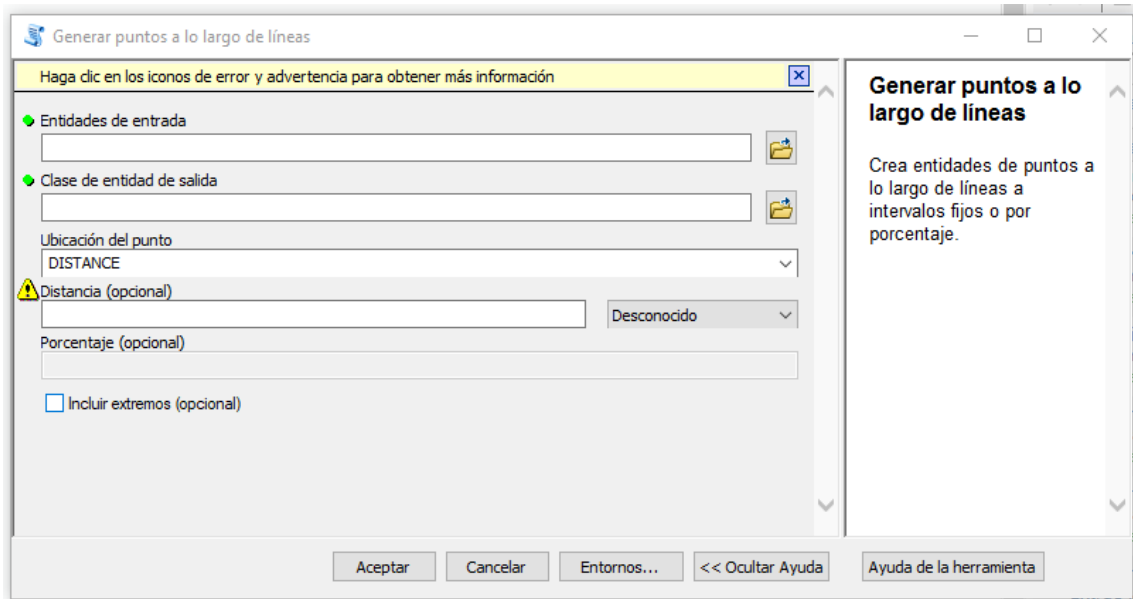


Figura 4-6. Herramienta para generar puntos a lo largo de líneas de ArcGIS

En cada punto generado a lo largo de cada cauce principal se extraen los valores de coordenadas X, Y, Z. Para las coordenadas X, Y solamente se crean dos nuevos Campos en la tabla de valores con los nombres “X” y “Y” y con el tipo de entero largo como se muestra en la figura 4-7.

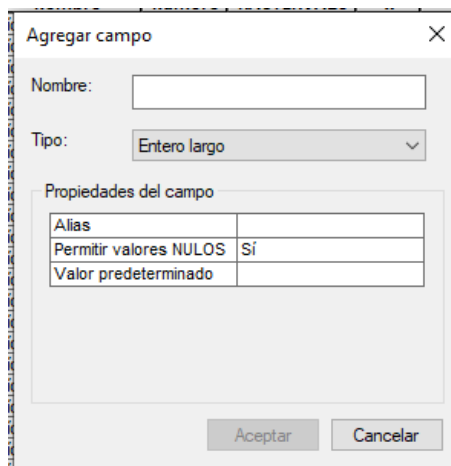


Figura 4-7. Selección del tipo del campo a agregar para extracción de coordenadas “X” y “Y”

Para la extracción de los valores se utilizó la calculadora de geometría dando anti-click en la columna del campo requerido a calcular para lo cual se eligió en propiedad “coordenada X del punto” y “coordenada Y del punto” respectivamente, seleccionando el Sistema de Coordenadas en el cual se está trabajando, como se explicó anteriormente se usó WGS 1984 UTM Zone 17S, y las unidades deseadas colocadas en “metros”

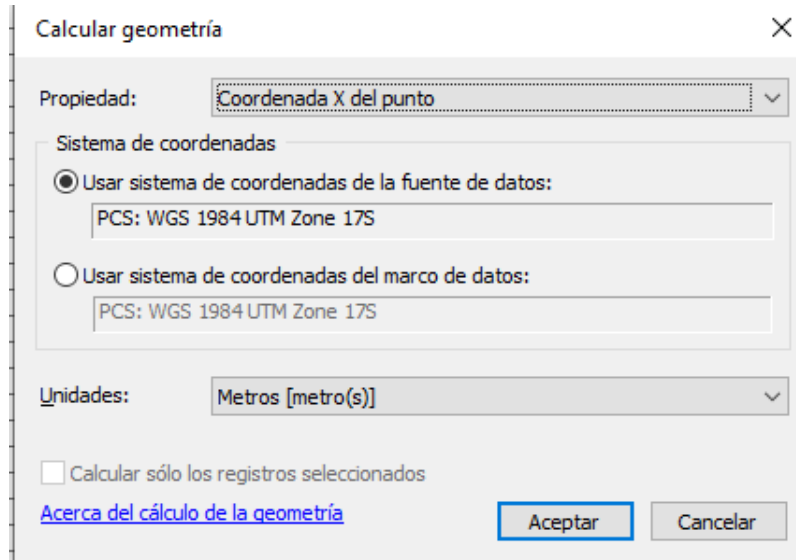


Figura 4-8. Calculadora de Geometría de para la extracción de Coordenadas “X” y “Y” para los puntos generados a lo largo de los Ríos

Para la extracción de los valores de altitud en cada punto utilicé la herramienta “Extraer valores según puntos” “(ArcToolBox > Herramientas de Spatial Analyst > Extracción > Extraer valores según puntos)”

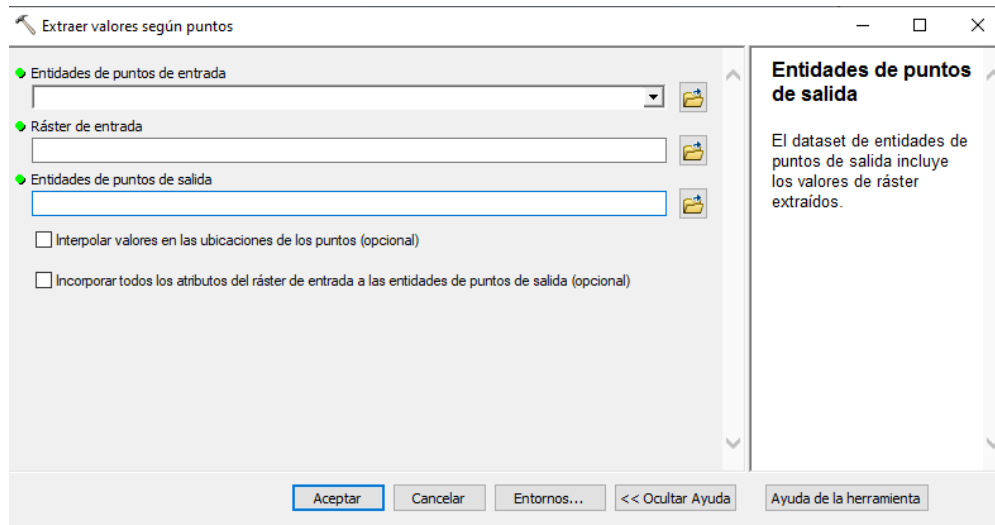


Figura 4-9. Herramienta para extraer los valos de altitud en cada punto a lo largo de los diferentes ríos de ArcGis.

Con la obtención de los valores X, Y, Z de los puntos, se los trabaja como vectores transformando cada punto que se encuentra en tres dimensiones a datos de vectores en dos dimensiones debido a que los perfiles longitudinales se necesita apreciarlos de esta manera, para ello se utiliza la fórmula geométrica de distancia entre dos puntos para las coordenadas “X” y “Y” (Ecuación 4-1) y así obteniendo una sola distancia para los ejemplos se muestran los perfiles de los ríos Due Grande y Chiguaza para el Levantamiento Napo y la Cordillera de Cutucú respectivamente, como se muestra en las figuras.

$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Ecuación 4-1

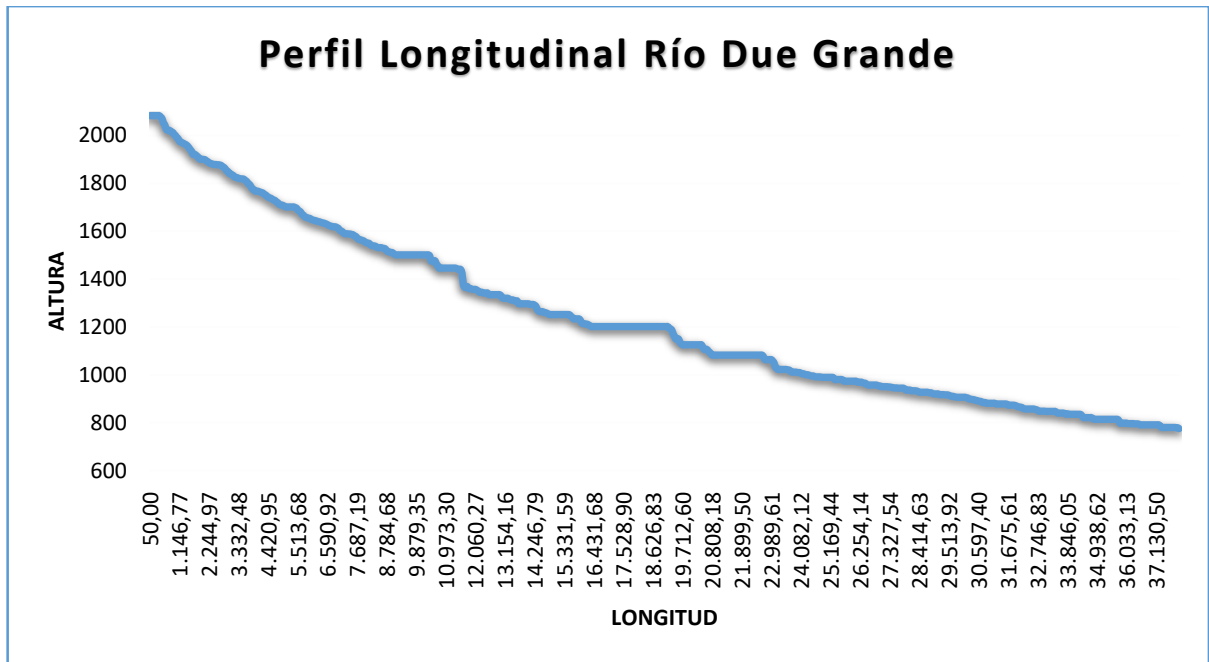


Figura 4-10. Perfil longitudinal del Río Due Grande (Levantamiento Napo) Generado en Excel con los valores de la longitud calculados con la Ecuación XX y la altura los valores extraídos del DEM.

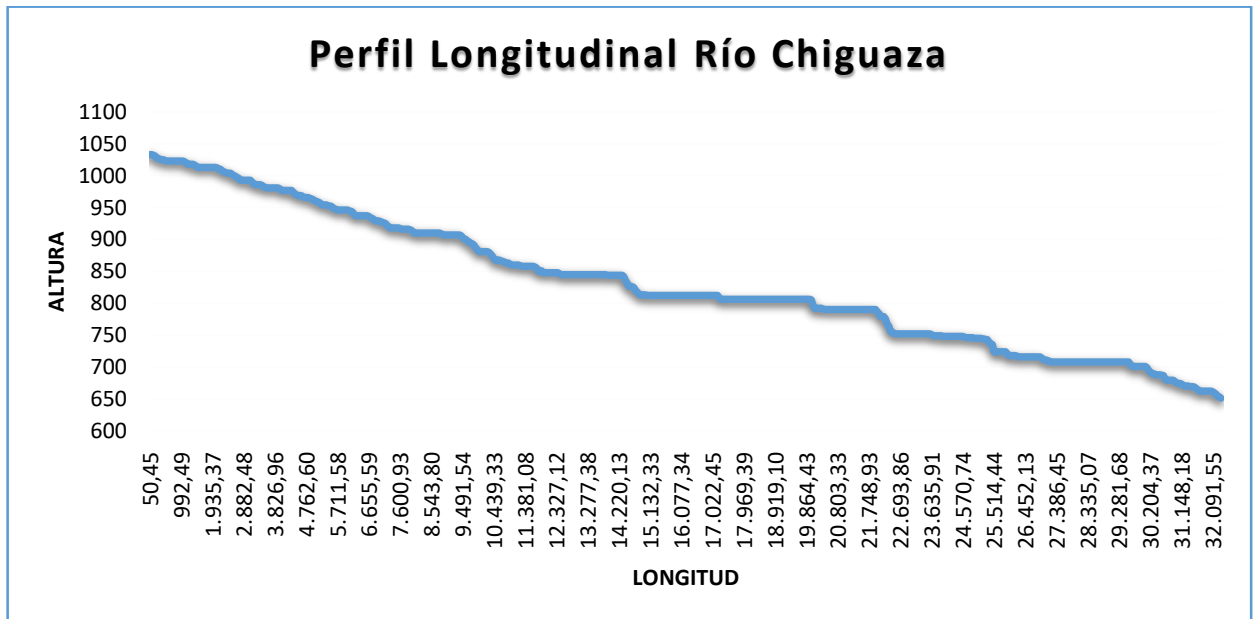


Figura 4-11. Perfil longitudinal del Río Chiguaza (Cordillera Cutucú) Generado en Excel con los valores de la longitud calculados con la Ecuación XX y la altura los valores extraídos del DEM.

Una vez elaborados los Perfiles Longitudinales de cada río, los cuales se muestran en Anexo 1 se obtiene la línea de tendencia potencial ya que esta se asemeja a la Ecuación 2 y de esta manera se procedió con el cálculo del Coeficiente de Concauidad referencial Θ_{ref} para cada uno de los ríos de la zona de estudio, como ejemplo solo se muestran las líneas de tendencia de los ríos Due Grande y Chiguaza para su respectivo levantamiento en las figuras 4-12 y 4-13 respectivamente.

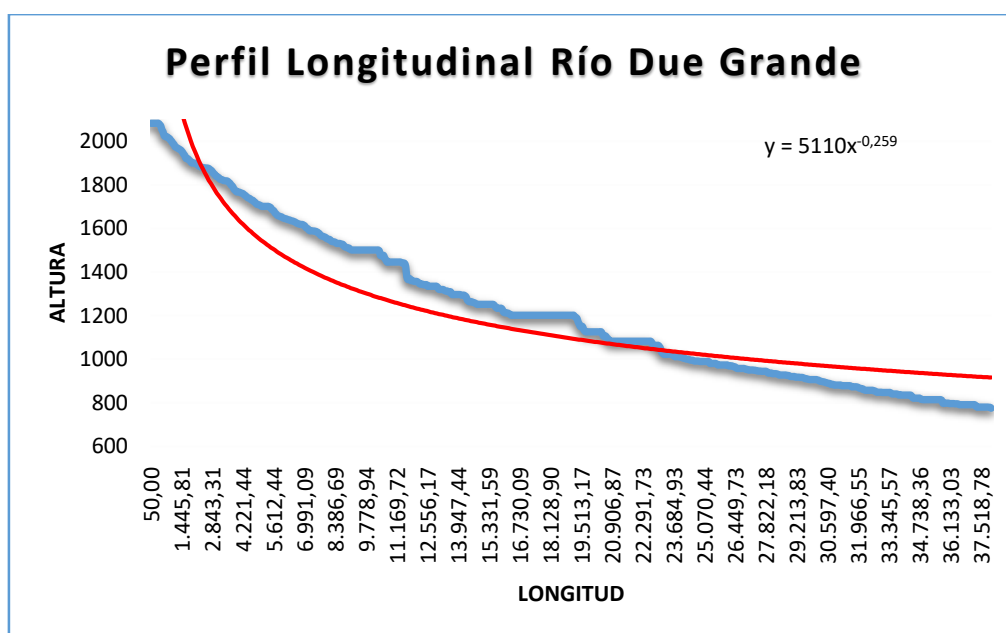


Figura 4-12. Perfil longitudinal del Río Due Grande Levantamiento Napo (línea azul), Línea de tendencia "Potencial" de cada perfil (línea roja) para extracción del coeficiente de concauidad referencial con su debida ecuación.

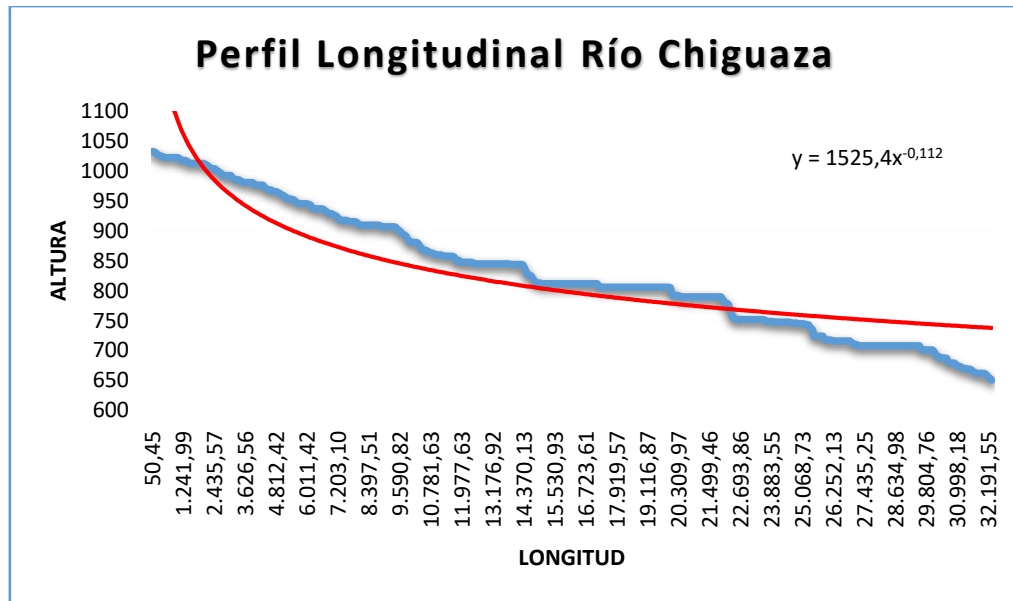


Figura 4-13. Perfil longitudinal del Río Chiguaza Cordillera Cutucú (línea azul), Línea de tendencia "Potencial" de cada perfil (línea roja) para extracción del coeficiente de concavidad referencial con su debida ecuación.

Posteriormente para el cálculo del coeficiente de inclinación despejando de la Ecuación 4-2.

$$k_s = \frac{S}{A^{-\theta}}$$

Ecuación 4-2

Para los valores de A nuevamente se clasificaron cada una de las cuencas de acuerdo con los interines por defecto entregados por el ArcGis en este caso 256 intervalos (figura 4-14) y así calcular el área en cada categoría desde la parte más alta del río hasta el corte con nuestra zona de estudio, para lo cual se empleó la herramienta "Reclasificar" utilizada anteriormente para el cálculo de las curvas hipsométricas.

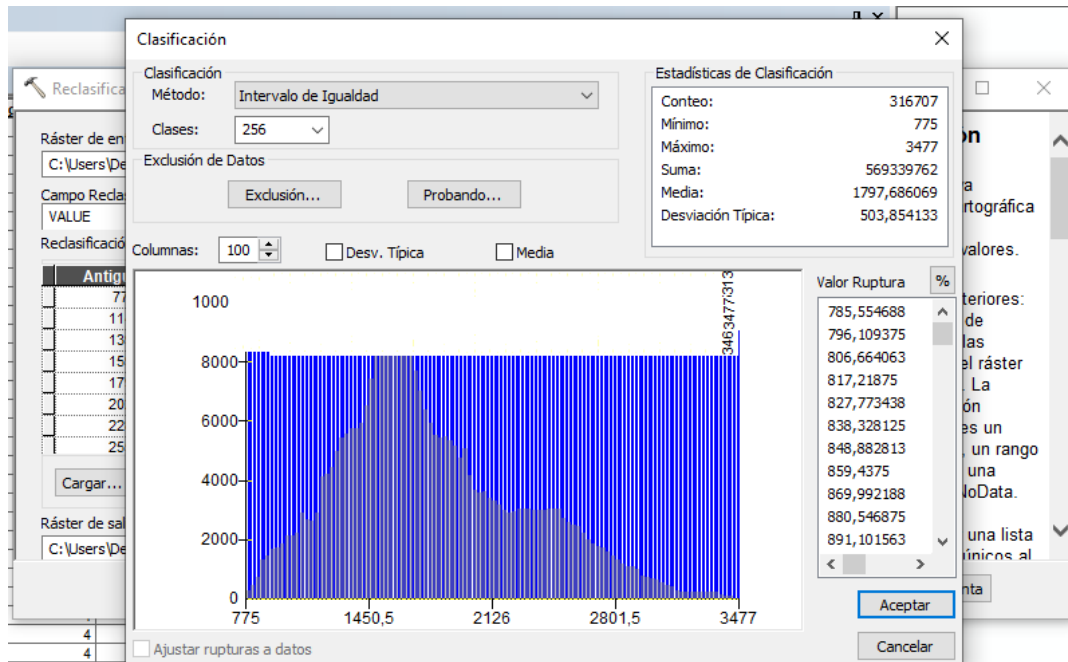


Figura 4-14. Herramienta “Reclasificar” de ArcGis, haciendo una clasificación de 256 clases para poder reemplazarlos en la ecuación 4 y obtener valores del coeficiente de inclinación.

Al encontrar los valores del coeficiente de inclinación se realiza la interpolación del método vecino natural alrededor del Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú para lo cual se utilizó la herramienta “vecino natural” (ArcToolBox > Herramientas de Spatial Analyst > Interpolación > Vecino Natural)”

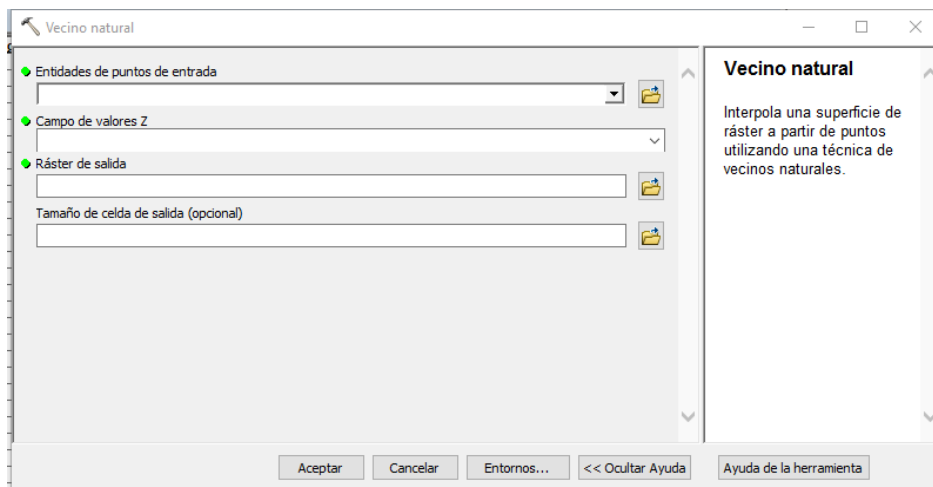


Figura 4-15. Herramienta para interpolar los valores del coeficiente de inclinación por el método vecino natural de ArcGis

5 . RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Orden de drenaje

El orden de drenaje implica un análisis de una cuenca hidrográfica por lo que en primer lugar se selecciona los cauces principales partiendo del orden de ríos aplicando el método de Strahler como se aprecia en la figura 5.1 para el Levantamiento Napo y para la Cordillera Cutucú respectivamente.

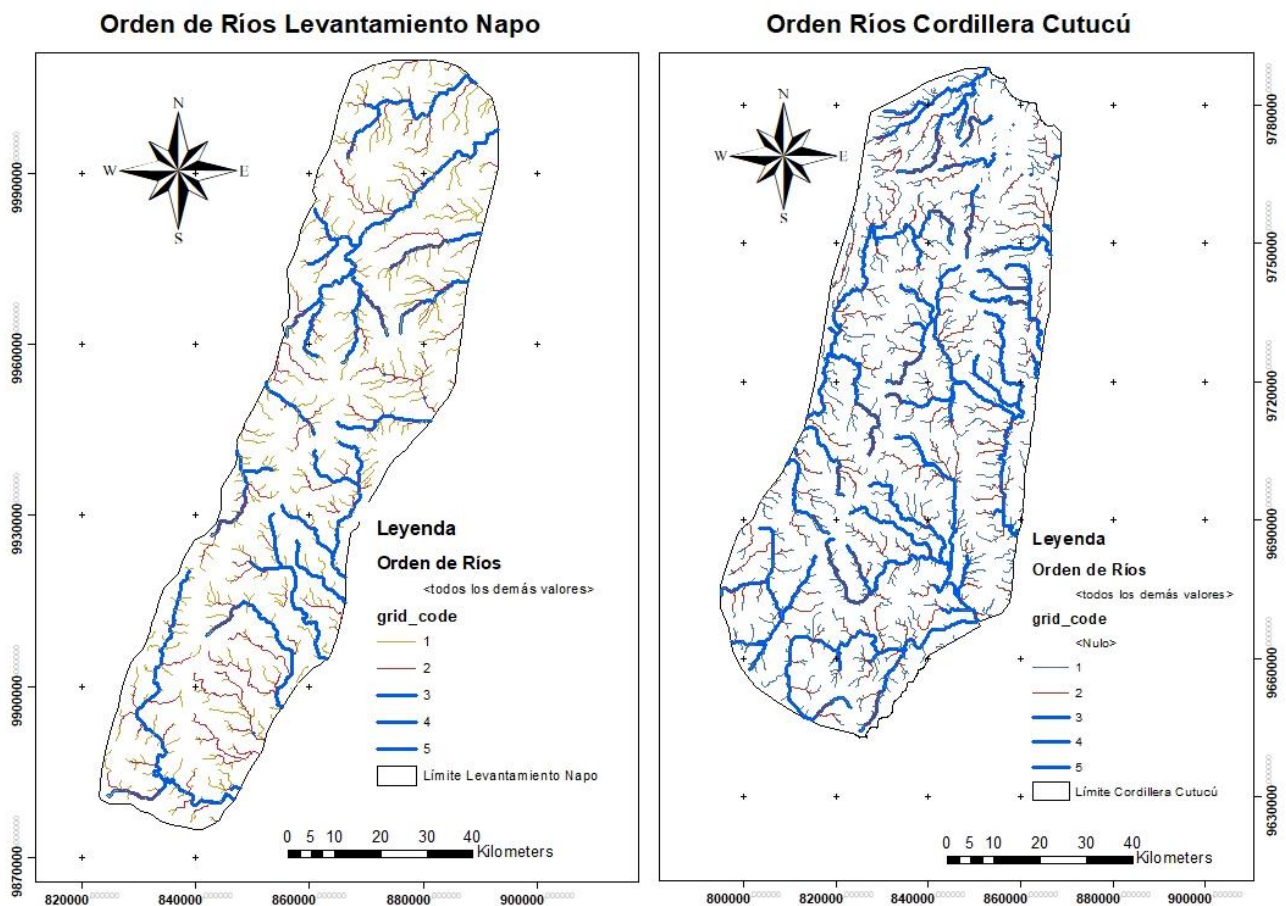


Figura 5-1. Izq. Mapa de Orden de Ríos del Levantamiento Napo. Der. Mapa de Orden de Ríos de la Cordillera Cutucú. Los ríos que presentan un mayor número tienen un mayor orden.

5.2 Subcuencas dentro de cada zona de estudio

En los mapas de orden de ríos en la figura 5.1 se puede observar que existen ríos de hasta quinto orden lo cual no abarca a todos los ríos principales, por este motivo se tomó en cuenta como cauces principales a los de orden 3, 4 y 5 como se aprecia en la imagen, en el siguiente orden indicado en las siguientes tablas:

Tabla 5-1

Listado de ríos principales para el levantamiento Napo y Cordillera Cutucú

LEVANTAMIENTO NAPO		CORDILLERA CUTUCÚ	
01_DueGrande	18_Arenillas	01_Chiguaza	19_R3C6
02_Quijos	19_Hollín_Pequeño	02_Wawaimi	20_R4C6
03_Salado	20_Hollín_Grande	03_Shankaimi	21_R5C6
04_Cacapishco	21_R3C11	04_Tsemanismain	22_Chapiza
05_Bombom	22_Urcusiqui	05_Macuma	23_Yaapii
06_Murallas	23_Jondachi	06_Pumpuis	24_Yaupi
07_Malo	24_Chontayacu	07_Tsumisuim	25_Chinkianas
08_Negro	25_Misahualí	08_Pajanak	26_Ajuntai_Entza
09_R1C3	26_Calmitayacu	09_Yukipa	27_R1C7
10_R1C4	27_Inchillaqui	10_Seipa	28_R2C7
11_R2C4	28_Tena	11_Upano	29_Wampis
12_Machacayacu	29_Shiti	12_Cangaime	30_Chiguaza_II
13_Molino	30_Pano	13_Cushuimi	31_Pania
14_Cauchillo	31_Verdeyacu	14_R1C5	32_Namangosa
15_Borja	32_Jatunyacu	15_R2C5	33_Naytza
16_Suno	33_Mulatos	16_Mangosiza	34_Yukianza
17_Cosanga	34_Chonta	17_R1C6	35_Maycuenza
		18_R2C6	36_Zamora

En los ríos anteriores se hizo la división de subcuencas para poder de esta manera extraer todos los valores morfométricos de los mismos, se puede observar que cada río tiene una subcuena individual como se muestra en la figura 5.2 y figura 5.3 tanto para el levantamiento Napo y cordillera Cutucú respectivamente.

Subcuencas Hidrográficas Levantamiento Napo

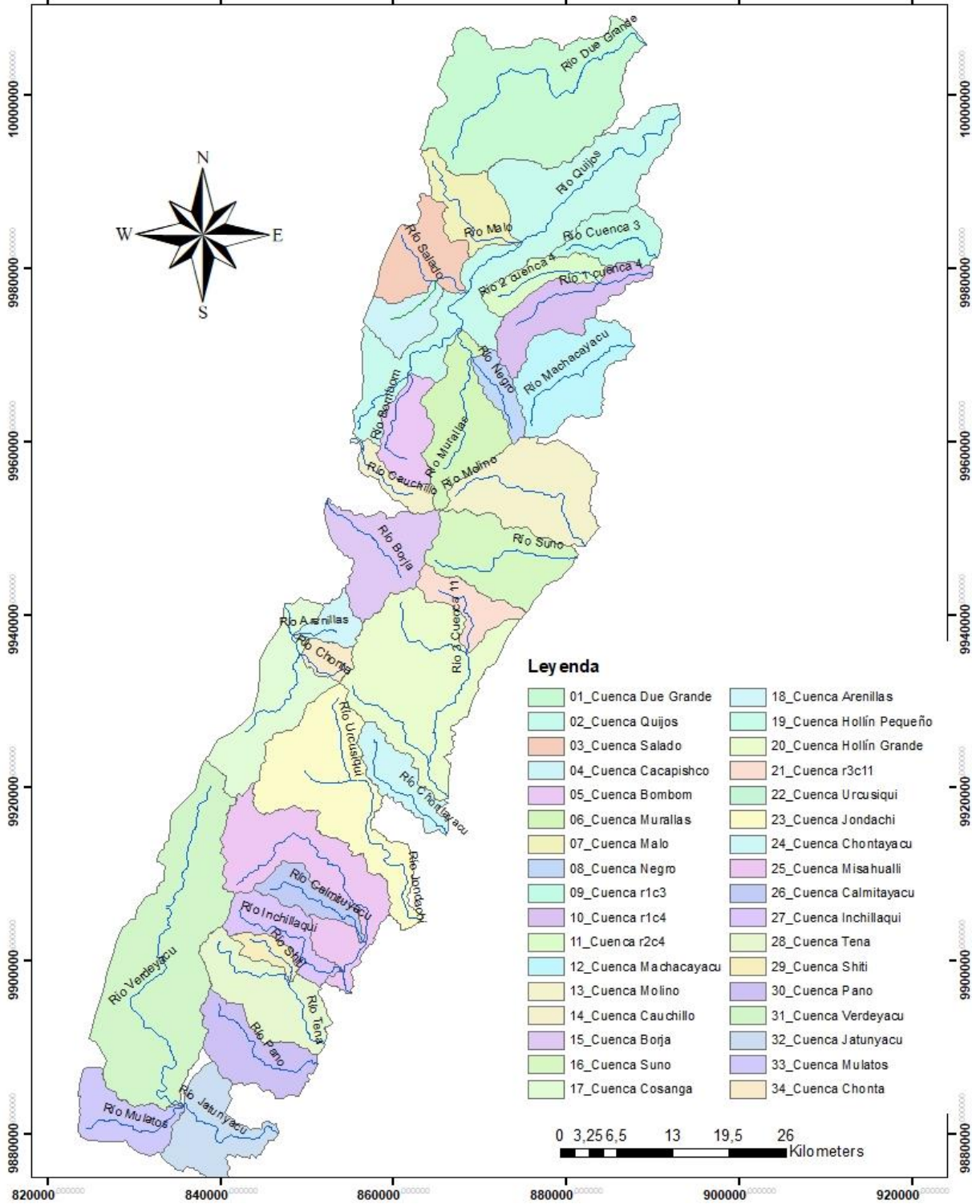


Figura 5-2. Mapa de subcuencas hidrográficas del Levantamiento Napo.

Subcuencas Hidrográficas Cordillera Cutucú

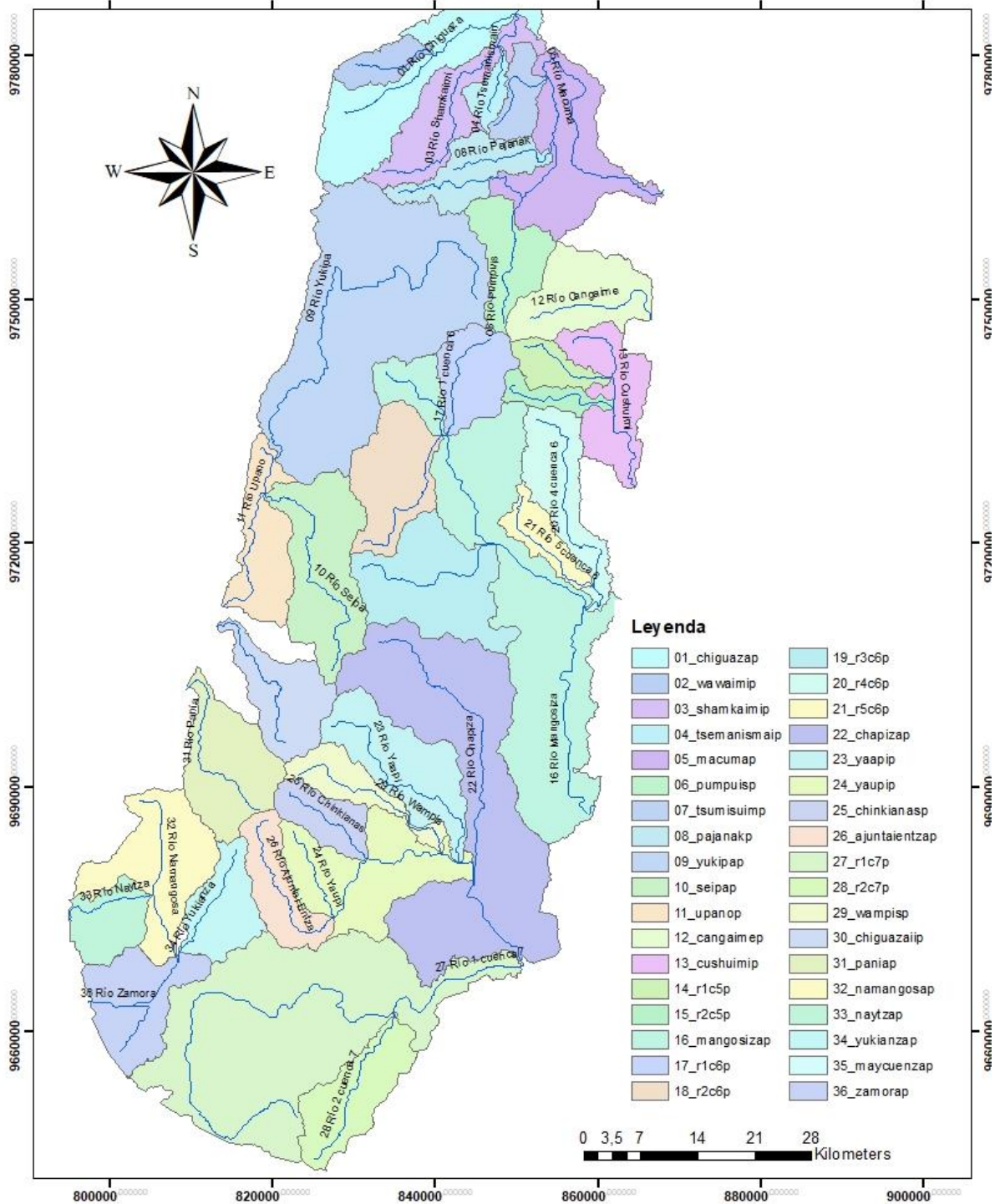


Figura 5-3. Mapa de subcuencas hidrográficas de la Cordillera Cutucú.

5.3 Morfometría de las zonas de estudio

5.3.1 Parámetros generales

Tabla 5-2

Parámetros generales del Levantamiento Napo.

PARÁMETROS LEVANTAMIENTO NAPO	VALOR
Área (km ²)	3905
Perímetro (km)	330
Longitud de la zona de estudio (km)	143,26
Ancho de la zona de estudio (km)	27,25

Tabla 5-3

Parámetros generales Cordillera Cutucú.

PARÁMETROS CORDILLERA CUTUCÚ	VALOR
Área (km ²)	6589
Perímetro (km)	364
Longitud de la zona de estudio (km)	148,83
Ancho de la zona de estudio (km)	44,27

En los parámetros generales se reflejan las cuencas con mayor tamaño como ríos principales los explicados en las tablas 5.2 y 5.3 respectivamente para cada zona de estudio.

5.3.2 Parámetros de forma

Tabla 5-4

Parámetros de forma del Levantamiento Napo.

PARÁMETROS LEVANTAMIENTO NAPO	VALOR
Factor de Forma	0,19
Coefficiente de compacidad de Gravelius	1,47

Tabla 5-5

Parámetros de forma Cordillera Cutucú.

PARÁMETROS CORDILLERA CUTUCÚ	VALOR
Factor de Forma	0,29
Coeficiente de compacidad de Gravelius	1,26

De los factores de forma para las dos zonas de estudio se concluye que presentan formas ovaladas oblongadas, menos sujetas a crecientes, no se puede determinar los coeficientes de sinuosidad, ni elongación debido a no contar con un río principal que atravesase tanto al Levantamiento Napo como a la Cordillera Cutucú.

5.3.3 Parámetros de relieve

Tabla 5-6

Parámetros de relieve del Levantamiento Napo.

PARÁMETROS LEVANTAMIENTO NAPO	VALOR
Altura Media	2063,93
Altitud más Frecuente	1827,46
Pendiente Media (%)	34,18
Coeficiente de Rugosidad	5912,59

Tabla 5-7

Parámetros de relieve Cordillera Cutucú.

PARÁMETROS CORDILLERA CUTUCÚ	VALOR
Altura Media	1336,36
Altitud más Frecuente	999,41
Pendiente Media (%)	25,44
Coeficiente de Rugosidad	4592,94

5.3.4 Parámetros de drenaje

Tabla 5-8

Parámetros de drenaje del Levantamiento Napo.

PARÁMETROS LEVANTAMIENTO NAPO	VALOR
Densidad de Drenaje Dd	0,5391
Coefficiente de Torrencialidad	0,7067
Número de Orden de ríos	5

Tabla 5-9

Parámetros de drenaje Cordillera Cutucú.

PARÁMETROS CORDILLERA CUTUCÚ	VALOR
Densidad de Drenaje Dd	0,3195
Coefficiente de Torrencialidad	0,1681
Número de Orden de ríos	5

La densidad de drenaje calculada permite inferir que las dos zonas tienen un drenaje pobre, dendrítico y radial cercano a los edificios volcánicos existentes, con grados de torrencialidad relativamente bajos.

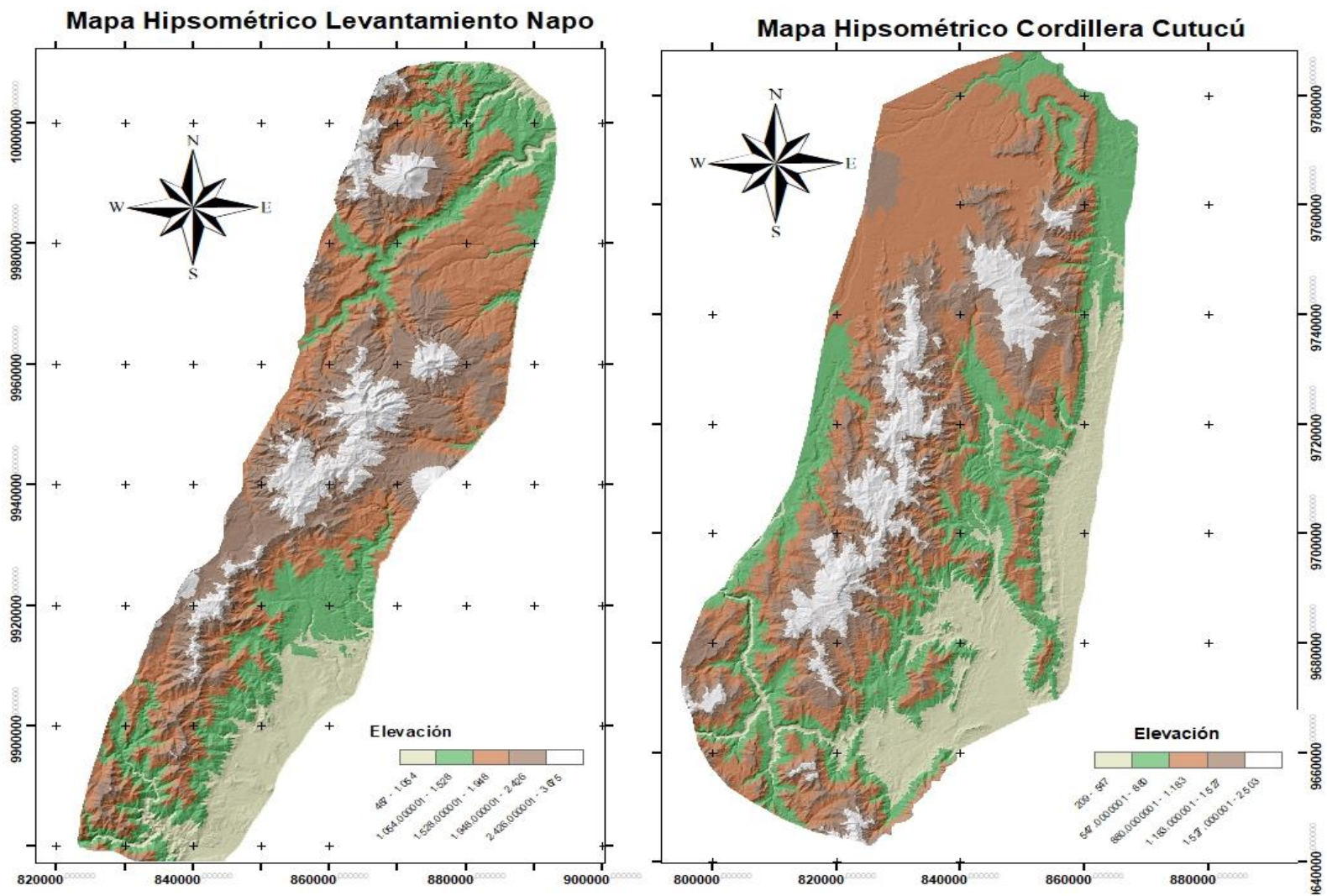


Figura 5-4. Mapas Hipsométricos Levantamiento Napo y Cordillera Cutucú. Realizado por: (Arteaga, 2019).

5.4 Comparación de parámetros morfométricos

Tabla 5-10

Comparación de parámetros morfométricos entre el Levantamiento Napo y Cordillera Cutucú.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS	LEVANTAMIENTO NAPO	CORDILLERA CUTUCÚ
PARÁMETROS GENERALES		
Área A (km ²)	3905	6589
Perímetro P (km)	330	364
Longitud L (km)	143,26	148,83
Ancho W (km)	27,25	44,27
PARÁMETROS DE FORMA		
Factor de Forma	0,19	0,29
Coefficiente de Compacidad de Gravelius	1,47	1,26
PARÁMETROS DE RELIEVE		
Altura Media	2063,93	1336,36
Altitud más Frecuente	1827,46	999,41
Pendiente Media (%)	34,18	25,44
Coefficiente de Rugosidad	5912,59	4592,94
PARÁMETROS DE DRENAJE		
Densidad de Drenaje Dd	0,5391	0,3195
Coefficiente de Torrencialidad	0,7067	0,1681
Número de Orden de ríos	5	5

De los resultados mostrados en la tabla 5.10. El área que abarca la Cordillera Cutucú es casi el doble en km² con respecto al área del Levantamiento, aunque las dos corresponden a cuencas de tamaño grande, incluyendo a los ríos mencionados en la Tabla 5.1.

Los parámetros de forma permiten concluir que las dos zonas tienen una forma ovalada redonda a ovalada oblongada y que en la zona del Levantamiento Napo se encuentra menos sujeto a crecientes que en la zona de la Cordillera Cutucú, a pesar de que las dos zonas no se tendría tendencias a que existan crecimientos prominentes por los valores en el coeficiente de Gravelius.

Con respecto a los parámetros de relieve el Levantamiento Napo presenta valores de altura media más altos que los de la Cordillera Cutucú, al igual que su porcentaje de

pendiente con una diferencia de 10% aproximadamente, lo que hace que el Levantamiento Napo se lo considere como un tipo de terreno escarpado, mientras que a la Cordillera Cutucú se estima como un tipo de terreno fuertemente accidentado en consideración a la clasificación de (Saavedra, 2001).

Los valores del coeficiente de Rugosidad demuestran que en el Levantamiento Napo la resistencia existente entre las paredes y el fondo de canal es mayor que en la Cordillera Cutucú lo que induce gran dificultad de desplazamiento del agua provocando una mayor erosión en dicha zona.

Los parámetros de drenaje indican de manera similar que el Levantamiento Napo presenta un mayor valor en la Densidad de drenaje (Dd) aunque esto no influya en gran medida ya que las dos cordilleras son clasificadas en un drenaje pobre lo cual hace que las zonas frente a fuertes precipitaciones sean más lentas y tenga mayor acumulación de agua en su interior.

La comparación entre los parámetros morfométricos existentes en el Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú no presentan una gran diferencia lo que daría como resultado la formación de los dos levantamientos por los mismos esfuerzos transpresivos existentes en la zona, sin embargo, no tendrían la misma dinámica tectónica ya que presenta tasas de elevación diferentes.

5.4.1 Morfometría de las subcuencas hidrográficas internas

5.4.1.1 Parámetros morfométricos generales del levantamiento napo

Tabla 5-11

Parámetros Morfométricos Generales en cada río del Levantamiento Napo.

Ríos	Área Total [km ²]	Perímetro [km]	Longitud de la Cuenca [km]	Longitud del Cauce Principal [km]	Ancho de la Cuenca [km]
01_DueGrande	301,89	86,00			
02_Quijos	700,97	167,00			
03_Salado	122,08	56,00			
04_Cacapishco	43,05	31,00			
05_Bombom	58,20	39,00			
06_Murallas	141,72	59,00			
07_Malo	68,24	44,00			
08_Negro	30,29	29,00			
09_R1C3	56,32	35,00			
10_R1C4	130,29	64,00			
11_R2C4	45,59	37,00			
12_Machacayacu	117,55	51,00			
13_Molino	143,20	56,00			
14_Cauchillo	27,88	34,00			
15_Borja	106,07	52,00			
16_Suno	121,47	51,00			
17_Cosanga	166,51	71,00			
18_Arenillas	26,39	26,00			
19_Hollín_Pequeño	50,39	39,00			
20_Hollín_Grande	292,29	84,00			
21_R3C11	45,88	39,00			
22_Urcusiqui	51,65	33,00			
23_Jondachi	203,22	91,00			
24_Chontayacu	54,37	44,00			
25_Misahullí	278,63	86,00			
26_Calmitayacu	40,28	37,00			
27_Inchillaqui	59,10	44,00			
28_Tena	128,94	52,00			
29_Shiti	19,86	24,00			
30_Pano	86,39	47,00			
31_Verdeyacu	354,03	106,00			
32_Jatunyacu	91,11	51,00			
33_Mulatos	66,72	41,00			
34_Chonta	20,77	19,00			

En la tabla 5.11. se puede apreciar los parámetros generales que definen que la Cuenca del Río Quijos es la más grande con 700 km² clasificándola como intermedia a grande, mientras que la cuenca del río Shiti es la más pequeña con 19,9 km² clasificándola como muy pequeña según la tabla 2.1.

5.4.1.2 Parámetros morfométricos generales de la cordillera cutucú

Tabla 5-12

Parámetros Morfométricos Generales en cada río de la Cordillera Cutucú.

Ríos	Área Total [km ²]	Perímetro [km]	Altitud media [m]	Altitud más frecuente [m]	Altitud de frecuencia media [m]
01_Chiguaza	409,02	107,00	995,25	1.003,86	1.043,31
02_Wawaimi	42,30	34,00	1.021,25	1.006,98	1.037,97
03_Shankaimi	158,67	88,00	982,25	1.071,94	1.033,28
04_Tsemanismain	27,93	30,00	1.007,75	971,79	1.003,66
05_Macuma	440,00	140,00	1.294,25	1.040,59	1.211,11
06_Pumpuis	96,73	53,00	1.483,25	1.088,90	1.395,01
07_Tsumisuim	48,68	38,00	1.102,25	1.090,92	1.095,53
08_Pajanak	93,36	65,00	1.186,50	1.034,39	1.145,34
09_Yukipa	586,58	134,00	1.489,50	1.123,39	1.355,75
10_Seipa	197,48	77,00	1.422,25	1.657,95	1.500,51
11_Upano	118,83	69,00	1.100,50	770,45	998,46
12_Cangaiame	139,38	58,00	1.191,50	1.263,51	1.146,80
13_Cushuimi	204,59	77,00	1.153,50	454,31	1.083,43
14_R1C5	45,47	36,00	1.197,50	1.510,81	1.443,71
15_R2C5	34,60	39,00	1.164,25	1.631,28	1.491,18
16_Mangosiza	1.171,27	208,00	1.227,50	927,46	1.136,66
17_R1C6	93,67	44,00	1.362,50	1.417,13	1.465,81
18_R2C6	140,82	59,00	1.492,25	1.418,59	1.549,70
19_R3C6	203,75	79,00	1.339,50	881,00	1.212,41
20_R4C6	176,99	78,00	1.025,50	989,93	1.039,55
21_R5C6	50,95	44,00	861,25	846,95	937,81
22_Chapiza	546,16	167,00	1.156,50	417,00	893,89
23_Yaapi	161,93	73,00	1.153,50	438,61	1.020,72
24_Yaupi	427,10	105,00	1.387,50	769,48	1.216,76
25_Chinkianas	67,06	38,00	1.478,50	1.095,35	1.377,79
26_Ajuntai_Entza	92,13	53,00	1.369,25	1.424,61	1.403,92
27_R1C7	755,96	158,00	1.206,25	417,78	972,62
28_R2C7	125,96	61,00	1.142,25	431,94	984,73
29_Wampis	71,88	61,00	1.390,50	1.118,94	1.274,75
30_Chiguaza_II	115,43	58,00	1.524,50	1.409,08	1.505,06
31_Pania	151,77	60,00	1.494,50	1.211,18	1.519,27
32_Namangosa	253,37	78,00	1.187,25	1.205,77	1.163,06
33_Naytza	76,18	40,00	1.187,25	1.240,72	1.296,56
34_Yukianza	95,28	51,00	1.214,50	1.138,27	1.254,62
35_Maycuenza	38,74	32,00	991,25	998,69	1.046,64
36_Zamora	133,31	60,00	1.145,25	941,57	1.056,81

En la tabla 5-12, se puede apreciar los parámetros generales que definen que la Cuenca del Río Mangosiza es la más grande con 1171 km² clasificándola como intermedia a grande, mientras que la cuenca del río Tsemanismain es la más pequeña con 27,9 km² clasificándola como muy pequeña según la tabla 2.1.

5.4.1.3 Parámetros de forma del levantamiento napo

Tabla 5-13

Parámetros de Forma del Levantamiento Napo.

Ríos	Coefficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)	Factor de Forma (Kf)	Relación de Elongación (Re)
	1,39	0,36	0,68
01_DueGrande	1,77	0,25	0,57
02_QUIJOS	1,42	1,11	1,19
03_Salado	1,32	0,48	0,78
04_Cacapishco	1,43	0,34	0,65
05_Bombom	1,39	0,32	0,64
06_Murallas	1,49	0,28	0,60
07_Malo	1,48	0,24	0,56
08_Negro	1,31	0,37	0,69
09_R1C3	1,57	0,34	0,66
10_R1C4	1,53	0,24	0,56
11_R2C4	1,32	0,44	0,74
12_Machacayacu	1,31	0,48	0,78
13_Molino	1,80	0,17	0,47
14_Cauchillo	1,41	0,51	0,81
15_Borja	1,30	0,39	0,70
16_Suno	1,54	0,22	0,53
17_Cosanga	1,42	0,40	0,71
18_Arenillas	1,54	0,25	0,57
19_Hollín_Pequeño	1,38	0,41	0,72
20_Hollín_Grande	1,61	0,36	0,67
21_R3C11	1,29	0,41	0,72
22_Urcusiqui	1,79	0,27	0,59
23_Jondachi	1,67	0,21	0,52
24_Chontayacu	1,44	0,39	0,71
25_Misahualí	1,63	0,20	0,50
26_Calmitayacu	1,60	0,24	0,56
27_Inchillaqui	1,28	0,39	0,71
28_Tena	1,51	0,27	0,58
29_Shiti	1,42	0,37	0,69
30_Pano	1,58	0,22	0,53
32_Jatunyacu	1,50	0,47	0,77
33_Mulatos	1,41	0,42	0,73
34_Chonta	1,17	0,52	0,81

En cuanto a los parámetros de forma según la Tabla 5.13 manifiestan que las cuencas con forma redonda son aquellas expresadas en color naranja, de forma ovalada redonda a ovalada oblongada se encuentran en color rojo y mientras las cuencas que tienen forma rectangular oblonga se encuentran en color azul según la clasificación de la tabla 2.3.

Según el factor de forma se tiene que solo la cuenca del río Salado tiene un grado de achatamiento en ella por lo que tiende a concentrar los flujos de lluvia intensa y es más propensa a formar grandes crecidas debido a que su factor de forma se encuentra sobre la unidad, cabe recalcar que estos datos son los representados con respecto a cada cuenca en nuestra zona de estudio.

Con respecto a la Relación de Elongación se tiene que los ríos Salado, Borja y Chonta presentan relieves planos mientras que el resto de los ríos tienen relieves pronunciados.

5.4.1.4 Parámetros de forma de la Cordillera Cutucú

Según los parámetros de forma obtenidos en la Tabla 5.14 se indica que las cuencas con forma ovalada redonda a ovalada oblonga se encuentran en color rojo y mientras las cuencas que tienen forma rectangular oblonga se encuentran en color azul según la clasificación de la tabla 2.3.

Para el factor de forma se tiene que todas las cuencas poseen sus valores bajo la unidad lo que muestra que no tienden a concentrar los flujos de lluvia ni tampoco se forman grandes crecidas, cabe recalcar que estos datos son los representados con respecto a cada cuenca dentro de la zona de estudio.

Con respecto a la Relación de Elongación se tiene que los ríos con la nomenclatura R3C6, y los ríos Namangosa, Naytza y Zamora presentan relieves planos mientras que el resto de los ríos tienen relieves pronunciados.

Tabla 5-14

Parámetros de forma de la Cordillera Cutucú.

Ríos	Coefficiente de Compacidad de Gravelius (Kc)	Factor de Forma (Kf)	Relación de Elongación (Re)
	1,48	0,31	0,63
01_Chiguaza	1,46	0,26	0,57
02_Wawaimi	1,96	0,21	0,52
03_Shamkaimi	1,59	0,22	0,53
04_Tsemanismain	1,87	0,37	0,68
05_Macuma	1,51	0,33	0,65
06_Pumpuis	1,52	0,44	0,75
07_Tsumisuim	1,88	0,20	0,51
08_Pajanak	1,55	0,41	0,72
09_Yukipa	1,53	0,28	0,59
10_Seipa	1,77	0,21	0,51
11_Upano	1,38	0,39	0,70
12_Cangaimé	1,51	0,45	0,75
13_Cushuimi	1,49	0,26	0,57
14_R1C5	1,86	0,18	0,48
15_R2C5	1,70	0,31	0,63
16_Mangosiza	1,27	0,48	0,78
17_R1C6	1,39	0,42	0,73
18_R2C6	1,55	0,63	0,90
19_R3C6	1,64	0,25	0,56
20_R4C6	1,73	0,21	0,52
21_R5C6	2,00	0,26	0,58
22_Chapiza	1,61	0,25	0,56
23_Yaapi	1,42	0,49	0,79
24_Yaupi	1,30	0,33	0,65
25_Chinkianas	1,55	0,27	0,58
26_Ajuntai_Entza	1,61	0,30	0,62
27_R1C7	1,52	0,27	0,58
28_R2C7	2,01	0,17	0,46
29_Wampis	1,51	0,31	0,63
30_Chiguaza_II	1,36	0,45	0,76
31_Pania	1,37	0,58	0,86
32_Namangosa	1,28	0,58	0,86
33_Naytza	1,46	0,36	0,67
34_Yukianza	1,44	0,48	0,78
35_Maycuenza	1,46	0,55	0,84
36_Zamora			

5.4.1.5 Parámetros de Relieve Levantamiento Napo

Tabla 5-15

Parámetros de relieve del Levantamiento Napo

Ríos	Altitud media [m]	Altitud más frecuente [m]	Altitud de frecuencia media [m]	Pendiente Media %	Coefficiente de Rugosidad (Ra)
	2.126,25	1.616,46	2.008,86	20,62	5.013,50
01_DueGrande	2.153,25	1.726,73	2.076,35	35,31	5.025,15
02_QUIJOS	2.008,50	1.727,85	1.914,44	30,63	2.860,69
03_Salado	1.967,50	1.760,88	1.962,09	28,62	2.801,80
04_Cacapishco	2.298,50	2.008,91	2.217,96	41,92	3.246,71
05_Bombom	2.406,50	2.255,87	2.355,12	36,90	3.662,40
06_Murallas	2.370,25	2.378,88	2.398,85	38,39	3.143,43
07_Malo	2.247,25	2.028,53	2.231,38	45,56	1.969,32
08_Negro	1.665,50	1.518,73	1.656,98	13,82	932,28
09_R1C3	1.801,50	1.775,92	1.836,85	18,55	1.788,87
10_R1C4	1.766,50	1.824,73	1.822,01	18,77	1.102,00
11_R2C4	2.146,25	1.829,73	2.069,38	26,80	2.668,83
12_Machacayacu	2.441,50	2.092,03	2.355,88	33,34	3.642,10
13_Molino	2.479,25	1.938,16	2.407,87	41,60	3.605,53
14_Cauchillo	2.552,50	2.809,45	2.572,29	46,35	3.865,84
15_Borja	2.519,50	2.107,83	2.424,64	37,67	4.342,52
16_Suno	2.501,50	2.199,54	2.428,06	26,17	2.067,09
17_Cosanga	2.529,50	2.718,90	2.615,16	36,51	1.981,71
18_Arenillas	1.920,50	1.546,87	1.831,49	32,95	3.145,56
19_Hollín_Pequeño	2.313,50	1.848,43	2.163,29	34,24	4.686,94
20_Hollín_Grande	2.590,25	2.228,85	2.514,33	32,75	2.831,36
21_R3C11	1.777,75	1.509,73	1.804,85	34,36	1.972,22
22_Urcusiqui	1.844,50	1.291,78	1.690,51	31,42	4.287,81
24_Chontayacu	1.492,50	1.293,21	1.403,35	19,75	1.282,94
25_Misahuallí	1.788,50	782,59	1.544,16	33,00	4.627,49
26_Calmitayacu	1.488,25	1.376,67	1.422,20	31,78	2.967,71
27_Inchillaqui	1.454,25	1.329,47	1.430,87	35,96	3.365,38
28_Tena	1.481,25	663,14	1.266,52	29,99	3.148,44
29_Shiti	1.409,50	1.289,19	1.335,49	35,50	2.132,13
30_Pano	1.509,50	665,57	1.223,96	27,86	3.732,52
31_Verdeyacu	1.833,25	1.704,35	1.880,90	46,01	4.900,63
32_Jatunyacu	1.280,25	634,37	1.086,14	31,55	3.039,72
33_Mulatos	1.522,50	1.527,34	1.569,81	60,63	2.679,27
34_Chonta	2.466,25	2.214,39	2.421,61	35,62	1.245,64

En base a la pendiente media se tiene la siguiente clasificación con respecto a la tabla 5.15. el Río Mulatos coloración rojo presenta un tipo de terreno muy escarpado, el resto de ríos en coloración rosada tienen terrenos de tipo fuertemente accidentado, los ríos Due Grande, Chontayacu y los ríos de nomenclatura R1C4 y R2C4 en la tabla con

coloración amarilla tienen un terreno accidentado medio, mientras que el río de nomenclatura R1C3 tiene un tipo de terreno suave y se encuentra con coloración verde, toda esta clasificación se la realiza a partir de la tabla 2.4, por lo que se puede decir que en la mayoría del Levantamiento Napo existe un considerable predominio de terreno escarpado.

5.4.1.6 *Parámetros de relieve Cordillera Cutucú*

En base a los datos de pendientes media se tiene que los ríos que presentan una coloración roja tienen terrenos de tipo escarpado, los de coloración amarilla terrenos de tipo fuertemente accidentado, mientras que los ríos Wawaimi Grande y Pajanak en coloración verde tienen terrenos de tipo accidentado y los ríos Chiguaza, Shamkaimi y Tsemanismain tienen terrenos de tipo accidente medio. Con lo que se determina que la zona de la Cordillera Cutucú globalmente tiene terrenos de tipo escarpado en base a la clasificación prevista en la tabla 2.4.

Tabla 5-16

Parámetros de relieve Cordillera Cutucú

Ríos	Altitud media [m]	Altitud más frecuente [m]	Altitud de frecuencia media [m]	Pendiente Media %	Coefficiente de Rugosidad (Ra)
	995,25	1.003,86	1.043,31	7,61	1.072,41
01_Chiguaza	1.021,25	1.006,98	1.037,97	11,47	507,96
02_Wawaimi	982,25	1.071,94	1.033,28	6,22	778,91
03_Shankaimi	1.007,75	971,79	1.003,66	9,91	406,35
04_Tsemanismain	1.294,25	1.040,59	1.211,11	22,08	3.245,03
05_Macuma	1.483,25	1.088,90	1.395,01	24,73	1.701,50
06_Pumpuis	1.102,25	1.090,92	1.095,53	18,17	879,44
07_Tsumisuim	1.186,50	1.034,39	1.145,34	10,75	831,36
08_Pajanak	1.489,50	1.123,39	1.355,75	16,88	2.689,86
09_Yukipa	1.422,25	1.657,95	1.500,51	34,2	2.697,08
10_Seipa	1.100,50	770,45	998,46	21,25	2.010,08
11_Upano	1.191,50	1.263,51	1.146,80	28,62	2.807,30
12_Cangaime	1.153,50	454,31	1.083,43	24,8	2.698,21
13_Cushuimi	1.197,50	1.510,81	1.443,71	32,1	3.004,22
14_R1C5	1.164,25	1.631,28	1.491,18	20,12	2.297,18
15_R2C5	1.227,50	927,46	1.136,66	27,22	3.661,59
16_Mangosiza	1.362,50	1.417,13	1.465,81	21,83	2.317,17
17_R1C6	1.492,25	1.418,59	1.549,70	37,85	2.672,95
18_R2C6	1.339,50	881,00	1.212,41	36,95	2.986,45
19_R3C6	1.025,50	989,93	1.039,55	23,72	2.707,59
20_R4C6	861,25	846,95	937,81	24,17	1.640,65
21_R5C6	1.156,50	417,00	893,89	27,62	3.246,72
22_Chapiza	1.153,50	438,61	1.020,72	34,28	2.668,56
23_Yaapi	1.387,50	769,48	1.216,76	32,53	3.511,57
24_Yaupi	1.478,50	1.095,35	1.377,79	40,53	3.331,31
25_Chinkianas	1.369,25	1.424,61	1.403,92	29,39	2.196,40
26_Ajuntai_Entza	1.206,25	417,78	972,62	29,43	3.730,54
27_R1C7	1.142,25	431,94	984,73	34,69	3.128,75
28_R2C7	1.142,25	431,94	984,73	34,69	3.128,75
29_Wampis	1.390,50	1.118,94	1.274,75	38,79	2.595,74
30_Chiguaza_II	1.524,50	1.409,08	1.505,06	37,78	3.322,14
31_Pania	1.494,50	1.211,18	1.519,27	27,04	3.673,98
32_Namangosa	1.187,25	1.205,77	1.163,06	31,6	2.837,26
33_Naytza	1.187,25	1.240,72	1.296,56	31,88	2.817,79
34_Yukianza	1.214,50	1.138,27	1.254,62	30,97	2.956,52
35_Maycuenza	991,25	998,69	1.046,64	29,28	1.885,05
36_Zamora	1.145,25	941,57	1.056,81	32,24	2.949,70

5.4.1.7 Parámetros de drenaje Levantamiento Napo

Tabla 5-17

Parámetros de drenaje del Levantamiento Napo

Ríos	Densidad de Drenaje Dd	Coefficiente de Torrencialidad
01_DueGrande	0,54	0,24
02_QUIJOS	0,54	0,28
03_Salado	0,50	0,27
04_Cacapishco	0,46	0,46
05_Bombom	0,55	0,60
06_Murallas	0,60	0,27
07_Malo	0,71	0,21
08_Negro	0,83	0,30
09_R1C3	0,63	0,23
10_R1C4	0,64	0,28
11_R2C4	0,58	0,15
12_Machacayacu	0,70	0,21
13_Molino	0,56	0,29
14_Cauchillo	0,50	0,14
15_Borja	0,49	0,33
16_Suno	0,53	0,25
17_Cosanga	0,64	0,35
18_Arenillas	0,64	0,34
19_Hollín_Pequeño	0,55	0,18
20_Hollín_Grande	0,57	0,28
21_R3C11	0,77	0,17
22_Urcusiqui	0,63	0,43
23_Jondachi	0,57	0,34
24_Chontayacu	0,80	0,20
25_Misahualí	0,55	0,33
26_Calmitayacu	0,58	0,15
27_Inchillaqui	0,54	0,44
28_Tena	0,62	0,33
29_Shiti	0,67	0,30
30_Pano	0,53	0,23
31_Verdeyacu	0,48	0,29
32_Jatunyacu	0,52	0,26
33_Mulatos	0,64	0,27
34_Chonta	0,86	0,43

Para los parámetros de drenaje tenemos en la mayoría de las cuencas un drenaje pobre lo cual hace que las cuencas no tengan una buena evacuación de la lluvia frente a

fuerres precipitaciones, de forma similar se pretende una mayor cantidad de erosión y efectos provocados por las fuertes precipitaciones.

5.4.1.8 Parámetros de drenaje Cordillera Cutucú

Tabla 5-18

Parámetros de drenaje de la Cordillera Cutucú

Ríos	Densidad de Drenaje Dd	Coefficiente de Torrencialidad
01_Chiguaza	0,65	0,32
02_Wawaimi	0,70	0,40
03_Shankaimi	0,70	0,27
04_Tsemanismain	0,82	0,14
05_Macuma	0,43	0,27
06_Pumpuis	0,60	0,29
07_Tsumisuim	0,74	0,31
08_Pajanak	0,65	0,41
09_Yukipa	0,56	0,38
10_Seipa	0,54	0,23
11_Upano	0,54	0,20
12_Cangaimé	0,53	0,36
13_Cushuimi	0,63	0,25
14_R1C5	0,53	0,13
15_R2C5	0,68	0,32
16_Mangosiza	0,55	0,40
17_R1C6	0,55	0,26
18_R2C6	0,56	0,13
19_R3C6	0,54	0,41
20_R4C6	0,56	0,43
21_R5C6	0,68	0,26
22_Chapiza	0,55	0,38
23_Yaapi	0,66	0,28
24_Yaupi	0,64	0,29
25_Chinkianas	0,60	0,34
26_Ajuntai_Entza	0,73	0,38
27_R1C7	0,52	0,38
28_R2C7	0,57	0,27
29_Wampis	0,86	0,14
30_Chiguaza_II	0,56	0,31
31_Pania	0,55	0,18
32_Namangosa	0,51	0,36
33_Naytza	0,51	0,29
34_Yukianza	0,51	0,30
35_Maycuenza	0,56	0,21
36_Zamora	0,51	0,41

La densidad de drenaje de la Cordillera Cutucú presenta valores similares a los que han sido descritos para cuencas con baja densidad de drenaje, presentando así una transición entre un drenaje detrítico a rectangular, lo que haría que no tenga una buena respuesta frente a altas precipitaciones, por lo que en esta zona la evacuación es mucho más lenta.

5.4.2 Coeficiente de sinuosidad

El resultado del coeficiente de sinuosidad se puede observar en la tabla 5.19 para los ríos del Levantamiento Napo en la izquierda y los ríos de la Cordillera Cutucú en la derecha, se tiene en el Levantamiento Napo al río Misahuallí con un canal irregular y con una coloración roja, mientras que los ríos en coloración amarilla tienen canales transicionales y los que se aprecia en coloración verde tienen un canal rectilíneo según la clasificación de la tabla 2.2.

En la Cordillera Cutucú se tiene a los ríos Macuma, Yukipa, Yaupi y R1C7 con coloración en rojo para canales irregulares a tortuoso, al río R3C6 y al río Ajuntai Entza con coloración amarilla para canales regulares, mientras que en coloración verde se presenta a los ríos con canales transicionales y para los ríos con color celeste presentan canales rectilíneos.

Todos los ríos considerados presentan variedad del tipo de carga de sedimento mixto; tanto como sólidos en suspensión, así como sólidos de carga de fondo.

5.4.3 Mapas de pendientes

Los mapas de pendientes muestran para el Levantamiento Napo en la figura 5.5 en el cual se puede apreciar como en la tabla 5.15 que la distribución de pendientes no es tan pronunciada con respecto al mapa de pendientes de la Cordillera Cutucú que se muestra en la figura 5.6, la distribución de mayores pendientes en el Levantamiento Napo se tiene en tres zonas en la parte Norte, Centro y Sur dejando ciertas partes con bajas pendientes entre su distribución, mientras que la Cordillera Cutucú tiene mayores concentraciones de altas pendientes en el centro y sur-occidente de la zona.

Tabla 5-19

Coefficiente de Sinuosidad Levantamiento Napo (izq), Cordillera Cutucú (der)

Ríos	Coefficiente de Sinuosidad	Ríos	Coefficiente de Sinuosidad
01_DueGrande	0,99	01_Chiguaza	1,03
02_Quijos	1,27	02_Wawaimi	1,17
03_Salado	1,26	03_Shamkaimi	1,35
04_Cacapishco	1,13	04_Tsemanismain	1,15
05_Bombom	1,34	05_Macuma	2,20
06_Murallas	1,22	06_Pumpuis	1,15
07_Malo	1,33	07_Tsumisuim	1,47
08_Negro	1,10	08_Pajanak	1,39
09_R1C3	1,27	09_Yukipa	2,15
10_R1C4	1,11	10_Seipa	1,46
11_R2C4	1,15	11_Upano	1,34
12_Machacayacu	1,23	12_Cangaimé	1,36
13_Molino	1,39	13_Cushuimi	1,42
14_Cauchillo	1,18	14_R1C5	1,15
15_Borja	1,12	15_R2C5	1,36
16_Suno	1,18	16_Mangosiza	1,34
17_Cosanga	1,35	17_R1C6	1,20
18_Arenillas	1,11	18_R2C6	1,35
19_Hollín_Pequeño	1,16	19_R3C6	1,53
20_Hollín_Grande	1,46	20_R4C6	1,46
21_R3C11	1,36	21_R5C6	1,26
22_Urcusiqui	1,08	22_Chapiza	1,29
23_Jondachi	1,39	23_Yaapi	1,39
24_Chontayacu	1,20	24_Yaupi	1,84
25_Misahualí	2,01	25_Chinkianas	1,12
26_Calmitayacu	1,28	26_Ajuntai_Entza	1,65
27_Inchillaqui	1,41	27_R1C7	2,65
28_Tena	1,34	28_R2C7	1,19
29_Shiti	1,30	29_Wampis	1,25
30_Pano	1,41	30_Chiguaza_II	1,38
31_Verdeyacu	1,42	31_Pania	1,39
32_Jatunyacu	1,41	32_Namangosa	1,21
33_Mulatos	1,27	33_Naytza	1,25
34_Chonta	1,33	34_Yukianza	1,21
		35_Maycuenza	1,41
		36_Zamora	1,21

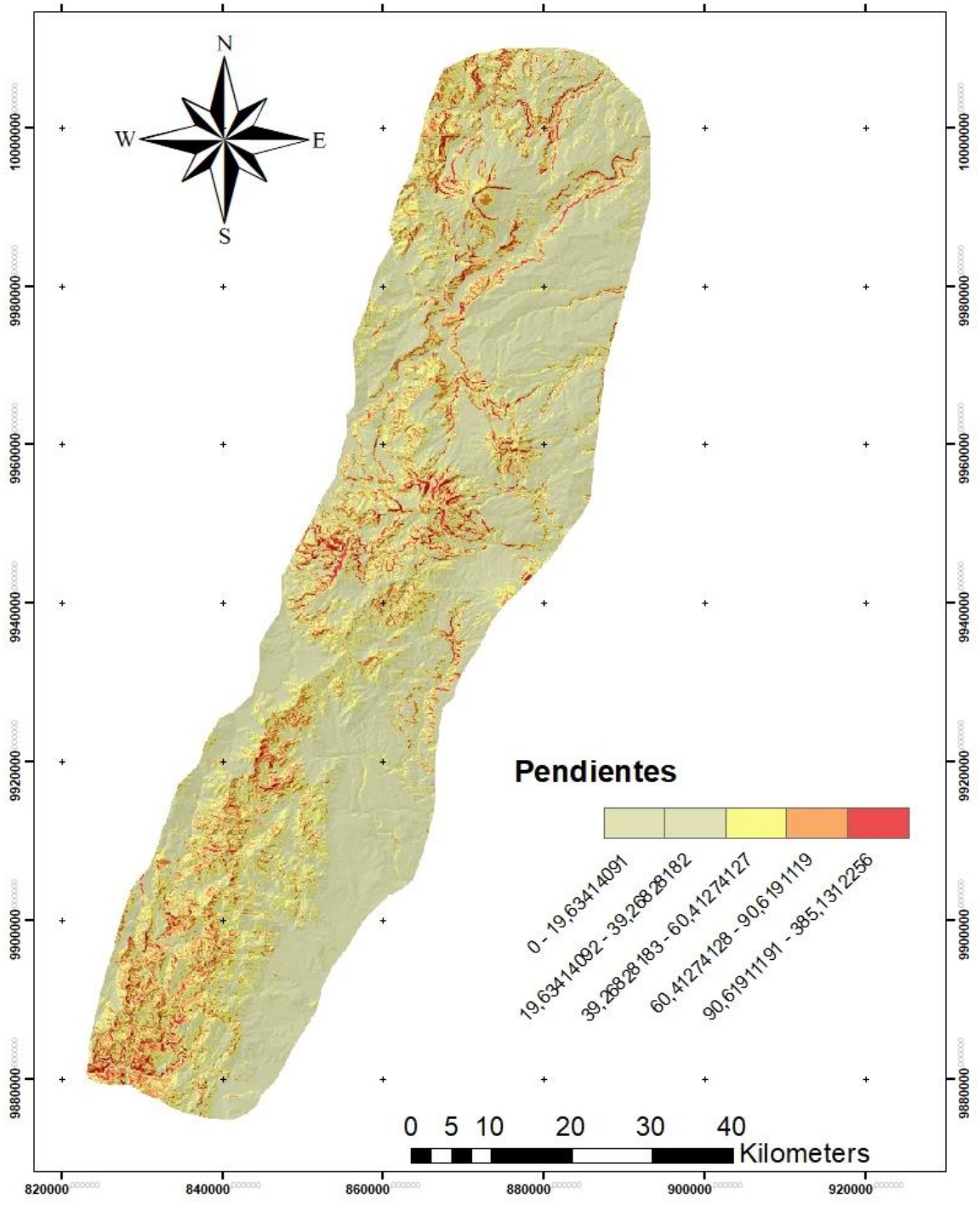


Figura 5-5. Mapa de Pendientes Levantamiento Napo. Elaborado por: Arteaga, 2019.

MAPA DE PENDIENTES CORDILLERA CUTUCÚ

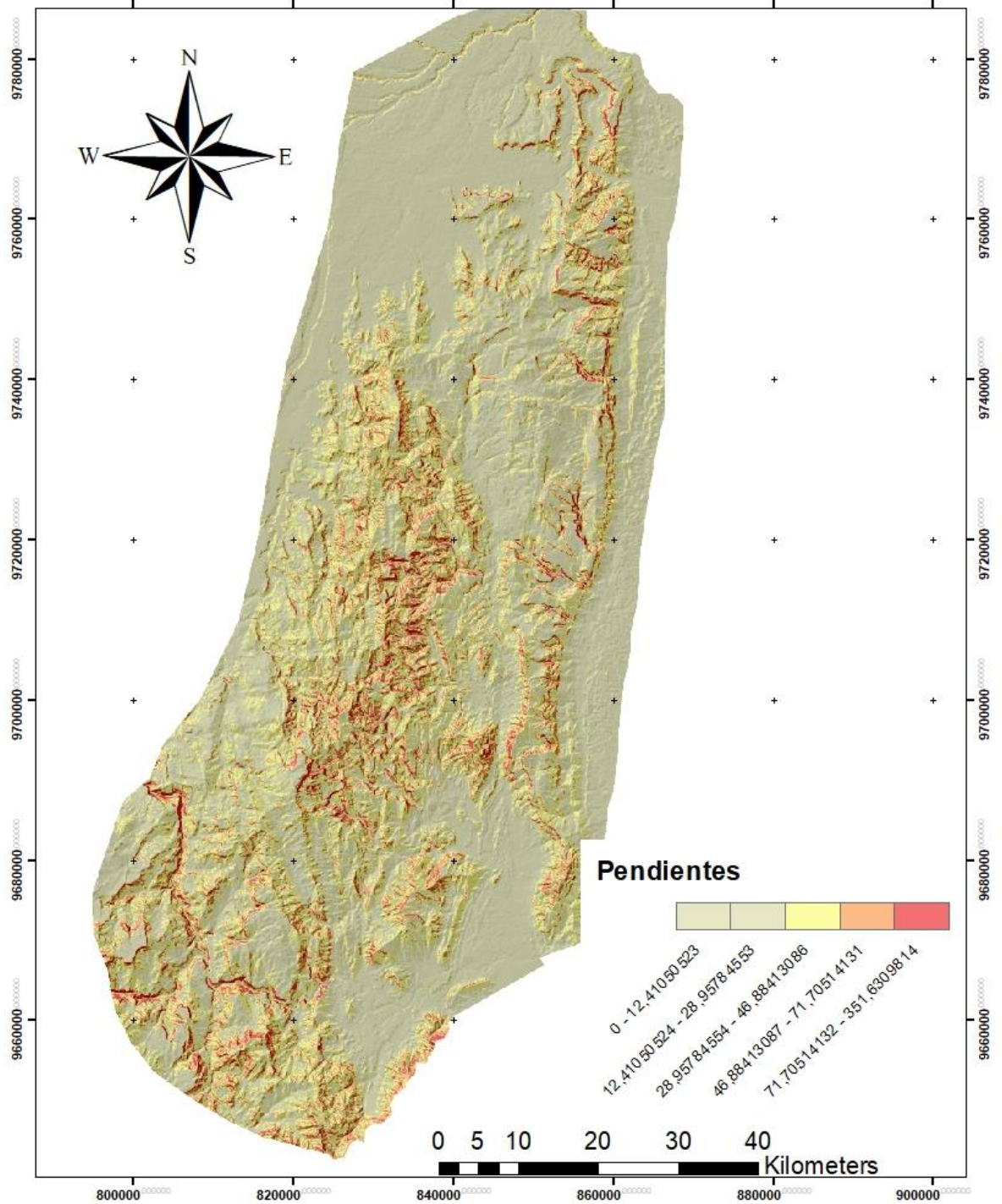


Figura 5-6. Mapa de Pendientes Cordillera Cutucú. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.4.4 Índice de gradiente (sl)

Las variaciones en el índice de gradiente se pueden dar por cambios de litología o fallamiento tectónico provocando anomalías en la morfología del paisaje y de igual manera en la forma en planta de los diversos ríos.

5.4.4.1 Levantamiento napo

En la tabla 5.20 (izq) se considera la variación promedio del índice SL en todos y cada uno de los ríos del Levantamiento Napo, apreciando la coincidencia de anomalías de valores altos para el índice SL de la mayor cantidad de ríos de la tabla 5.20 (izq) con los ríos existentes de la figura 5.7 exceptuando los ríos Misahuallí e Inchillaqui, ya que se observa en la tabla 5.20 (izq) que presentan valores promedio altos de índice de gradiente, sin embargo, en el mapa donde se realizó la interpolación sus valores no presentan anomalías de dicho índice, no obstante refiriéndose al coeficiente de sinuosidad mostrado en la tabla 5.19., el río Misahuallí presenta el valor más alto.

5.4.4.2 Cordillera Cutucú

En la tabla 5.20 (Wobus et al.) se observa los valores promedio del índice SL de la Cordillera Cutucú, resaltando en rojo los ríos con valores más altos de los ahí presentes, mientras que en la figura 5.8 se muestra el mapa de interpolación del índice SL, donde no existe una gran concentración de este índice en la cordillera, sin embargo, al considerar las pequeñas zonas en las que se encuentran anomalías de variación del mismo, coinciden con la mayoría de ríos mostrados en la tabla, excepto a los ríos 19 y 21 mostrados en la figura 5.8.

Tabla 5-20

Índice de Gradiente promedio para el Levantamiento Napo (izq) y Cordillera Cutucú (Wobus et al.)

Ríos	Índice de Gradiente Promedio (SL)	Ríos	Índice de Gradiente Promedio (SL)
	485,54		366,13
01_DueGrande	804,81	01_Chiguaza	792,34
02_Quijos	123,90	02_Wawaimi	306,76
03_Salado	508,13	03_Shankaimi	770,62
04_Cacapishco	541,76	04_Tsemanismain	414,30
05_Bombom	1.221,65	05_Macuma	269,57
06_Murallas	1.323,39	06_Pumpuis	144,34
07_Malo	875,66	07_Tsumisuim	924,37
08_Negro	326,53	08_Pajanak	1.265,39
09_R1C3	580,44	09_Yukipa	190,19
10_R1C4	657,34	10_Seipa	477,90
11_R2C4	923,86	11_Upano	328,46
12_Machacayacu	936,68	12_Cangaimé	2.090,23
13_Molino	700,75	13_Cushuimi	3.126,53
14_Cauchillo	524,57	14_R1C5	720,82
15_Borja	1.008,27	15_R2C5	738,04
16_Suno	627,15	16_Mangosiza	811,68
17_Cosanga	470,75	17_R1C6	473,94
18_Arenillas	671,90	18_R2C6	734,76
19_Hollín_Pequeno	1.281,71	19_R3C6	777,21
20_Hollín_Grande	846,16	20_R4C6	568,54
21_R3C11	512,91	21_R5C6	573,20
22_Urcusiqui	657,60	22_Chapiza	571,88
23_Jondachi	309,27	23_Yaapi	696,38
24_Chontayacu	878,10	24_Yaupi	1.033,32
25_Misahualí	730,49	25_Chinkianas	555,09
26_Calmitayacu	804,52	26_Ajuntai_Entza	500,34
27_Inchillaqui	767,52	27_R1C7	851,06
28_Tena	512,90	28_R2C7	724,20
29_Shiti	558,24	29_Wampis	1.129,24
30_Pano	1.555,96	30_Chiguaza_II	9,29
31_Verdeyacu	134,90	31_Pania	828,26
32_Jatunyacu	423,49	32_Namangosa	658,17
33_Mulatos	345,05	33_Naytza	363,76
		34_Yukianza	185,40
		35_Maycuenza	
		36_Zamora	

MAPA DE ÍNDICE DE GRADIENTE LEVANTAMIENTO NAPO

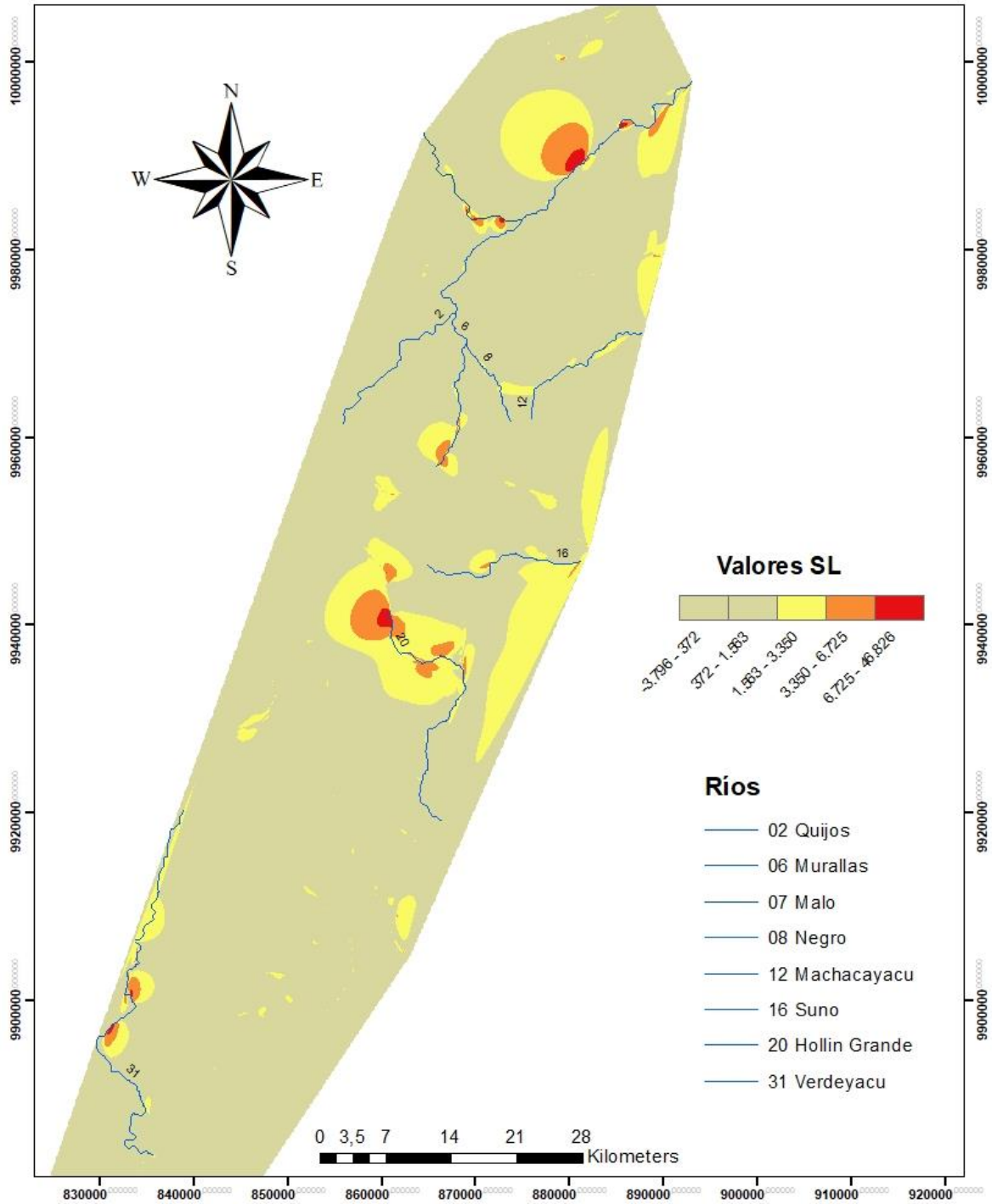


Figura 5-7. Mapa de Índice de Gradiente del Levantamiento Napo. Aquí se observan a todos los ríos que presentan un alto índice de gradiente.

MAPA DE ÍNDICE DE GRADIENTE CORDILLERA CUTUCÚ

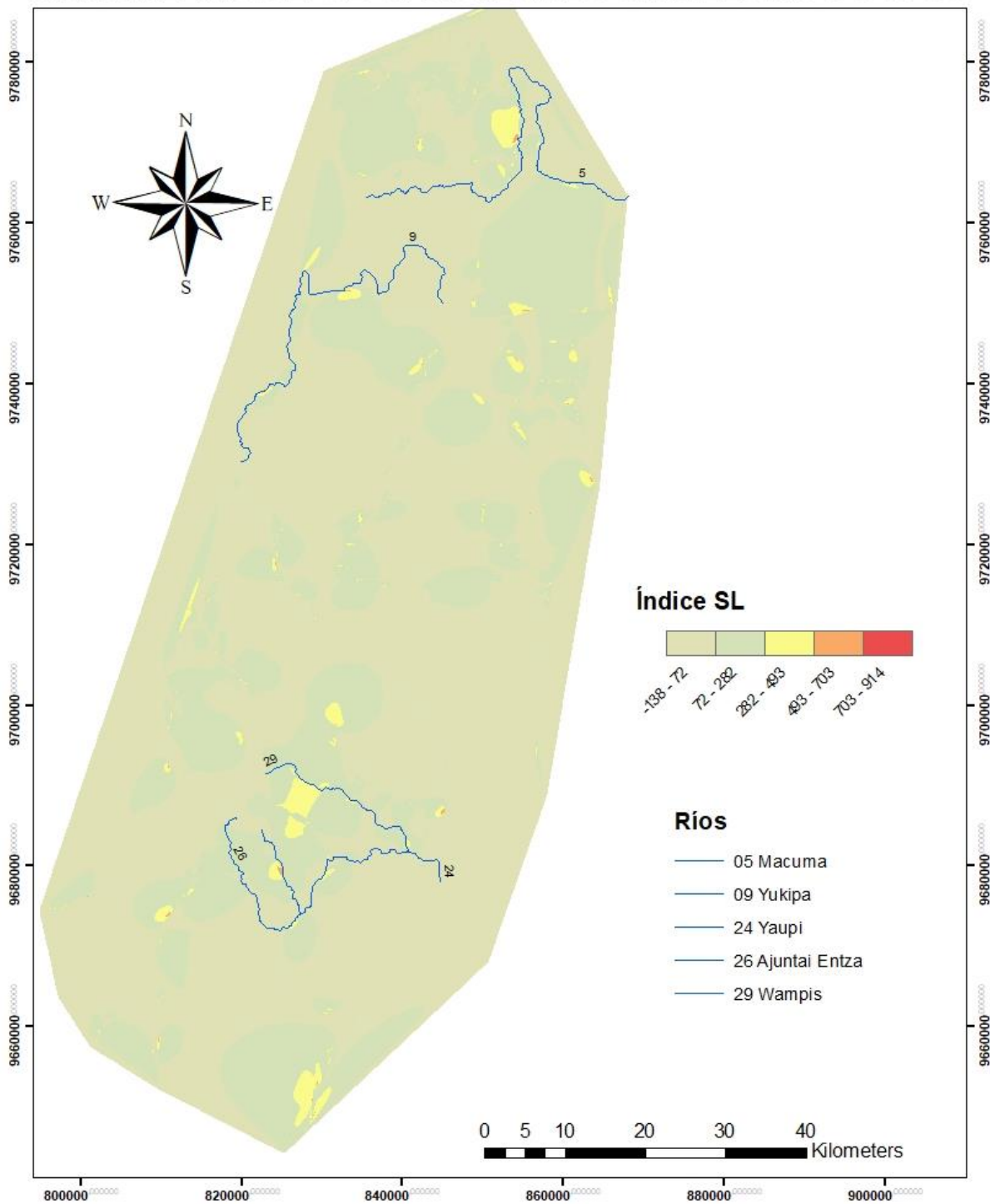


Figura 5-8. Mapa de Índice de Gradiente Cordillera Cutucú

5.4.5 Índice de inclinación (k_s)

El índice de inclinación presenta una relación directa con las tasas de levantamientos rocosos por lo cual asumiremos un cambio en el drenaje de un cauce o actividad tectónica en lugares en los cuales se encuentren anomalías de este índice para determinar la causa que provocaron dichas anomalías.

5.4.5.1 Levantamiento napo

A lo largo del Levantamiento Napo se tiene una pequeña variación en el índice de inclinación, como se muestra en la tabla 5-21 (izq) solamente los ríos Misahuallí, Tena y Pano presentan los valores más altos para este índice, de igual manera se puede apreciar en el mapa de la figura 5-9 (izq) en el que se interpoló los valores de k_s que solo en los tres ríos antes mencionados con adición del río Due Grande se obtienen valores marcados para el índice de inclinación.

5.4.5.2 Cordillera Cutucú

En la tabla 5-21 (Wobus et al.) se muestra que solo el río Mangosiza cuenta con el valor más alto de índice de inclinación, lo cual se muestra con gran notoriedad en el mapa de la figura 5-9 (Wobus et al.) donde de la misma forma se expresa una pequeña parte en la que se interpoló el valor más alto, mientras que en la mayoría de la cordillera Cutucú no se sitúan valores altos por lo que se expondría que no existen tasas de elevación altas para esta cordillera.

5.4.6 Curvas hipsométricas

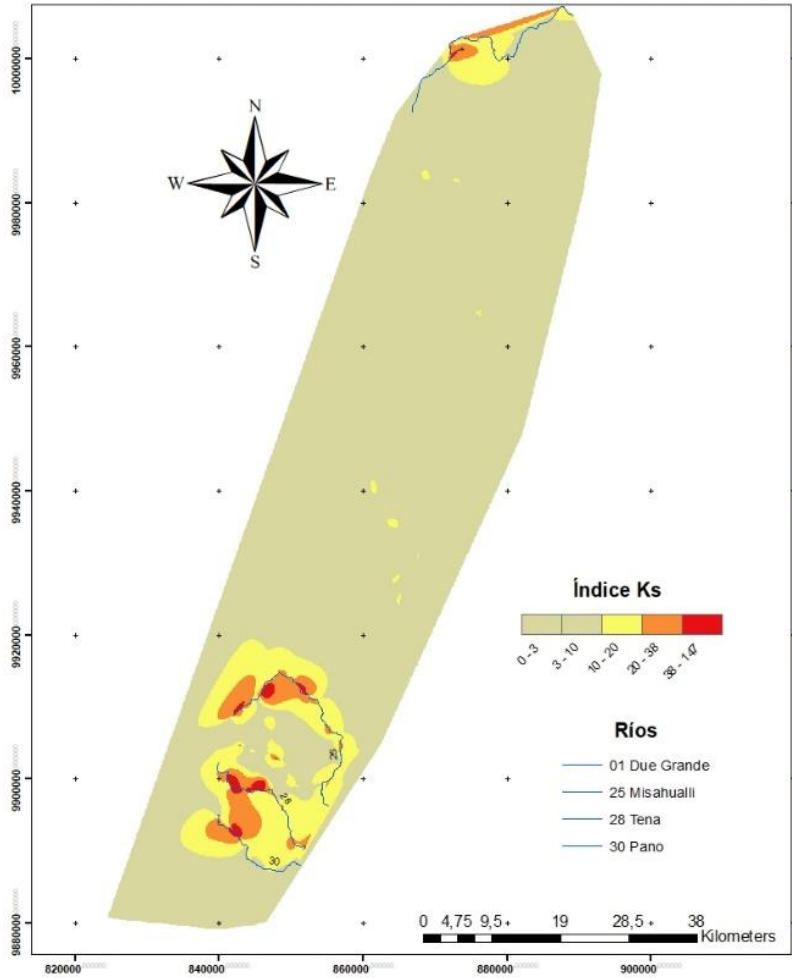
Se calcularon las curvas hipsométricas de todos los ríos de orden 4 y 5 ubicados en el Levantamiento Napo y Cordillera Cutucú, las mismas que se muestran en el Anexo 1

Tabla 5-21

Valores del Índice de Inclinación. Levantamiento Napo (izq). Cordillera Cutucú (Wobus et al.).

Ríos	Coefficiente de Inclinación promedio (ks)	Ríos	Coefficiente de Inclinación promedio (ks)
01_DueGrande	13,36	01_Chiguaza	0,36
02_Quijos	1,74	02_Wawaimi	0,13
03_Salado	0,11	03_Shamkaimi	0,21
04_Cacaphishco	0,24	04_Tsemanismain	0,10
05_Bombom	0,35	05_Macuma	0,87
06_Murallas	2,16	06_Pumpuis	2,97
07_Malo	3,35	07_Tsumisuim	0,25
08_Negro	1,84	08_Pajanak	0,08
09_R1C3	0,14	09_Yukipa	1,02
10_R1C4	0,24	10_Seipa	6,24
11_R2C4	0,11	11_Upano	0,17
12_Machacayacu	3,38	12_Cangaimé	12,58
13_Molino	2,13	13_Cushuimi	78,18
14_Cauchillo	0,42	14_R1C5	12,96
15_Borja	0,54	15_R2C5	14,12
16_Suno	2,24	16_Mangosiza	1116,39
17_Cosanga	0,10	17_R1C6	5,66
18_Arenillas	0,27	18_R2C6	6,04
19_Hollín_Pequeno	1,21	19_R3C6	10,16
20_Hollín_Grande	6,92	20_R4C6	484,56
21_R3C11	0,65	21_R5C6	18,56
22_Urcusiqui	0,44	22_Chapiza	167,90
23_Jondachi	1,58	23_Yaapi	328,20
24_Chontayacu	0,28	24_Yaupi	262,66
25_Misahuallí	25,27	25_Chinkianas	33,85
26_Calmitayacu	4,71	26_Ajuntai_Entza	17,09
27_Inchillaqui	11,48	27_R1C7	508,71
28_Tena	28,40	28_R2C7	138,43
29_Shiti	1,45	29_Wampis	155,80
30_Pano	19,76	30_Chiguaza_II	12,16
31_Verdeyacu	1,60	31_Pania	30,22
32_Jatunyacu	0,14	32_Namangosa	0,02
33_Mulatos	0,58	33_Naytza	6,26
34_Chonta	0,17	34_Yukianza	12,22
		35_Maycuenza	4,12
		36_Zamora	0,07

Mapa de Índice de Inclinación Ks Levantamiento Napo



Mapa Índice de Inclinación Cordillera Cutucú

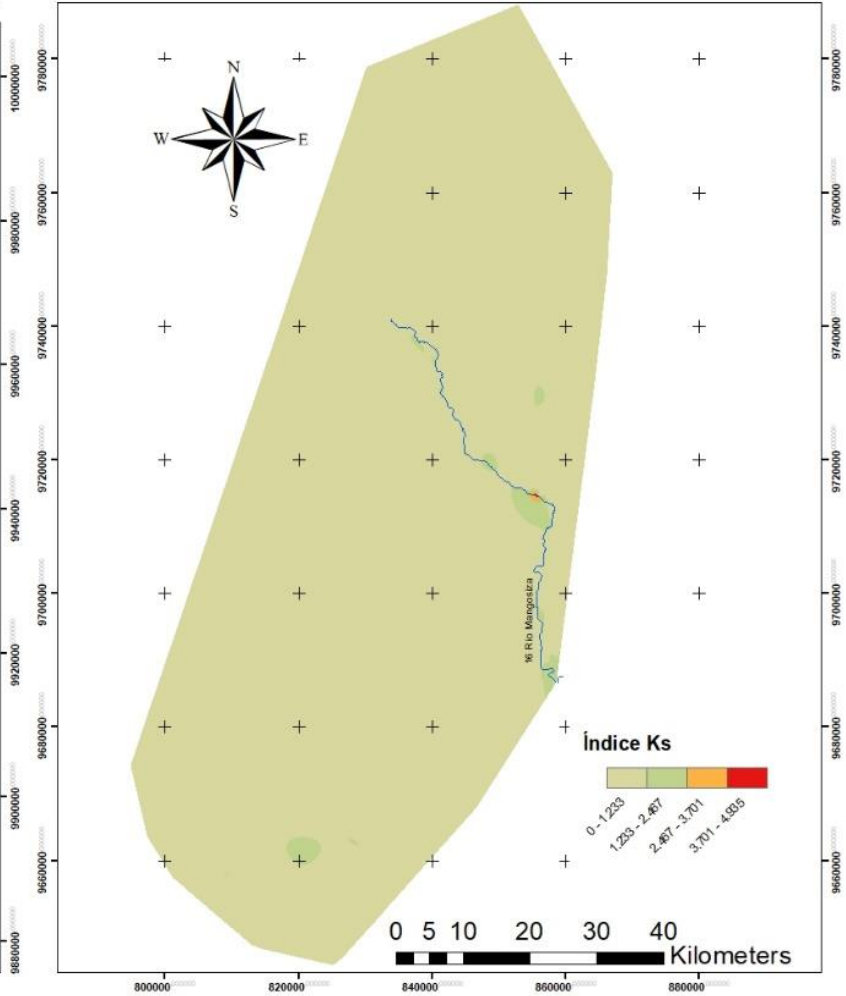


Figura 5-9. Mapa de Índice de Inclinación (Ks). Levantamiento Napo (izq). Cordillera Cutucú (Arteaga, 2019).

5.5 Knickpoints

Se realizaron los knickpoints de los ríos que se encuentran afectados por los índices de gradiente y por el índice de inclinación, cada knickpoint ubicado en los perfiles del río se refieren a un cambio litológico o a un aumento en el índice (SL), a continuación, se observan los ríos que tuvieron mayor índice de SL por lo fueron tomados en cuenta cuando se determinó los knickpoints existentes en los mismos tanto para el levantamiento Napo como para la Cordillera Cutucú.

5.5.1 Knickpoints Río Quijos

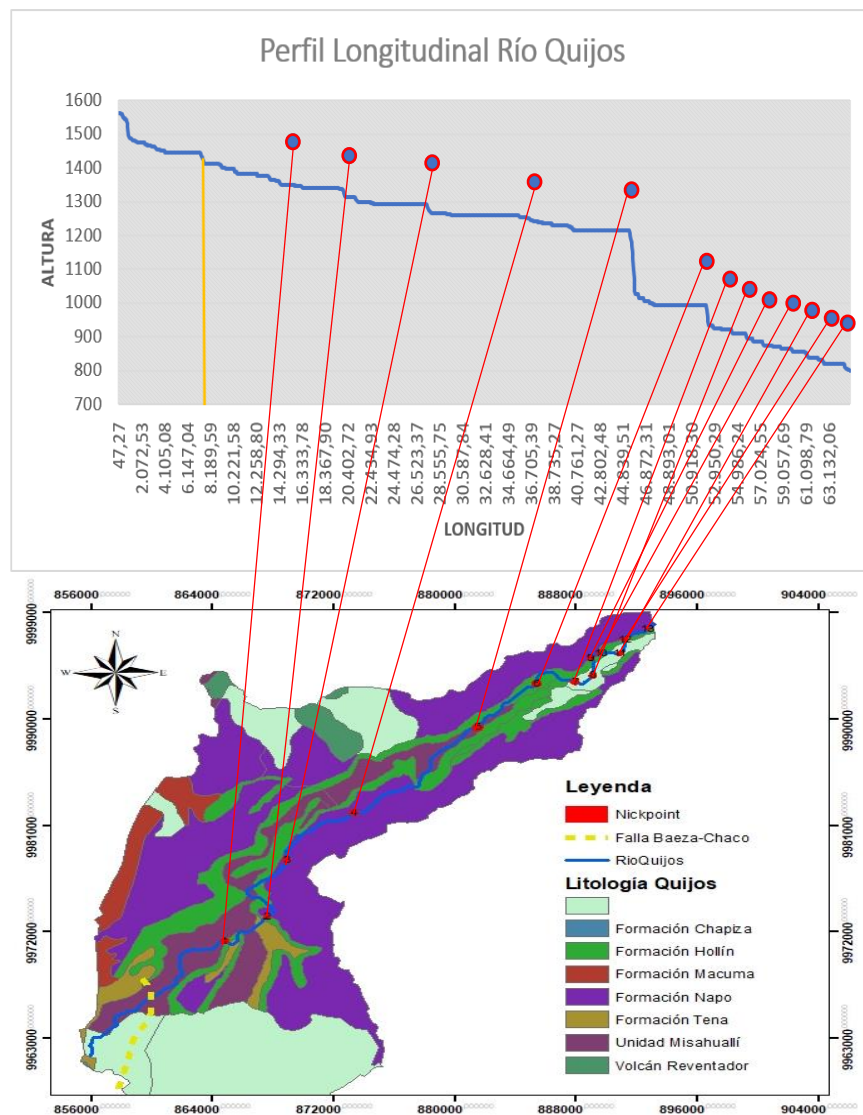


Figura 5-10. Knickpoints Río Quijos. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.2 Knickpoints Río murallas

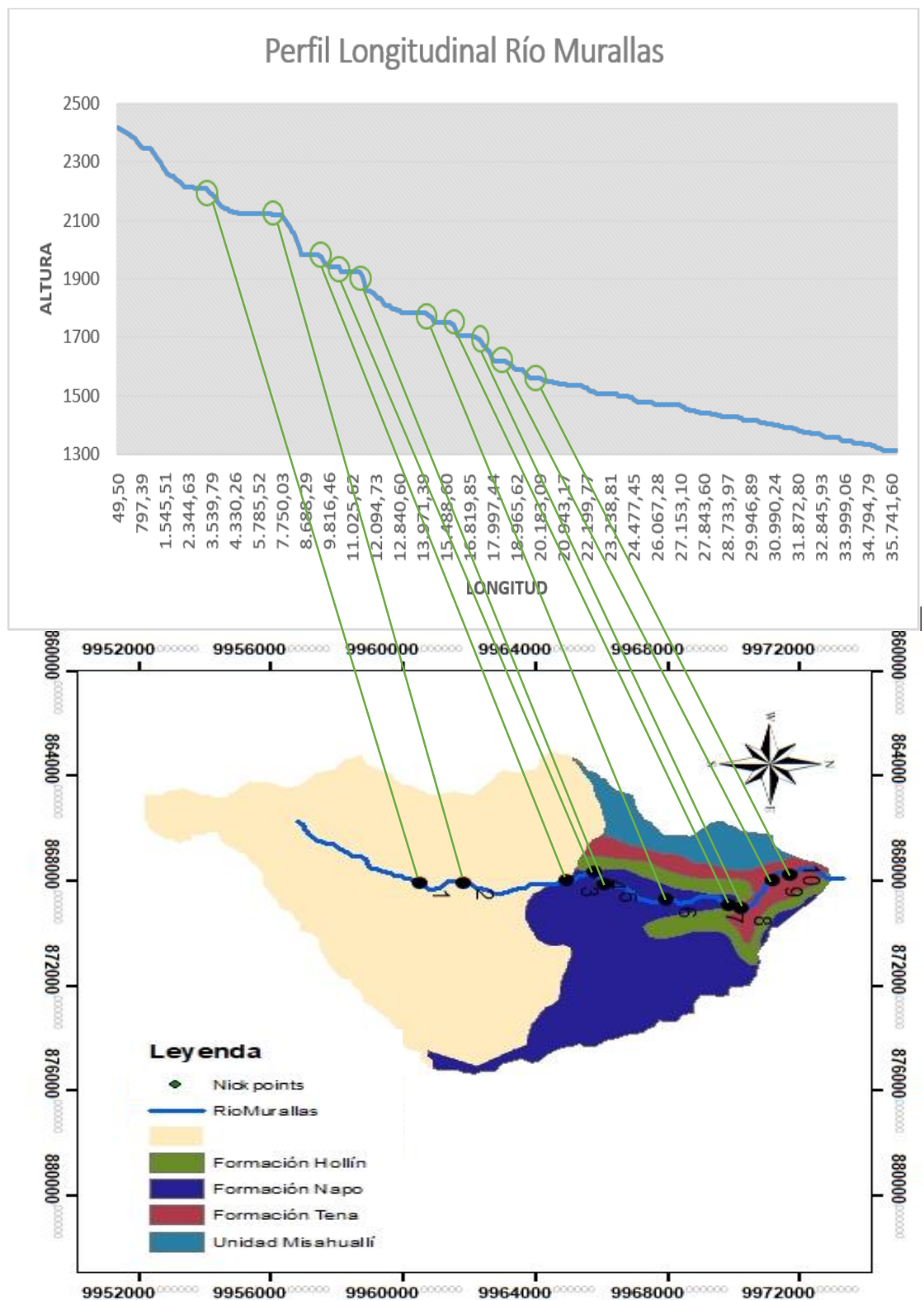


Figura 5-11. Knickpoints Río Murallas. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.3 Knickpoints Río Malo

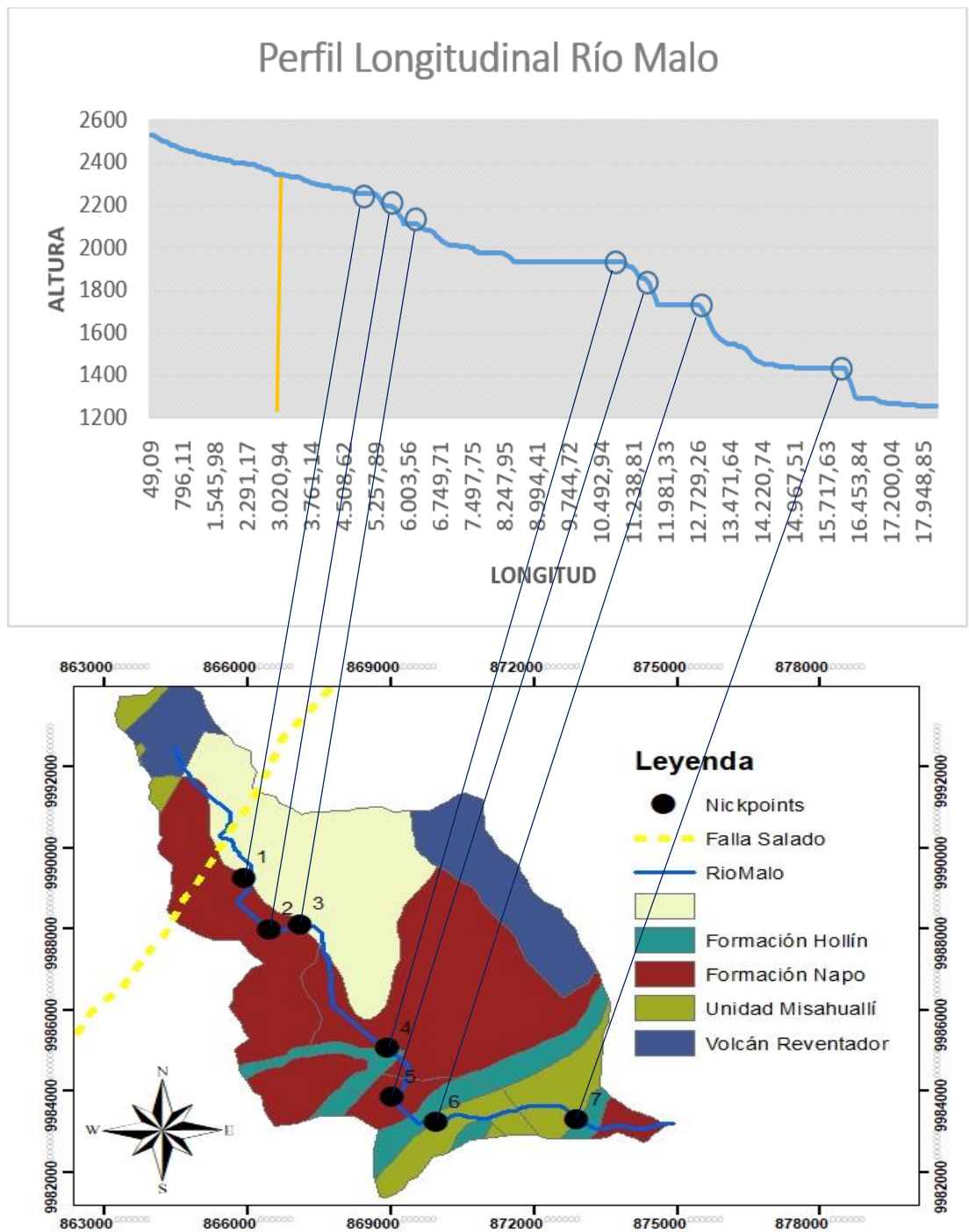


Figura 5-12. Knickpoints Río Malo. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.4 Knickpoints Río Negro

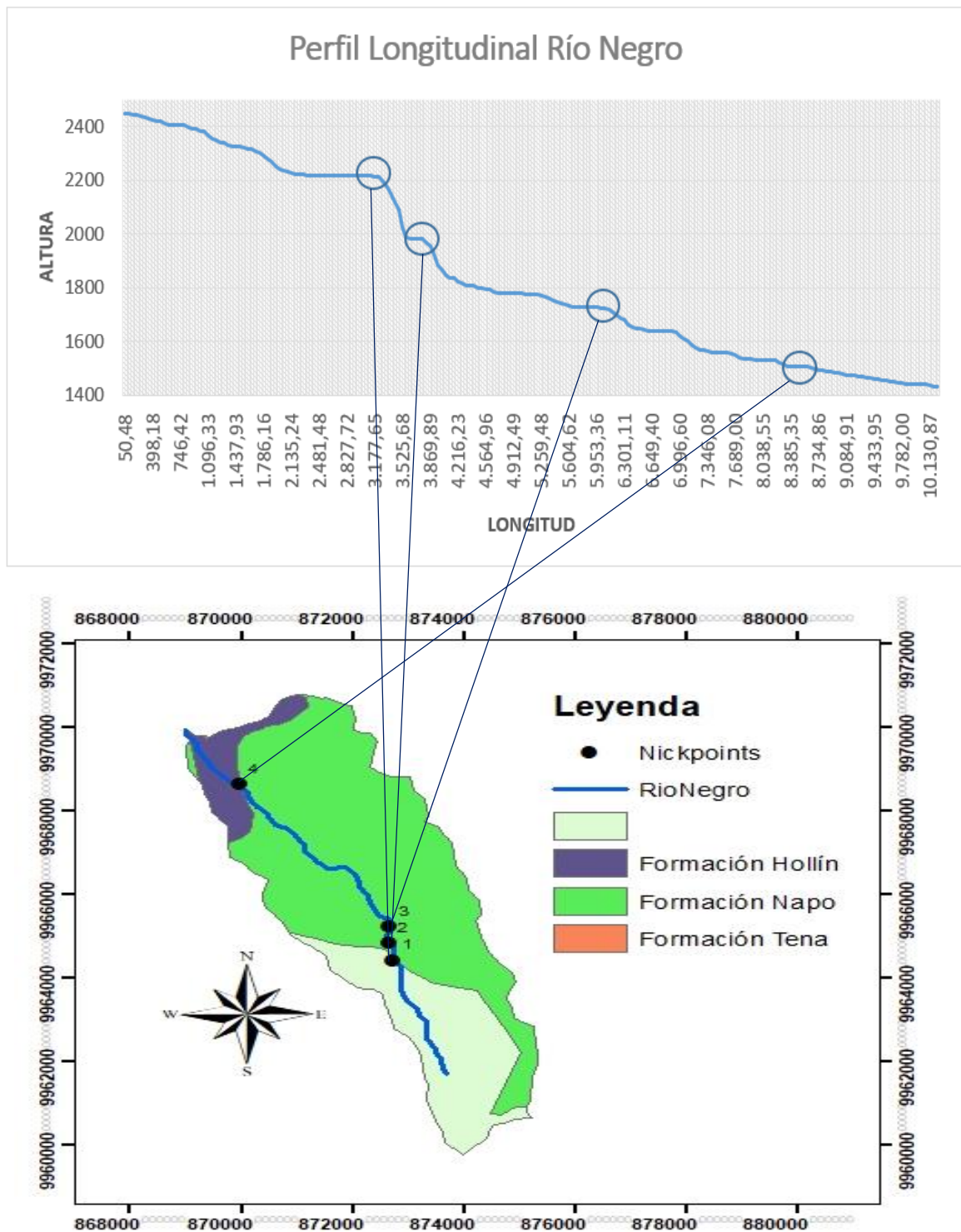


Figura 5-13. Knickpoints Río Negro. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.5 Knickpoints Río Machacayacu

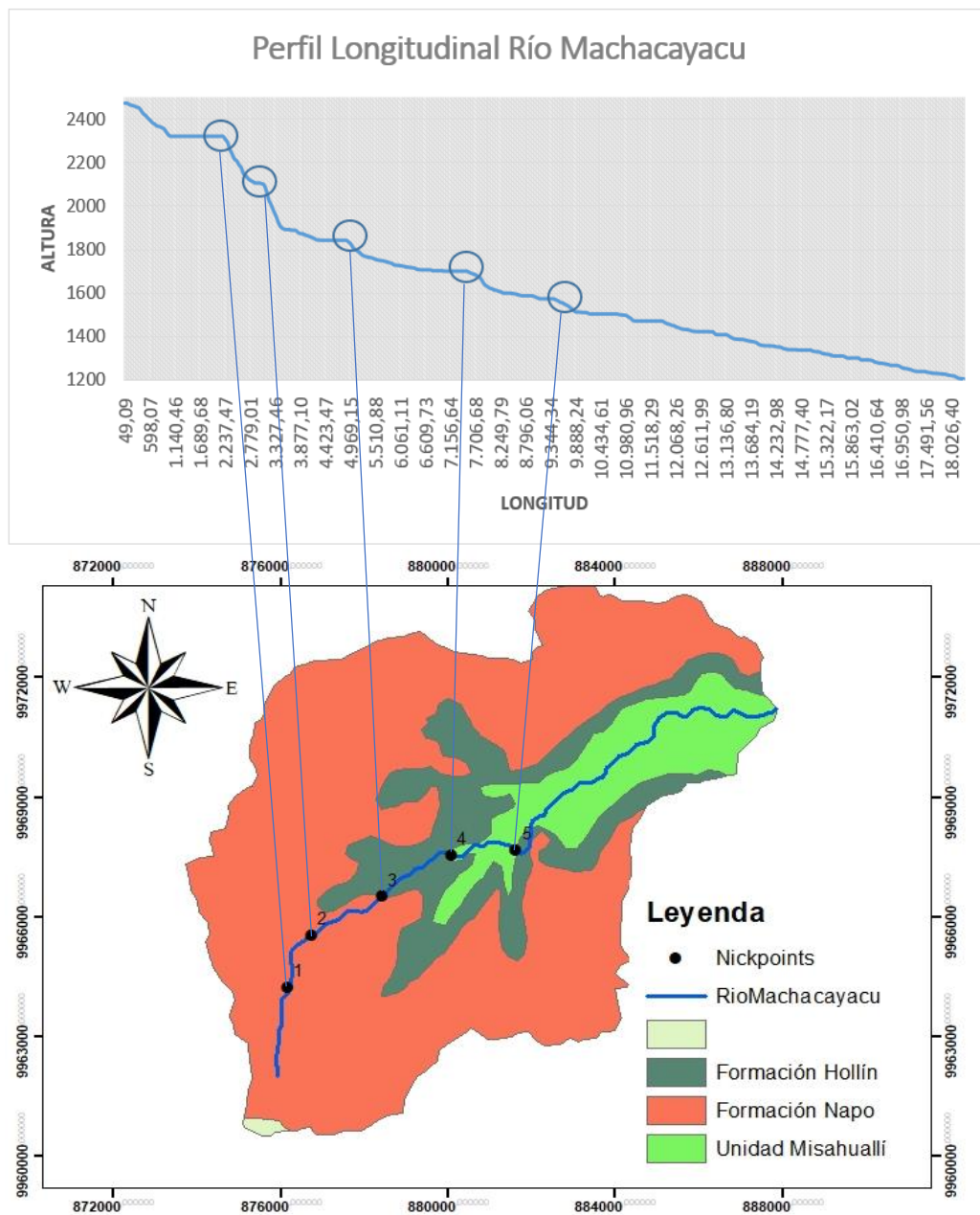


Figura 5-14. Knickpoints Río Machacayacu. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.6 Knickpoints Río Suno

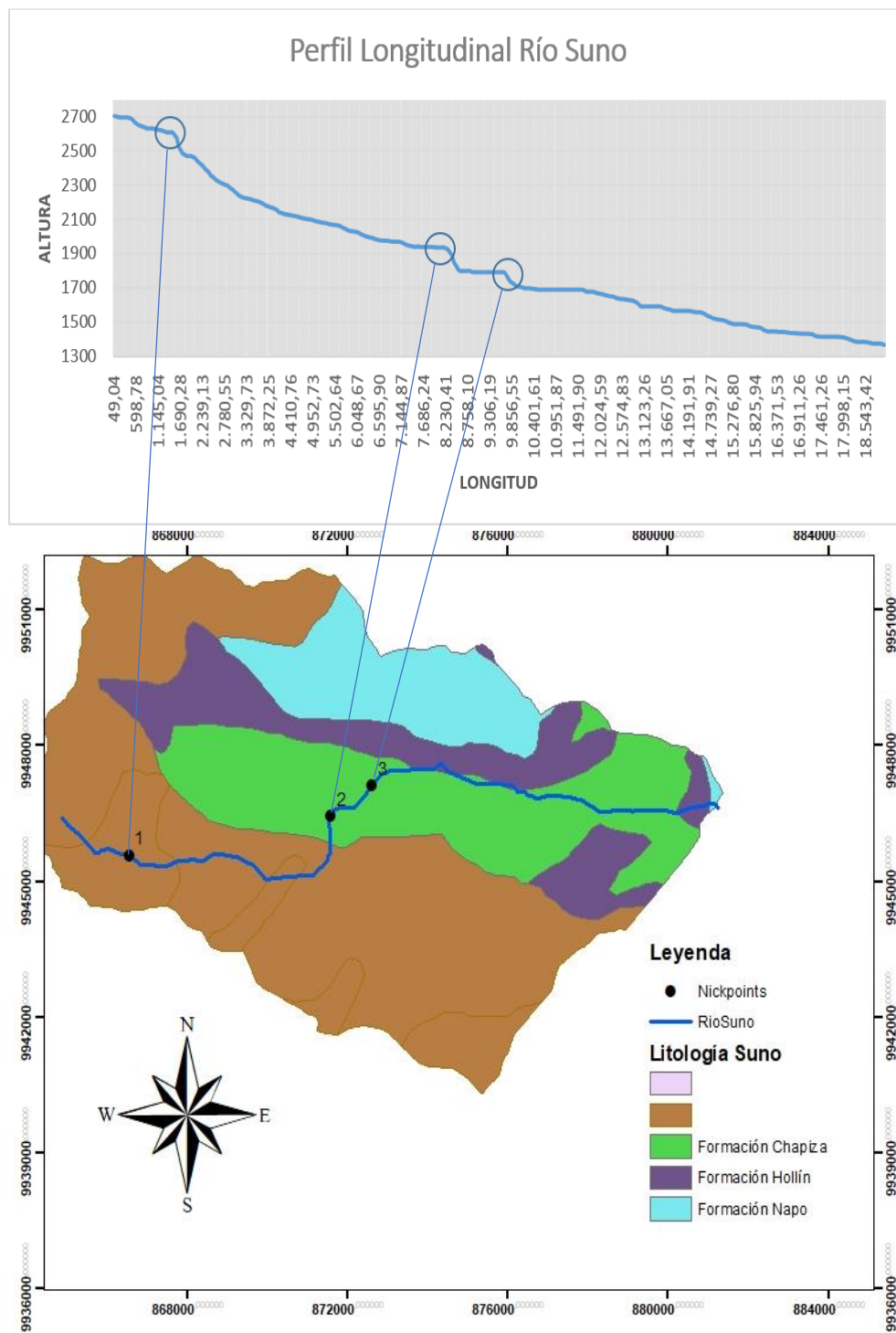


Figura 5-15. Knickpoints Río Suno. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.7 Knickpoints Río Hollín Grande

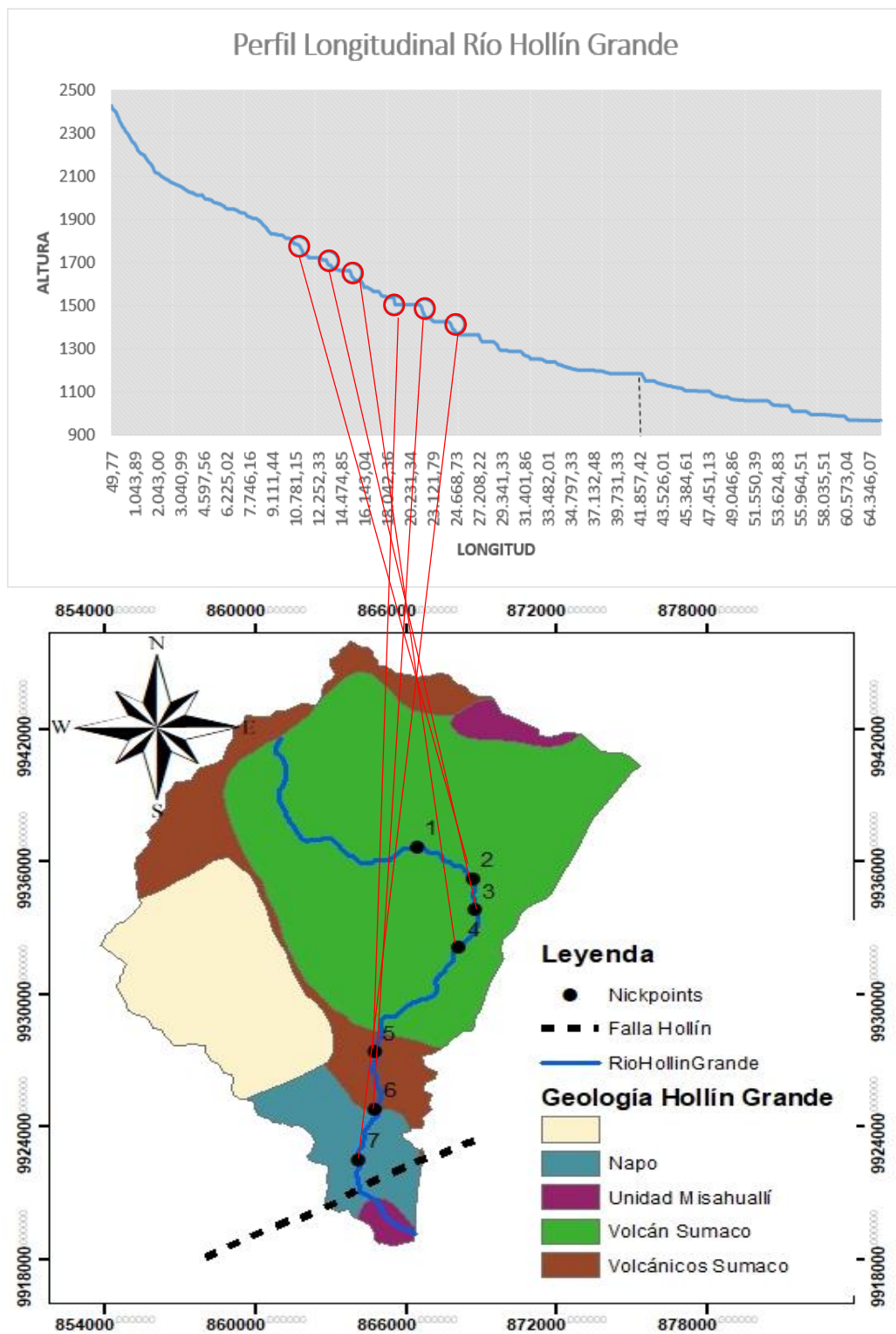


Figura 5-16. Knickpoints Río Hollín Grande. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.8 Knickpoints Río Verdeyacu

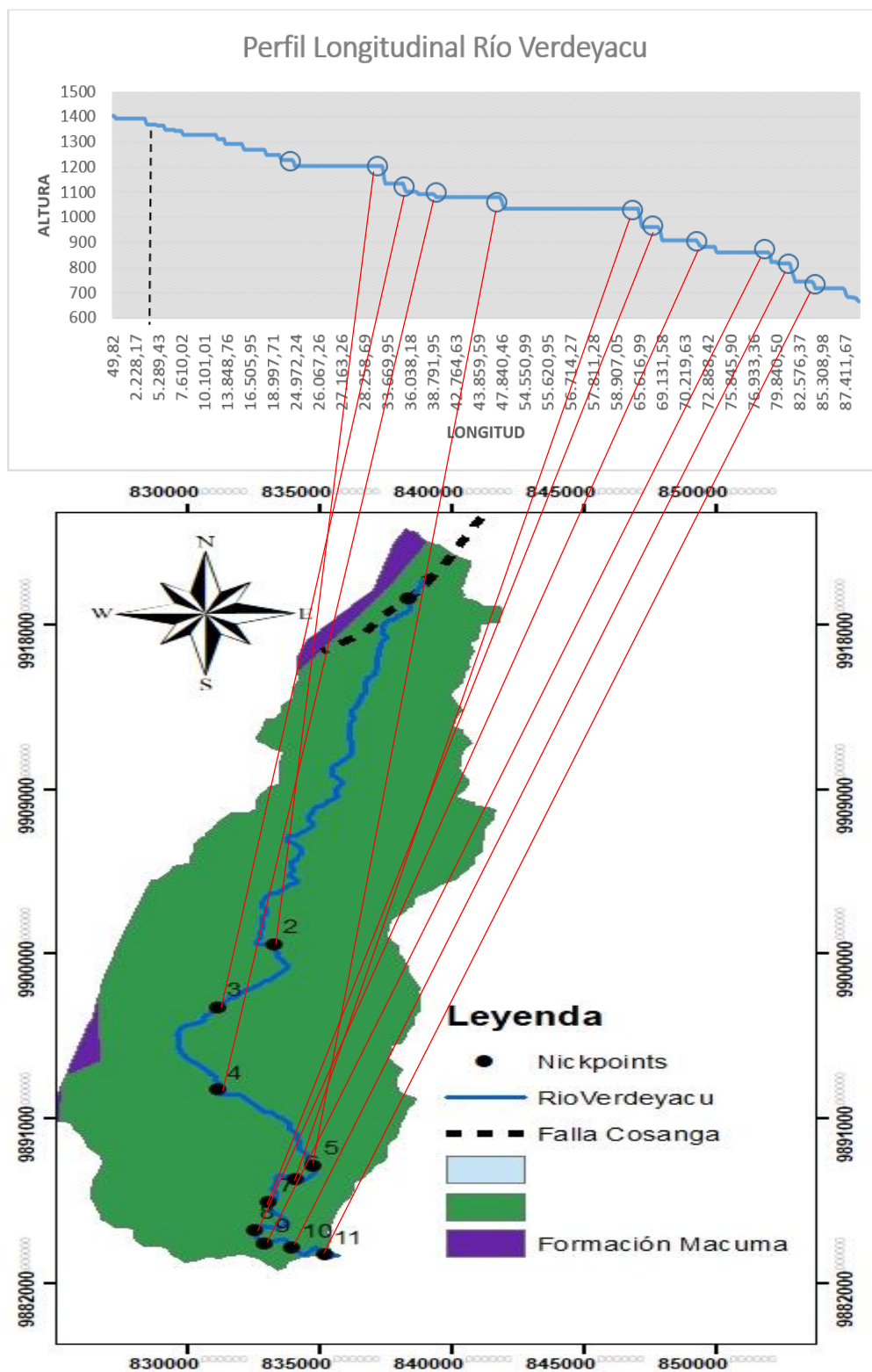


Figura 5-17. Knickpoints Río Verdeyacu. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.9 Knickpoints Río Macuma

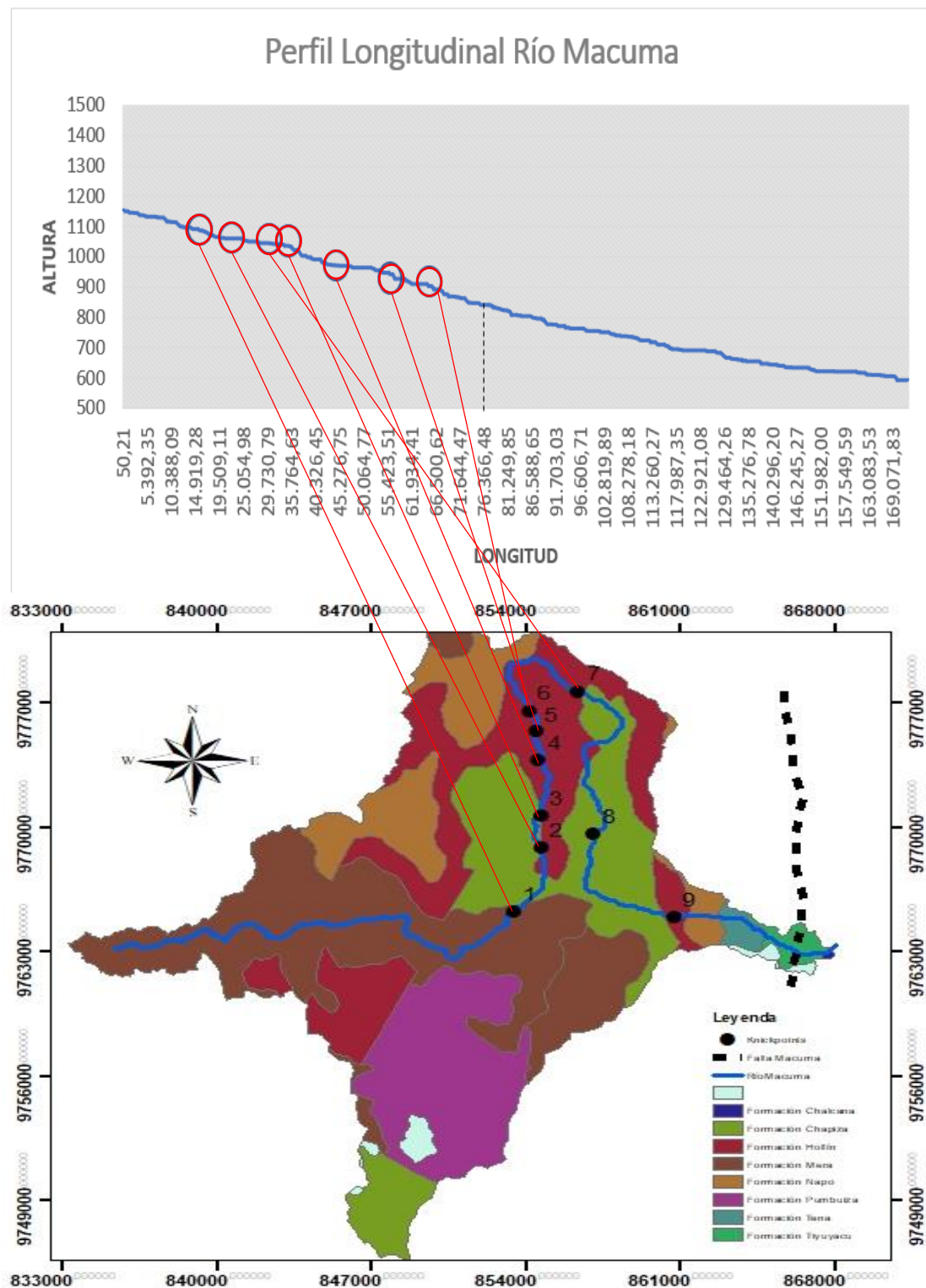


Figura 5-18. Knickpoints Río Macuma. Elaborado por: Arteaga, 2019..

5.5.10 Río Yukipa

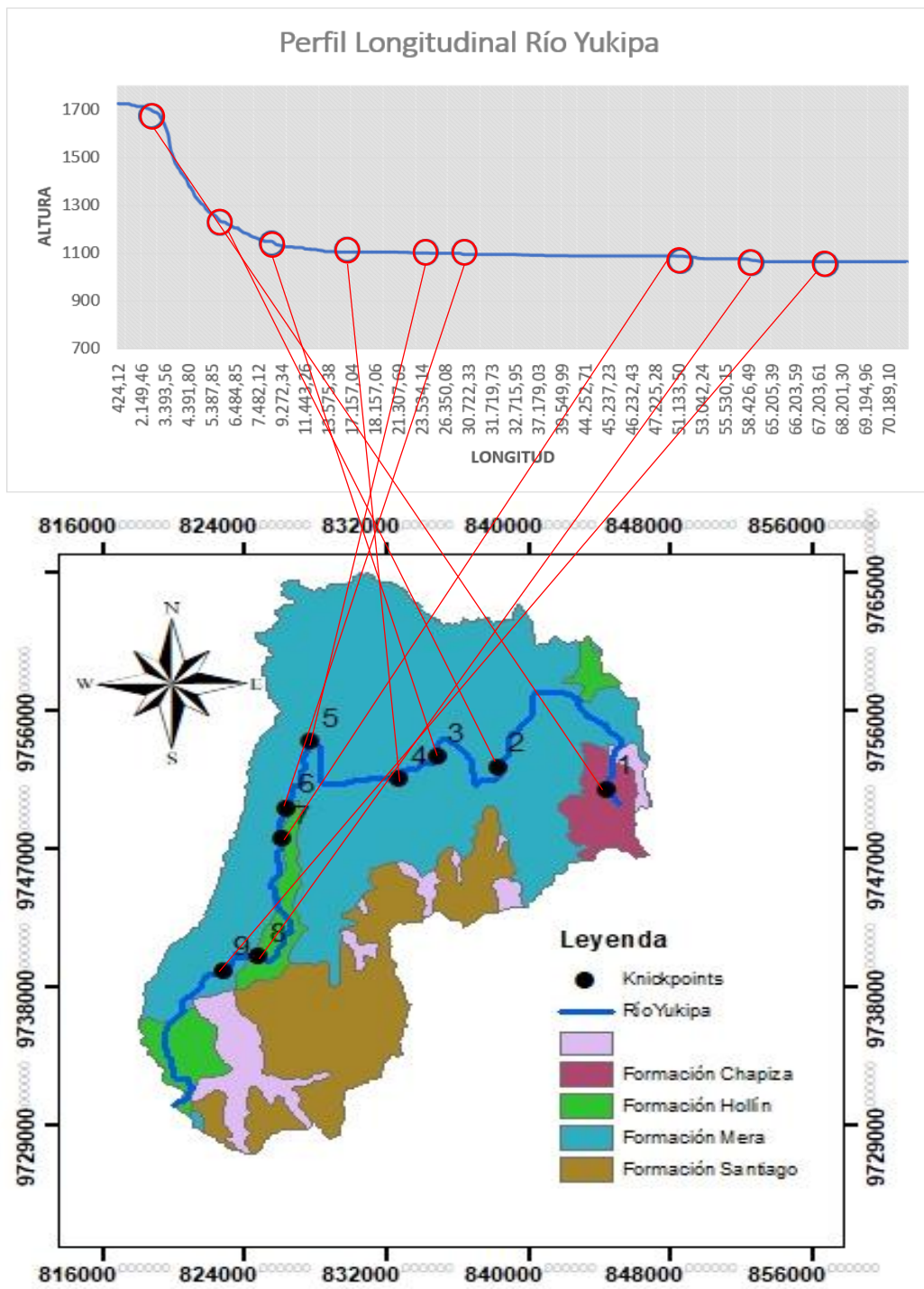


Figura 5-19. Knickpoints Río Yukipa. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.11 Río Yaupi

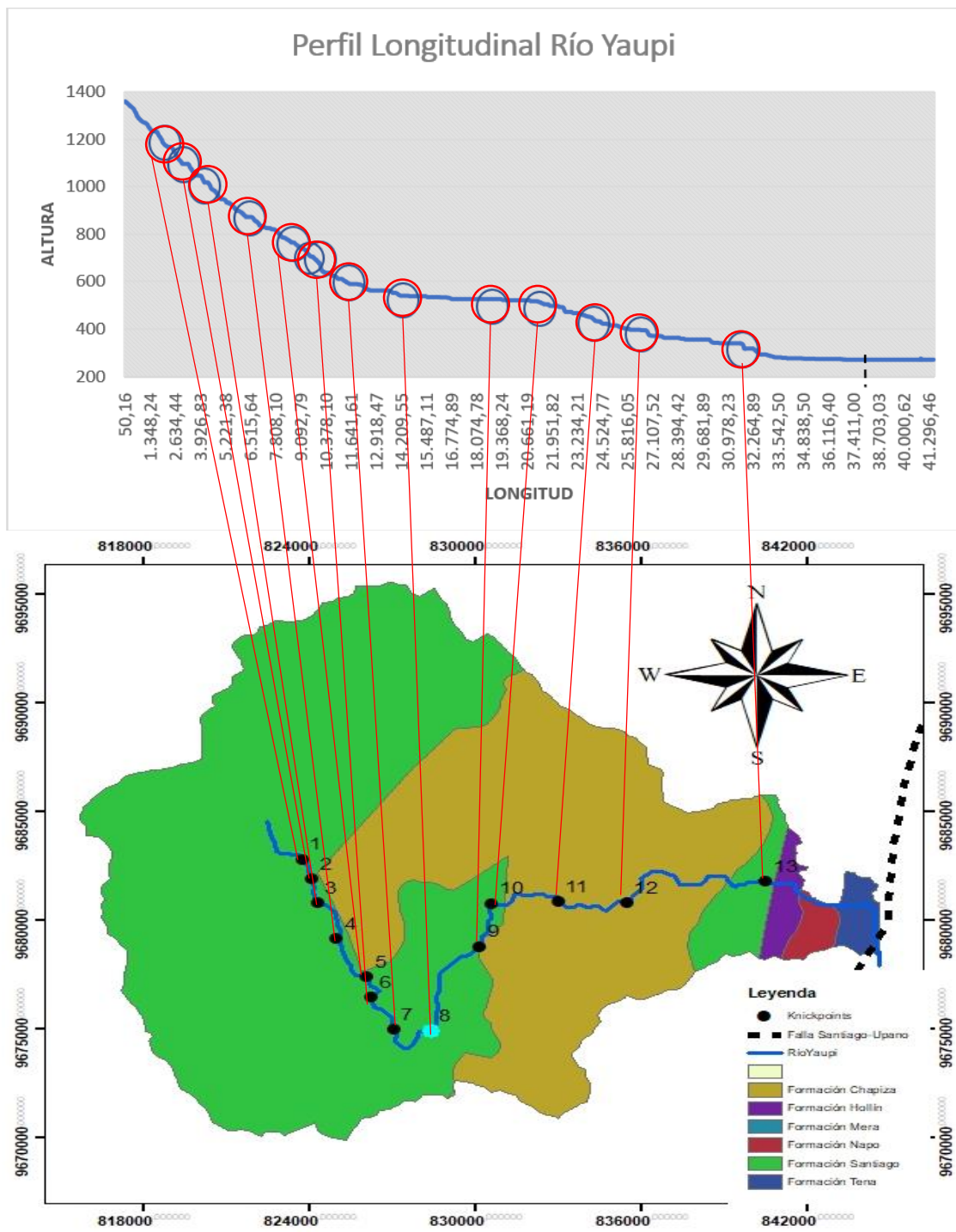


Figura 5-20. Knickpoints Río Yaupi. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.12 Río Ajuntai Entza

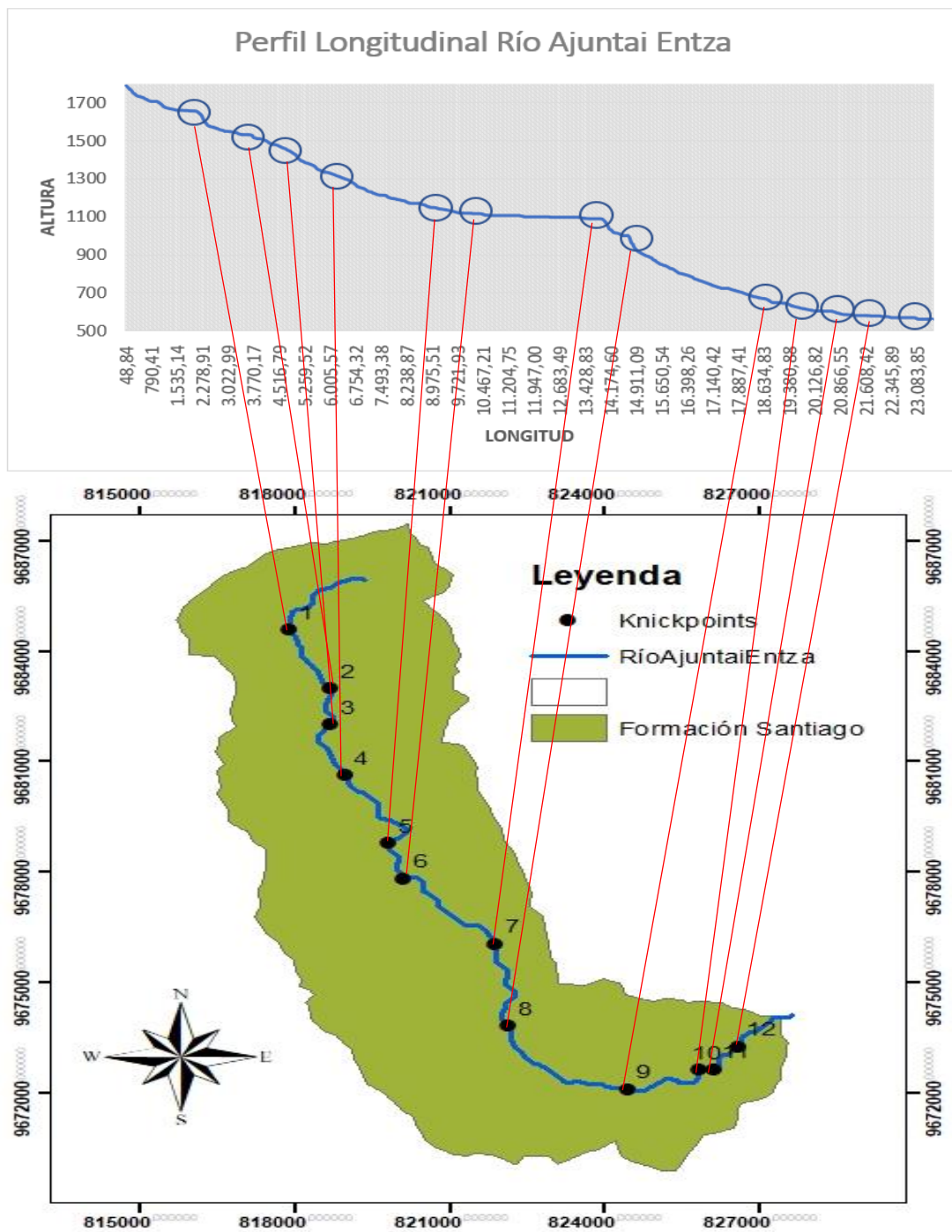


Figura 5-21. Knickpoints Río Entza. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.5.13 Río Wampis

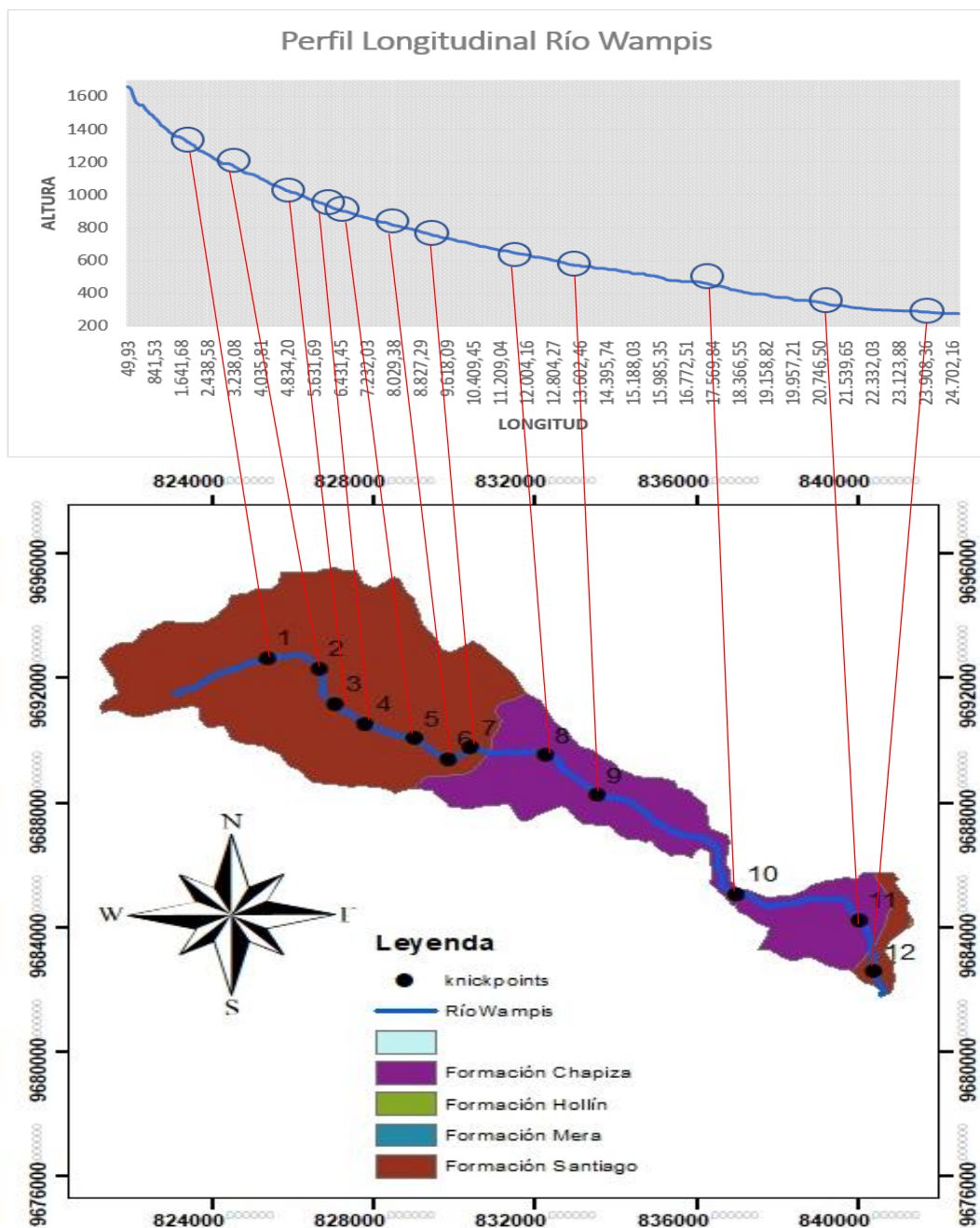


Figura 5-22. Knickpoints Río Wampis. Elaborado por: Arteaga, 2019.

5.6 Neotectónica

El análisis de neotectónica se efectúa con base en los datos proporcionados por (Eguez et al., 2003) y Hall, (2000) mediante los cuales se está al corriente de que a lo largo del Levantamiento Napo se encuentran las Fallas Anzu, Baeza, Cosanga, Guacamayos, Hollín, Salado y Tena lo cual es una clara evidencia de actividad tectónica en la zona, esto se puede confirmar con la evidencia de terrenos altamente escarpados al igual que con apreciación de drenajes de ríos con cauces casi perpendiculares, mediante los cuales, los mapas de índices de inclinación también indican anomalías a lo largo del rumbo de cada una de las fallas antes mencionadas como se puede apreciar en las figuras 5-23 y 5-24.

La Cordillera Cutucú de forma similar muestra que es atravesada por las Fallas Macuma y Santiago-Upano revelando existencia de alta actividad tectónica, lo cual es evidente debido a la presencia de drenajes de ríos paralelos a lo largo de la zona y en ocasiones casi perpendiculares.

El sistema de fallas principalmente inversas en su mayoría permite mostrar un solapamiento entre las fallas Baeza-Chaco, Cosanga y Guacamayos, este sistema se puede evidenciar por el drenaje de los ríos que en algunos casos tienden a cambiar su rumbo perpendicularmente.

La presencia de fallas en la zona ha formado esfuerzos compresivos (transpresión), resaltando el sistema de fallas inversas del Salado, cuyo frente principal se ubica a lo largo del valle del río Salado y cortando perpendicularmente al río Malo formando una terraza tectónica con un alto índice de inclinación lo cual mostraría que tienen tasas de elevación sumamente altas. Esta falla transpresiva junta parcialmente las rocas metamórficas mesozoicas contra las rocas sedimentarias cretácico – paleogénicas (Yepes et al,1994). Debido a la falla Salado se aprecia levantamientos y cambios en la morfología del río Due Grande.

En la Cordillera Cutucú se puede evidenciar la presencia de las Fallas Santiago-Upano y la falla Macuma, aquí tenemos que su actividad tectónica se produce por la sismicidad producida en la parte noreste del rift abortado triásico-jurásico, invertido por la transpresión y provocando la emersión de la Cordillera (Baby et al., 2004). La tectónica de esta parte de la zona subandina es controlada por la presencia de las fallas preexistentes del rift (Legrand et al., 2004).

La diferencia de existencia del índice de inclinación permite exhibir claramente el dominio de la morfología en cada una de las zonas de estudio. En el levantamiento Napo existe una mayor cantidad de fallas y menor cantidad de sismos registrados, mientras que, en la Cordillera Cutucú hay un menor número de fallas, pero un mayor registro de sismos en la zona.

En el Levantamiento Napo se aprecia que los valores altos del índice de Gradiente son poco dispersos, ubicando valores mayores en los lugares donde los ríos se ven afectados ya que el índice de gradiente determina las zonas en las cuales existe la presencia de tectonismo activo debido a la presencia de una falla geológica, como se observa en la figura 5-23 las zonas en las que el índice de gradiente presenta valores altos es cerca de los ríos Due Grande, Murallas, Hollín; así también se registran valores altos para el índice de gradiente a lo largo de la falla Guacamayos.

No existe en gran medida una correlación entre el índice de gradiente con el índice de inclinación ya que son dos zonas totalmente diferentes, existe una mayor concentración de valores altos de índice de gradiente en la zona norte cerca del río Due Grande y valores altos de índice de inclinación en la zona sur cerca de la falla Tena, de esta forma que los ríos Pano, Tena y Misahuallí presentan un drenaje paralelo y ligeramente perpendicular a la falla Tena, en la figura 5-23 también se encuentran ploteados los sismos existentes en la zona los cuales no representarían una afectación considerable en los valores altos de los índices, debido a que la mayor concentración de sismos se encuentra en la parte norte del Levantamiento Napo y esta se encuentra alejada de los valores altos del índice de gradiente y así se considera que la morfología en el levantamiento Napo se da principalmente por las fallas aquí presentes.

Como se muestra en la figura 5-24 en la Cordillera Cutucú los valores de índice de Gradiente son bastante dispersos, los valores más altos se ubican a lo largo de toda la Cordillera pero no se tiene la presencia de varias fallas como las existentes en el Levantamiento Napo, al contrario existe la presencia del enjambre sísmico de Macas lo cual mostraría que los altos valores del índice de gradiente en esta zona está regido por la sismicidad, los valores del índice de inclinación no son representativos o son casi nulos.

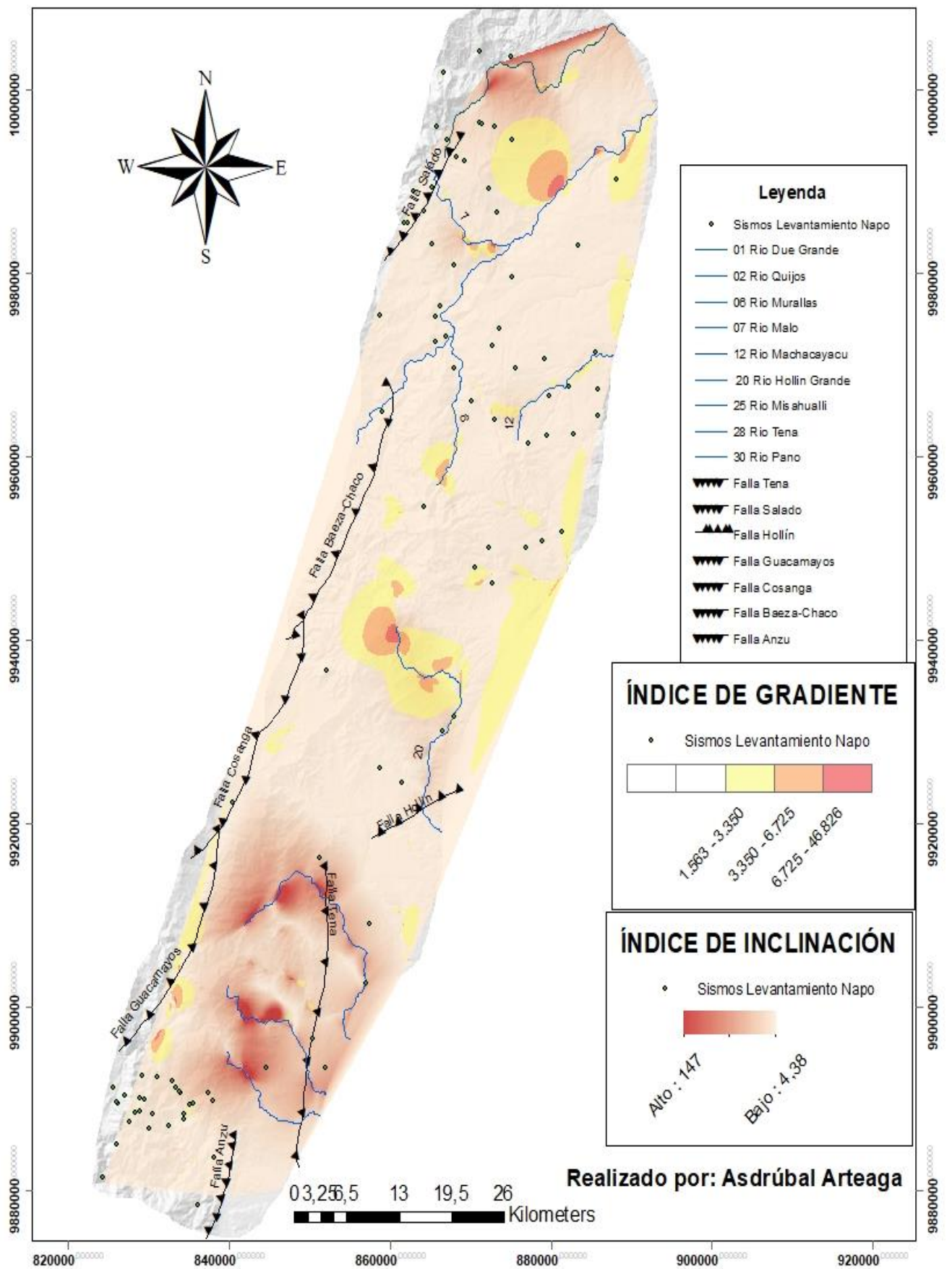


Figura 5-23. Correlación del Índice de Gradiente y el Índice Inclínación para el Levantamiento Napo

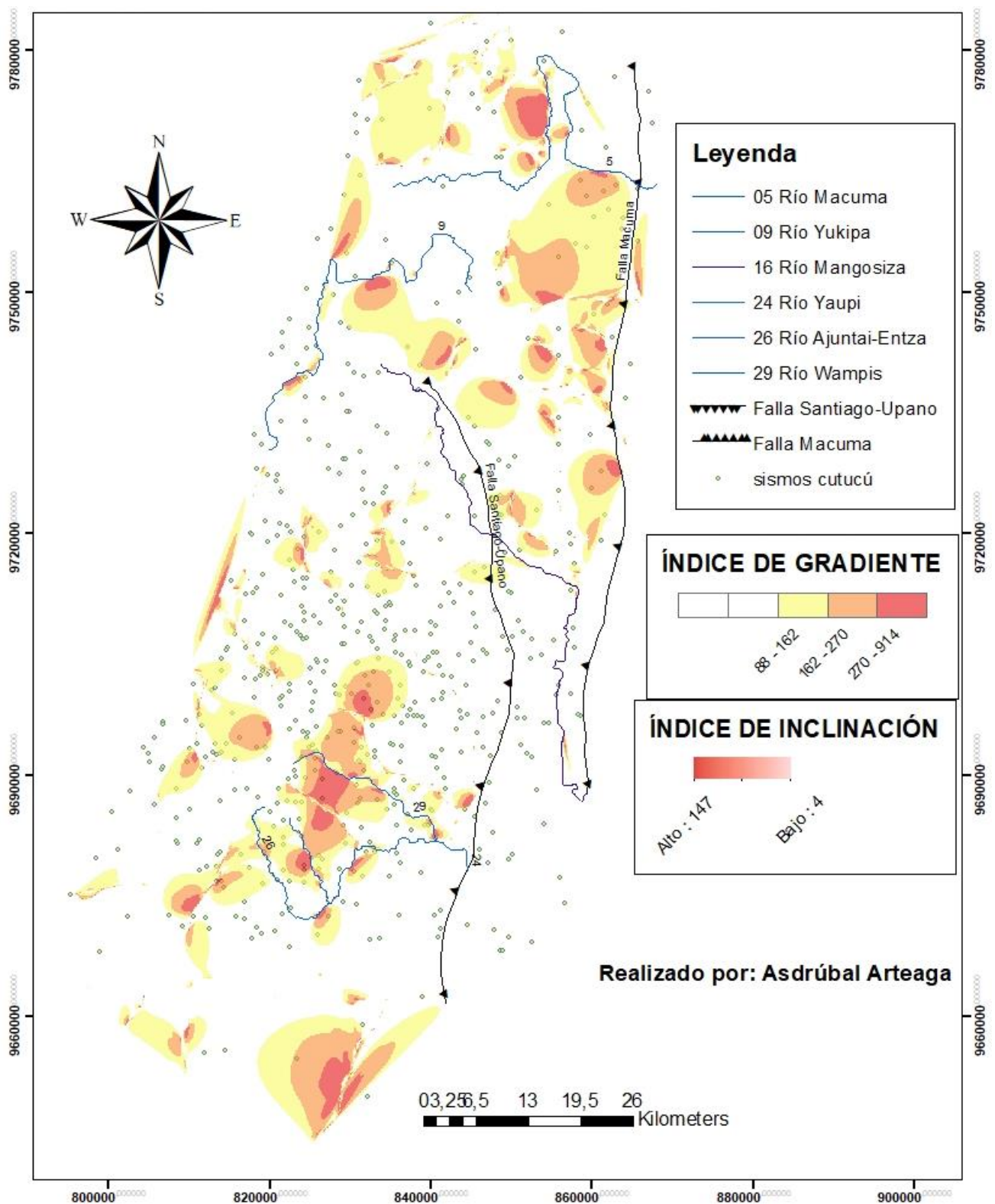


Figura 5-24. Correlación del Índice de Gradiente y el Índice Inclinación para la Cordillera Cutucú

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los mapas de correlación de índices muestran que en su comparación entre el Levantamiento Napo y la Cordillera Cutucú se tiene existente mayor influencia sísmica para la morfología de Cutucú y mayor influencia por fallas en Napo y eso es evidente en la cantidad de anomalías entre los dos levantamientos, mayor incidencia de k_s en Napo y mayor incidencia de SL en Cutucú respectivamente.
- En los lugares en donde se encuentran altas concentraciones en el índice de gradiente, no necesariamente se obtienen altas tasas de elevación demostradas por el índice de inclinación por que se establece necesario el cálculo de los dos índices para la obtención de mapa geológico adecuado y un correcto entendimiento de la tectónica del lugar.
- Los perfiles longitudinales de ríos analizados mediante este proceso muestran que se encuentran fuera del rango de equilibrio lo cual indica los cambios evidentes en los índices y por esta razón llegan a formar knickpoints.
- El índice de gradiente muestra valores altos para lugares en los cuales predomina la sismicidad, mientras que el índice de inclinación muestra valores altos en zonas en las cuales predomina el fallamiento, esto haría que los cálculos de dichos índices nos muestren una mejor apreciación al estudio tectónico en ciertas zonas.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer la comparación del estudio mediante el análisis de DEMs de diferentes resoluciones para saber si la utilidad de este estudio sea útil para una macro estudio y para un micro estudio.
- Utilizar otros métodos para corroborar y calcular exactamente cuáles son los valores de tasas de elevación de levantamientos rocosos

7 BIBLIOGRAFÍA

- Altura media de una cuenca con ArcGis. (2012). Retrieved from <https://www.aguaysig.com/2012/05/altura-media-de-una-cuenca-con-arcgis.html>
- ARcMap. (2016). Interpolación de vecinos naturales. Retrieved from <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/terrains/hidden-natural-neighbor-interpolation.htm>
- Baby, P., Rivadeneira, M., Barragán, R., & Christophoul, F. (2013). Geological Society , London , Special Publications Online First Thick-skinned tectonics in the Oriente foreland basin of Ecuador Thick-skinned tectonics in the Oriente foreland basin of Ecuador. doi:10.1144/SP377.1
- Báez, C. A. (2018). Escuela Politécnica Nacional. 145-145. doi:10.1103/PhysRevX.7.041008
- Benitez, S.B. (1995). Evolution géodynamique de la province côtièresud-équatorienne au Crétacé supérieur-Tertiaire, Géol. Alp. 71. 3–163.
- Breña Puyol, A. F., & Jacobo Villa, M. A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial* (C. G. d. V. y. D. Institucional Ed.). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Burbank, D., & Anderson, R. (2012). *Tectonic Geomorphology* (Second Edition ed.). The Atrium, Southern Gate: Wiley-Blackwell.
- Camino, M. A., Bó, M. J., Cionchi, J. L., López de Armentia, A., Del Río, J. L., & De Marco, S. G. (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Universitaria de Geografía*.
- Campus Colunche, J. A., Elías Portocarrero, C. P., & Cervera Cieza, A. G. (2015). Estudio Hidrológico de la Cuenca Locumba. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*.
- Capó, A., & García, C. (2014). Análisis e Interpretación de los Perfiles Longitudinales en la Red Fluvial del Sur y Sureste de Mallorca. *Perfil Longitudinal del Río*, 40, 147-167.
- Cardona, B. (2016). *Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castillo, M., & Lugo-Hubp, J. (2011). Estado actual del conocimiento, clasificación y propuesta de inclusión del término knickpoint en el léxico geológico-geomorfológico del español. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63, 353-364.
- Castillo Navarro, L. F. (2006). *Aplicación de un modelo numérico de flujos de escombros y lodo en una quebrada en el Perú*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/375364175/Aplicacion-de-un-modelo-numerico-de-flujos-de-escombros-Matucana-LFCN-pdf>

- Castro, C. (2005). Perfiles de río esquemáticos: a) Río joven con irregularidades b) Río suavizado con tendencia a equilibrio. In G. d. y. climática (Ed.).
- Díaz Delgado, C., Mamadou Bâ, K., Iturbe Posadas, A., Esteller, M. V., & Reyna Sáenz, F. (1999). Estimación de las características fisiográficas de una cuenca con la ayuda de SIG y MEDT: caso del curso alto del río Lerma, Estado de Mexico. *Ciencia Ergo Sum*, 6.
- Garzón, G., Ortega-Becerril, J., & Garrote, J. (2008). Morfología de perfiles de ríos en roca. Control tectónico y significado evolutivo en el Bajo Guadiana. *Geogaceta*, 44, 63-66.
- Gaspari, F., Rodríguez Vagaría, A., Senisterra, G., Denegri, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *Revista científica del Comité de Medio Ambiente del Grupo Montevideo*, 4, 143-118.
- Hack, J. T. (1973). Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index. In (Vol. Vol. 1, No, pp. 421-429).
- Horton, R. (1932). Drainage-Basin characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 350-361.
- Howard, A. D. (1967). Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. *AAPG bulletin*, 51(11), 2246-2259.
- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. *Universidad politécnica de Valencia*.
- Knighton, D. (1998). Knighton , David (1998) *Fluvial Forms & Processes . A New Perspective . Don Mills , Ontario , Oxford University Press , 383 p . (ISBN 0-340-66313-8)*.
- Kondolf, G. M., & Piégay, H. (2016). The Spatial Framework : Emphasizing Spatial Structure and Nested Character of Fluvial Forms System approaches in fluvial geomorphology.
- La Cuenca Hidrográfica. (2015). Retrieved from <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/la-cuenca-hidrografica/>
- Llamas, J. (1989). Hidrología general; principios y aplicaciones. In *Hidrología general; principios y aplicaciones*: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Llerena, C. A. (2003). Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú.
- Londoño, C. (2001). *Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales-Characterización-Planificación-Administración*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- MAG, Care, FORGAES, & UE. (2017). *Manual de Manejo de Cuencas*. (1).
- Munro, S. E. (2010). *El río y la forma. Introducción a la geomorfología fluvial*. Santiago de Chile.

- Plata, R. (2008). *Concepción e implementación de un módulo hidrogeomático para la evaluación de disponibilidad de recursos hídricos*. Universidad Autónoma del Estado de México,
- Racca, J. M. G. (2007). Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de modelos digitales del terreno. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*, 77, 31-38.
- Saavedra Lucero, J. L. (2001). *Planificación ambiental de los recursos forestales en la ix región de la Araucanía, Chile*. Universidad Politécnica de Madrid,
- Sibson, R. (1981). Interpolating Multivariate Data. In *A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation*. Nueva York,.
- Souris, M. (2017). DEM de Ecuador a partir de mapas topográficos digitalizados (1:50 000 y 1: 100 000). Retrieved from <http://www.savgis.org/ecuador.htm>
- Tyagi, A. K., Chaudhary, S., Rana, N., Sati, S. P., & Juyal, N. (2009). Identifying areas of differential uplift using steepness index in the Alaknanda basin, Garhwal Himalaya, Uttarakhand *Current Science*, 97, 1473 - 1477.
- Varela, L. A., Ron, S. R. 2018. Geografía y clima del Ecuador. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <<https://bioweb.bio/geoclima/>> Consulta: 31 de enero 2019.
- Villegas Yepes, P. P. (2013). Análisis Morfométrico de una cuenca. Retrieved from <https://www.aguaysig.com/2013/10/analisis-morfometrico-de-una-cuenca.html>
- Wobus, C., Whipple, K. X., Kirby, E., Snyder, N., Johnson, J., Spyropolou, K., . . . Sheehan, D. (2007). Tectonics from topography: Procedures, promise, and pitfalls. *Special Paper 398: Tectonics, Climate, and Landscape Evolution*, 10CEK+97(04), 55-74. doi:10.1130/2006.2398(04)

8 ANEXO 1

8.1 Datos para la elaboración de Curvas Hipsométricas del Levantamiento Napo.

Tabla 8-1

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Quijos

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	796	1135	965,50	23.294.401,02	700966254,6	100,00
2	1136	1474	1.305,00	107.679.650,79	677671853,6	96,68
3	1475	1813	1.644,00	210.649.520,28	569992202,8	81,32
4	1814	2153	1.983,50	174.951.074,72	359342682,5	51,26
5	2154	2492	2.323,00	121.214.195,36	184391607,8	26,31
6	2493	2831	2.662,00	44.575.635,06	63177412,45	9,01
7	2832	3170	3.001,00	13.142.777,70	18601777,4	2,65
8	3171	3510	3.340,50	5.458.999,70	5458999,7	0,78

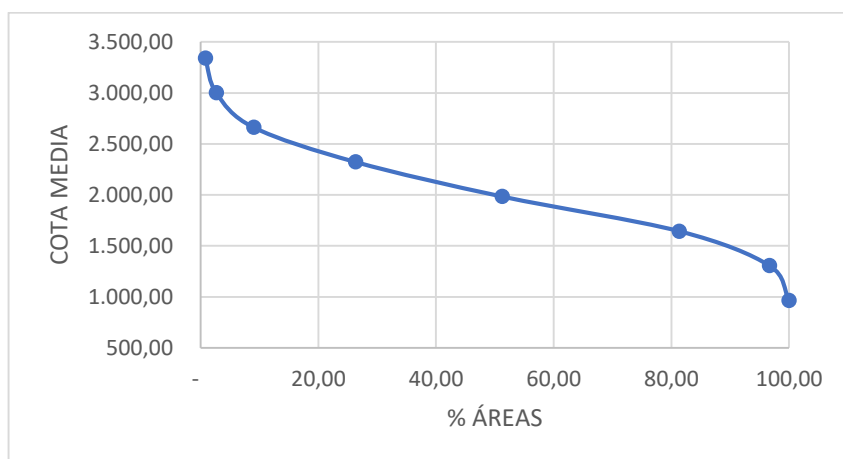


Figura 8-1. Curva Hipsométrica Río Quijos

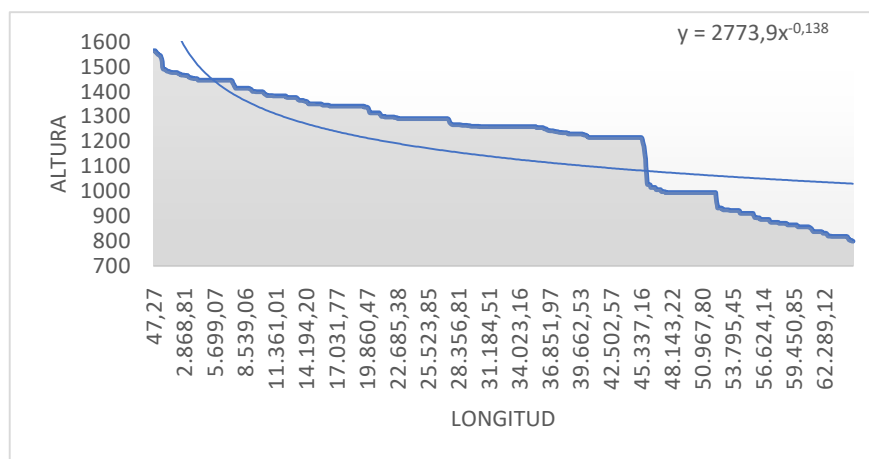


Figura 8-2. Perfil longitudinal Río Quijos

Tabla 8-2

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Salao.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1292	1471	1.381,50	12.864.442,11	122078751	100,00
2	1472	1650	1.561,00	26.646.819,73	109214309	89,46
3	1651	1829	1.740,00	35.067.424,47	82567489,6	67,63
4	1830	2008	1.919,00	23.873.949,10	47500065,1	38,91
5	2009	2187	2.098,00	11.426.057,17	23626116	19,35
6	2188	2366	2.277,00	7.583.691,57	12200058,9	9,99
7	2367	2545	2.456,00	3.666.976,05	4616367,3	3,78
8	2546	2724	2.635,00	949.391,25	949391,252	0,78

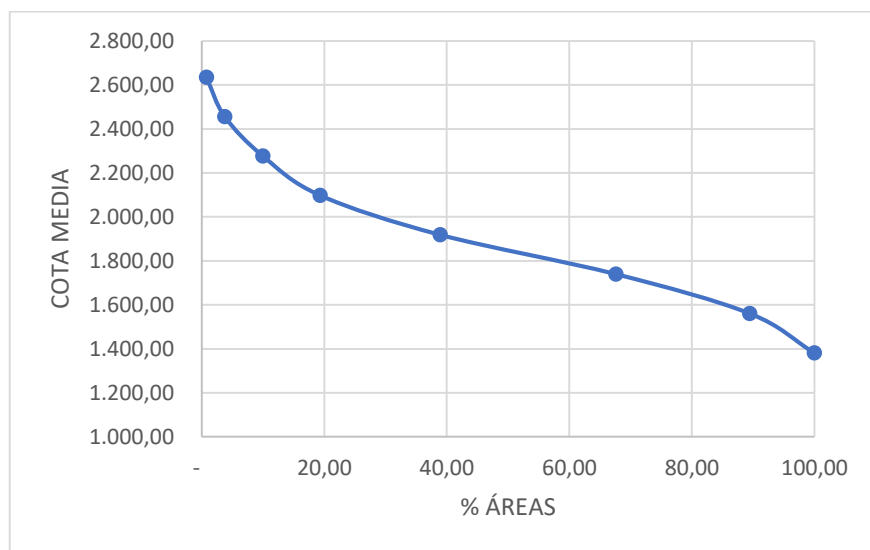


Figura 8-3. Curva Hipsométrica Río Salado

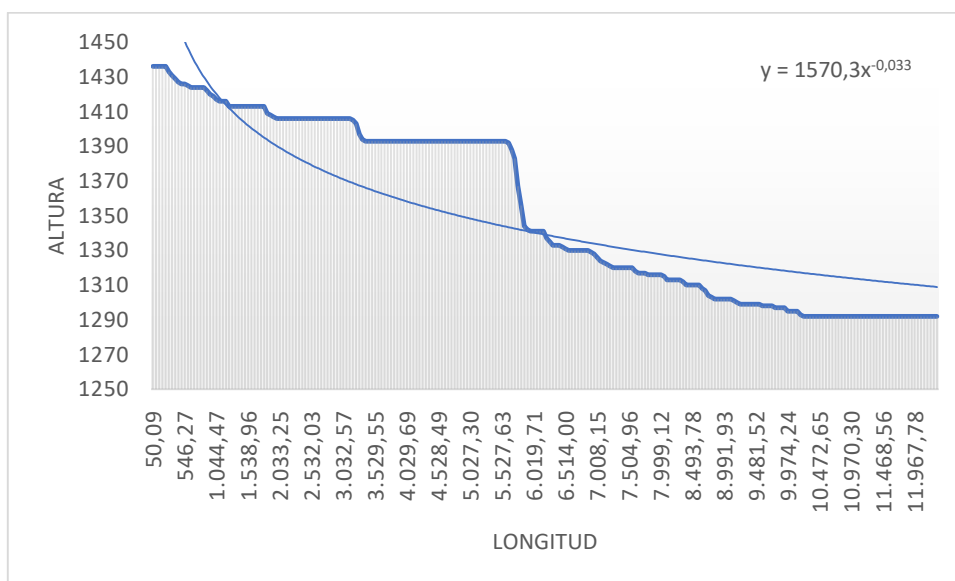


Figura 8-4 Perfil longitudinal Río Salado

Tabla 8-3

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Cacapishco.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1318	1480	1399	641.506,34	43051461,7	100
2	1481	1642	1561,5	3.712.729,85	42409955,4	98,5099081
3	1643	1805	1724	15.294.159,28	38697225,6	89,8859737
4	1806	1967	1886,5	10.958.987,17	23403066,3	54,3606775
5	1968	2129	2048,5	5.765.931,41	12444079,1	28,9051257
6	2130	2292	2211	3.805.190,64	6678147,7	15,5120115
7	2293	2454	2373,5	2.247.655,19	2872957,06	6,67330898
8	2455	2617	2536	625.301,87	625301,869	1,45245212

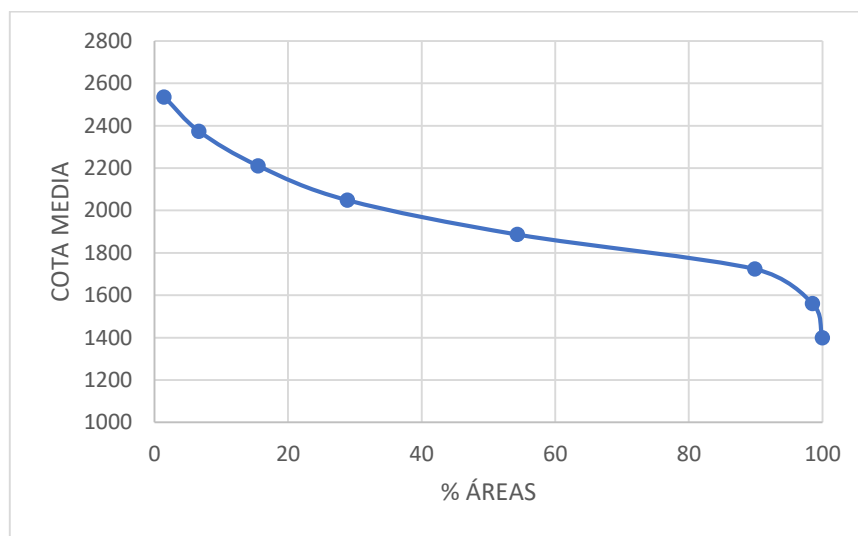


Figura 8-5. Curva Hipsométrica Río Cacapishco.

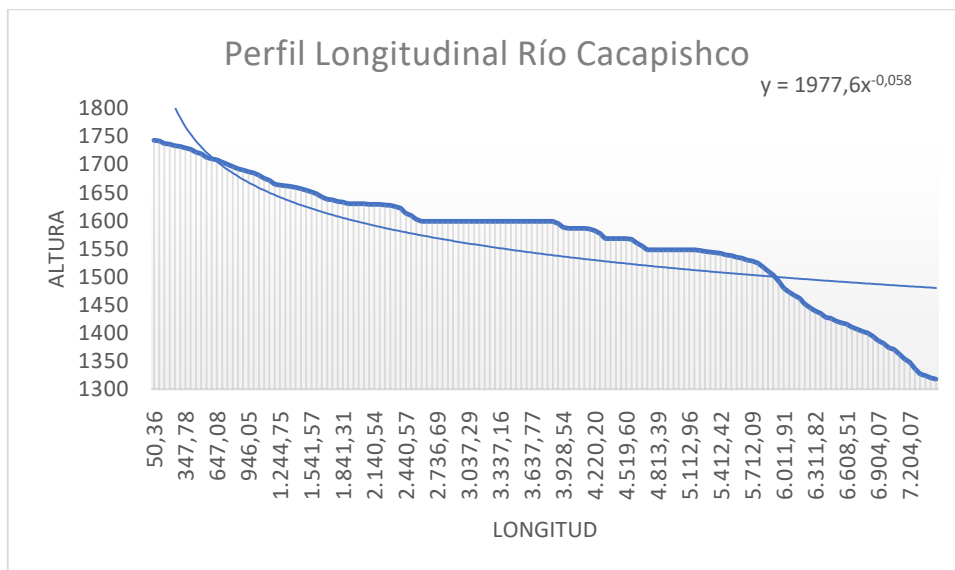


Figura 8-6 Perfil longitudinal Río Cacapishco

Tabla 8-4

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Bombom.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1399	1623	1511	3.934.826,39	58202640,4	100
2	1624	1848	1736	9.695.038,58	54267814	93,2394366
3	1849	2073	1961	17.412.178,72	44572775,4	76,5820504
4	2074	2298	2186	14.319.031,52	27160596,7	46,6655748
5	2299	2523	2411	7.588.457,59	12841565,2	22,0635441
6	2524	2748	2636	3.991.065,43	5253107,62	9,02554864
7	2749	2973	2861	956.063,68	1262042,19	2,16835899
8	2974	3198	3086	305.978,51	305978,506	0,52571241

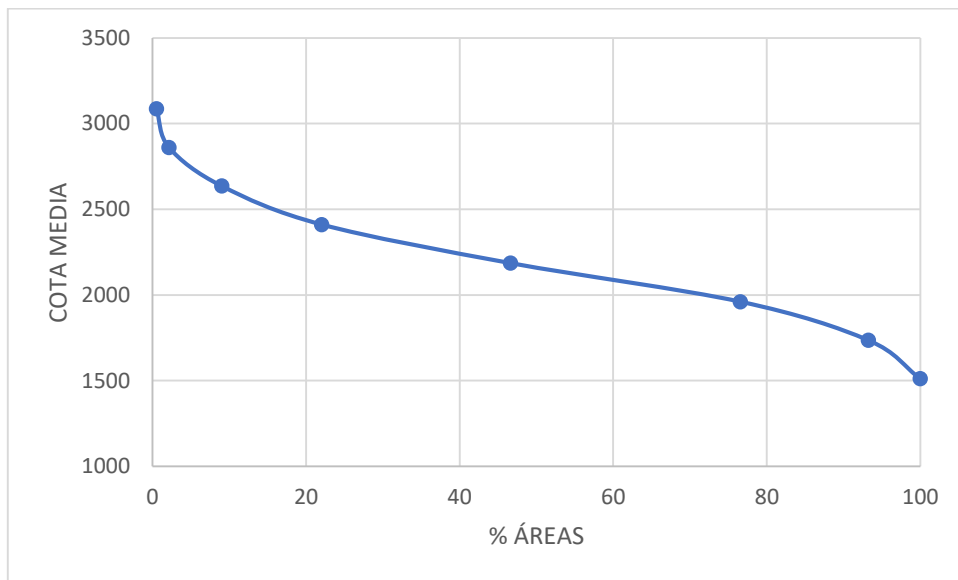


Figura 8-7. Curva hipsométrica del Río Bombom.

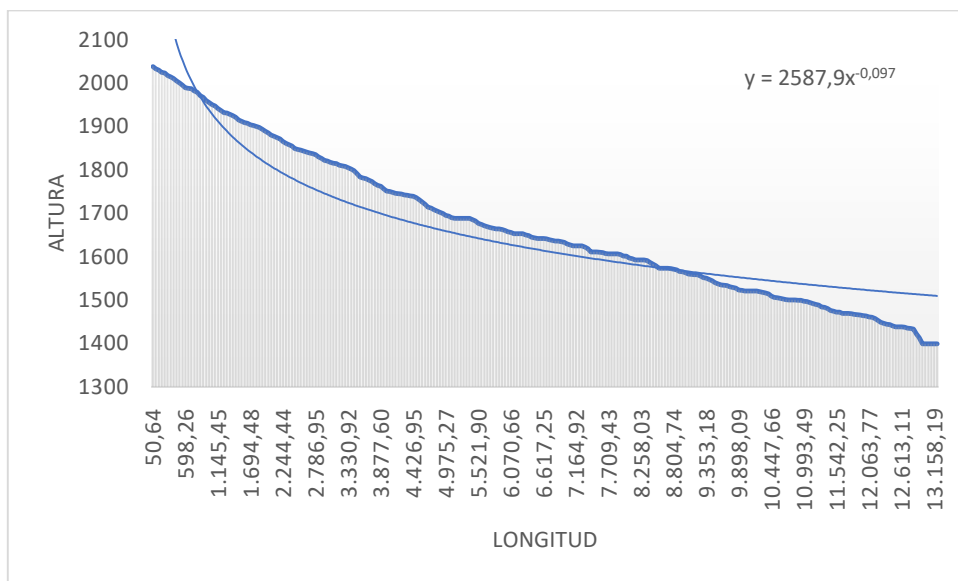


Figura 8-8 Perfil longitudinal Río Bombom.

Tabla 8-5

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Murallas.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1314	1587	1450,5	9.906.649,88	141716662	100
2	1588	1860	1724	14.238.962,37	131810012	93,0095376
3	1861	2133	1997	29.168.044,49	117571049	82,9620512
4	2134	2406	2270	54.456.548,43	88403004,9	62,3801068
5	2407	2679	2543	23.097.087,78	33946456,5	23,9537512
6	2680	2952	2816	7.273.900,25	10849368,7	7,65567618
7	2953	3225	3089	2.792.887,92	3575468,46	2,52296972
8	3226	3498	3362	782.580,54	782580,54	0,55221491

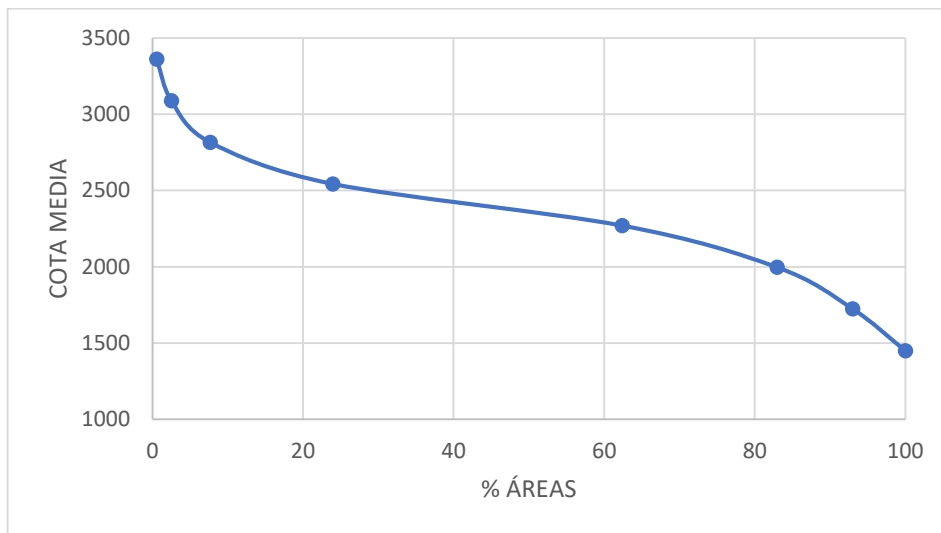


Figura 8-9. Curva hipsométrica del Río Murallas.

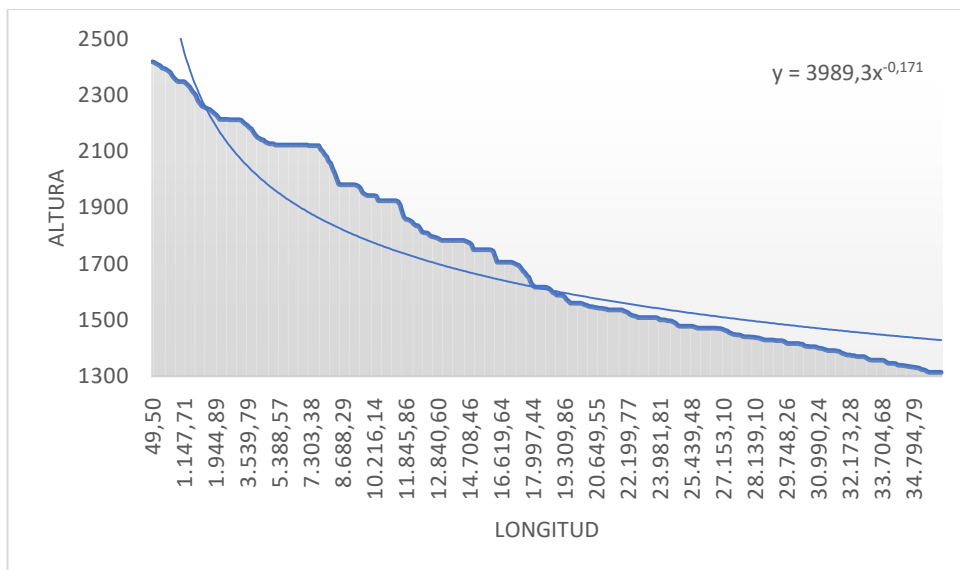


Figura 8-10 Perfil longitudinal Río Murallas

Tabla 8-6

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Malo.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1253	1532	1392,5	3.089.334,39	68243692,1	100
2	1533	1811	1672	5.934.648,53	65154357,7	95,4730843
3	1812	2090	1951	14.729.862,47	59219709,2	86,7768249
4	2091	2370	2230,5	16.402.735,61	44489846,7	65,1926139
5	2371	2649	2510	16.686.790,42	28087111,1	41,1570802
6	2650	2928	2789	6.918.355,13	11400320,7	16,7053105
7	2929	3207	3068	3.096.006,81	4481965,53	6,56758946
8	3208	3487	3347,5	1.385.958,72	1385958,72	2,03089644

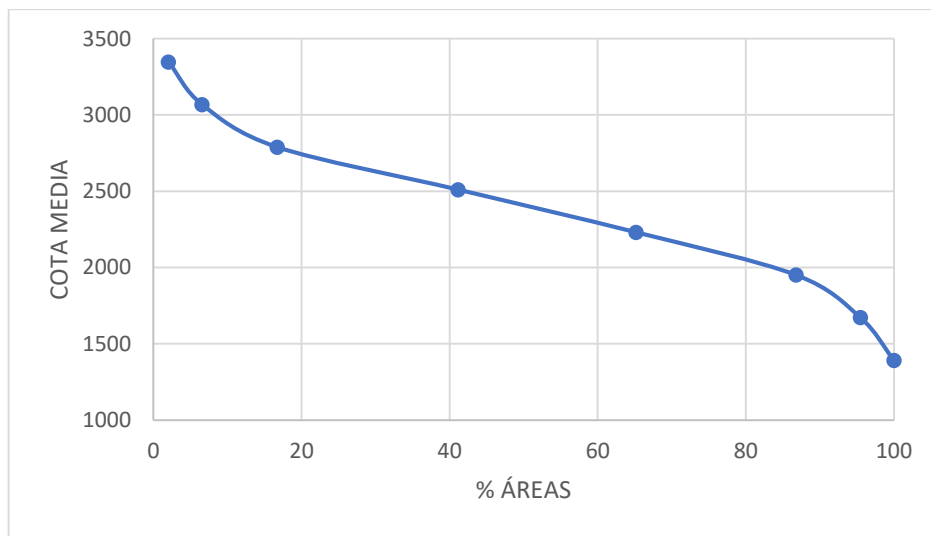


Figura 8-11. Curva hipsométrica del Río Malo.

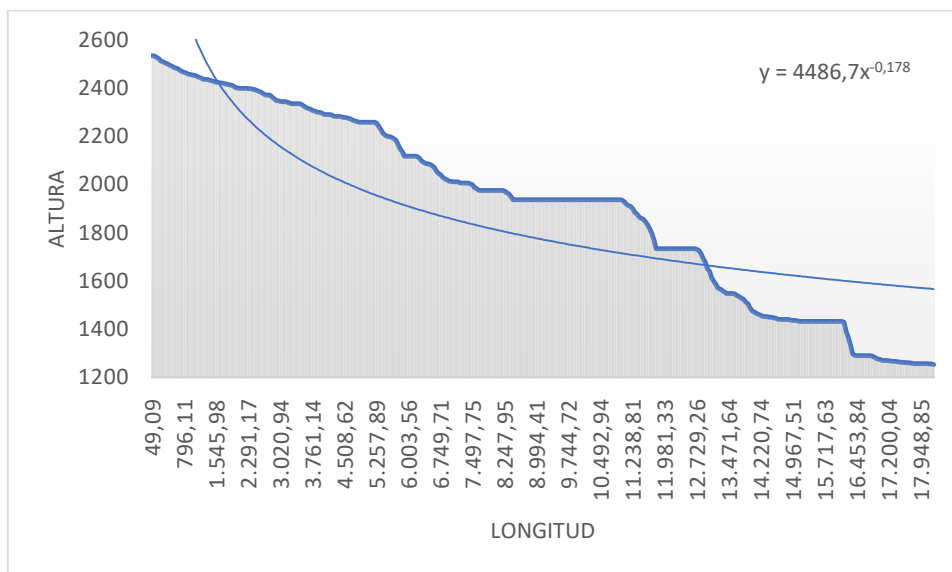


Figura 8-12 Perfil Longitudinal Río Malo

Tabla 8-7

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Negro.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1429	1633	1531	1.802.508,89	30286152,9	100
2	1634	1838	1736	3.521.135,83	28483644	94,0484059
3	1839	2042	1940,5	7.916.359,79	24962508,1	82,4221824
4	2043	2247	2145	7.580.831,96	17046148,4	56,2836371
5	2248	2451	2349,5	3.847.131,62	9465316,4	31,2529506
6	2452	2656	2554	4.036.819,23	5618184,78	18,5503415
7	2657	2860	2758,5	985.613,01	1581365,55	5,22141441
8	2861	3065	2963	595.752,54	595752,543	1,96707897

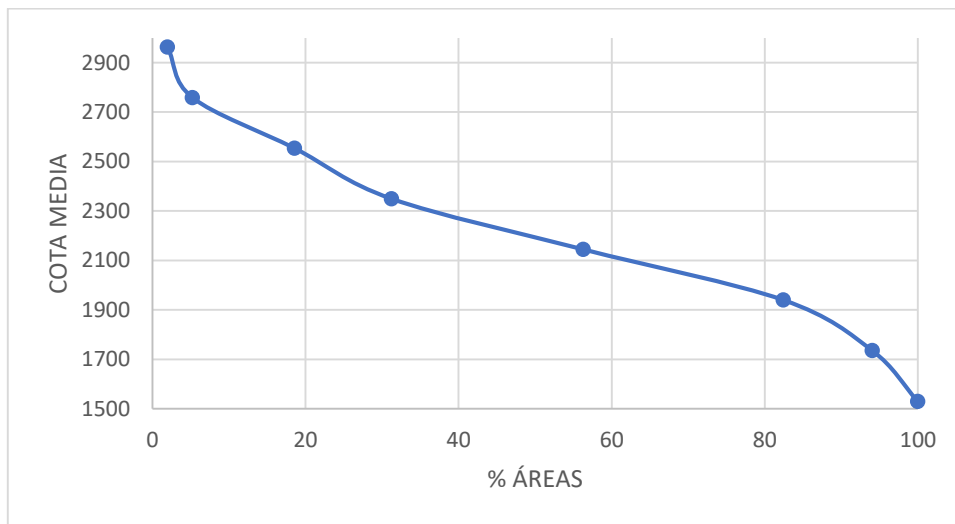


Figura 8-13. Curva hipsométrica del Río Negro.

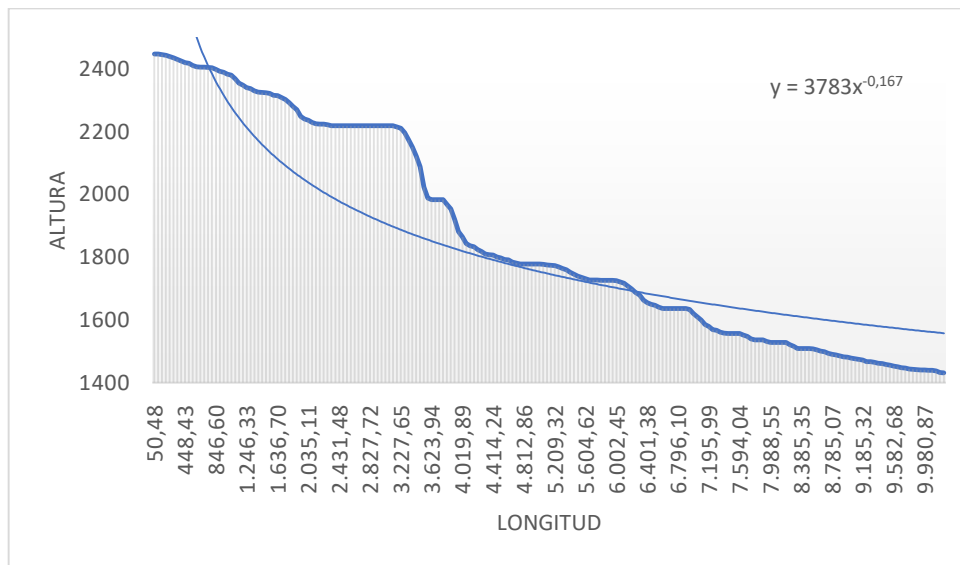


Figura 8-14 Perfil Longitudinal Río Negro

Tabla 8-8

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río R1C3

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1373	1446	1409,5	2.091.329,73	56320062,4	100
2	1447	1519	1483	11.936.974,55	54228732,7	96,2867056
3	1520	1592	1556	11.762.538,20	42291758,1	75,0918169
4	1593	1665	1629	11.436.542,41	30529219,9	54,2066514
5	1666	1738	1702	9.566.356,03	19092677,5	33,9003131
6	1739	1811	1775	5.240.715,97	9526321,46	16,9146145
7	1812	1884	1848	3.754.670,83	4285605,49	7,60937632
8	1885	1957	1921	530.934,67	530934,666	0,94270966

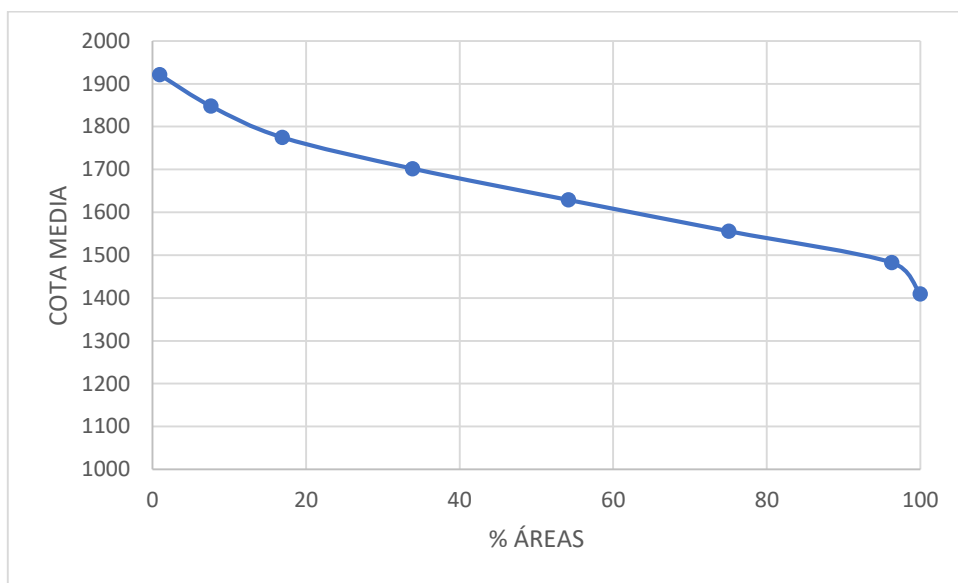


Figura 8-15. Curva hipsométrica del Río R1C3

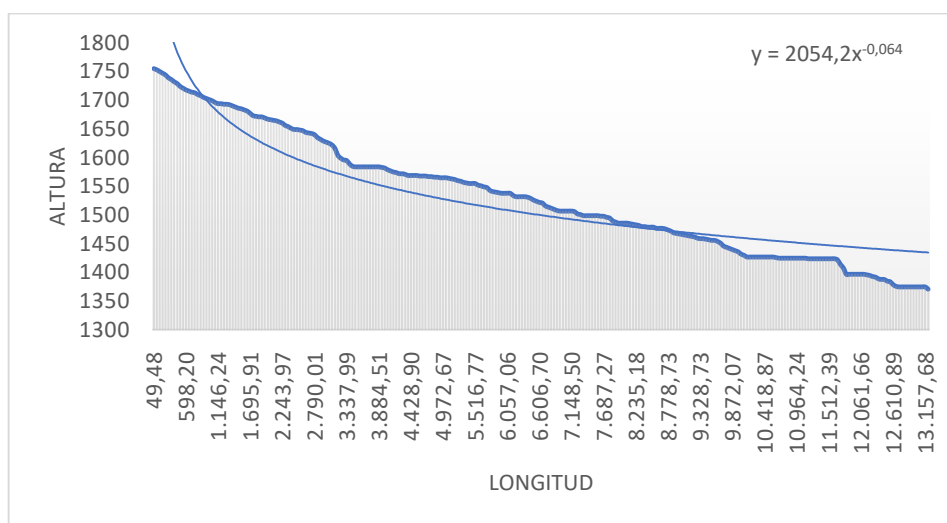


Figura 8-16 Perfil Longitudinal 09_R1C3

Tabla 8-9

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río R1C4.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1232	1374	1303	855.977,25	130293464	100
2	1375	1516	1445,5	3.596.438,95	129437487	99,343039
3	1517	1659	1588	25.147.429,73	125841048	96,5827786
4	1660	1801	1730,5	42.796.956,26	100693618	77,2821713
5	1802	1943	1872,5	38.826.861,32	57896661,9	44,4355842
6	1944	2086	2015	13.774.751,99	19069800,6	14,6360377
7	2087	2228	2157,5	4.458.135,43	5295048,6	4,0639403
8	2229	2371	2300	836.913,17	836913,172	0,64232936

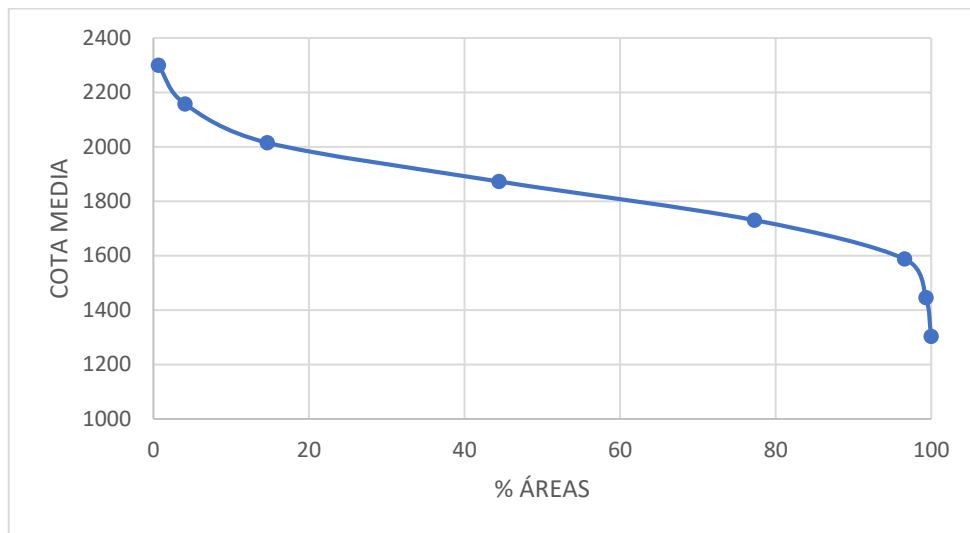


Figura 8-17. Curva hipsométrica del Río R1C4.

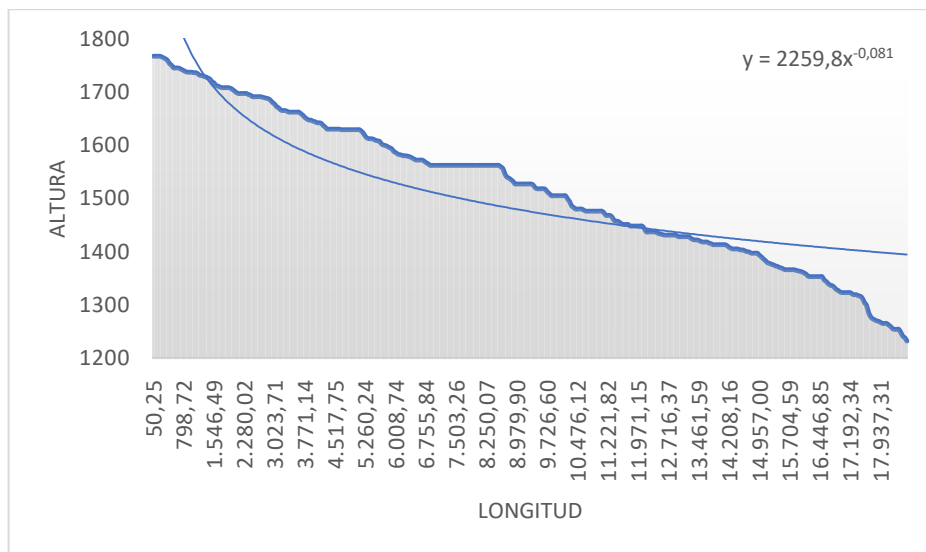


Figura 8-18 Perfil Longitudinal 10_R1C4

Tabla 8-10

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río R2C4.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1448	1527	1487,5	336.481,04	45585078,2	100
2	1528	1607	1567,5	2.094.189,34	45248597,1	99,2618614
3	1608	1686	1647	6.406.484,54	43154407,8	94,6678377
4	1687	1766	1726,5	6.734.386,74	36747923,2	80,6139305
5	1767	1846	1806,5	13.588.877,20	30013536,5	65,8407043
6	1847	1925	1886	11.063.839,62	16424659,3	36,0307802
7	1926	2005	1965,5	3.351.465,50	5360819,68	11,7600318
8	2006	2085	2045,5	2.009.354,18	2009354,18	4,40792087

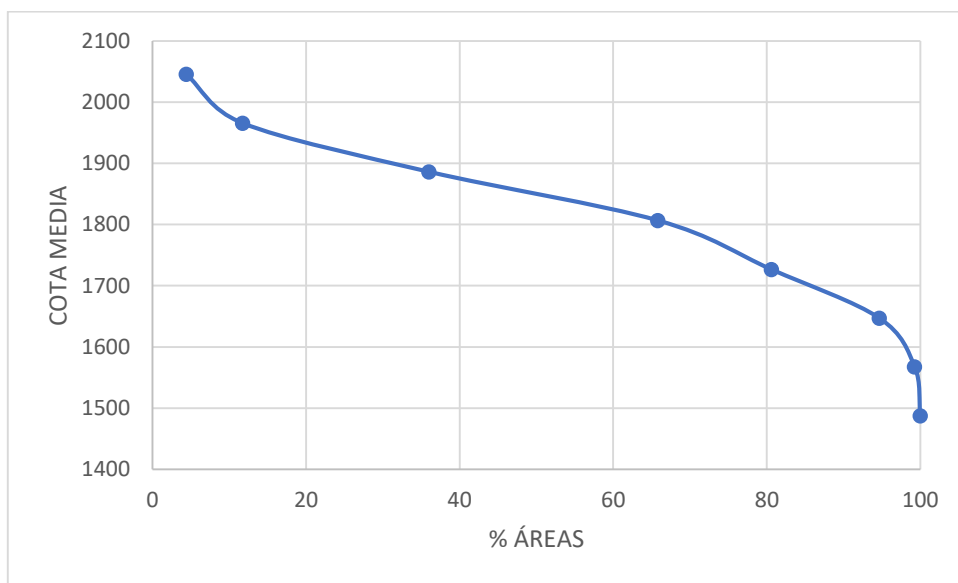


Figura 8-19. Curva hipsométrica del Río R2C4.

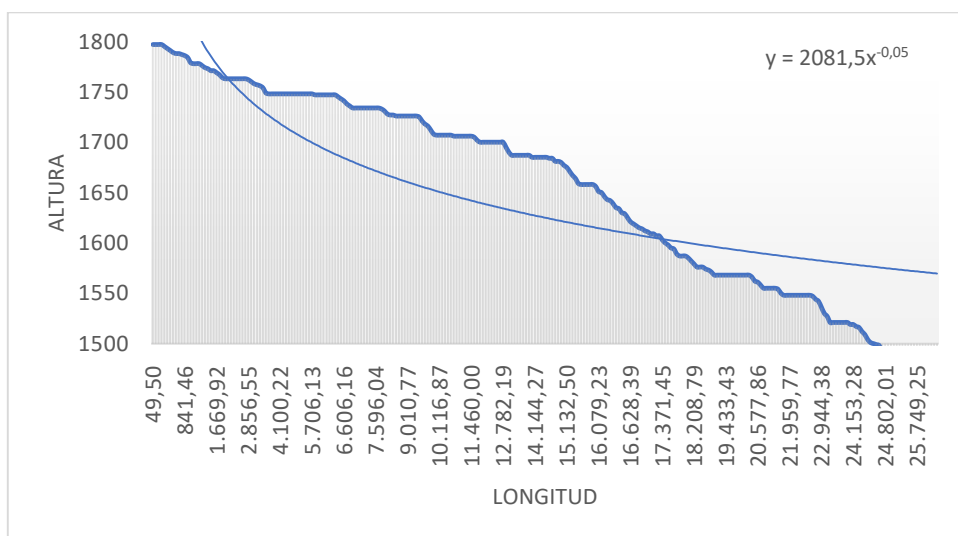


Figura 8-20 Perfil Longitudinal 11_R2C4

Tabla 8-11

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Machacayacu.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1208	1442	1325	4.233.179,27	117551032	100
2	1443	1677	1560	15.597.278,17	113317853	96,3988583
3	1678	1911	1794,5	47.324.675,59	97720574,7	83,1303417
4	1912	2146	2029	30.121.248,56	50395899,1	42,8715071
5	2147	2380	2263,5	10.938.969,89	20274650,5	17,2475309
6	2381	2615	2498	5.318.878,70	9335680,65	7,94181087
7	2616	2849	2732,5	2.933.008,92	4016801,94	3,41707076
8	2850	3084	2967	1.083.793,03	1083793,03	0,92197661

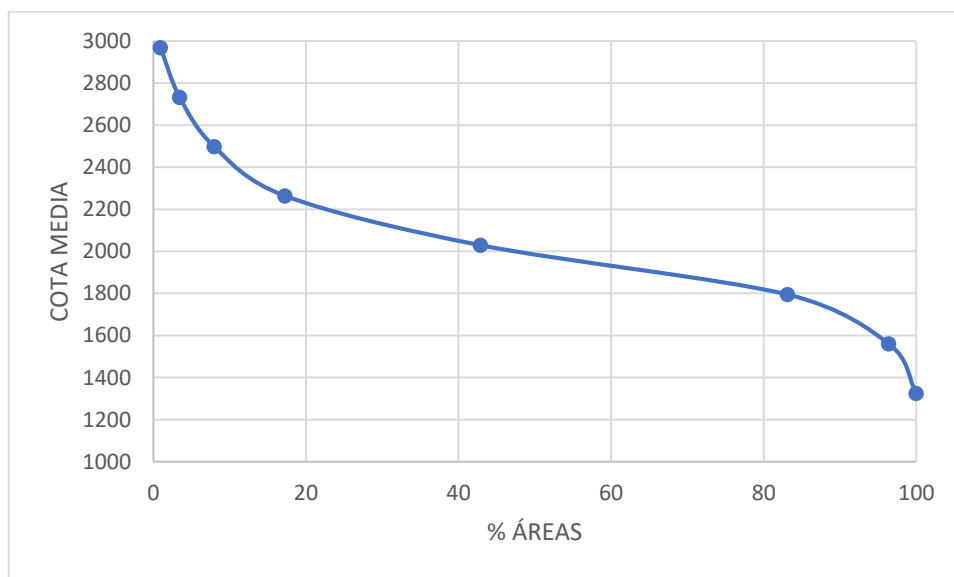


Figura 8-21. Curva hipsométrica del Río Machacayacu.

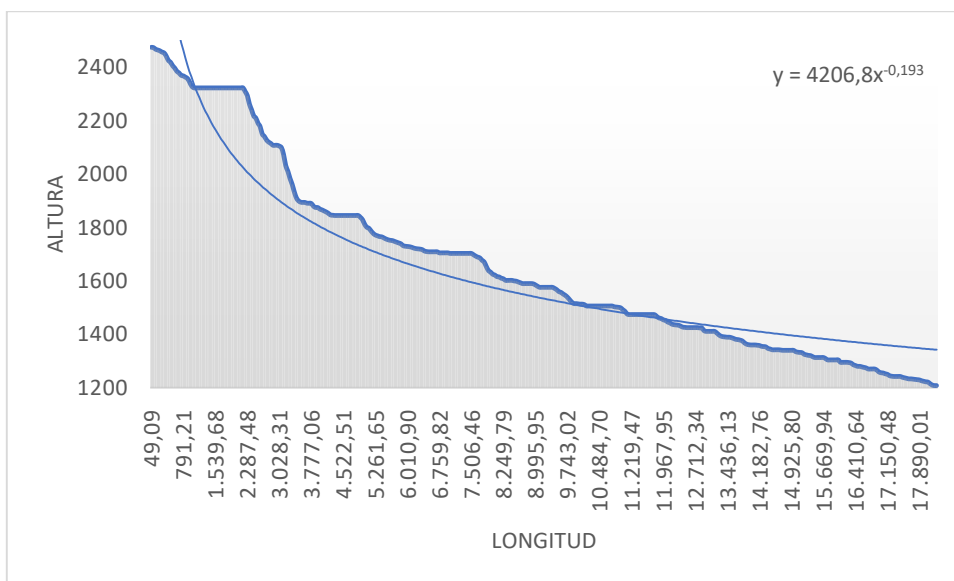


Figura 8-22 Perfil Longitudinal Río Machacayacu

Tabla 8-12

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Molino.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1429	1682	1555,5	7.952.581,54	143200800	100
2	1683	1935	1809	21.297.438,50	135248219	94,4465523
3	1936	2188	2062	52.396.674,44	113950780	79,5741225
4	2189	2441	2315	33.067.602,34	61554105,9	42,9844706
5	2442	2694	2568	14.760.365,00	28486503,6	19,8926986
6	2695	2947	2821	7.222.427,23	13726138,6	9,58523873
7	2948	3200	3074	4.575.379,53	6503711,36	4,54167249
8	3201	3453	3327	1.928.331,83	1928331,83	1,34659291

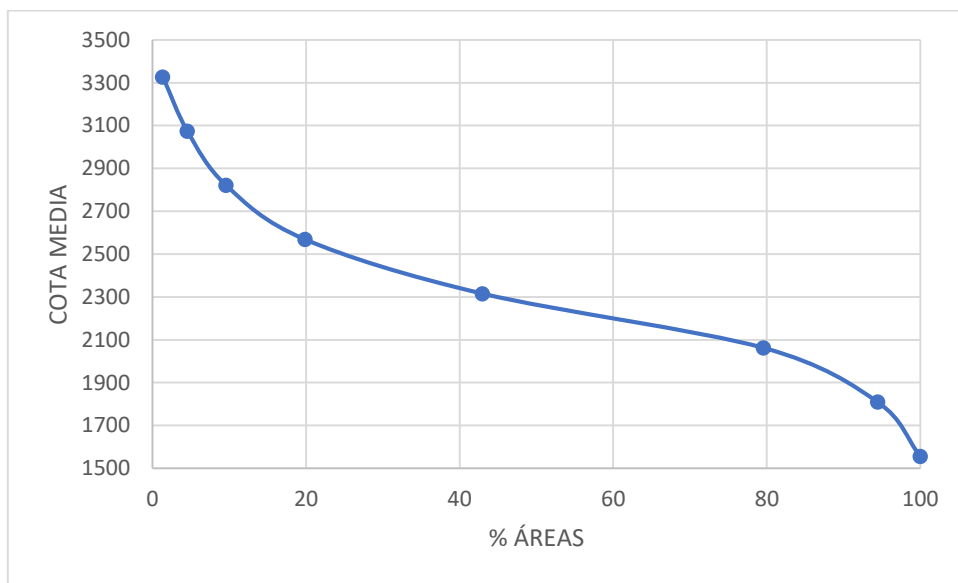


Figura 8-23. Curva hipsométrica del Río Molino.

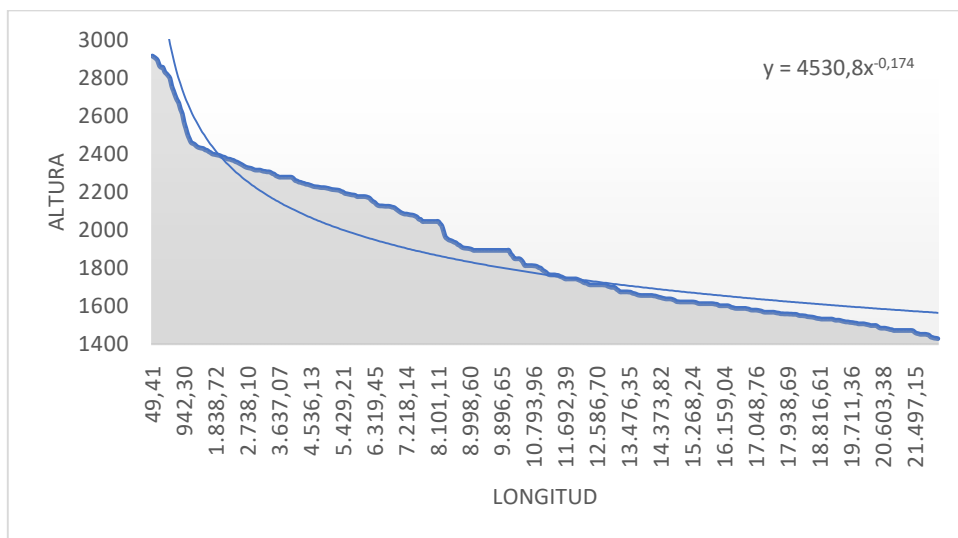


Figura 8-24 Perfil Longitudinal Río Molino

Tabla 8-13

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Cauchillo.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1584	1807	1695,5	3.368.623,18	27877406,2	100
2	1808	2031	1919,5	6.865.928,90	24508783	87,9162962
3	2032	2255	2143,5	4.371.393,86	17642854,1	63,2872872
4	2256	2479	2367,5	3.514.463,40	13271460,2	47,6065103
5	2480	2702	2591	4.287.511,90	9756996,84	34,9996581
6	2703	2926	2814,5	3.566.889,62	5469484,94	19,6197771
7	2927	3150	3038,5	1.476.513,10	1902595,32	6,82486494
8	3151	3374	3262,5	426.082,22	426082,219	1,52841414

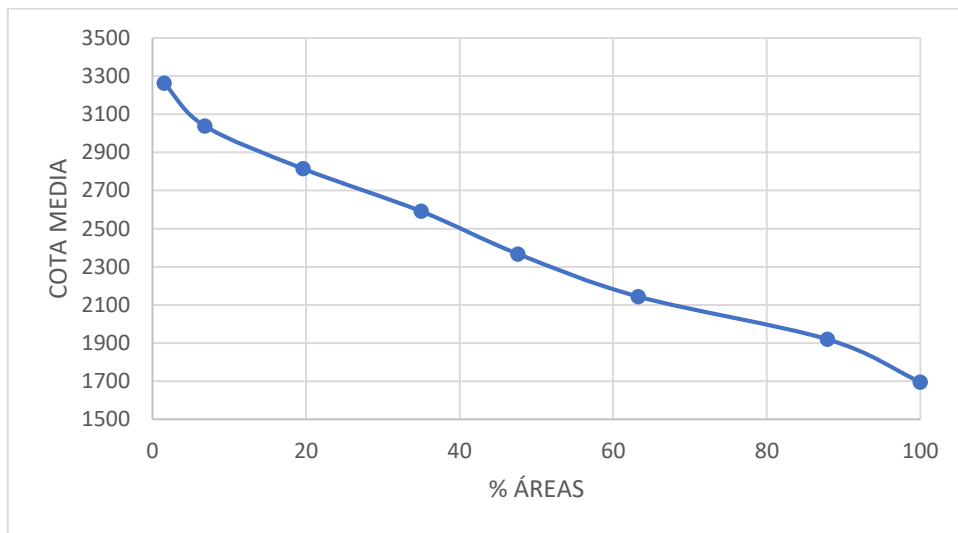


Figura 8-25. Curva hipsométrica del Río Cauchillo.

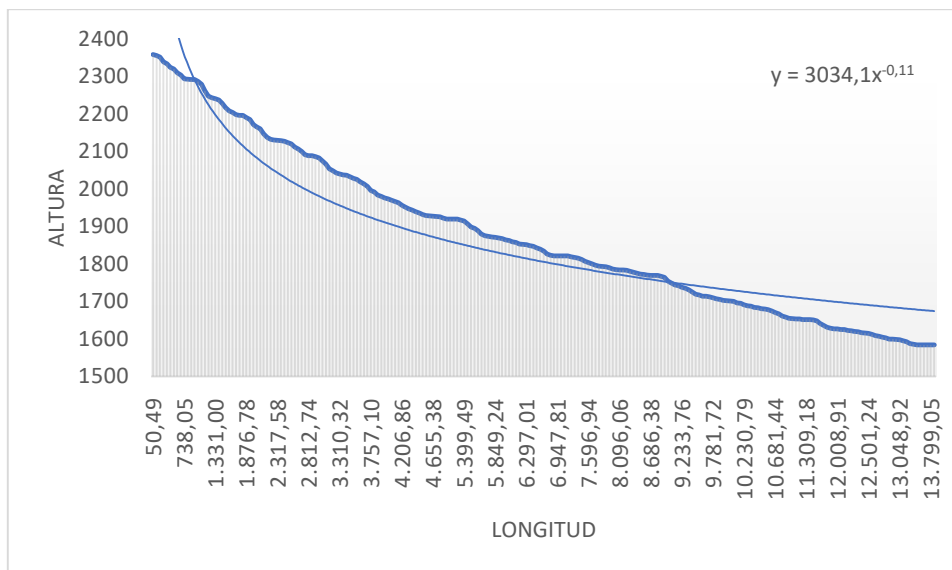


Figura 8-26 Perfil Longitudinal Río Cauchillo

Tabla 8-14

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Borja.

Nº	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1606	1842	1724	7.097.557,49	106070642	100
2	1843	2079	1961	13.993.988,93	98973084,8	93,3086504
3	2080	2315	2197,5	17.766.770,63	84979095,9	80,1155664
4	2316	2552	2434	19.701.774,89	67212325,3	63,3656248
5	2553	2789	2671	20.929.501,73	47510550,4	44,7914233
6	2790	3025	2907,5	22.651.941,48	26581048,7	25,0597602
7	3026	3262	3144	3.479.194,85	3929107,17	3,70423624
8	3263	3499	3381	449.912,32	449912,32	0,42416291

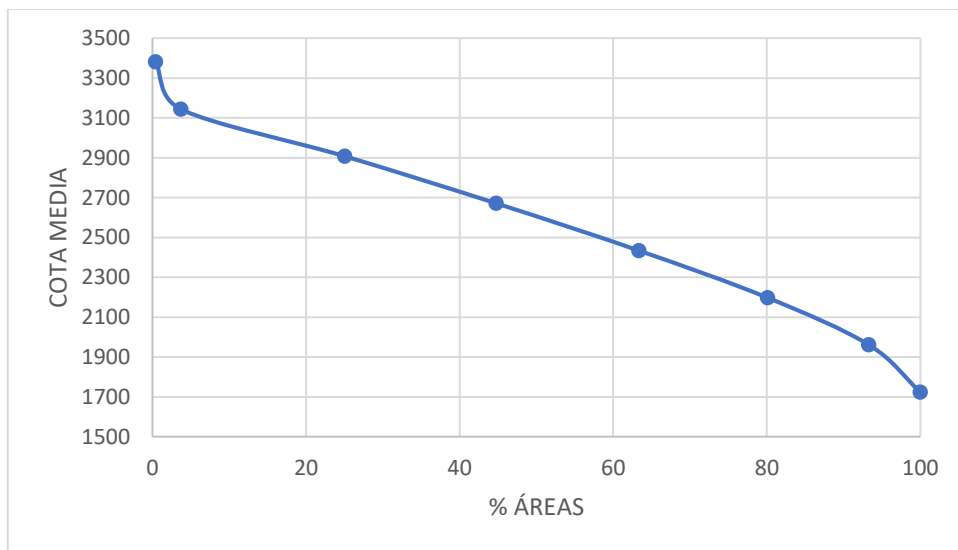


Figura 8-27. Curva hipsométrica del Río Borja.

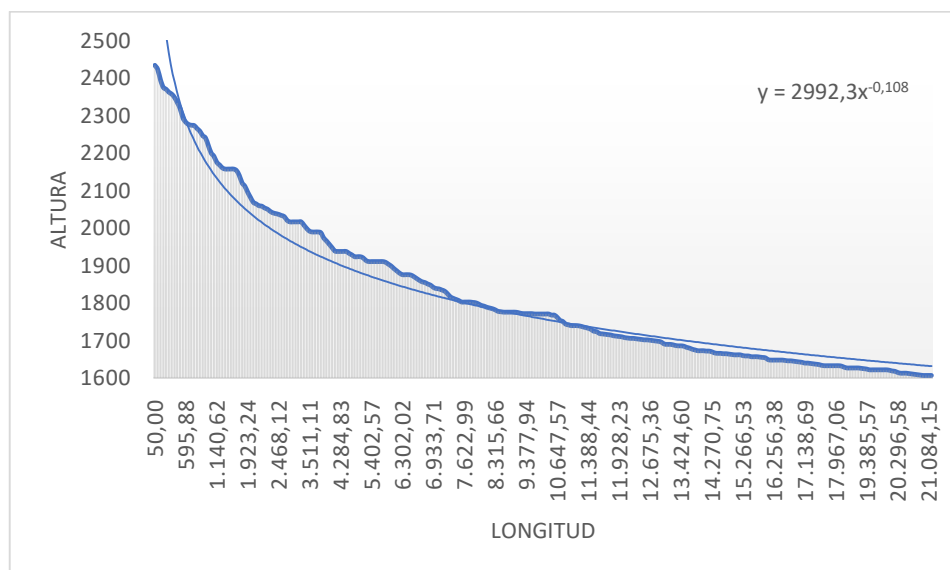


Figura 8-28 Perfil Longitudinal Río Borja

Tabla 8-15

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Suno.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1370	1657	1513,5	8.792.354,33	121473467	100
2	1658	1944	1801	19.603.594,87	112681113	92,7619137
3	1945	2232	2088,5	38.545.666,12	93077517,7	76,6237435
4	2233	2519	2376	24.100.811,67	54531851,5	44,8919858
5	2520	2806	2663	15.508.630,19	30431039,9	25,0515941
6	2807	3094	2950,5	10.895.122,50	14922409,7	12,2845014
7	3095	3381	3238	3.634.567,11	4027287,19	3,31536367
8	3382	3669	3525,5	392.720,08	392720,076	0,323297

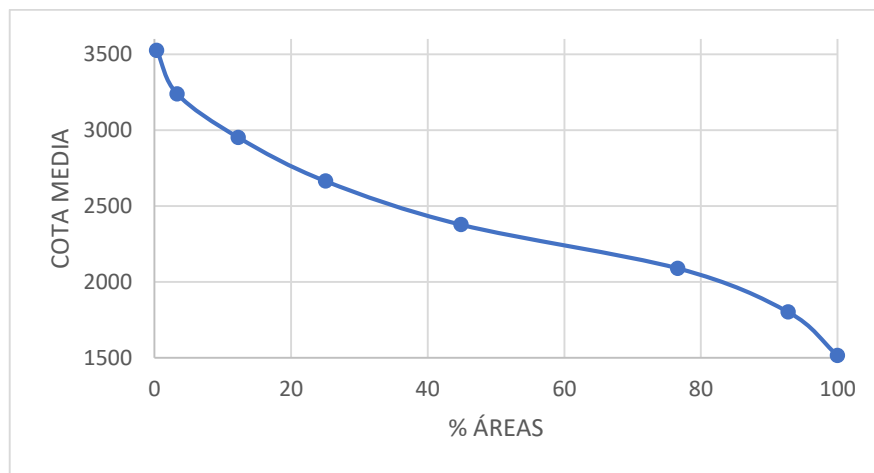


Figura 8-29. Curva hipsométrica del Río Suno.

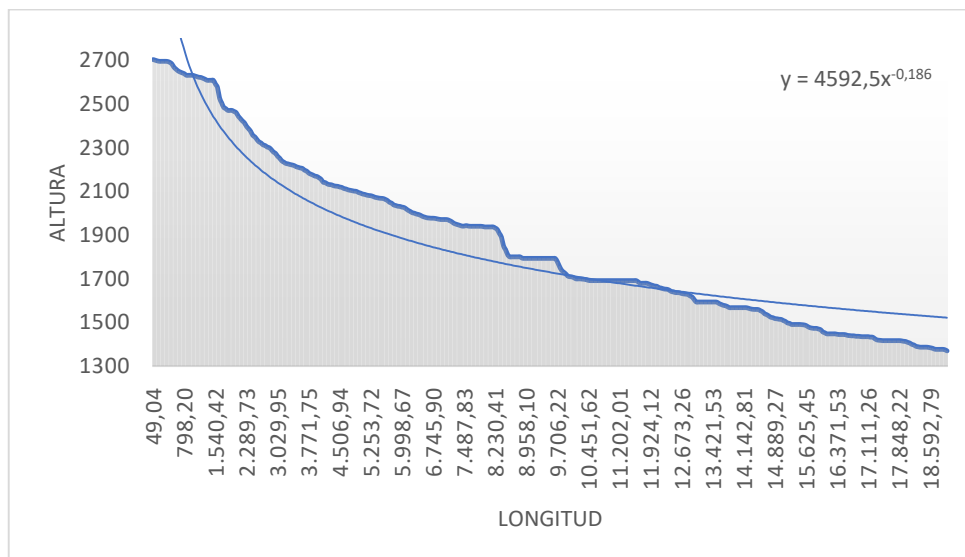


Figura 8-30 Perfil Longitudinal Río Suno

Tabla 8-16

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Cosanga.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1841	2006	1923,5	10.816.959,77	166510453	100
2	2007	2171	2089	42.007.703,29	155693493	93,5037353
3	2172	2336	2254	44.847.298,21	113685790	68,2754673
4	2337	2501	2419	30.674.106,92	68838491,4	41,3418439
5	2502	2666	2584	20.857.058,22	38164384,5	22,9201133
6	2667	2831	2749	11.864.531,04	17307326,3	10,394138
7	2832	2996	2914	4.906.141,34	5442795,23	3,26874088
8	2997	3161	3079	536.653,89	536653,891	0,32229442

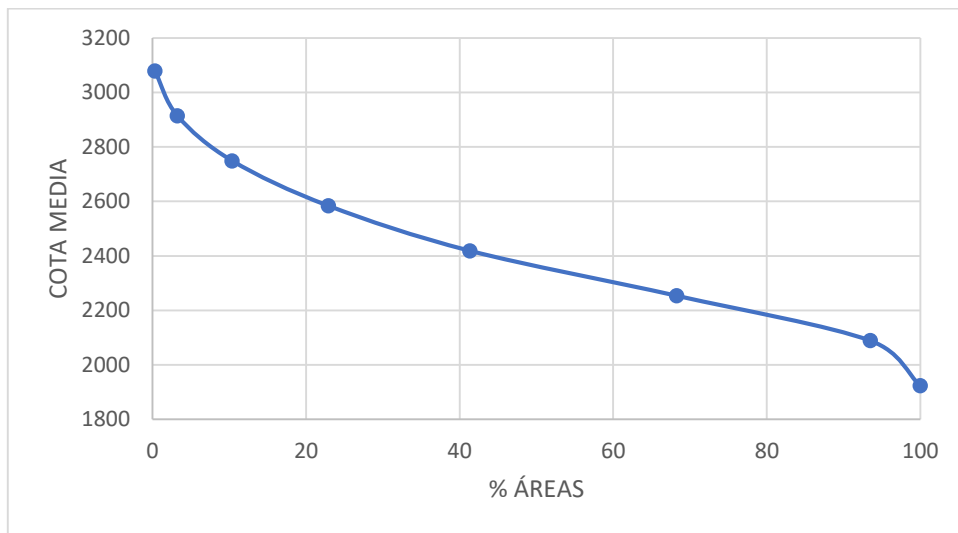


Figura 8-31. Curva hipsométrica del Río Cosanga.

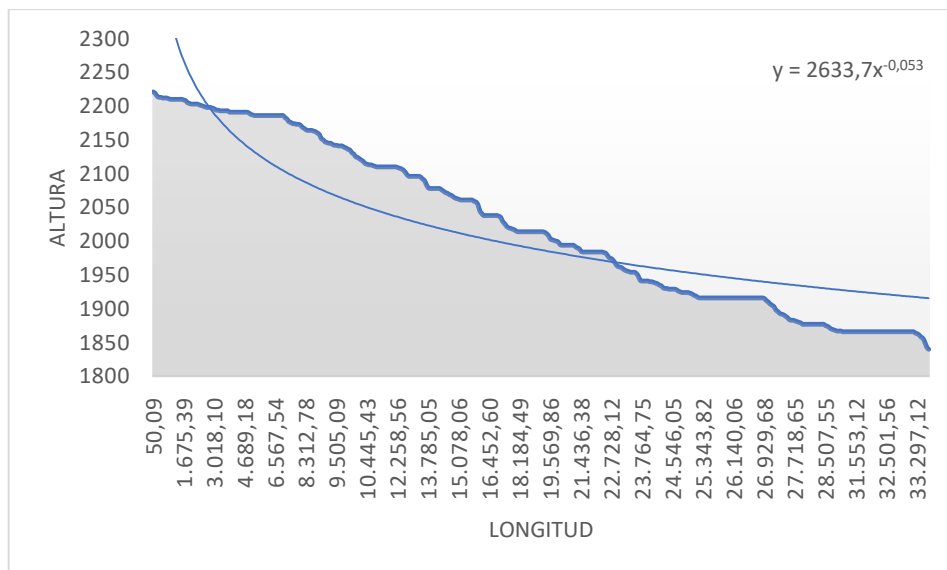


Figura 8-32 Perfil Longitudinal Río Cosanga

Tabla 8-17

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Arenillas.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1898	2055	1976,5	1.120.967,98	26391361	100
2	2056	2213	2134,5	1.975.992,03	25270393,1	95,7525192
3	2214	2371	2292,5	2.506.926,70	23294401	88,2652508
4	2372	2529	2450,5	5.723.990,43	20787474,3	78,766208
5	2530	2687	2608,5	5.501.893,88	15063483,9	57,0773287
6	2688	2845	2766,5	6.375.028,81	9561590,01	36,2299996
7	2846	3003	2924,5	2.811.952,00	3186561,2	12,0742587
8	3004	3161	3082,5	374.609,20	374609,199	1,41943873

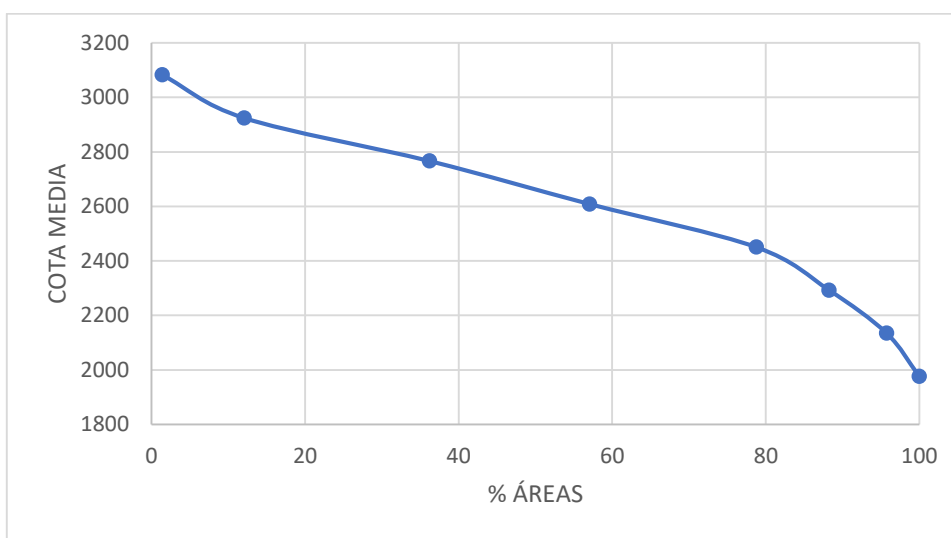


Figura 8-33. Curva hipsométrica del Río Arenillas.

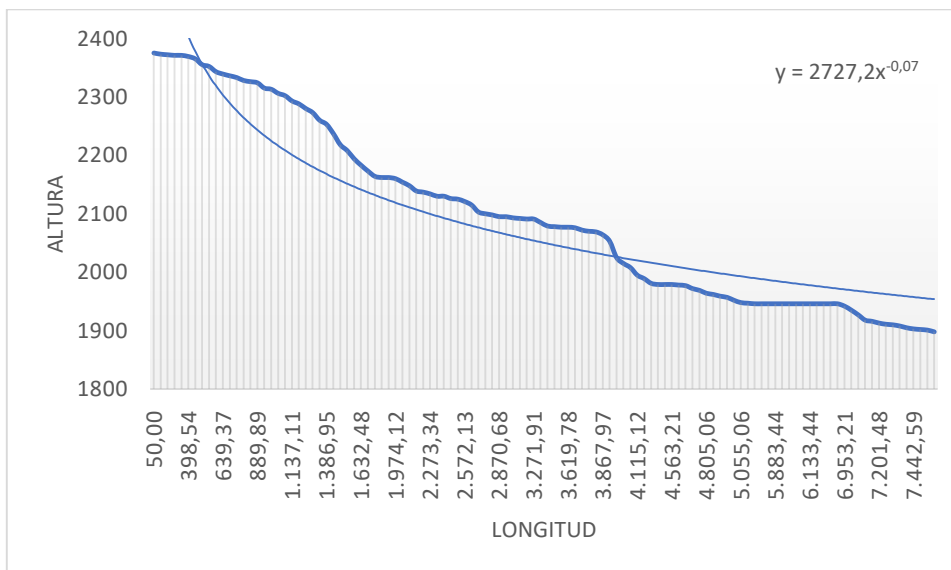


Figura 8-34 Perfil Longitudinal Río Arenillas

Tabla 8-18

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Hollín Pequeño.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1059	1274	1166,5	3.803.284,23	50387320,3	100
2	1275	1489	1382	11.794.947,14	46584036	92,4519022
3	1490	1705	1597,5	13.372.499,88	34789088,9	69,0433401
4	1706	1920	1813	8.985.854,75	21416589	42,5039254
5	1921	2135	2028	6.623.815,07	12430734,3	24,6703619
6	2136	2351	2243,5	3.584.047,30	5806919,18	11,5245644
7	2352	2566	2459	1.901.642,12	2222871,89	4,41156997
8	2567	2782	2674,5	321.229,77	321229,771	0,63752105

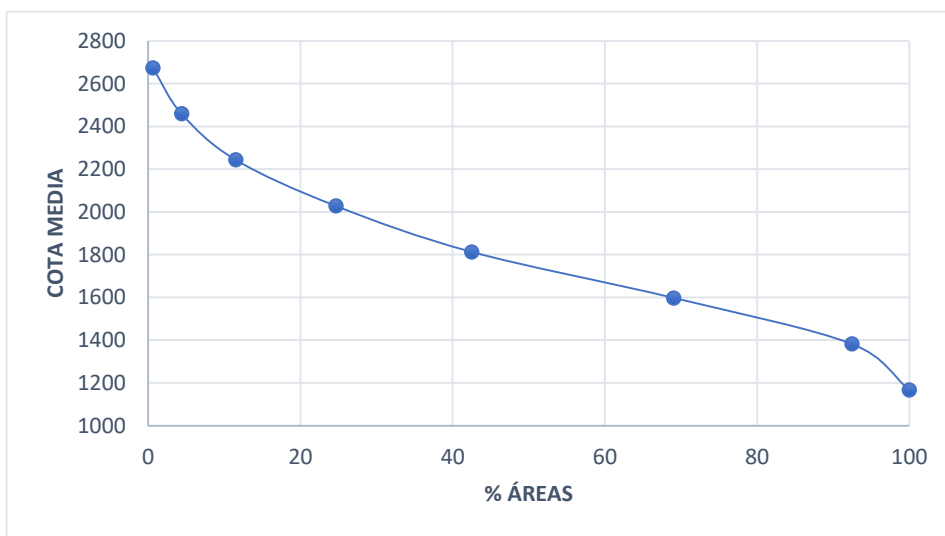


Figura 8-35 Curva Hipsométrica Río Hollín Pequeño

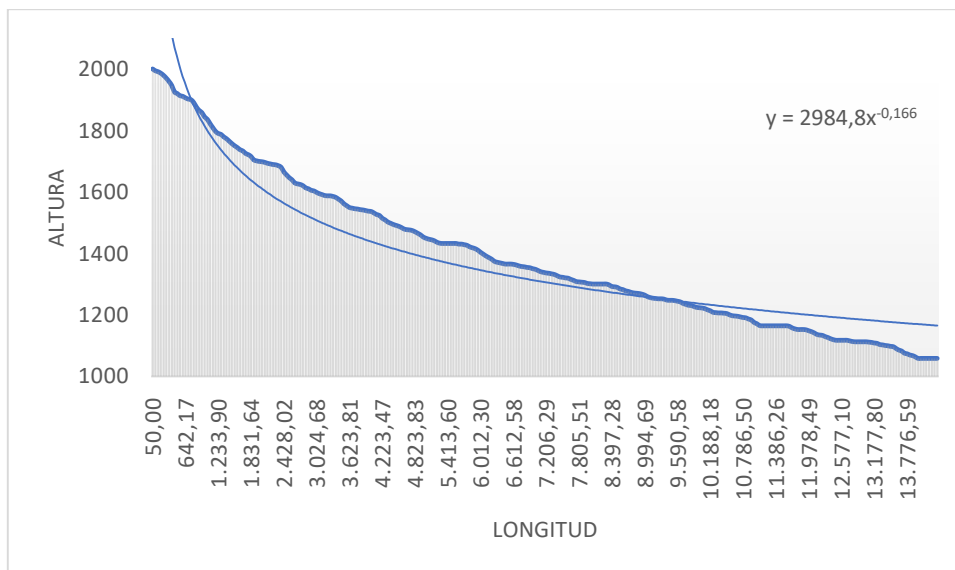


Figura 8-36 Perfil Longitudinal Río Hollín Pequeño

Tabla 8-19

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Hollín Grande.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	967	1303	1135	27.485.639,31	292285730	100
2	1304	1640	1472	61.296.740,82	264800090	90,5963116
3	1641	1976	1808,5	69.941.348,52	203503349	69,6247982
4	1977	2313	2145	64.583.388,45	133562001	45,6956968
5	2314	2650	2482	41.325.209,18	68978612,4	23,5997195
6	2651	2986	2818,5	24.813.808,31	27653403,2	9,46108566
7	2987	3322	3154,5	2.587.949,05	2839594,92	0,97151336
8	3326	3660	3493	251.645,87	251645,874	0,08609585

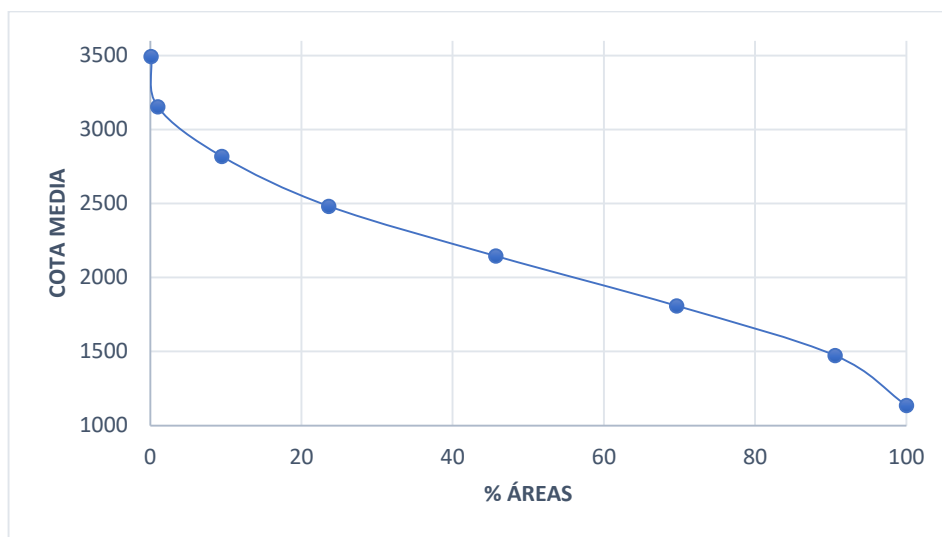


Figura 8-37 Curva Hipsométrica Río Hollín Grande

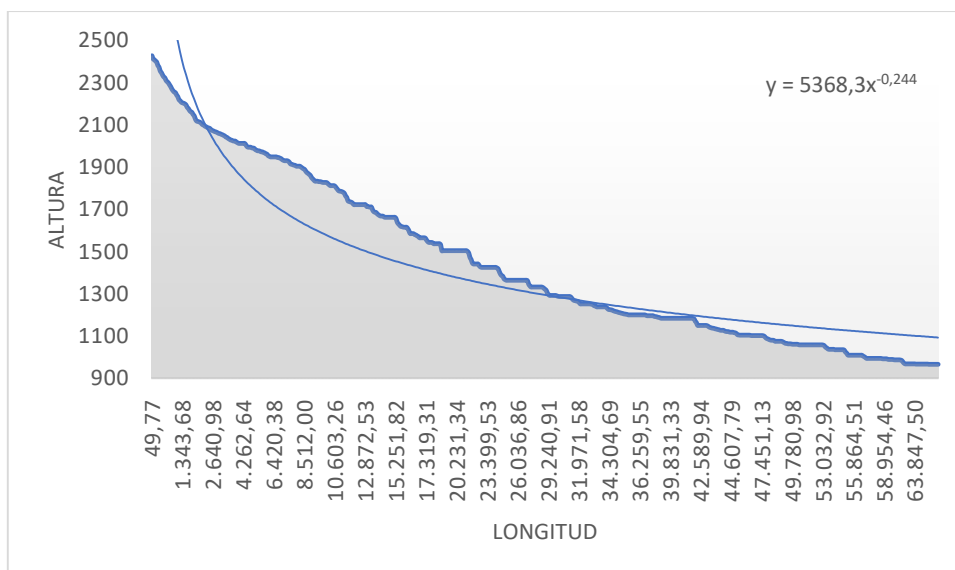


Figura 8-38 Perfil Longitudinal Río Hollín Grande

Tabla 8-20

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río R3C11

Nº	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1505	1776	1640,5	1.804.415,30	45875805,4	100
2	1777	2047	1912	6.599.984,97	44071390,1	96,0667387
3	2048	2318	2183	15.477.174,46	37471405,1	81,6801031
4	2319	2590	2454,5	11.052.401,17	21994230,7	47,9429854
5	2591	2861	2726	6.982.219,80	10941829,5	23,8509807
6	2862	3132	2997	3.273.302,77	3959609,7	8,63115027
7	3133	3401	3267	522.355,83	686306,929	1,49601064
8	3407	3675	3541	163.951,10	163951,1	0,35738032

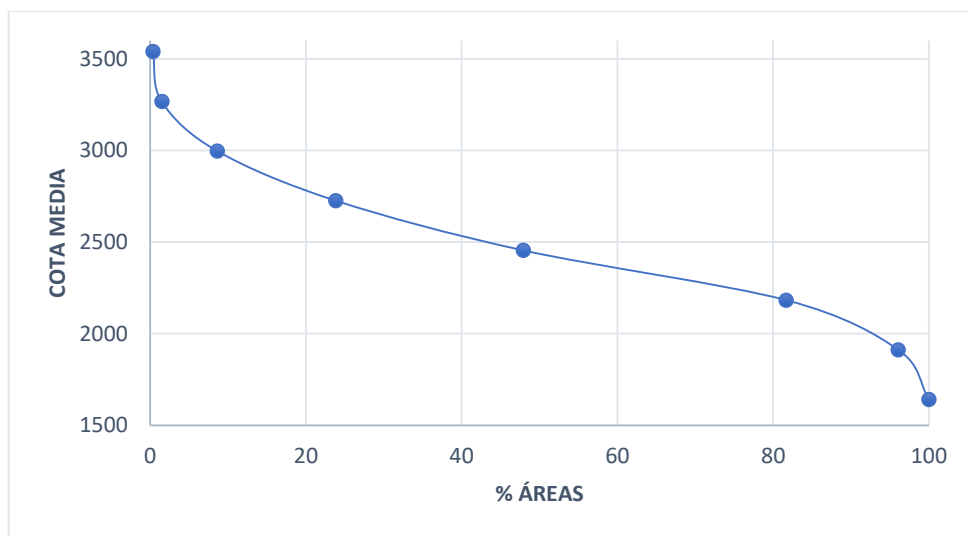


Figura 8-39 Curva Hipsométrica 21_R3C11

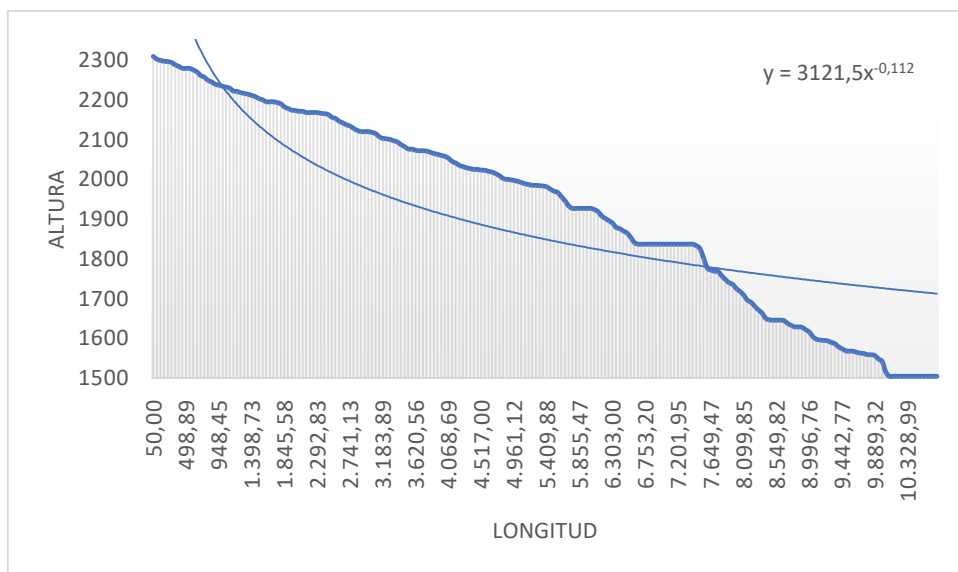


Figura 8-40 Perfil Longitudinal 21_R3C11

Tabla 8-21

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Urcusiqui.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1165	1382	1273,5	6.854.490,46	51650315,7	100
2	1383	1512	1447,5	8.785.681,90	44795825,2	86,7290444
3	1513	1643	1578	7.410.208,43	36010143,3	69,7191156
4	1644	1776	1710	7.224.333,63	28599934,9	55,3722364
5	1777	1914	1845,5	6.207.264,89	21375601,2	41,3852287
6	1915	2062	1988,5	5.255.967,23	15168336,3	29,3673643
7	2063	2225	2144	4.595.396,81	9912369,11	19,191304
8	2226	2414	2320	3.529.714,67	5316972,29	10,2941719
9	2415	2711	2563	1.787.257,63	1787257,63	3,4603034

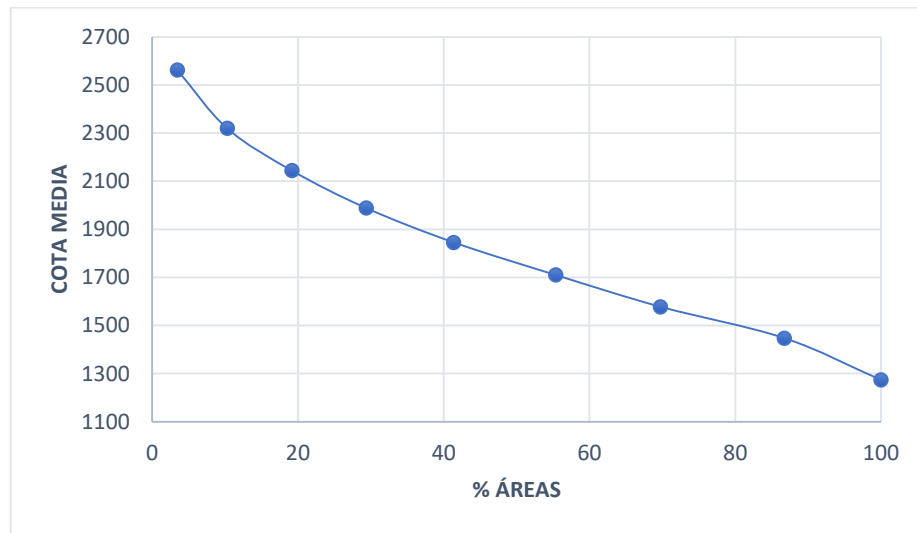


Figura 8-41 Curva Hipsométrica Río Urcusiqui

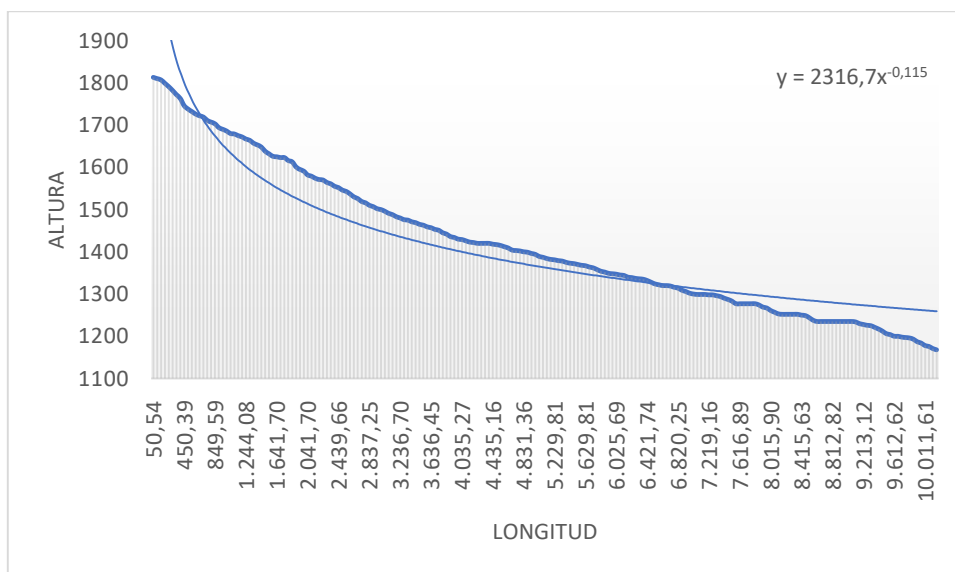


Figura 8-42 Perfil Longitudinal Río Urcusiqui

Tabla 8-22

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Jondachi.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	632	935	783,5	24.603.150,21	203215482	100
2	936	1238	1087	45.272.427,23	178612332	87,8930729
3	1239	1541	1390	46.910.031,82	133339904	65,6150325
4	1542	1844	1693	39.147.137,89	86429872,5	42,5311456
5	1845	2147	1996	24.556.443,21	47282734,6	23,2672896
6	2148	2450	2299	15.964.261,74	22726291,4	11,1833465
7	2451	2753	2602	6.165.323,91	6762029,66	3,32751698
8	2754	3057	2905,5	596.705,75	596705,747	0,29363203

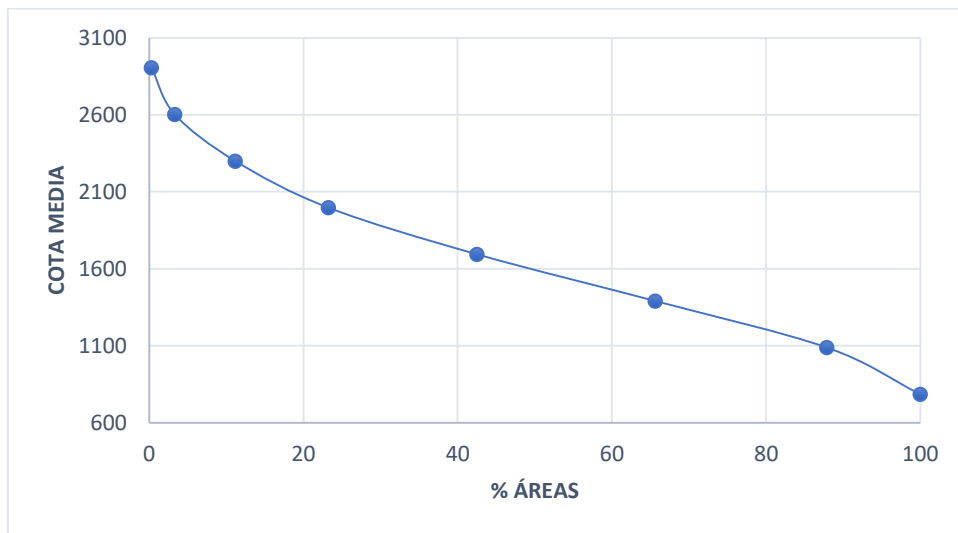


Figura 8-43 Curva Hipsométrica Río Jondachi

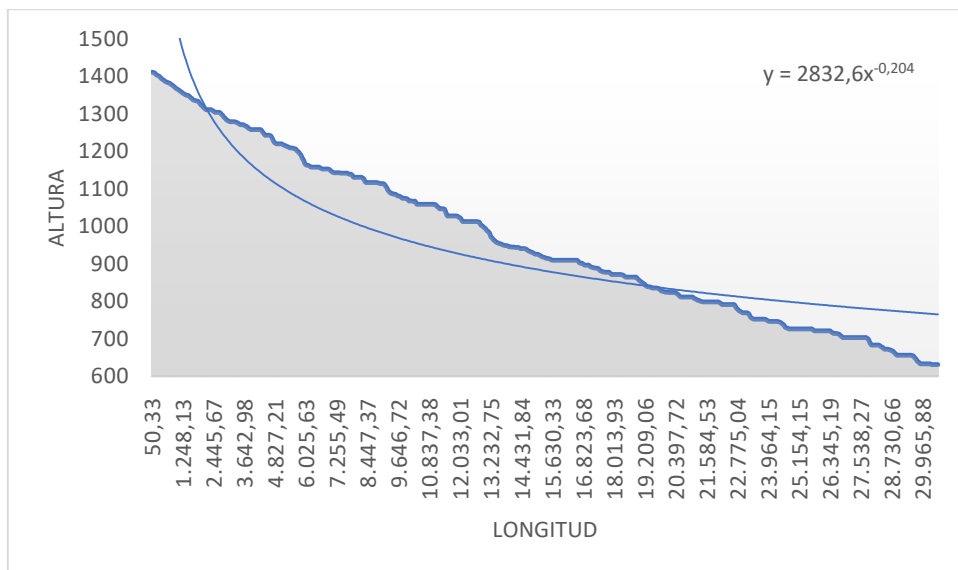


Figura 8-44 Perfil Longitudinal Río Jondachi

Tabla 8-23

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chontayacu.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	980	1108	1044	5.915.584,45	54371713,3	100
2	1109	1236	1172,5	12.996.937,47	48456128,8	89,1201066
3	1237	1364	1300,5	19.036.438,45	35459191,3	65,216248
4	1365	1492	1428,5	11.324.064,33	16422752,9	30,2045897
5	1493	1620	1556,5	2.557.446,52	5098688,56	9,37746533
6	1621	1748	1684,5	1.651.902,65	2541242,05	4,6738311
7	1749	1876	1812,5	636.740,32	889339,396	1,63566557
8	1877	2005	1941	252.599,08	252599,078	0,46457811

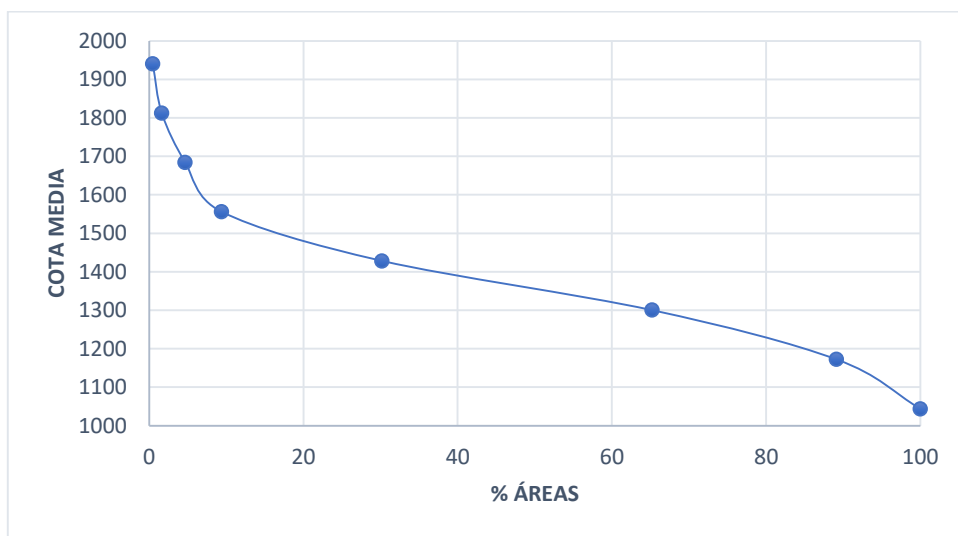


Figura 8-45 Curva Hipsométrica Río Chontayacu

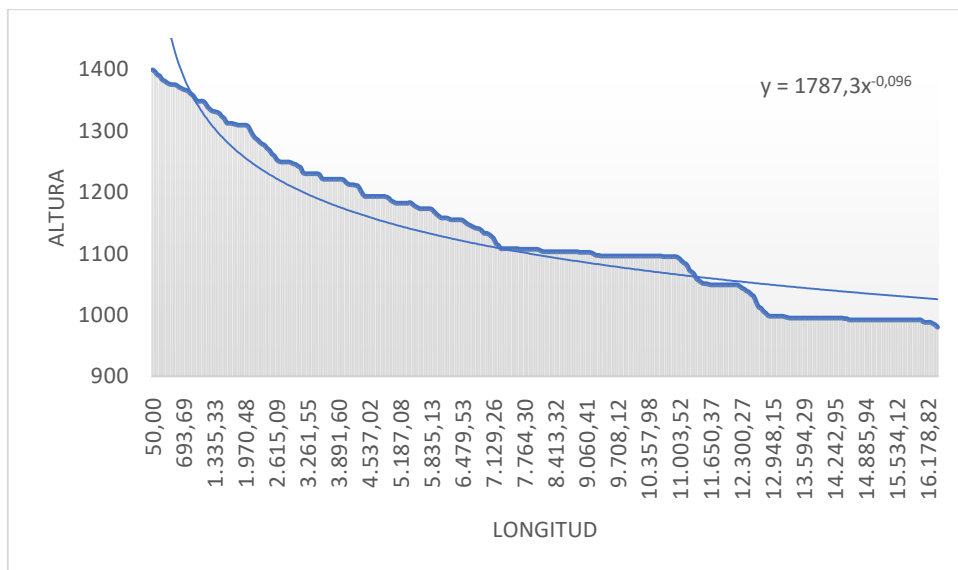


Figura 8-46 Perfil Longitudinal Río Chontayacu

Tabla 8-24

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Misahuallí.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	520	837	678,5	65.208.690,32	278634894	100
2	838	1154	996	51.697.975,85	213426204	76,597084
3	1155	1471	1313	57.496.316,20	161728228	58,0430633
4	1472	1788	1630	49.132.903,71	104231912	37,4080612
5	1789	2105	1947	28.815.358,99	55099008	19,7746259
6	2106	2422	2264	18.039.386,99	26283649	9,43300697
7	2423	2739	2581	7.738.110,63	8244261,99	2,95880457
8	2740	3056	2898	506.151,36	506151,36	0,18165397

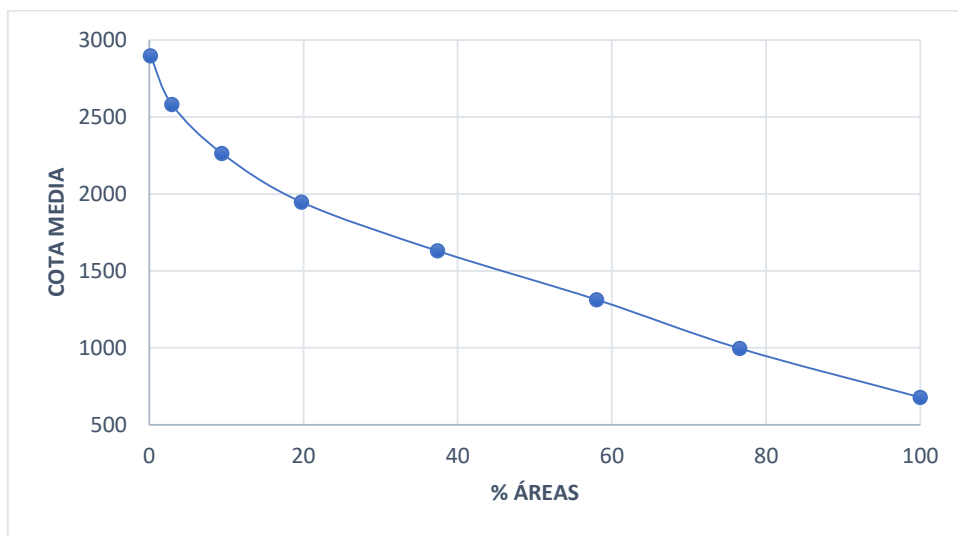


Figura 8-47 Curva Hipsométrica Río Misahuallí

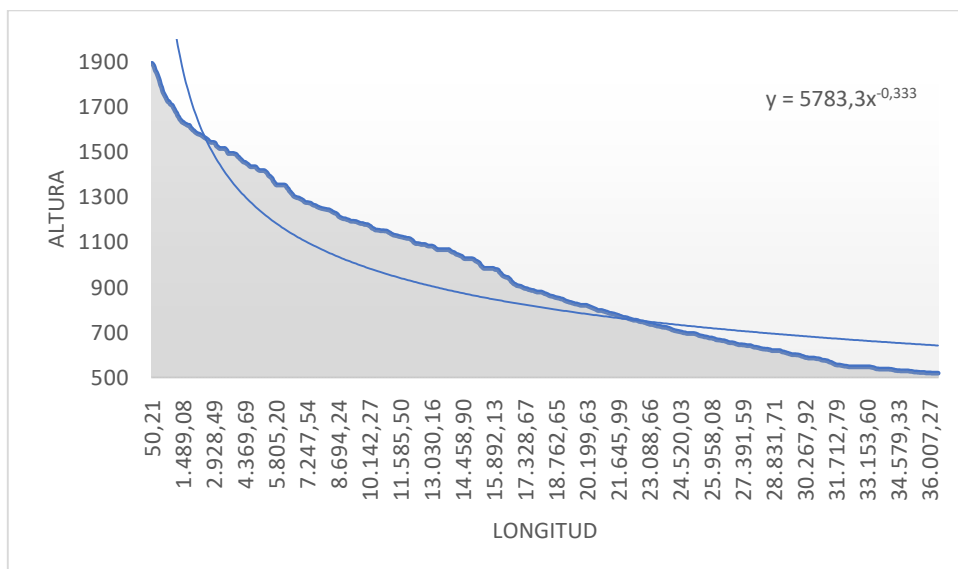


Figura 8-48 Perfil Longitudinal Río Misahuallí

Tabla 8-25

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Calmitayacu

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	630	844	737	6.196.779,65	40278591,1	100
2	845	1059	952	4.554.409,04	34081811,5	84,6152026
3	1060	1273	1166,5	7.009.862,72	29527402,4	73,3079326
4	1274	1488	1381	10.919.905,81	22517539,7	55,9044869
5	1489	1702	1595,5	6.680.054,11	11597633,9	28,7935441
6	1703	1917	1810	3.136.041,39	4917579,79	12,2089171
7	1918	2131	2024,5	1.204.849,94	1781538,4	4,42304051
8	2132	2346	2239	576.688,46	576688,461	1,43174934

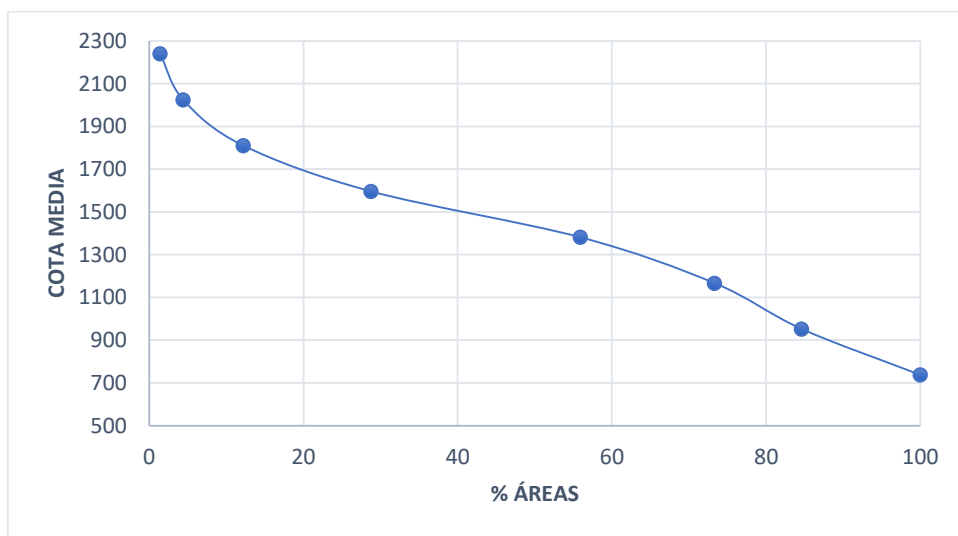


Figura 8-49 Curva Hipsométrica Río Calmitayacu

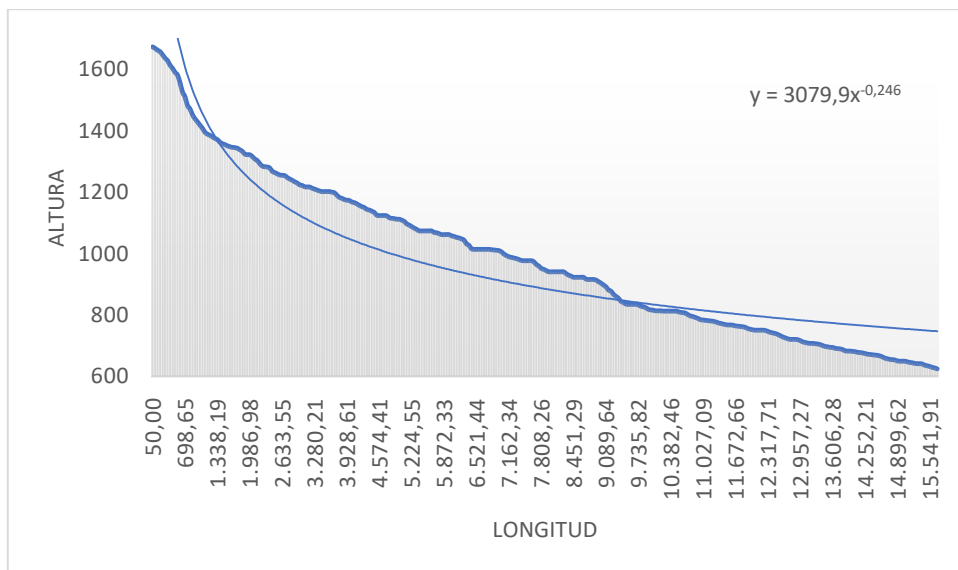


Figura 8-50 Perfil Longitudinal Río Calmitayacu

Tabla 8-26

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Inchillaqui.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	540	768	654	8.139.409,54	59096745,8	100
2	769	997	883	7.963.066,79	50957336,3	86,2269751
3	998	1225	1111,5	9.248.939,08	42994269,5	72,7523468
4	1226	1454	1340	12.565.136,03	33745330,4	57,101842
5	1455	1682	1568,5	8.574.070,60	21180194,4	35,8398658
6	1683	1911	1797	6.099.552,83	12606123,8	21,3313333
7	1912	2139	2025,5	4.328.499,67	6506570,97	11,0100326
8	2140	2368	2254	2.178.071,30	2178071,3	3,68560276

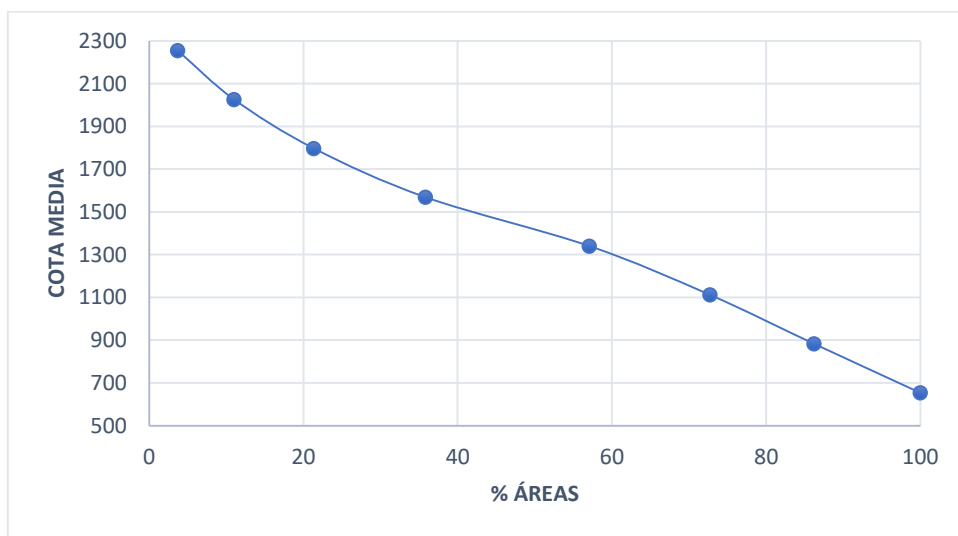


Figura 8-51 Curva Hipsométrica Río Inchillaqui

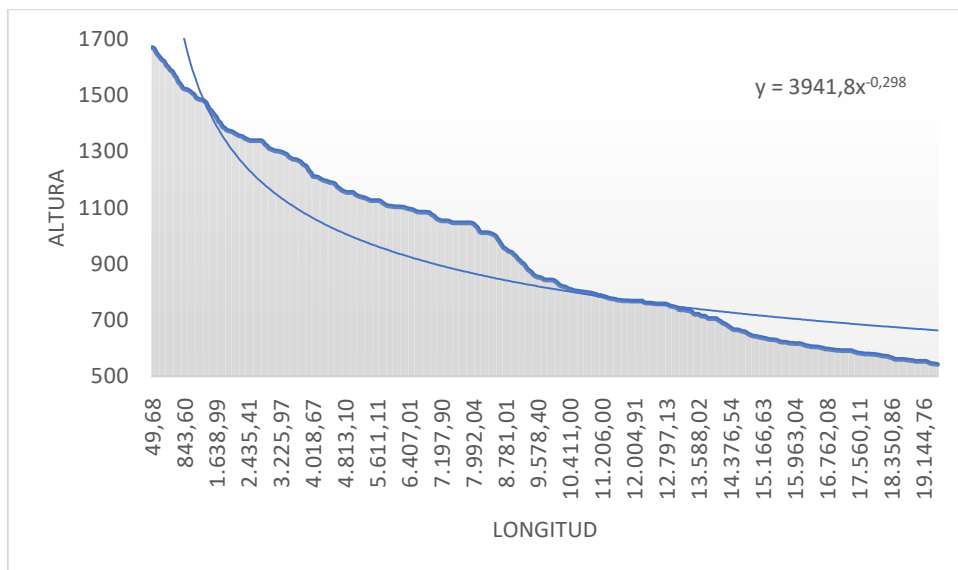


Figura 8-52 Perfil Longitudinal Río Inchillaqui

Tabla 8-27

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Tena.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	511	753	632	43.560.472,72	128939914	100
2	754	996	875	17.830.635,30	85379441,6	66,216456
3	997	1238	1117,5	16.965.126,01	67548806,3	52,387817
4	1239	1481	1360	22.010.435,14	50583680,3	39,230428
5	1482	1723	1602,5	14.015.912,62	28573245,2	22,1601242
6	1724	1966	1845	8.212.806,25	14557332,5	11,2900126
7	1967	2208	2087,5	4.968.099,60	6344526,28	4,92052931
8	2209	2451	2330	1.376.426,67	1376426,67	1,06749464

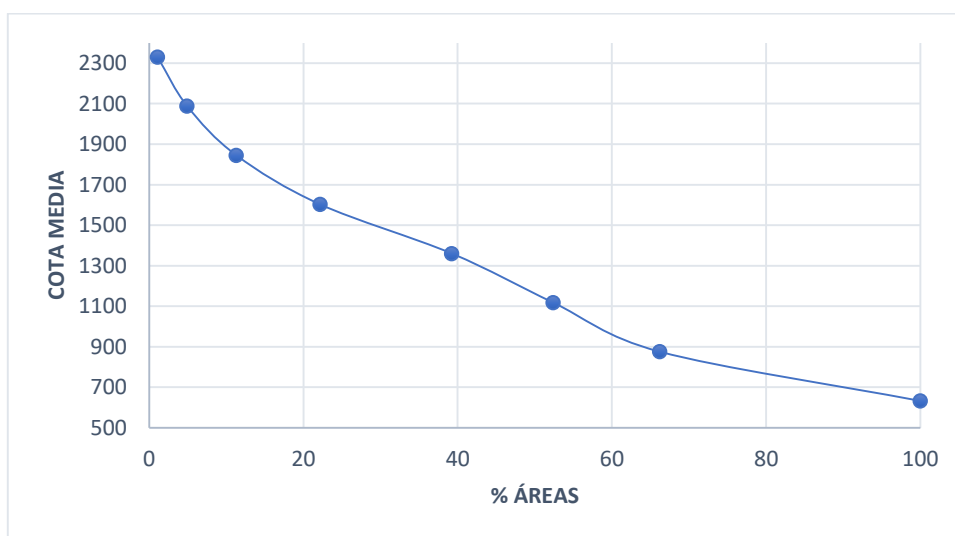


Figura 8-53 Curva Hipsométrica Río Tena

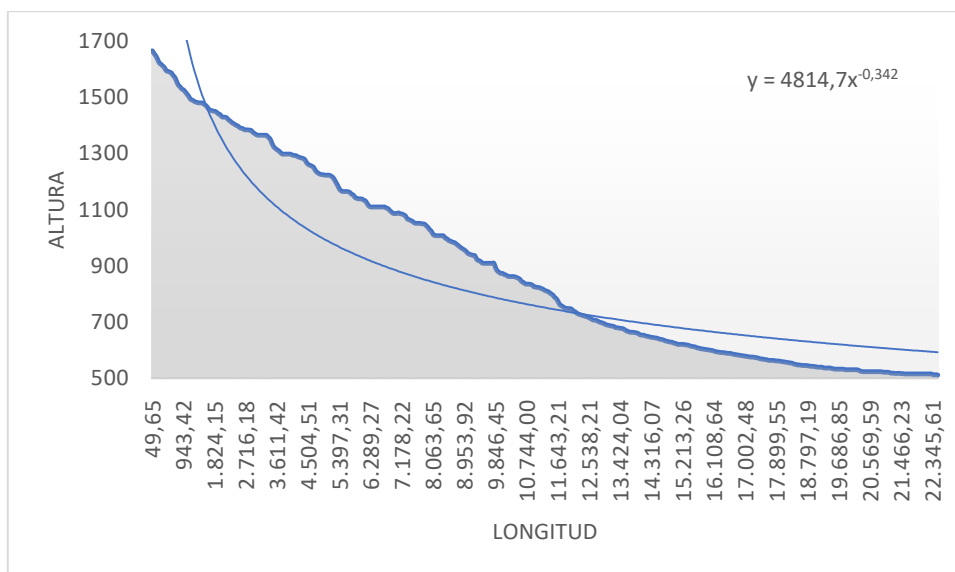


Figura 8-54 Perfil Longitudinal Río Tena

Tabla 8-28

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Shiti.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	695	873	784	2.555.540,11	19859053,6	100
2	874	1052	963	3.142.713,81	17303513,5	87,1316118
3	1053	1230	1141,5	4.094.011,47	14160799,6	71,3065182
4	1231	1409	1320	5.355.100,46	10066788,2	50,6911779
5	1410	1588	1499	2.758.572,57	4711687,71	23,7256408
6	1589	1766	1677,5	1.561.348,26	1953115,14	9,83488528
7	1767	1944	1855,5	272.616,36	391766,872	1,97273687
8	1947	2124	2035,5	119.150,51	119150,509	0,5999808

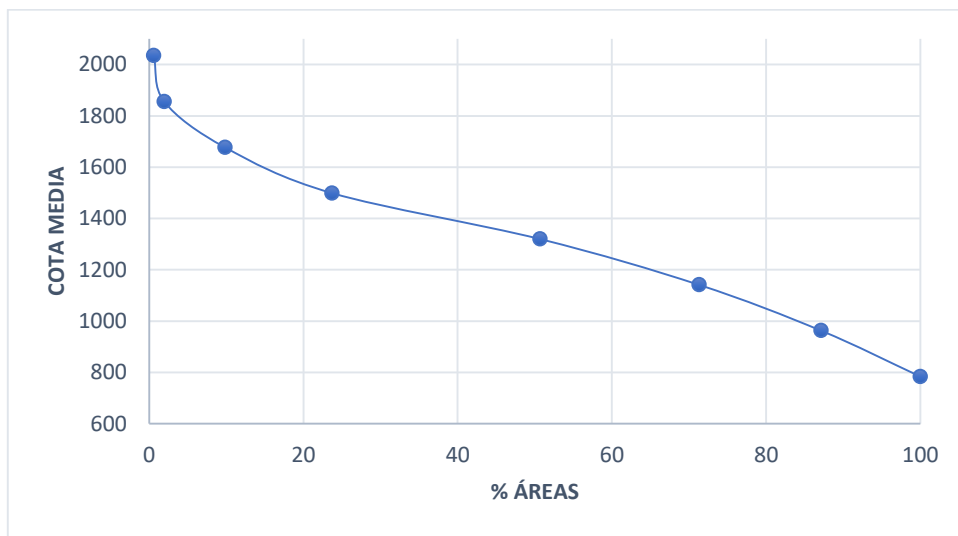


Figura 8-55 Curva Hipsométrica Río Shiti

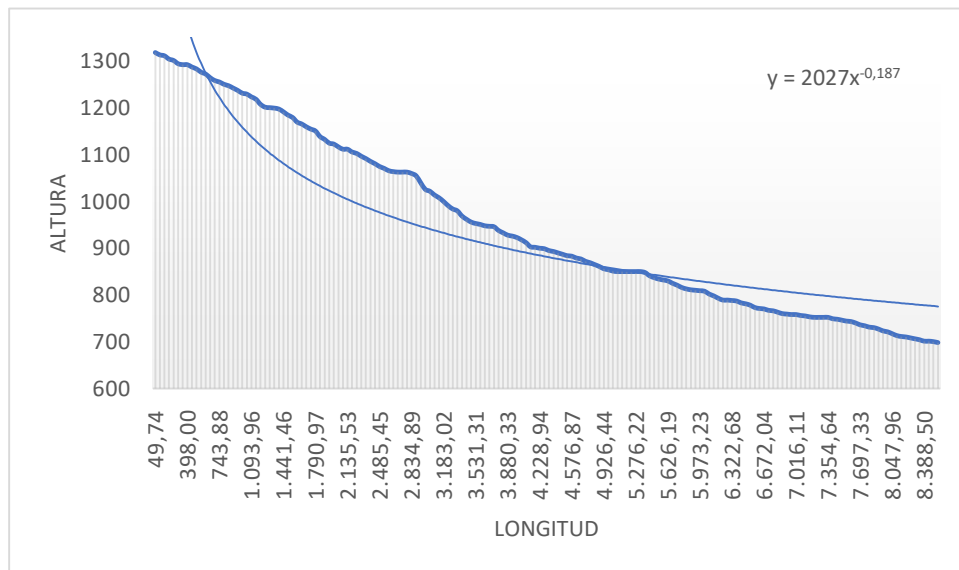


Figura 8-56 Perfil Longitudinal Río Shiti

Tabla 8-29

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Pano.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	517	765	641	37.038.650,49	86389837,9	100
2	766	1013	889,5	12.248.672,28	49351187,4	57,1261489
3	1014	1261	1137,5	9.272.769,18	37102515,2	42,9477773
4	1262	1509	1385,5	11.059.073,60	27829746	32,2141431
5	1510	1757	1633,5	8.062.200,01	16770672,4	19,4127837
6	1758	2005	1881,5	5.350.334,44	8708472,37	10,0804361
7	2006	2253	2129,5	2.476.424,17	3358137,93	3,88719092
8	2254	2501	2377,5	881.713,76	881713,763	1,02062208

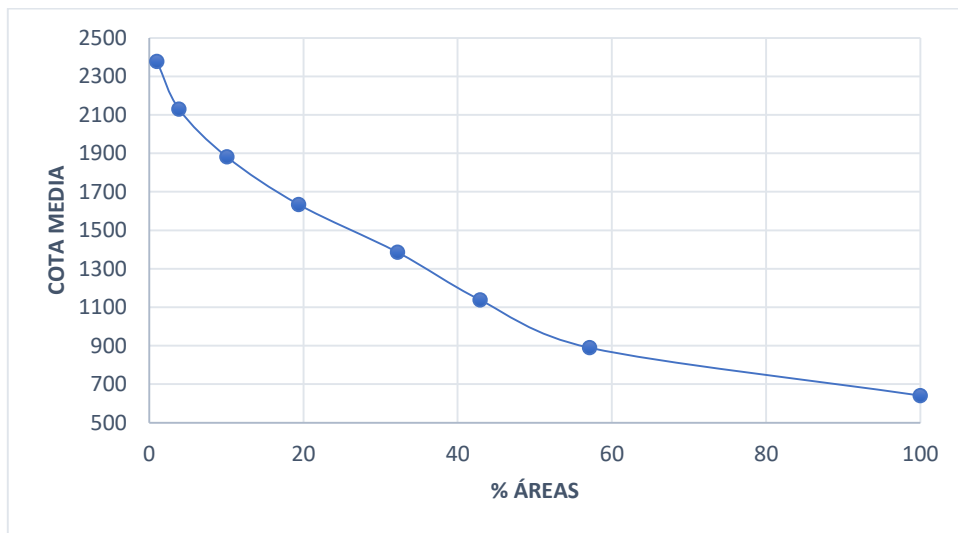


Figura 8-57 Curva Hipsométrica Río Pano

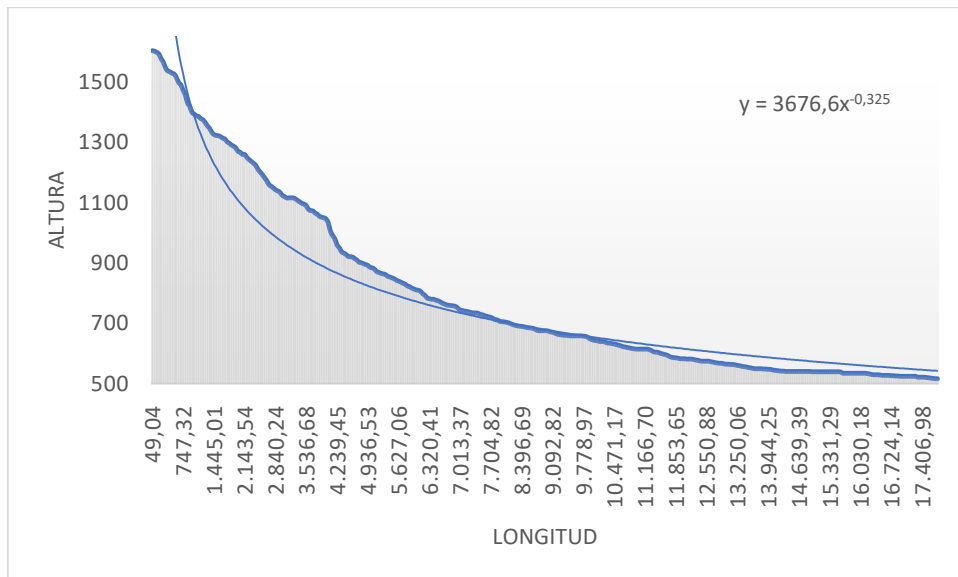


Figura 8-58 Perfil Longitudinal Río Pano

Tabla 8-30

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Verdeyacu.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	662	954	808	5.534.302,82	354029523	100
2	955	1247	1101	29.906.777,65	348495220	98,436768
3	1248	1540	1394	73.835.187,14	318588443	89,9892302
4	1541	1833	1687	99.165.632,05	244753255	69,1335721
5	1834	2125	1979,5	79.215.070,90	145587623	41,1230177
6	2126	2418	2272	48.176.840,03	66372552,5	18,7477451
7	2419	2711	2565	17.238.695,58	18195712,5	5,13960313
8	2712	3004	2858	957.016,88	957016,885	0,27032121

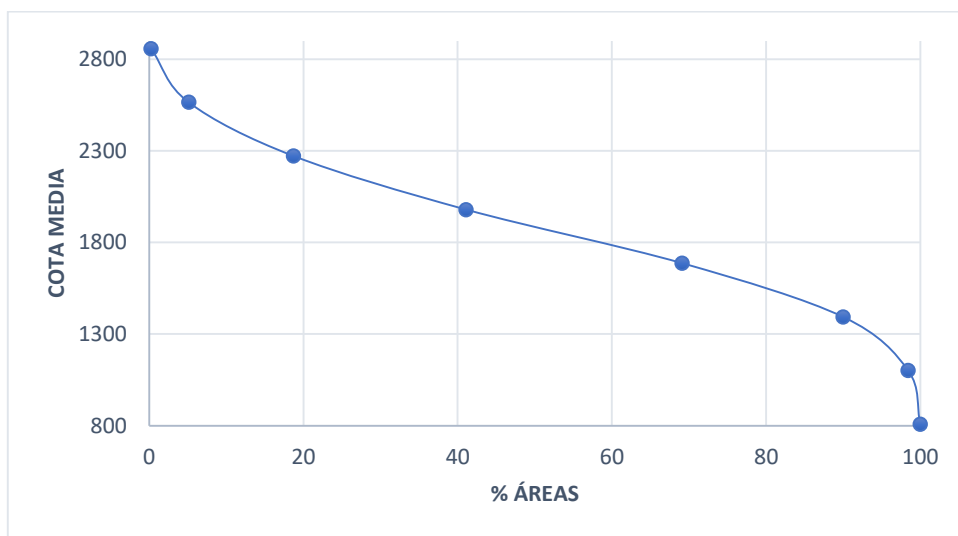


Figura 8-59 Curva Hipsométrica Río Verdeyacu

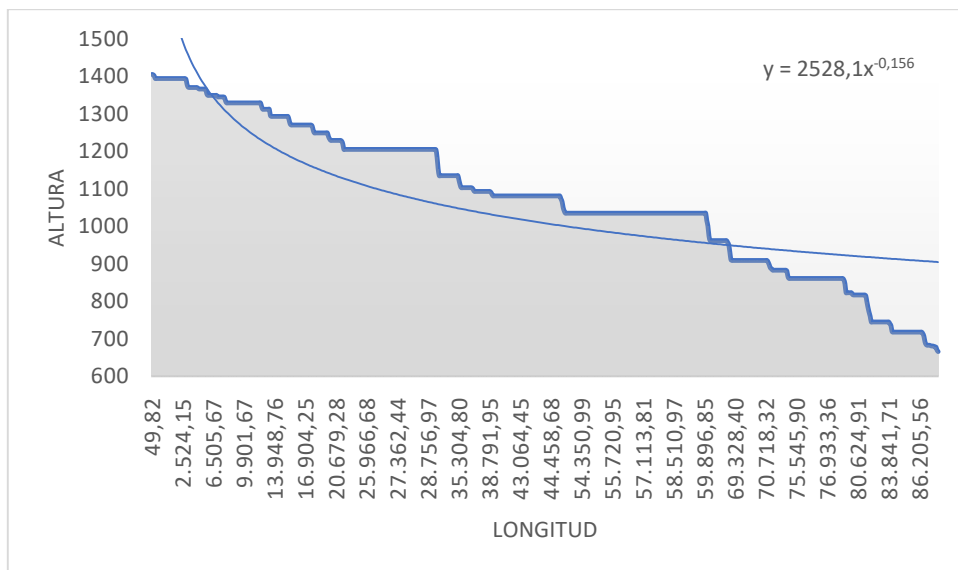


Figura 8-60 Perfil Longitudinal Río Verdeyacu

Tabla 8-31

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Jatunyacu.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	487	685	586	27.880.265,80	91114870,5	100
2	686	883	784,5	18.300.564,91	63234604,7	69,4009708
3	884	1081	982,5	14.458.199,31	44934039,8	49,3158137
4	1082	1280	1181	13.843.382,69	30475840,5	33,4477131
5	1281	1478	1379,5	9.949.544,07	16632457,8	18,2543834
6	1479	1676	1577,5	4.158.829,35	6682913,72	7,33460267
7	1677	1874	1775,5	1.896.876,10	2524084,37	2,7702222
8	1875	2073	1974	627.208,28	627208,277	0,68837093

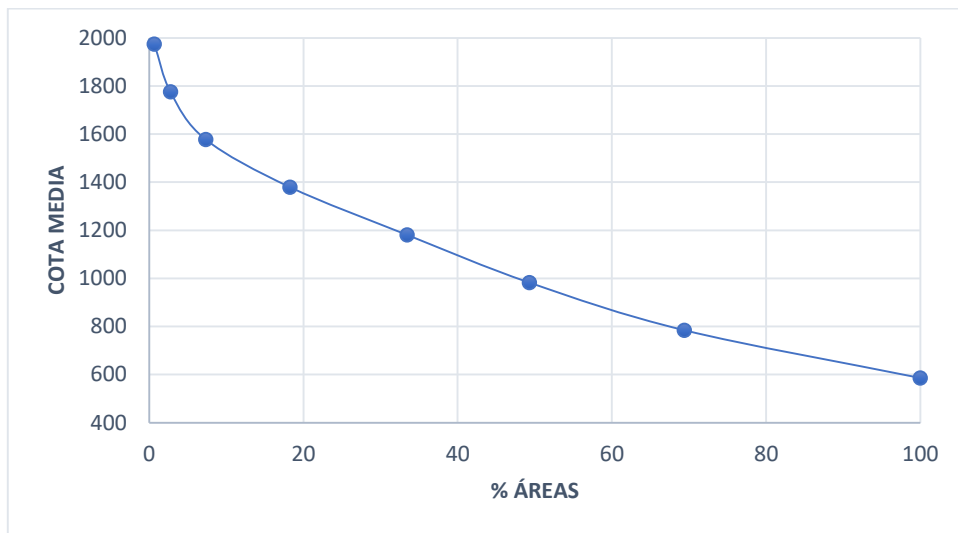


Figura 8-61 Curva Hipsométrica Río Jatunyacu

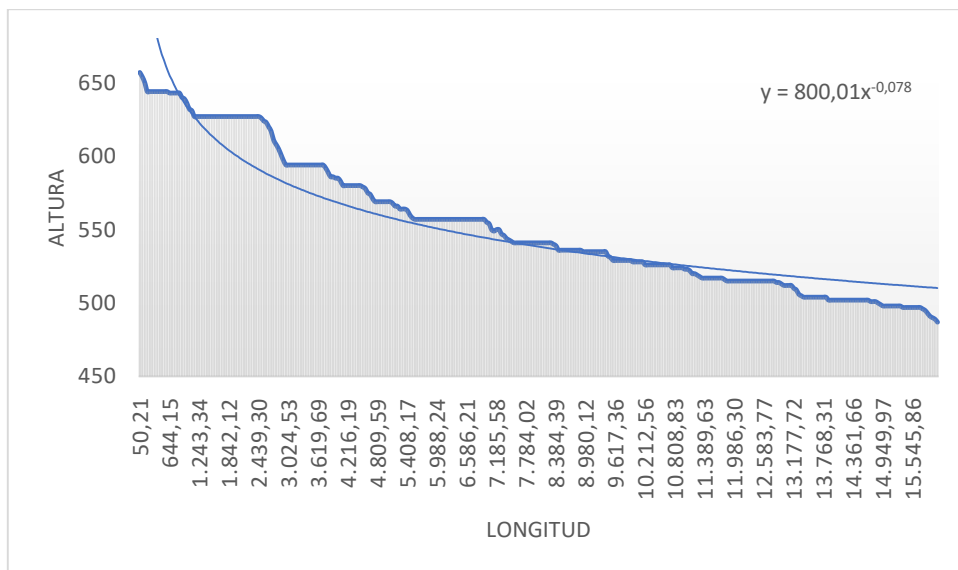


Figura 8-62 Perfil Longitudinal Río Jatunyacu

Tabla 8-32

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Mulatos.

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	666	880	773	2.809.092,39	66715706	100
2	881	1094	987,5	9.279.441,61	63906613,6	95,7894586
3	1095	1308	1201,5	11.260.199,66	54627172	81,8805275
4	1309	1522	1415,5	13.008.375,92	43366972,3	65,0026432
5	1523	1736	1629,5	13.076.053,41	30358596,4	45,504422
6	1737	1950	1843,5	9.810.376,27	17282543	25,9047592
7	1951	2164	2057,5	5.866.017,84	7472166,69	11,2000114
8	2165	2378	2271,5	1.606.148,86	1606148,86	2,40745239

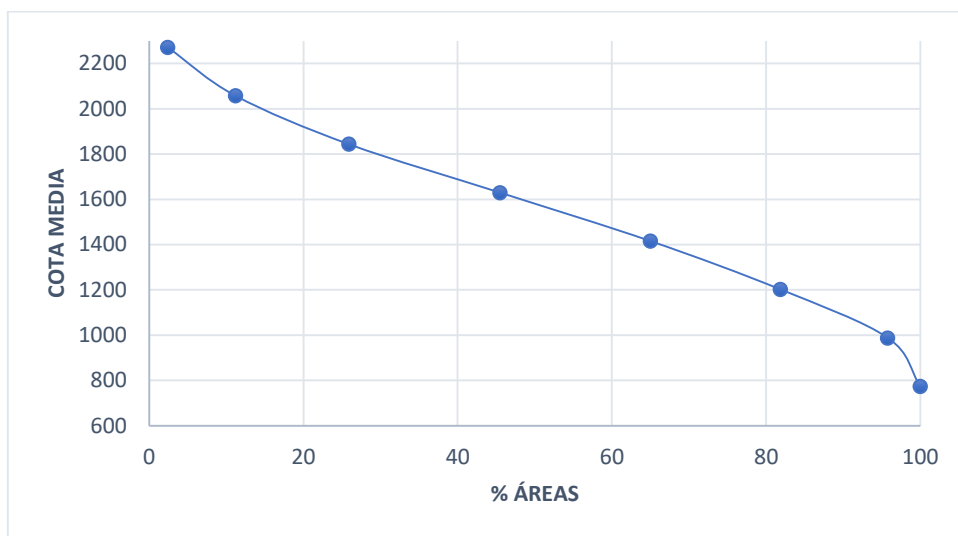


Figura 8-63 Curva Hipsométrica Río Mulatos

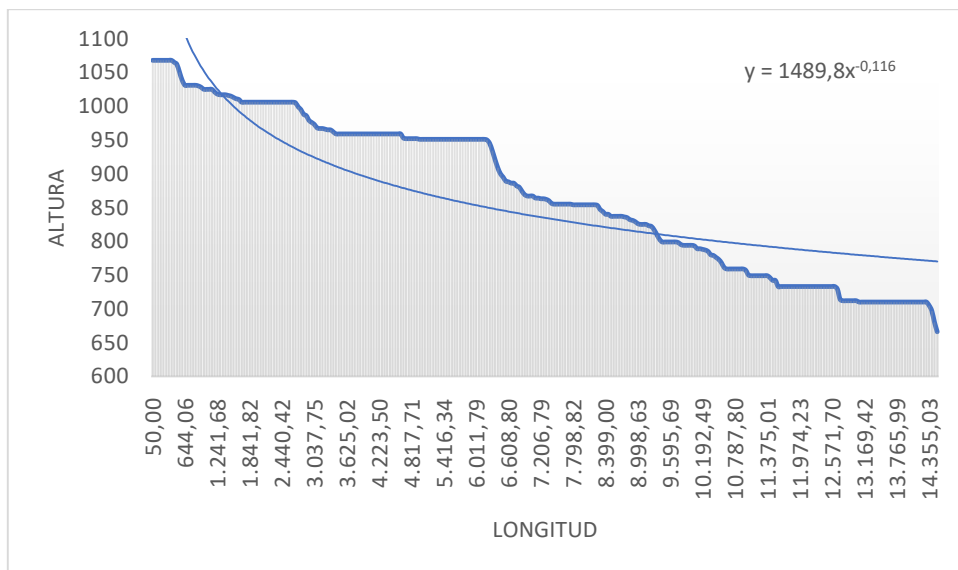


Figura 8-64 Perfil Longitudinal Río Mulatos

Tabla 8-33

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chonta

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	1929	2063	1996	2.146.615,56	20772223,1	100
2	2064	2197	2130,5	5.015.759,81	18625607,5	89,6659325
3	2198	2331	2264,5	3.985.346,21	13609847,7	65,5194567
4	2332	2466	2399	3.267.583,55	9624501,48	46,3335169
5	2467	2600	2533,5	2.768.104,61	6356917,93	30,6029736
6	2601	2734	2667,5	1.987.430,48	3588813,32	17,2769824
7	2735	2868	2801,5	1.146.704,49	1601382,83	7,7092511
8	2869	3003	2936	454.678,34	454678,341	2,18887665

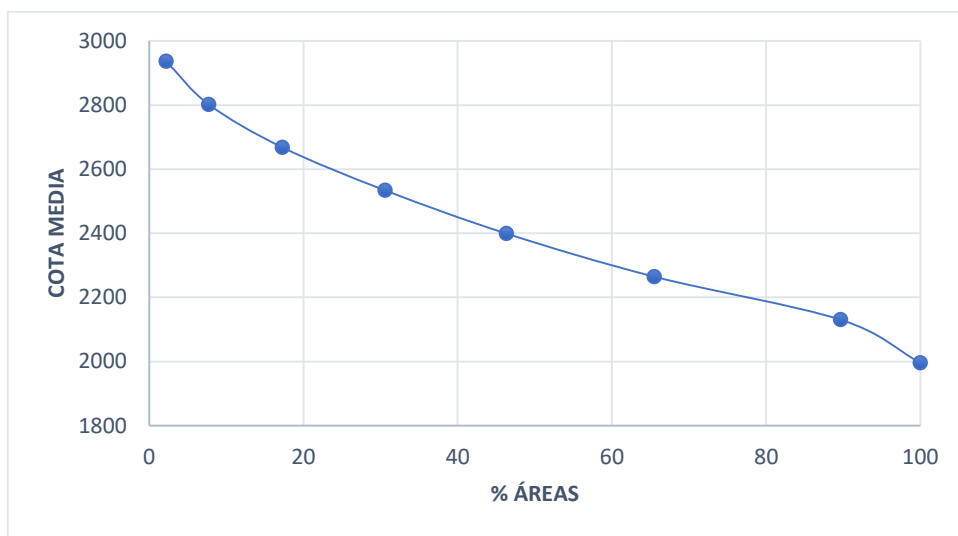


Figura 8-65 Curva Hipsométrica Río Chonta

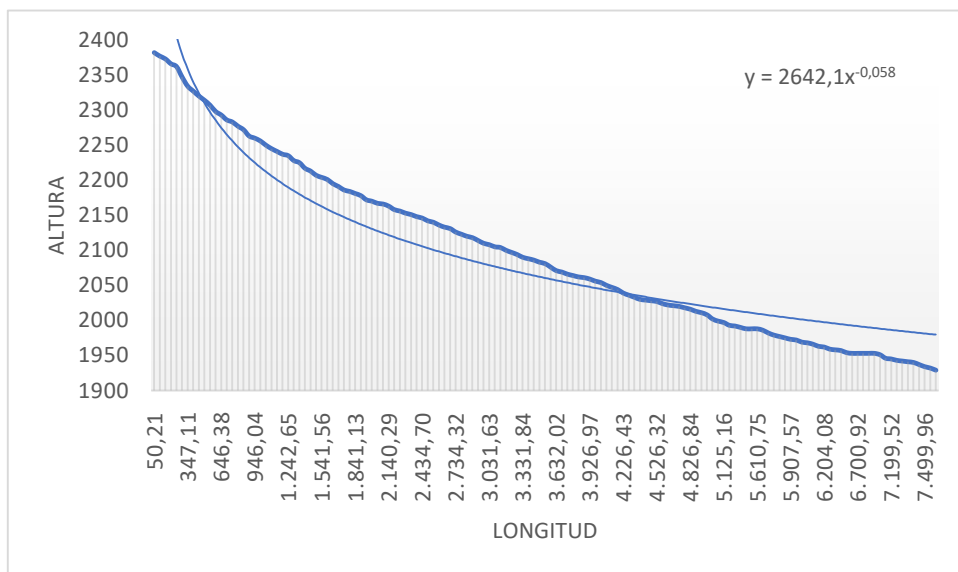


Figura 8-66 Perfil Longitudinal Río Chonta

8.2 Datos para la elaboración de Curvas Hipsométricas del Levantamiento Cutucú.

Tabla 8-34

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chiguaza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	648	734	691	2.158.708,63	409016568	100
2	735	821	778	13.484.052,2	406857860	99,47221
3	822	908	865	57.411.529,1	393373807	96,17551
4	909	995	952	102.553.458	335962278	82,13903
5	996	1081	1038,5	103.703.942	233408819	57,06585
6	1082	1168	1125	92.264.982,8	129704877	31,71139
7	1169	1255	1212	31.943.350,1	37439894	9,153637
8	1256	1342	1299	5.496.543,83	5496543,83	1,343843

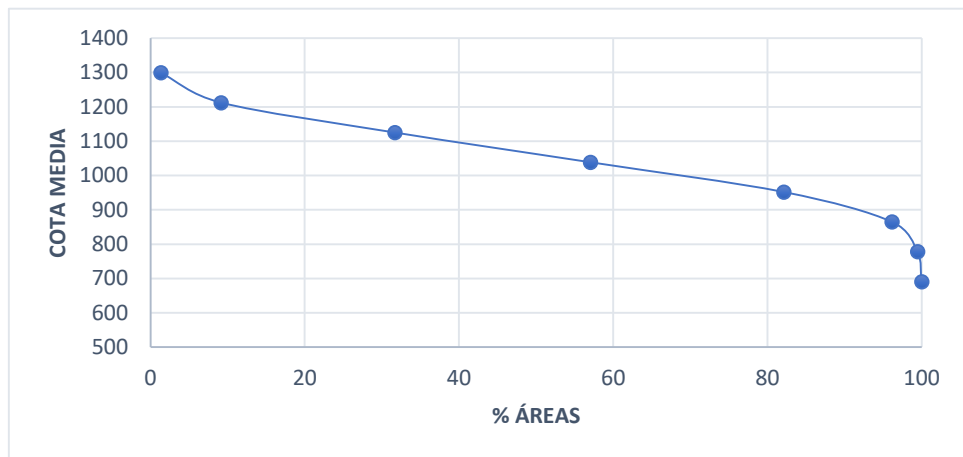


Figura 8-67. Curva Hipsométrica Río Chiguaza

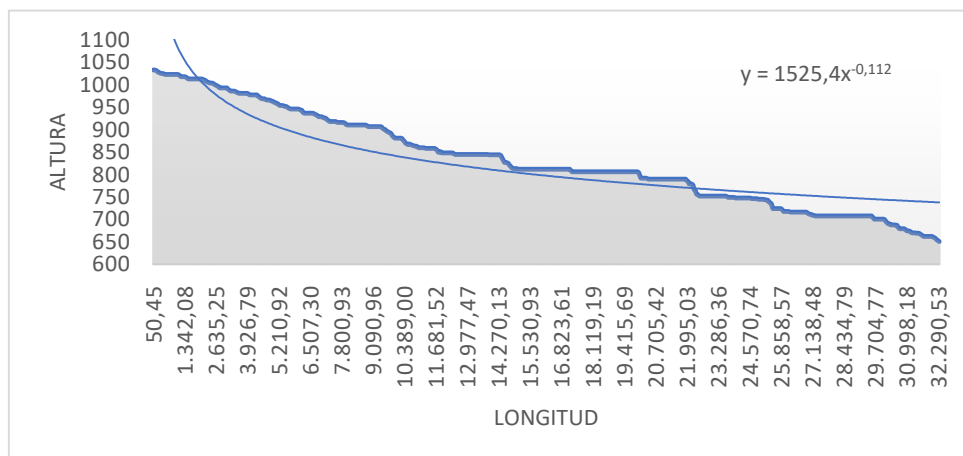


Figura 8-68 Perfil Longitudinal Río Chiguaza

Tabla 8-35

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Wawaimi Grande

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	844	888	866	728.791,82	42301445,8	100
2	889	932	910,5	3.317.292,	41572654	98,27714
3	933	976	954,5	6.030.919,	38255361,7	90,43511
4	977	1021	999	11.875.581	32224442,3	76,17811
5	1022	1065	1043,5	9.142.850,	20348860,9	48,10440
6	1066	1109	1087,5	6.973.668,	11206009,9	26,49084
7	1110	1153	1131,5	3.501.639,	4232341,46	10,00519
8	1154	1198	1176	730.702,15	730702,148	1,727369

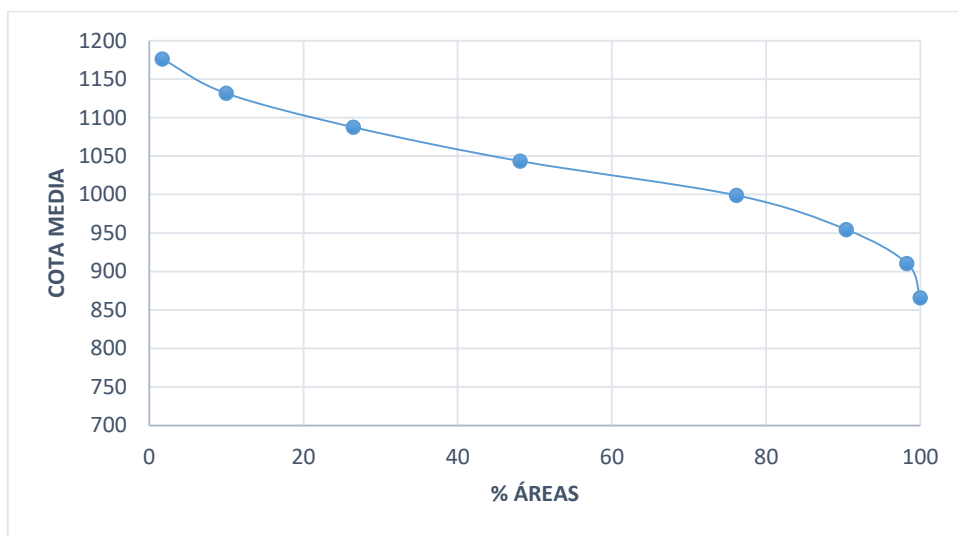


Figura 8-69 Curva Hipsométrica Río Wawaimi Grande

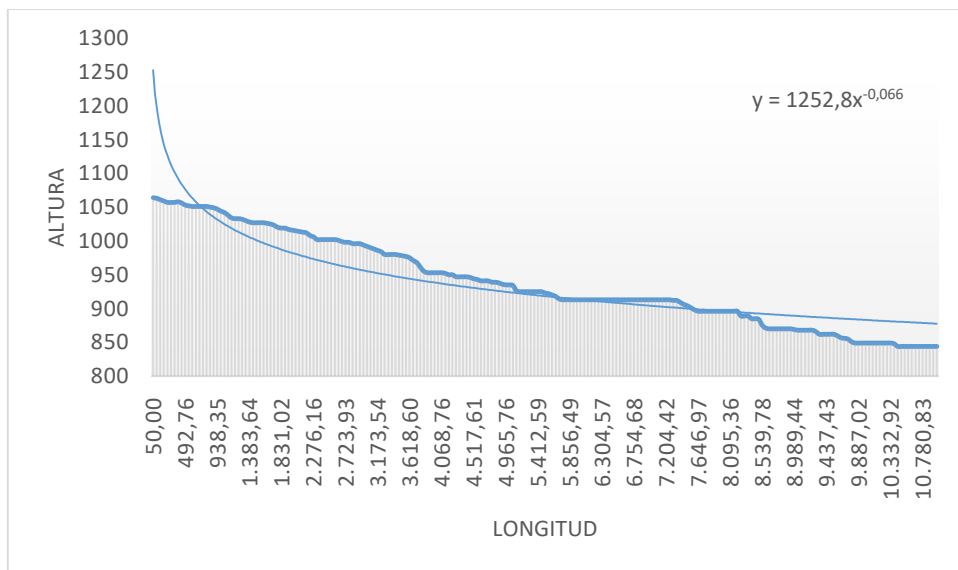


Figura 8-70 Perfil Longitudinal Río Wawaimi Grande

Tabla 8-36

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Shamkaimi

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	708	776	742	661.693,89	158667129	100
2	777	845	811	5.220.984,3	158005435	99,58296
3	846	913	879,5	15.958.949,	152784451	96,29244
4	914	982	948	32.434.458	136825502	86,23430
5	983	1050	1016,5	35.878.513	104391043	65,79248
6	1051	1119	1085	50.411.908	68512530	43,18004
7	1120	1187	1153,5	17.745.427	18100622	11,40792
8	1188	1256	1222	355.194,99	355194,988	0,223861

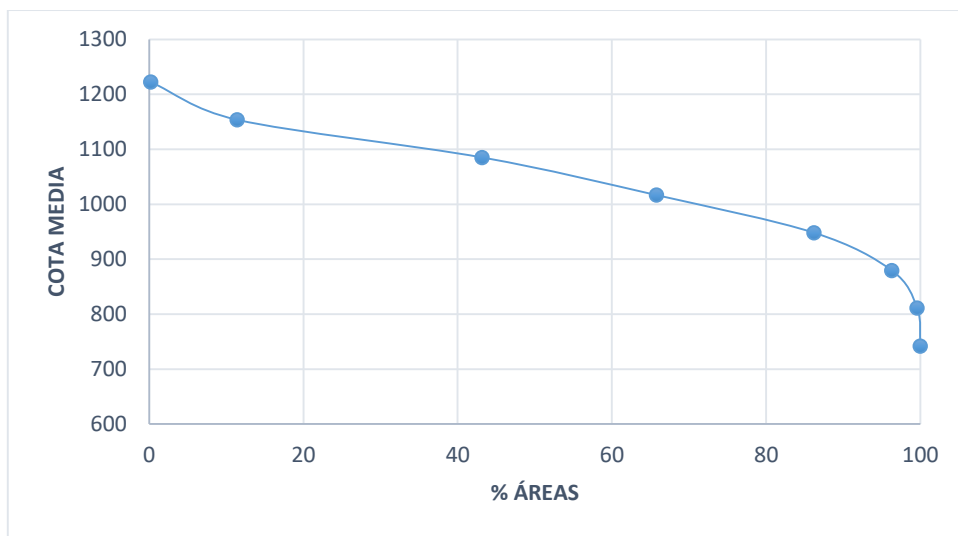


Figura 8-71 Curva Hipsométrica Río Shamkaimi

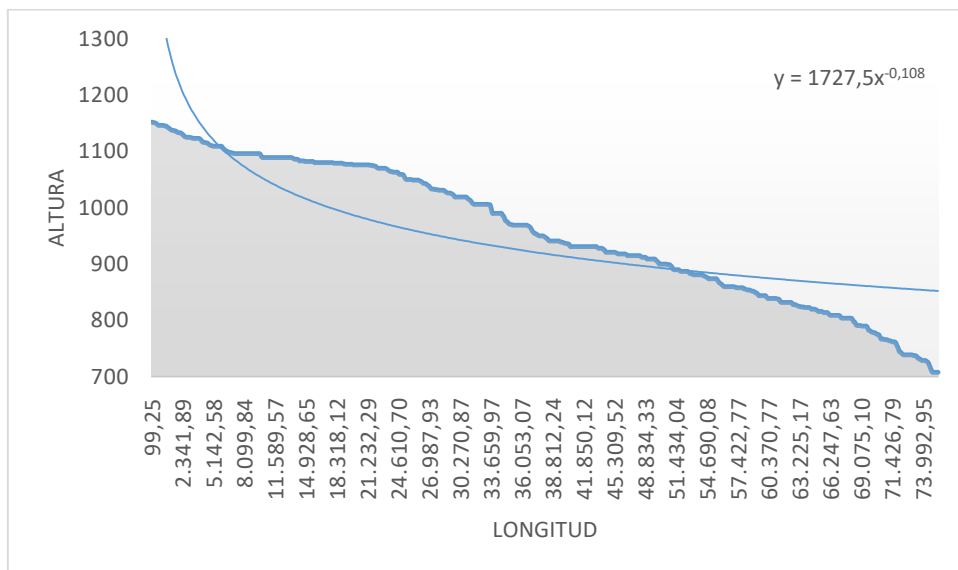


Figura 8-72 Perfil Longitudinal Río Shamkaimi

Tabla 8-37

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Tsemanismain

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	831	913	872	280.009,17	27930197,6	100
2	914	941	927,5	5.801.828,15	27650188,4	98,997468
3	942	971	956,5	6.824.387,22	21848360,3	78,2248683
4	972	1008	990	5.032.519,69	15023973	53,7911449
5	1009	1042	1025,5	6.117.196,83	9991453,35	35,7729419
6	1043	1075	1059	3.165.154,81	3874256,52	13,8712106
7	1076	1113	1094,5	577.220,26	709101,711	2,53883528
8	1114	1163	1138,5	131.881,45	131881,45	0,4721823
9	1164	1256	1210	0,00	0,000037	1,3247E-10

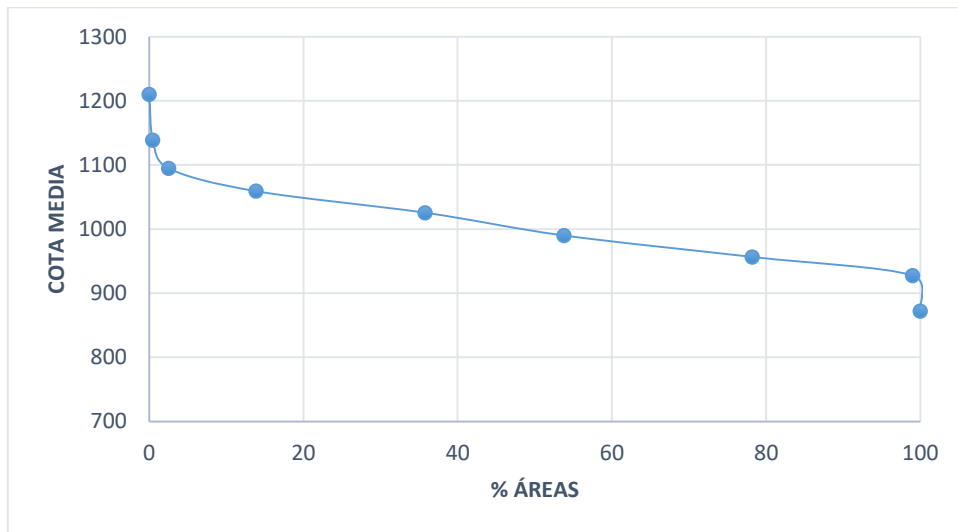


Figura 8-73 Curva Hipsométrica Río Tsemanismain

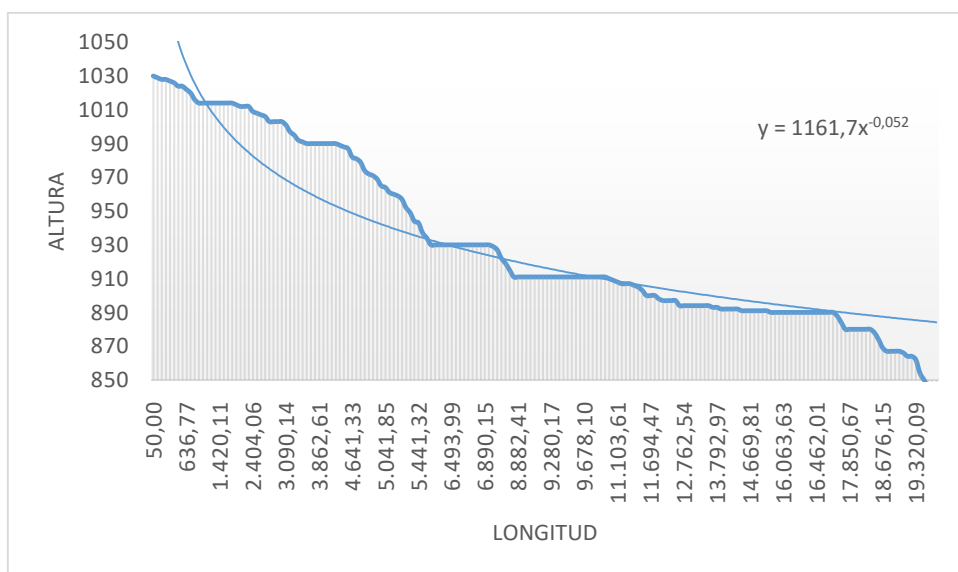


Figura 8-74 Perfil Longitudinal Río Tsemanismain

Tabla 8-38

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Macuma

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	593	768	680,5	37.001.358,71	440000772	100
2	769	943	856	70.451.396,97	402999413	91,590615
3	944	1118	1031	167.416.390,79	332548016	75,578962
4	1119	1294	1206,5	88.694.180,54	165131625	37,529849
5	1295	1469	1382	45.261.665,13	76437444,6	17,372116
6	1470	1644	1557	15.654.274,04	31175779,5	7,08539201
7	1645	1819	1732	12.655.996,77	15521505,5	3,52760869
8	1820	1995	1907,5	2.865.508,70	2865508,7	0,65125084

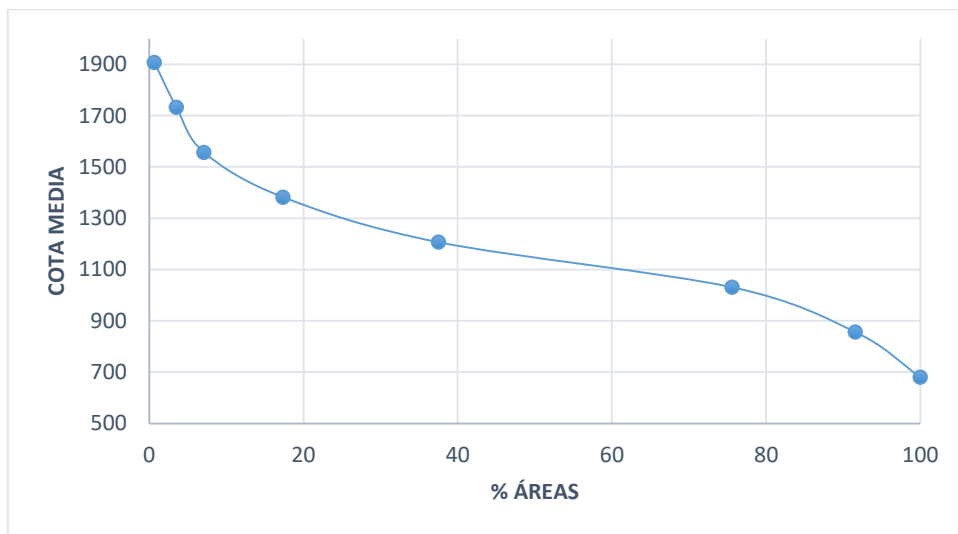


Figura 8-75 Curva Hipsométrica Río Macuma

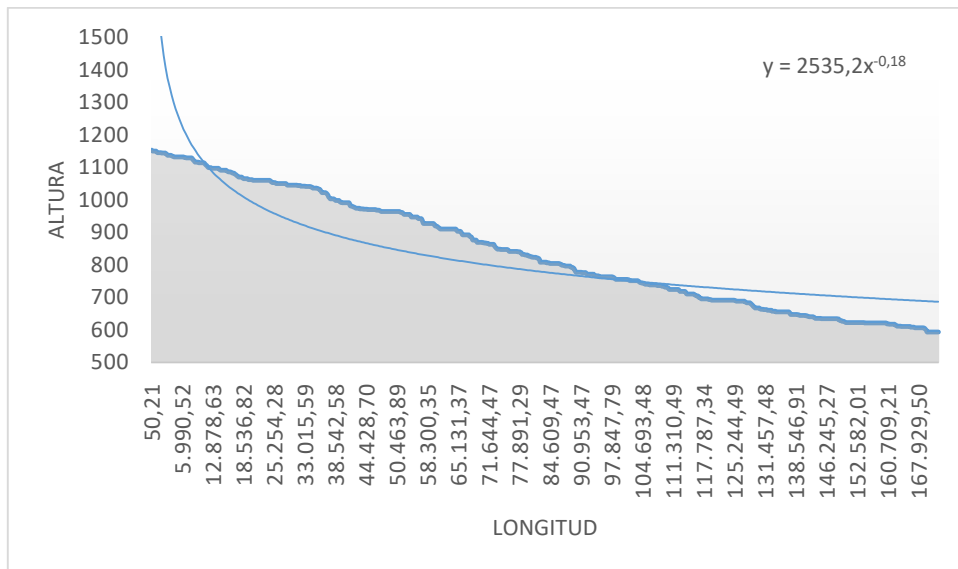


Figura 8-76 Perfil Longitudinal Río Macuma

Tabla 8-39

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Pumpuis

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	970	1098	1034	21.396.176,61	96733346,2	100
2	1099	1226	1162,5	19.759.284,54	75337169,6	77,8812814
3	1227	1354	1290,5	18.612.600,07	55577885,1	57,4547322
4	1355	1483	1419	15.233.703,17	36965285	38,2135907
5	1484	1611	1547,5	7.477.338,31	21731581,8	22,4654503
6	1612	1739	1675,5	8.720.535,38	14254243,5	14,7356047
7	1740	1867	1803,5	4.383.201,38	5533708,13	5,72057966
8	1868	1996	1932	1.150.506,75	1150506,75	1,18935899

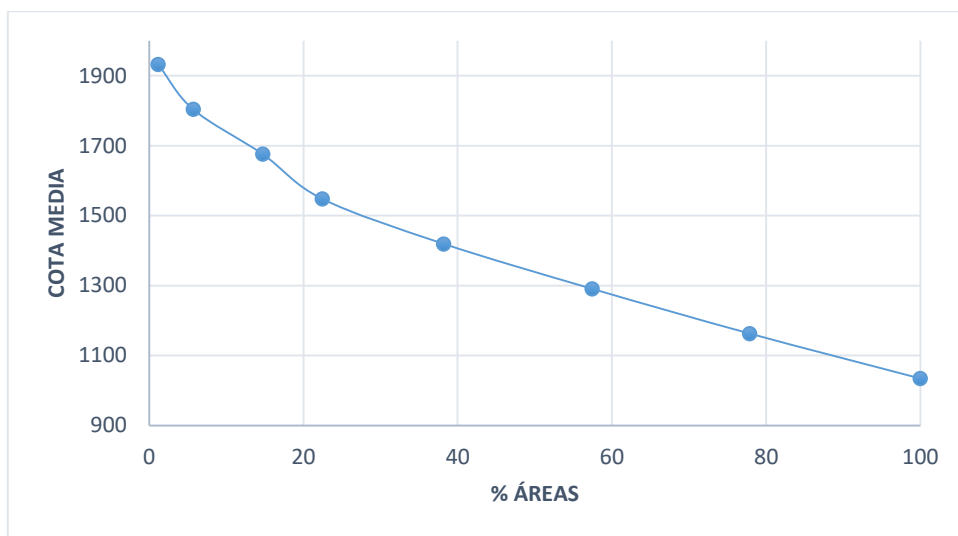


Figura 8-77 Curva Hipsométrica Río Pumpuis

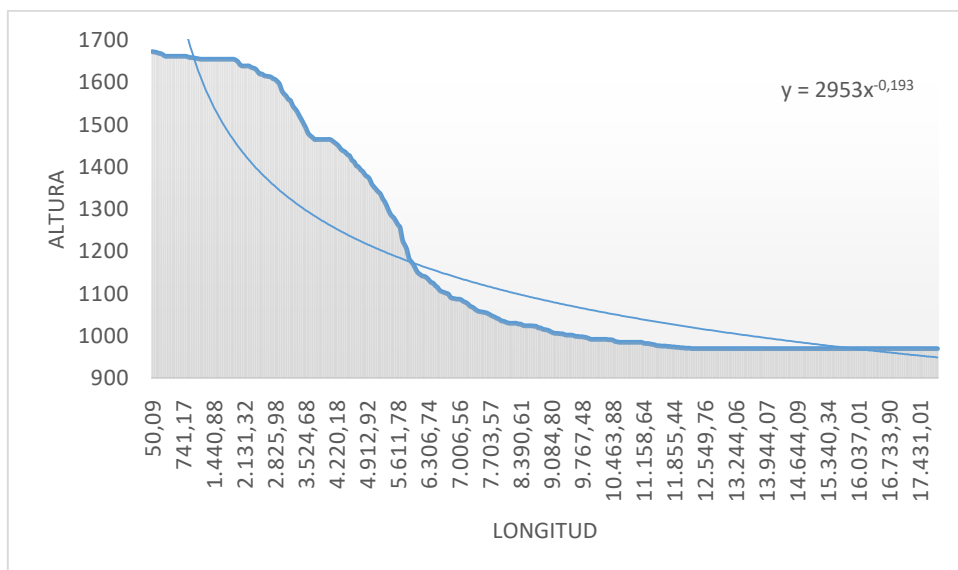


Figura 8-78 Perfil Longitudinal Río Pumpuis

Tabla 8-40

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Tsumisuim

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	776	857	816,5	7.652.862,81	48679622,4	100
2	858	939	898,5	7.036.544,11	41026759,6	84,2791245
3	940	1020	980	5.404.493,95	33990215,5	69,8243203
4	1021	1102	1061,5	8.401.045,05	28585721,5	58,7221513
5	1103	1183	1143	7.926.145,21	20184676,5	41,4643243
6	1184	1265	1224,5	7.526.732,47	12258531,3	25,1820591
7	1266	1346	1306	4.086.814,11	4731798,81	9,72028658
8	1347	1428	1387,5	644.984,69	644984,692	1,32495829

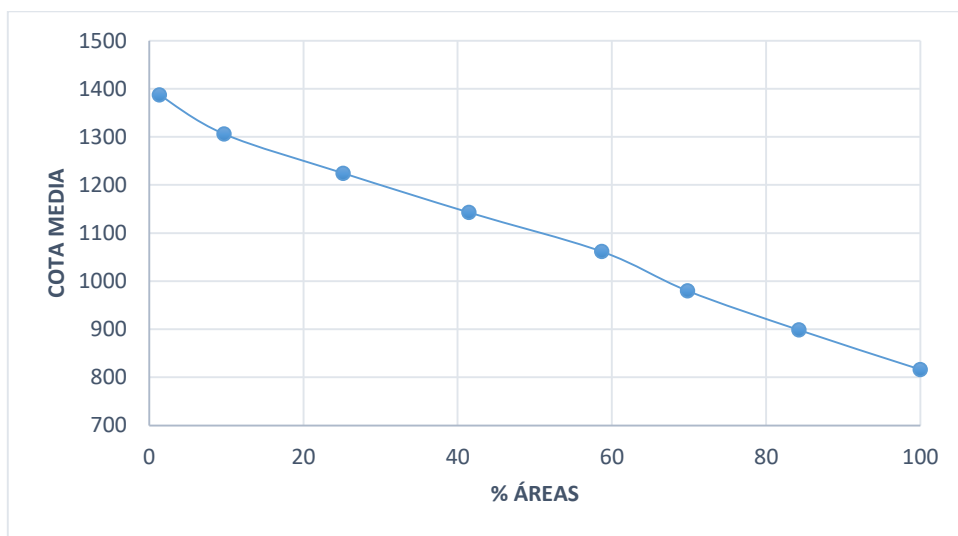


Figura 8-79 Curva Hipsométrica Río Tsumisuim

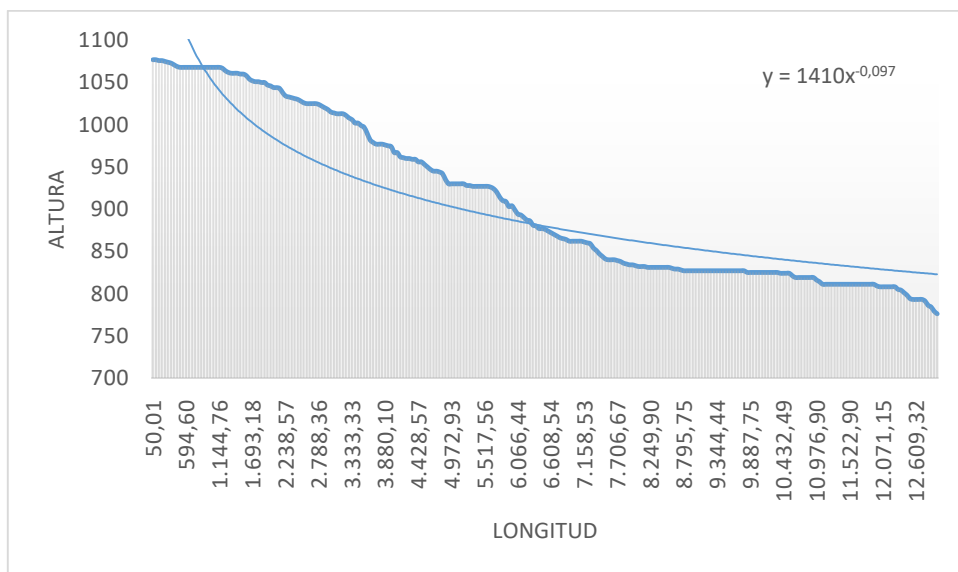


Figura 8-80 Perfil Longitudinal Río Tsumisuim

Tabla 8-41

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Pajanak

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	915	982	948,5	8.398.511,55	93363421,5	100
2	983	1050	1016,5	30.211.126,51	84964910	91,0044947
3	1051	1118	1084,5	23.585.804,00	54753783,5	58,6458621
4	1119	1186	1152,5	16.961.437,39	31167979,5	33,3835018
5	1187	1254	1220,5	4.229.844,48	14206542,1	15,2163897
6	1255	1322	1288,5	3.402.037,63	9976697,59	10,685874
7	1323	1390	1356,5	3.554.981,16	6574659,96	7,04200838
8	1391	1458	1424,5	3.019.678,81	3019678,81	3,23432749

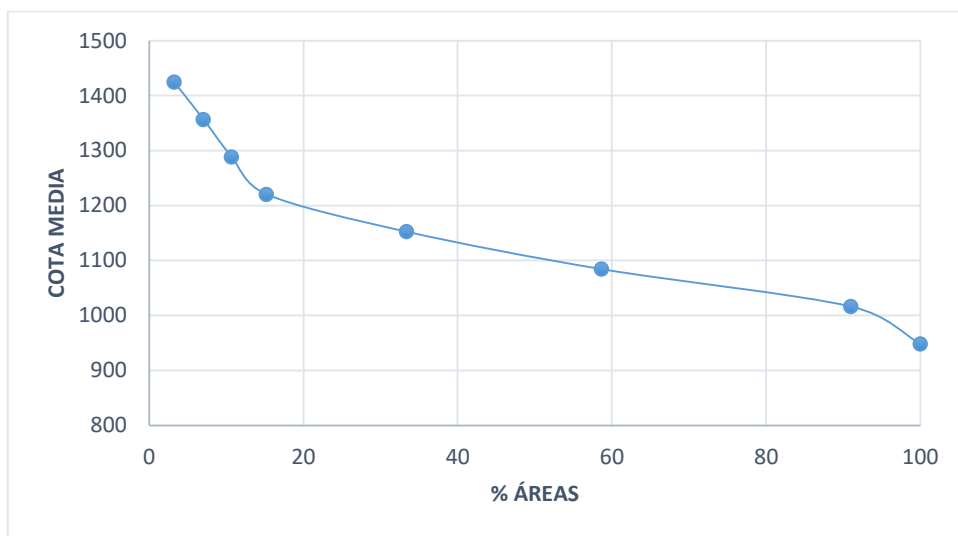


Figura 8-81 Curva Hipsométrica Río Pajanak

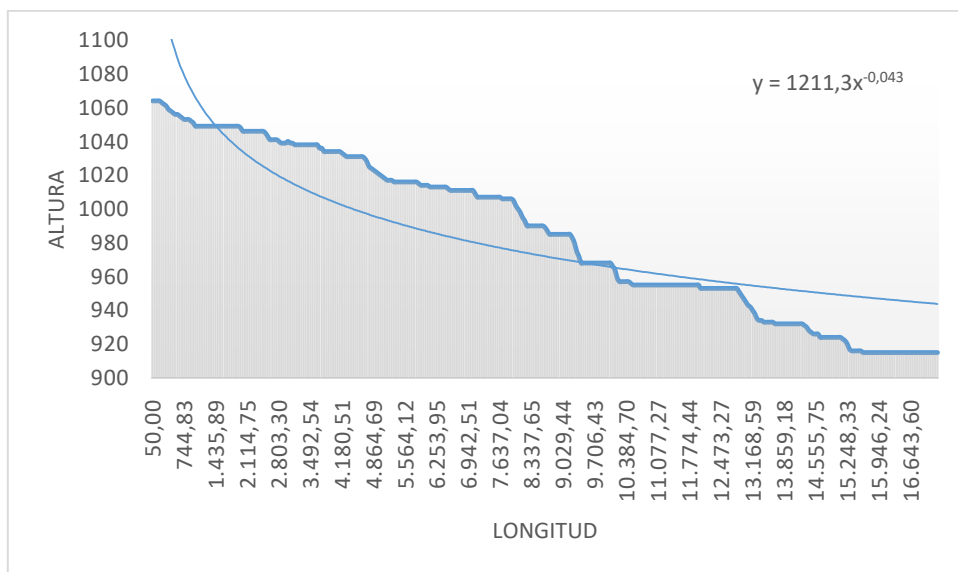


Figura 8-82 Perfil Longitudinal Río Pajanak

Tabla 8-42

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Yukipa

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	735	923	829	44.016.574,58	586581427	100
2	924	1112	1018	192.326.006,28	542564852	92,4960845
3	1113	1300	1206,5	199.601.141,66	350238846	59,7084786
4	1301	1489	1395	75.230.515,27	150637704	25,6806127
5	1490	1678	1584	39.496.593,51	75407188,9	12,8553659
6	1679	1866	1772,5	26.521.105,92	35910595,4	6,12201372
7	1867	2055	1961	7.256.990,52	9389489,52	1,60071374
8	2056	2244	2150	2.132.498,99	2132498,99	0,36354697

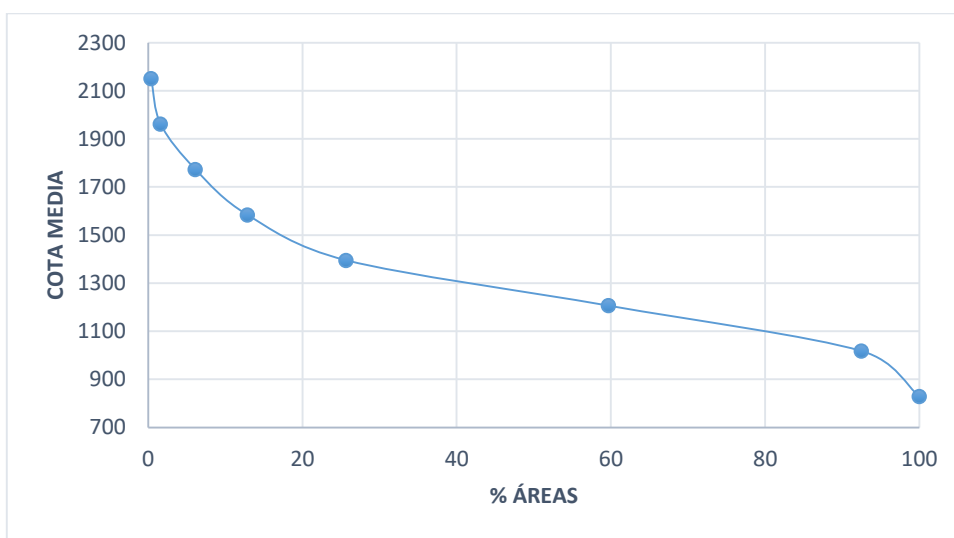


Figura 8-83 Curva Hipsométrica Río Yukipa

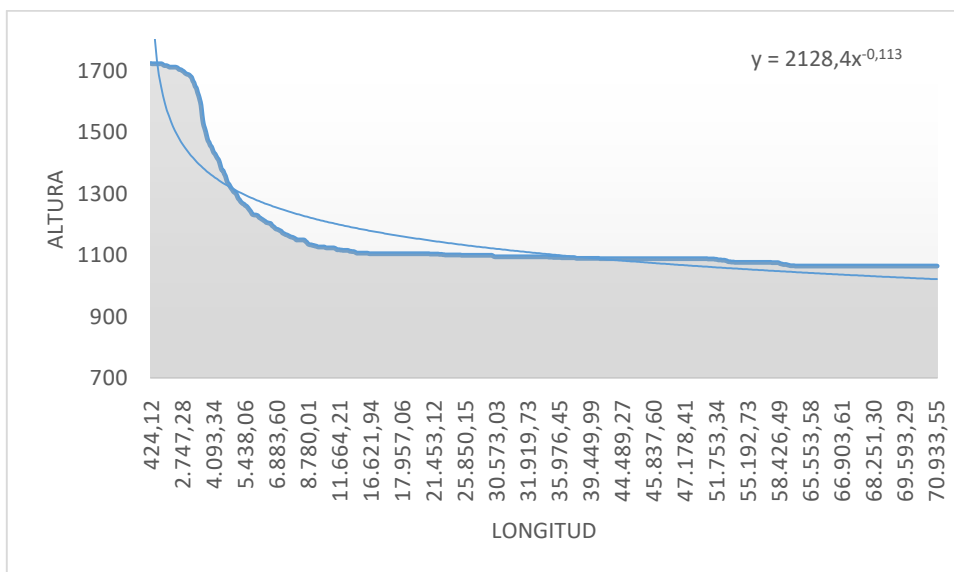


Figura 8-84 Perfil Longitudinal Río Yukipa

Tabla 8-43

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Seipa

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	695	876	785,5	13.924.183,77	197476935	100
2	877	1058	967,5	16.815.335,35	183552751	92,9489569
3	1059	1240	1149,5	28.536.736,96	166737416	84,4338686
4	1241	1422	1331,5	30.187.867,51	138200679	69,9832003
5	1423	1603	1513	36.355.466,35	108012811	54,6964188
6	1604	1785	1694,5	45.685.740,27	71657345	36,2864377
7	1786	1967	1876,5	23.710.502,43	25971604,8	13,1517156
8	1968	2149	2058,5	2.261.102,35	2261102,35	1,14499567

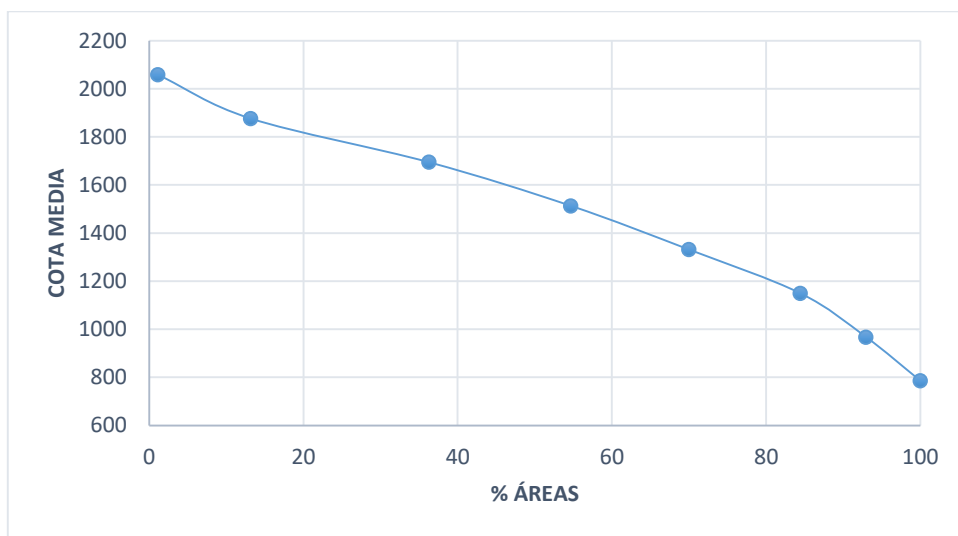


Figura 8-85 Curva Hipsométrica Río Seipa

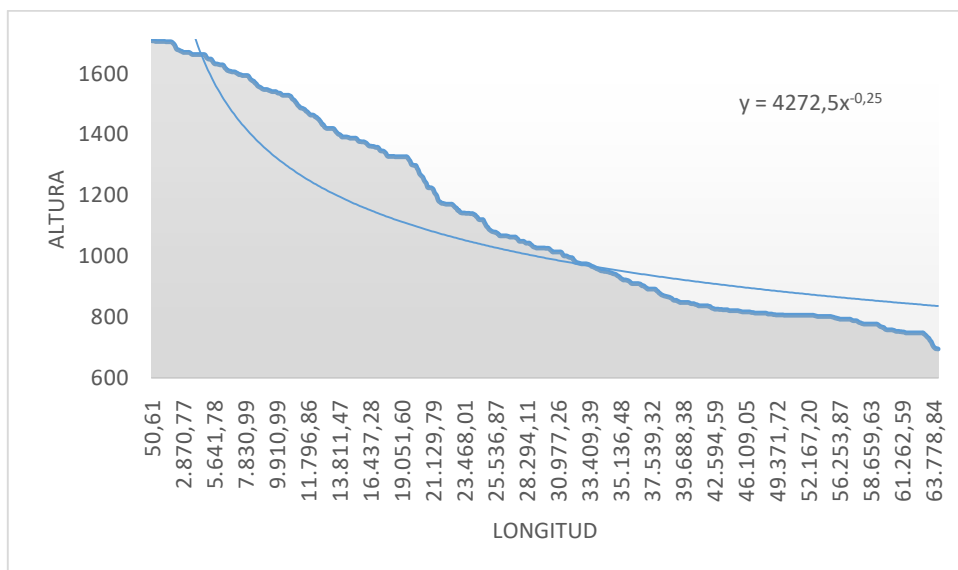


Figura 8-86 Perfil Longitudinal Río Seipa

Tabla 8-44

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Upano

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	562	696	629	16.851.170,67	118831555	100
2	697	831	764	43.693.853,47	101980385	85,8192795
3	832	965	898,5	21.565.212,97	58286531,1	49,0497082
4	966	1100	1033	12.456.627,18	36721318,1	30,9019924
5	1101	1235	1168	10.748.169,49	24264690,9	20,4194003
6	1236	1369	1302,5	7.940.597,62	13516521,4	11,374522
7	1370	1504	1437	5.062.238,60	5575923,81	4,69229221
8	1505	1639	1572	513.685,21	513685,209	0,43228014

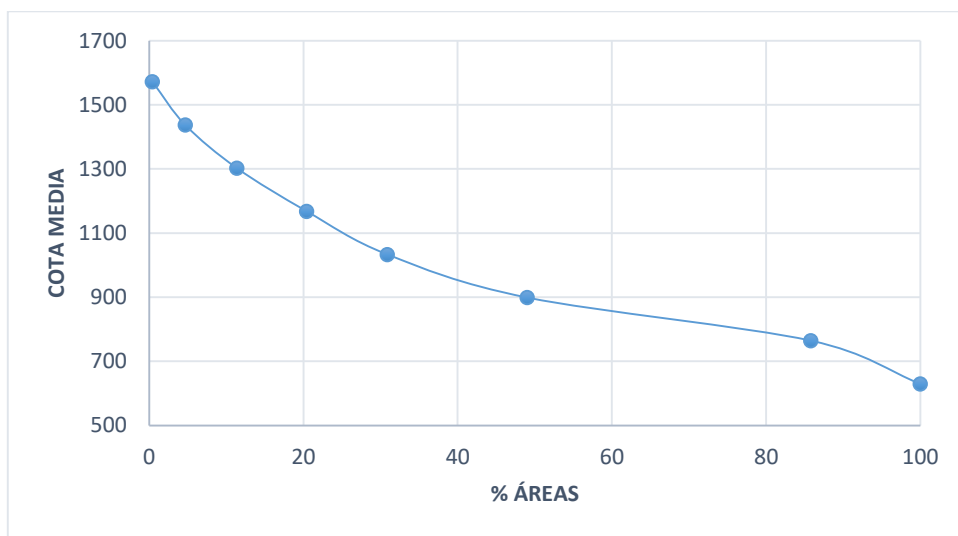


Figura 8-87 Curva Hipsométrica Río Upano

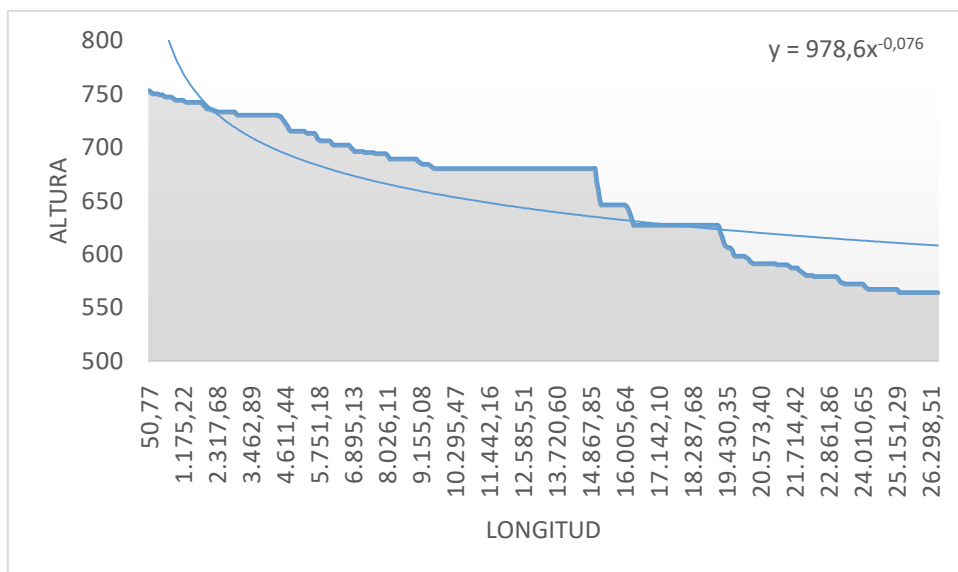


Figura 8-88 Perfil Longitudinal Río Upano

Tabla 8-45

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Cangaimé

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	453	637	545	31.622.472,10	139376870	100
2	638	822	730	13.413.624,71	107754398	77,3115352
3	823	1006	914,5	16.652.813,40	94340773,3	67,687539
4	1007	1191	1099	21.738.597,72	77687959,9	55,7394924
5	1192	1376	1284	25.126.890,41	55949362,2	40,1425015
6	1377	1560	1468,5	19.796.422,61	30822471,8	22,1144813
7	1561	1745	1653	9.063.802,42	11026049,2	7,91096055
8	1746	1930	1838	1.962.246,80	1962246,8	1,40787119

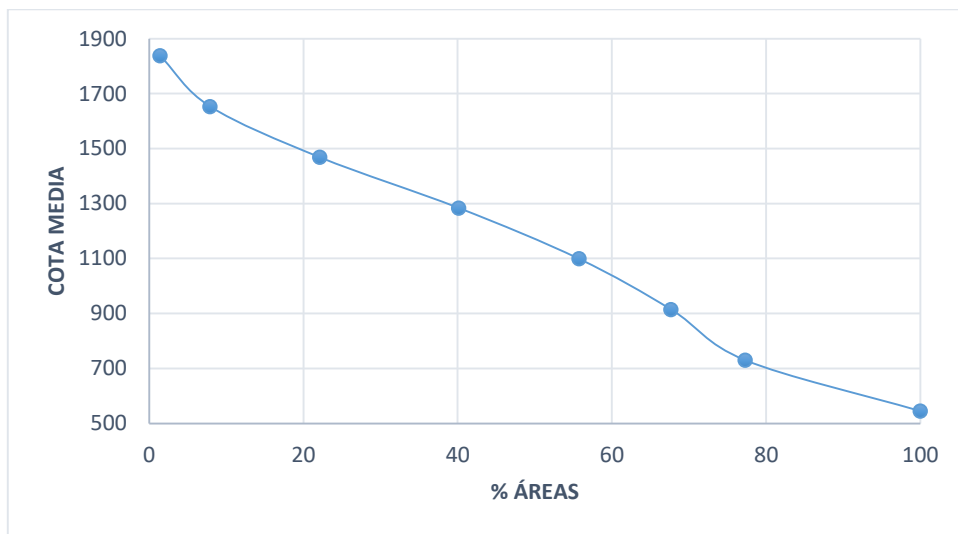


Figura 8-89 Curva Hipsométrica Río Cangaimé

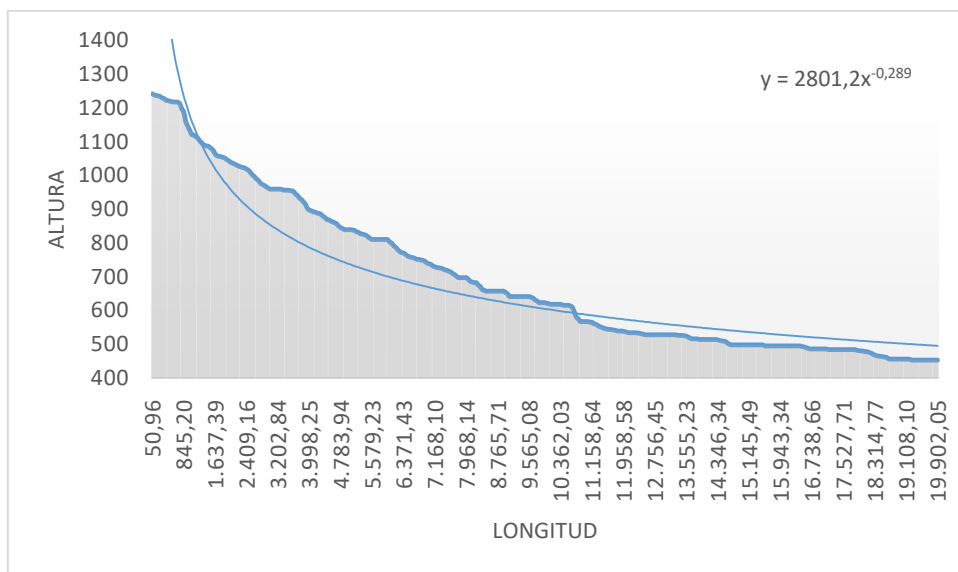


Figura 8-90 Perfil Longitudinal Río Cangaimé

Tabla 8-46

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Cushuimi

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	305	517	411	58.440.225,82	204592874	100
2	518	729	623,5	33.904.333,40	146152649	71,435845
3	730	941	835,5	11.267.358,87	112248315	54,8642349
4	942	1153	1047,5	12.699.909,42	100980956	49,3570251
5	1154	1365	1259,5	26.120.394,63	88281046,9	43,1496195
6	1366	1577	1471,5	33.505.818,67	62160652,3	30,3826086
7	1578	1789	1683,5	23.607.936,07	28654833,6	14,0057828
8	1790	2001	1895,5	5.046.897,56	5046897,56	2,46680026

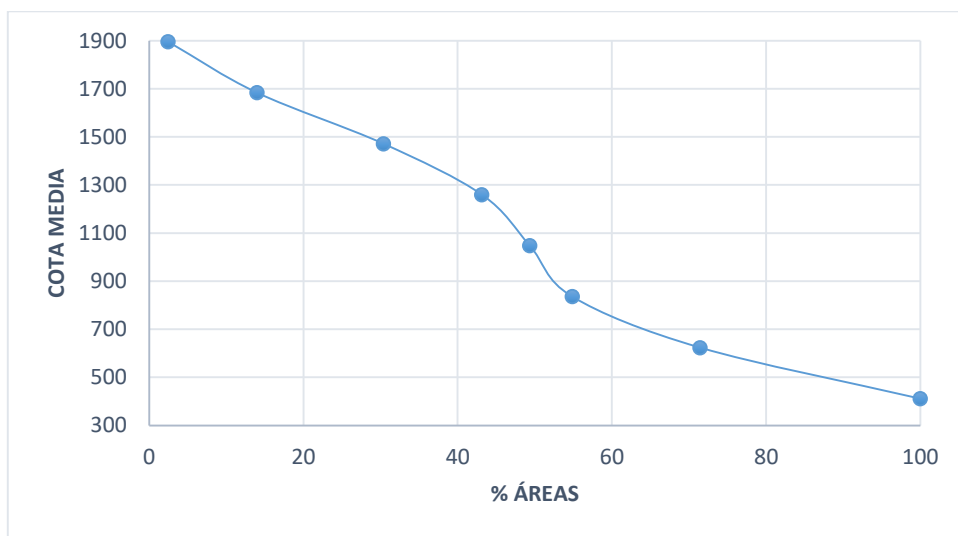


Figura 8-91 Curva Hipsométrica Río Cushuimi

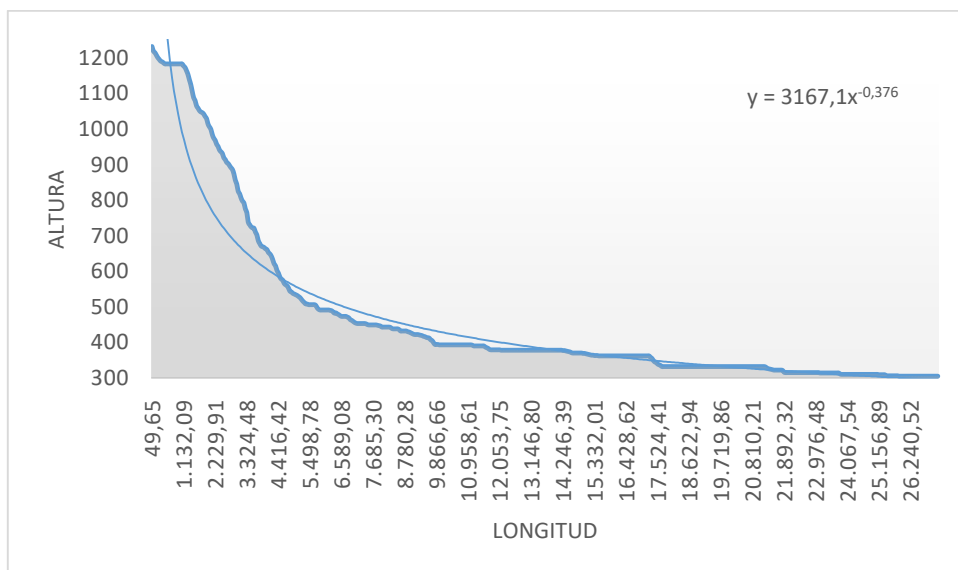


Figura 8-92 Perfil Longitudinal Río Cushuimi

Tabla 8-47

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 14_R1C5

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	394	594	494	1.007.088,28	45465301,5	100
2	595	795	695	1.703.346,84	44458213,2	97,78493
3	796	996	896	2.333.613,86	42754866,4	94,0384534
4	997	1197	1097	3.460.252,03	40421252,5	88,9057175
5	1198	1398	1298	7.952.458,71	36961000,5	81,294964
6	1399	1599	1499	17.091.808,73	29008541,8	63,8036939
7	1600	1800	1700	9.882.472,14	11916733,1	26,2106105
8	1801	2001	1901	2.034.260,94	2034260,94	4,47431528

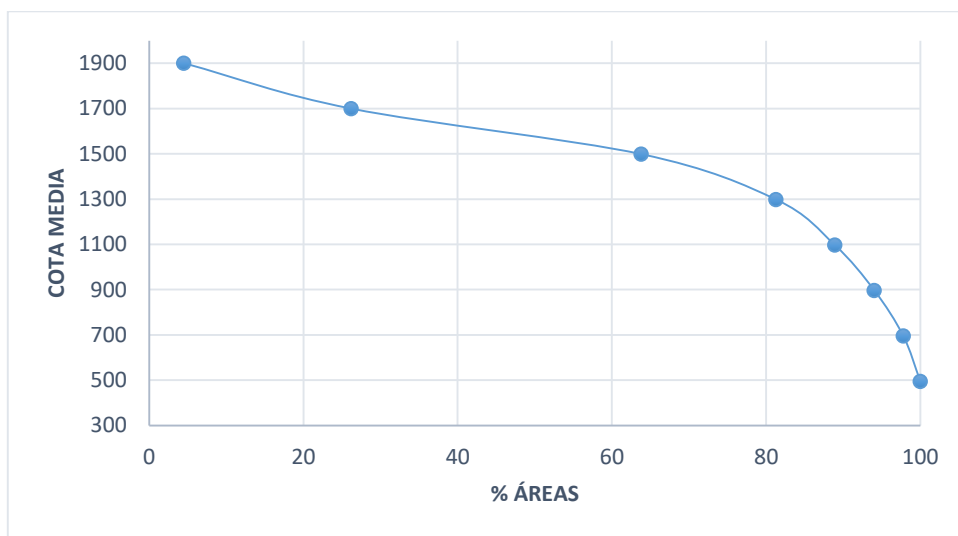


Figura 8-93 Curva Hipsométrica 14_R1C5

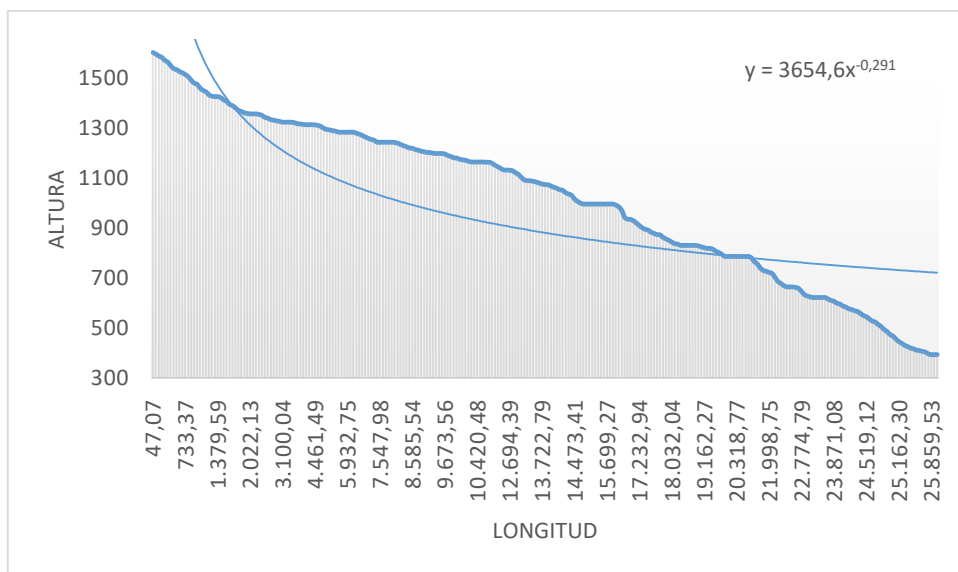


Figura 8-94 Perfil Longitudinal 14_R1C5

Tabla 8-48

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 15_R2C5

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	378	574	476	2.058.774,94	34603881,6	100
2	575	771	673	682.429,82	32545106,6	94,0504508
3	772	967	869,5	526.418,51	31862676,8	92,0783316
4	968	1164	1066	847.055,24	31336258,3	90,5570615
5	1165	1360	1262,5	8.148.958,56	30489203,1	88,1091995
6	1361	1557	1459	7.019.551,57	22340244,5	64,559938
7	1558	1753	1655,5	10.957.162,03	15320692,9	44,2744924
8	1754	1950	1852	4.363.530,90	4363530,9	12,6099463

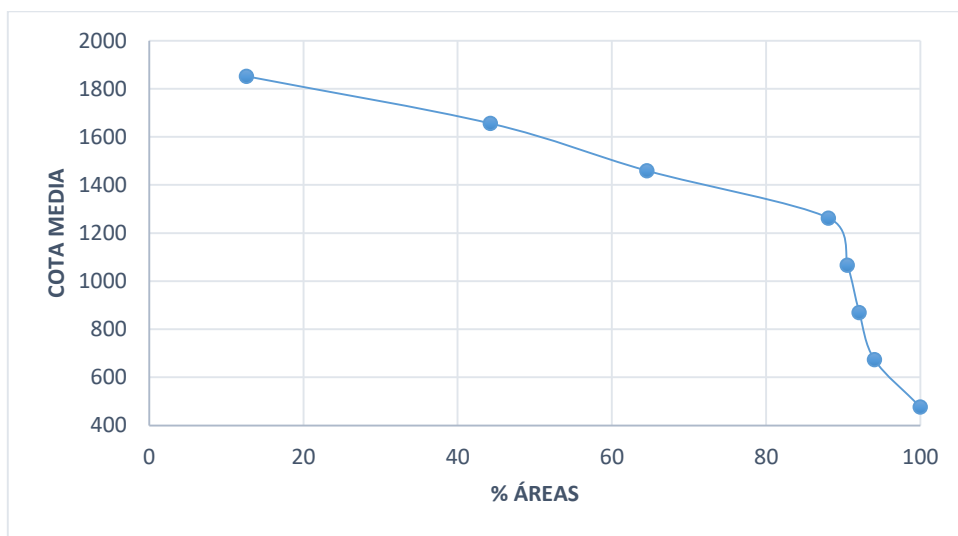


Figura 8-95 Curva Hipsométrica 15_R2C5

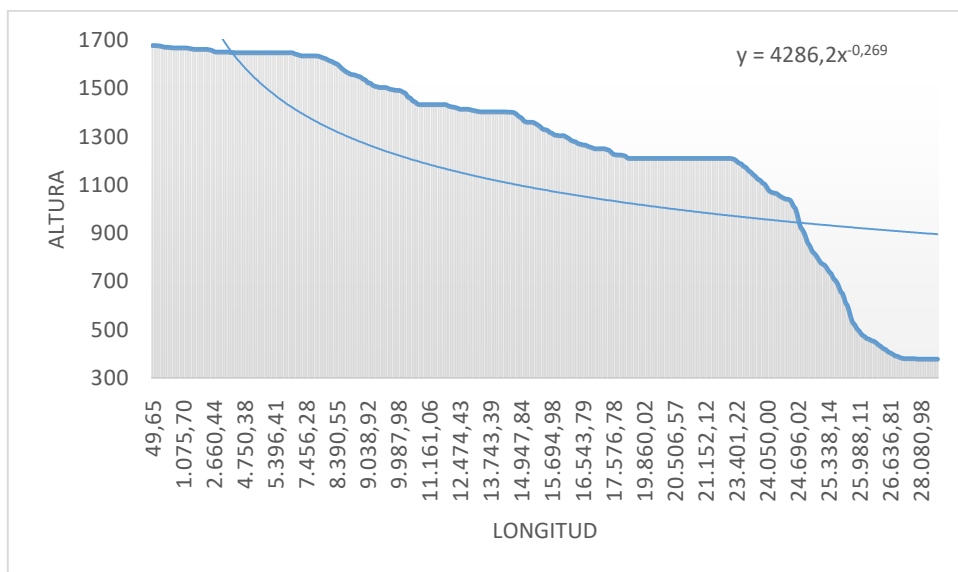


Figura 8-96 Perfil Longitudinal 15_R2C5

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	216	468	342	185.811.715,84	1171274297	100
2	469	721	595	147.815.274,11	985462581	84,135935
3	722	974	848	257.284.971,19	837647307	71,5158959
4	975	1227	1101	232.491.582,74	580362336	49,5496518
5	1228	1480	1354	177.398.033,55	347870753	29,7001953
6	1481	1733	1607	108.518.901,25	170472720	14,554466
7	1734	1986	1860	56.874.617,45	61953818,6	5,28943721
8	1987	2239	2113	5.079.201,11	5079201,11	0,43364745

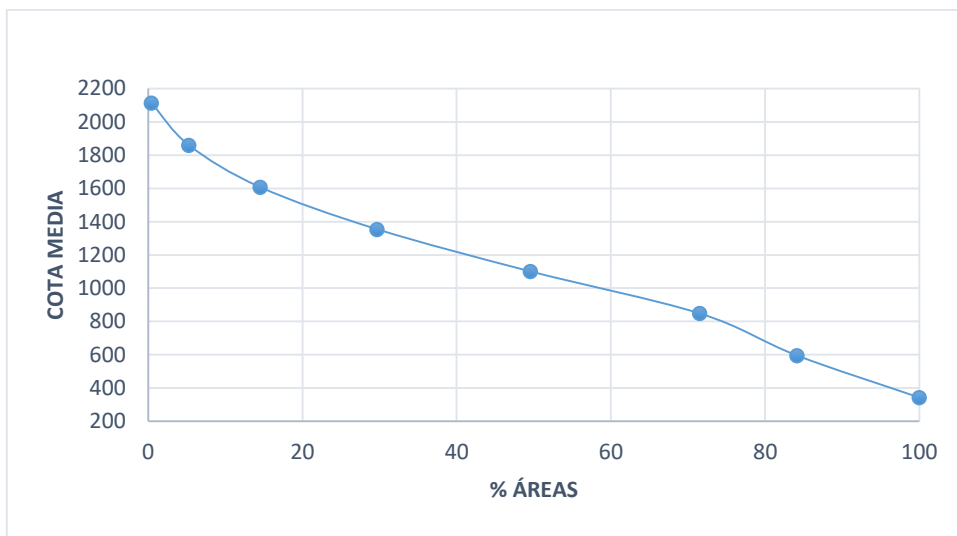


Figura 8-97 Curva Hipsométrica Río Mangosiza

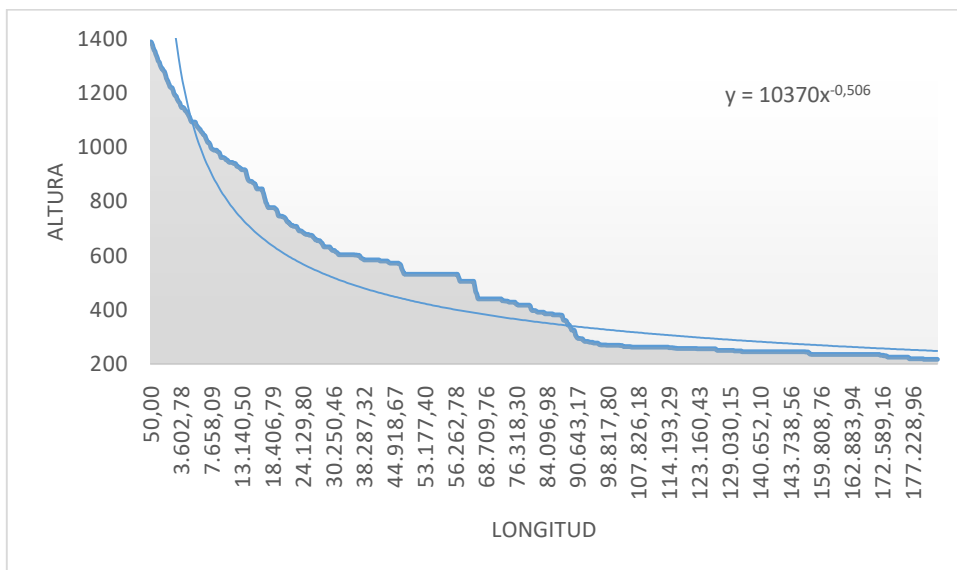


Figura 8-98 Perfil Longitudinal Río Mangosiza

Tabla 8-49

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 17_R1C6

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	726	885	805,5	4.874.802,92	93670360,5	100
2	886	1044	965	7.617.954,47	88795557,5	94,7957893
3	1045	1203	1124	11.368.170,35	81177603,1	86,6630625
4	1204	1362	1283	16.605.096,03	69809432,7	74,5267045
5	1363	1521	1442	19.183.906,91	53204336,7	56,799543
6	1522	1680	1601	14.187.759,42	34020429,8	36,3193113
7	1681	1839	1760	14.418.982,92	19832670,4	21,1728345
8	1840	1998	1919	5.413.687,45	5413687,45	5,77950957

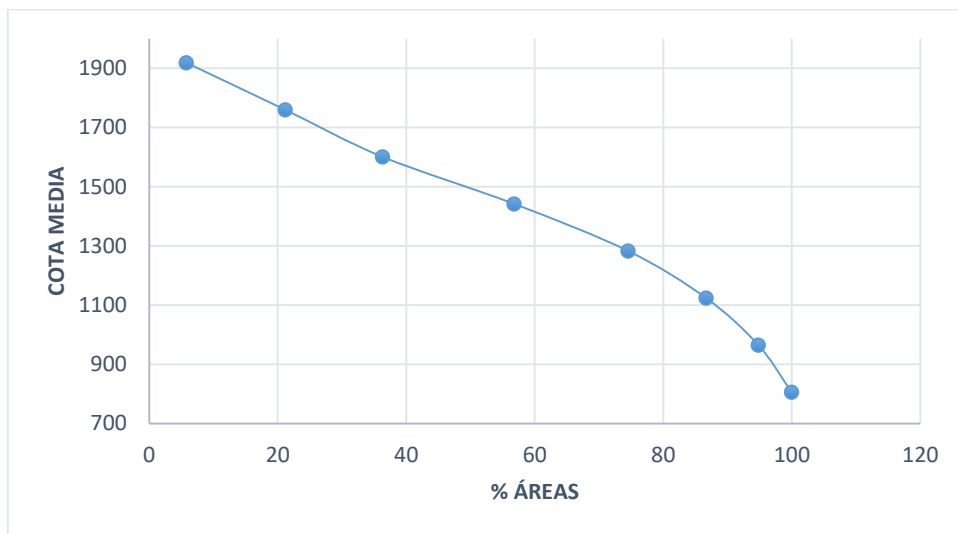


Figura 8-99 Curva Hipsométrica 17_R1C6

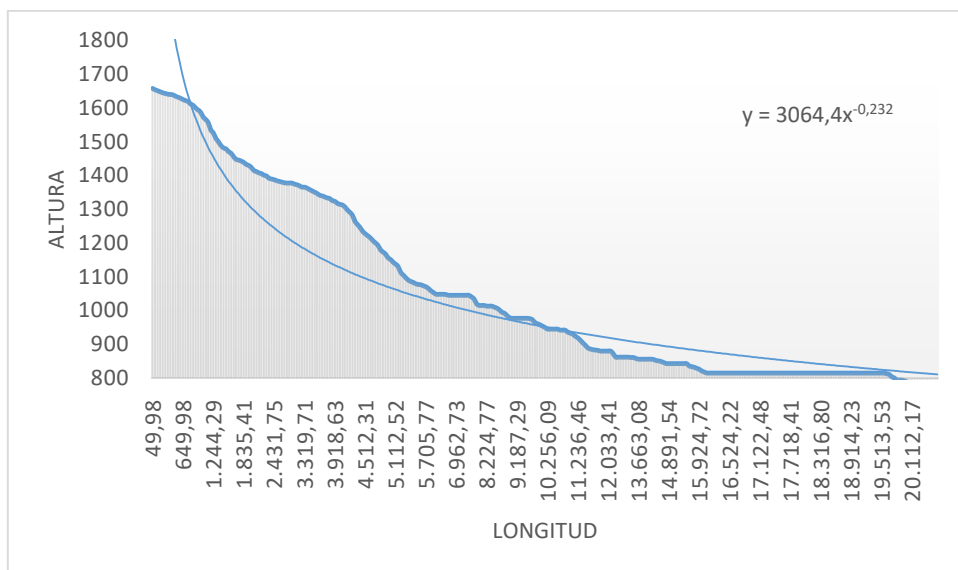


Figura 8-100 Perfil Longitudinal 17_R1C6

Tabla 8-50

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 18_R2C6

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	745	931	838	4.255.511,42	140821782	100
2	932	1118	1025	14.171.340,42	136566271	96,9780872
3	1119	1305	1212	24.043.209,49	122394930	86,9147716
4	1306	1492	1399	31.026.147,28	98351721	69,8412698
5	1493	1678	1585,5	26.473.428,57	67325573,7	47,8090623
6	1679	1865	1772	30.118.279,36	40852145,1	29,0098197
7	1866	2052	1959	7.937.632,58	10733865,8	7,62230501
8	2053	2239	2146	2.796.233,20	2796233,2	1,98565389

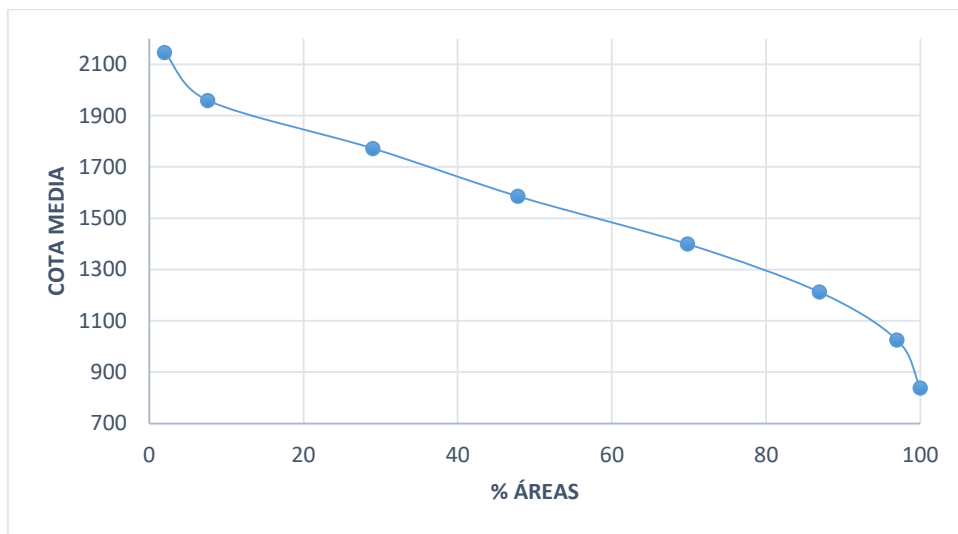


Figura 8-101 Curva Hipsométrica 18_R2C6

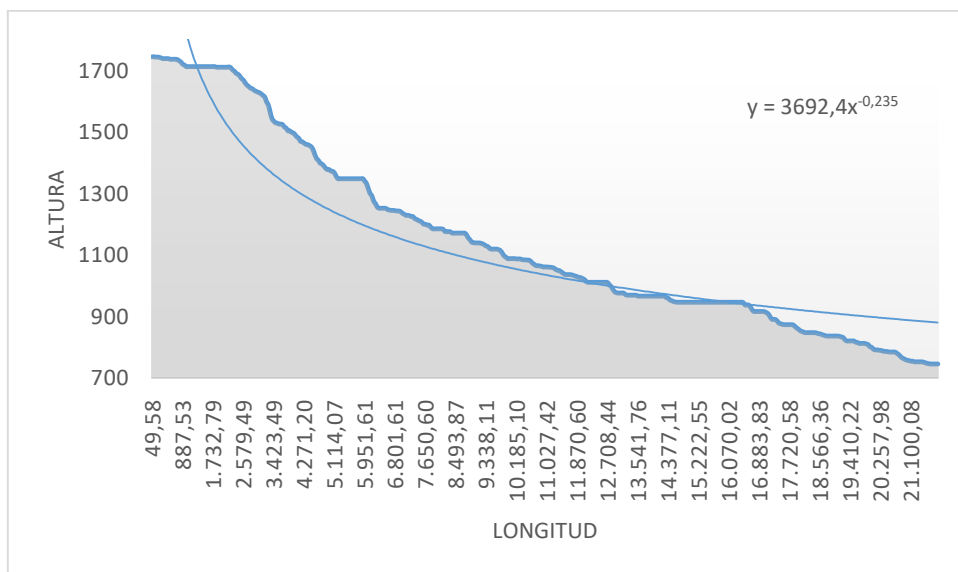


Figura 8-102 Perfil Longitudinal 18_R2C6

Tabla 8-51

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 19_R3C6

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	531	733	632	36.919.413,97	203747547	100
2	734	935	834,5	44.301.959,17	166828133	81,8798241
3	936	1137	1036,5	41.539.834,39	122526174	60,1362694
4	1138	1339	1238,5	33.664.291,48	80986339,3	39,7483752
5	1340	1541	1440,5	22.521.205,58	47322047,9	23,2258246
6	1542	1743	1642,5	15.992.807,58	24800842,3	12,1723391
7	1744	1945	1844,5	7.672.038,05	8808034,71	4,32301387
8	1946	2147	2046,5	1.135.996,67	1135996,67	0,55755109

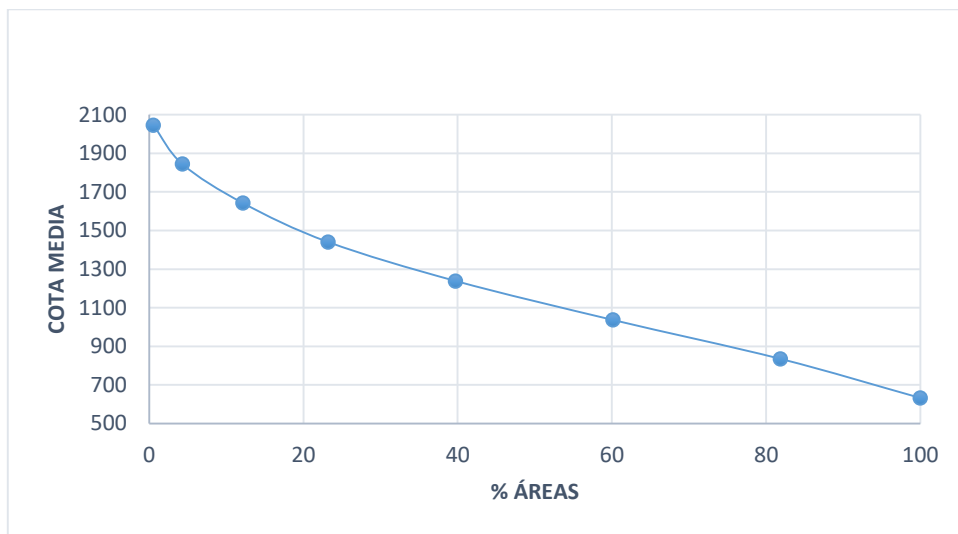


Figura 8-103 Curva Hipsométrica 19_R3C6

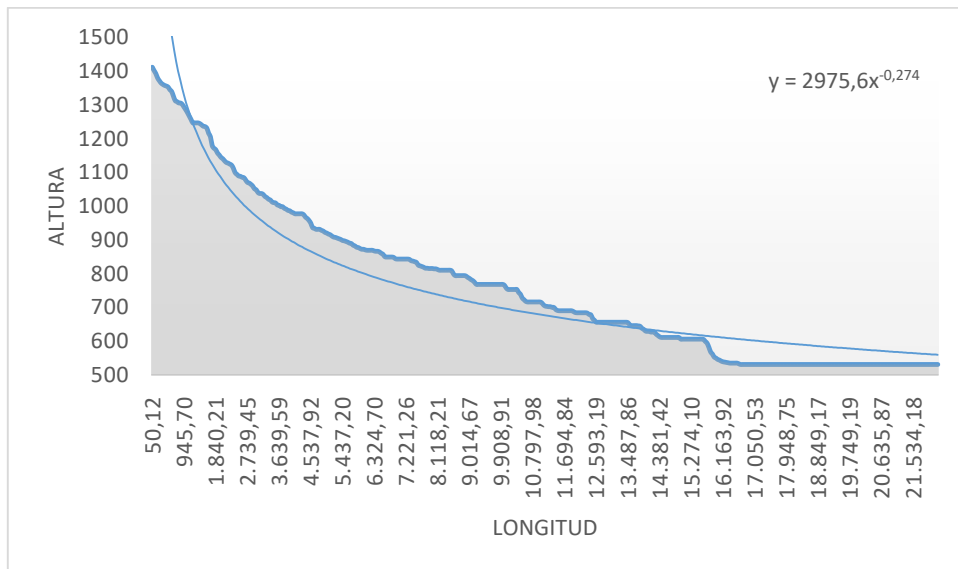


Figura 8-104 Perfil Longitudinal 19_R3C6

Tabla 8-52

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 20_R4C6

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	270	458	364	24.034.629,40	176987575	100
2	459	647	553	11.176.561,79	152952946	86,4201601
3	648	836	742	24.073.845,41	141776384	80,1052751
4	837	1025	931	40.272.925,47	117702539	66,5032777
5	1026	1214	1120	36.557.926,24	77429613,2	43,7486152
6	1215	1403	1309	26.525.324,05	40871686,9	23,0929696
7	1404	1592	1498	12.159.831,41	14346362,9	8,10585876
8	1593	1781	1687	2.186.531,47	2186531,47	1,23541524

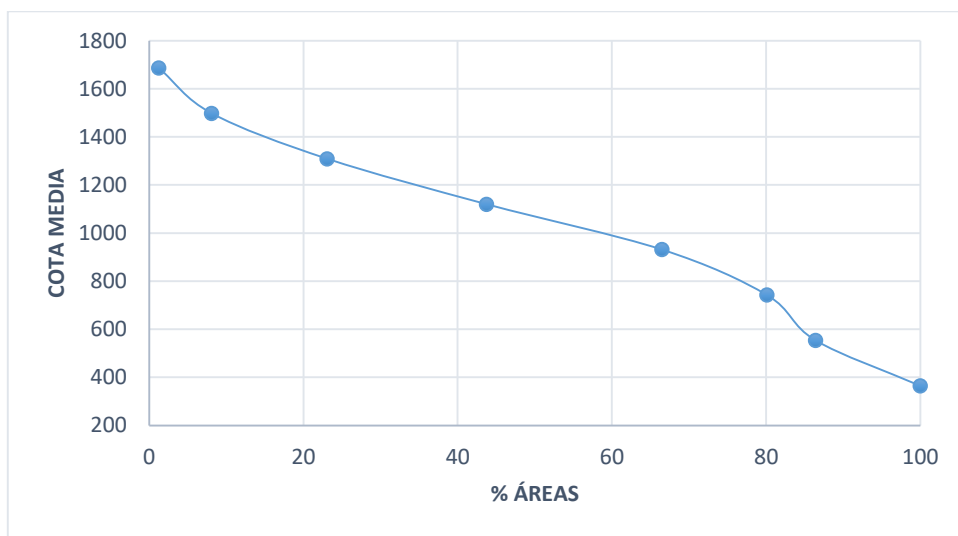


Figura 8-105 Curva Hipsométrica 20_R4C6

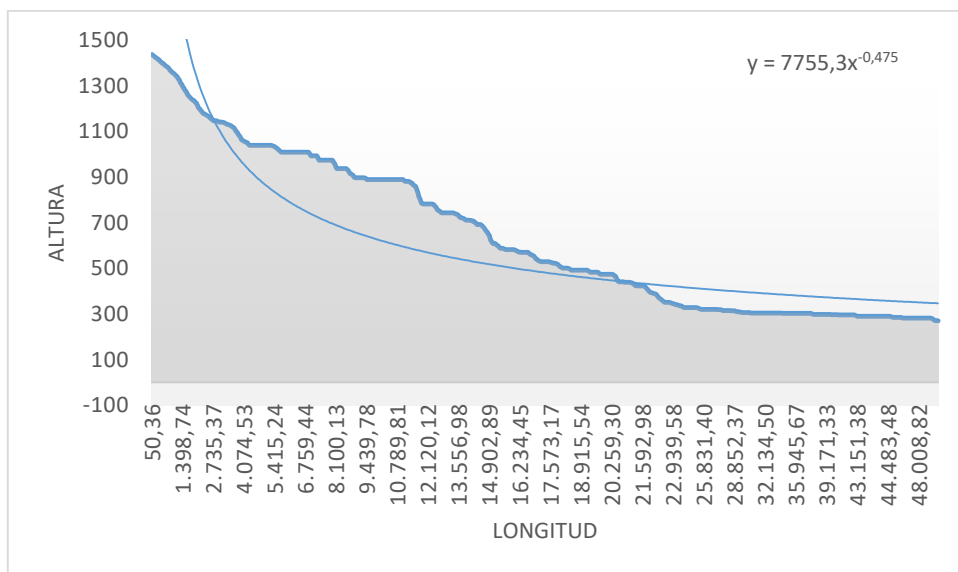


Figura 8-106 Perfil Longitudinal 20_R4C6

Tabla 8-53

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 21_R5C6

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	303	442	372,5	2.504.988,57	50954201	100
2	443	582	512,5	2.007.049,22	48449212,4	95,0838429
3	583	721	652	4.400.216,48	46442163,2	91,144915
4	722	861	791,5	14.460.311,75	42041946,7	82,5092846
5	862	1000	931	13.328.718,28	27581634,9	54,1302472
6	1001	1140	1070,5	6.508.573,89	14252916,7	27,9720149
7	1141	1279	1210	5.140.913,21	7744342,77	15,1986345
8	1280	1419	1349,5	2.603.429,56	2603429,56	5,10935214

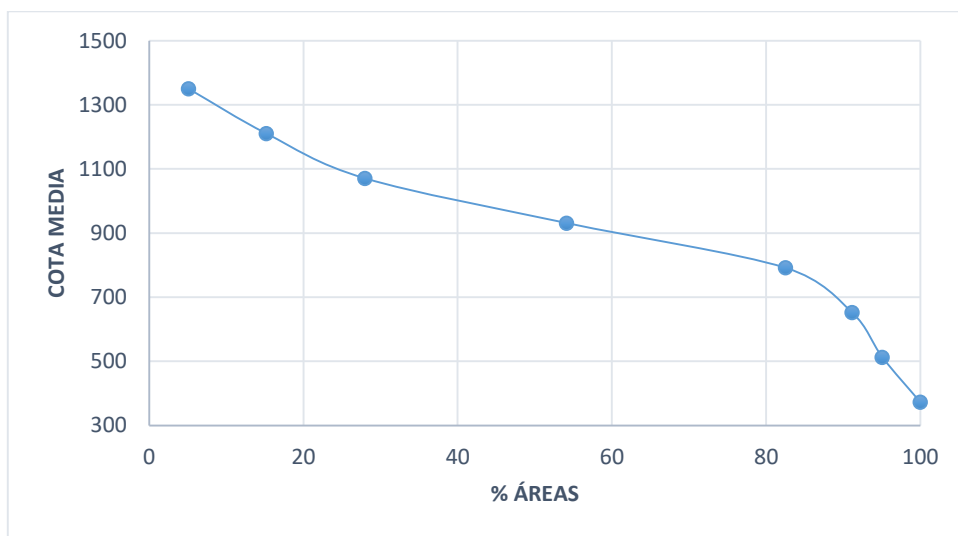


Figura 8-107 Curva Hipsométrica 21_R5C6

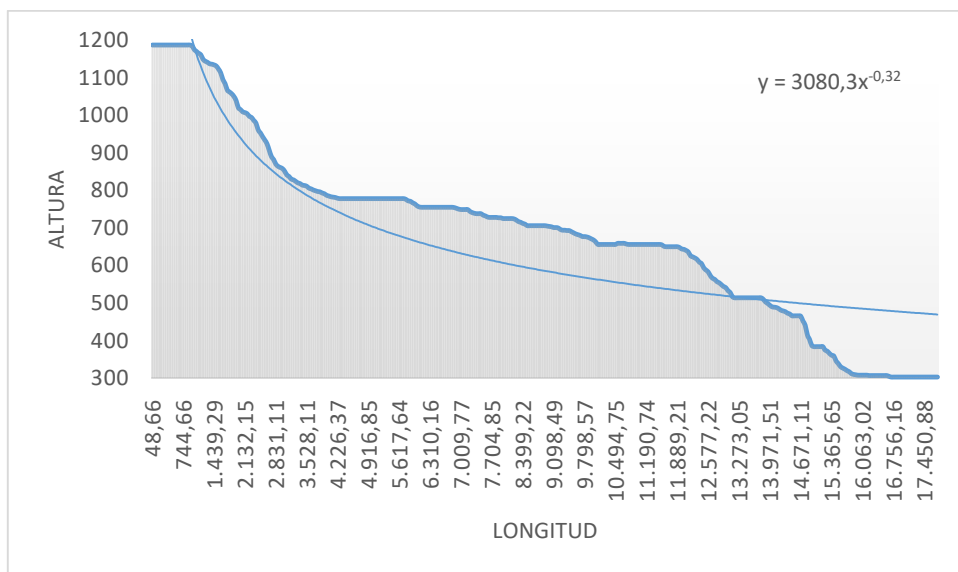


Figura 8-108 Perfil Longitudinal 21_R5C6

Tabla 8-54

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chapiza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	258	482	370	193.715.977,86	546161304	100
2	483	707	595	114.531.080,37	352445326	64,5313616
3	708	931	819,5	101.467.633,02	237914246	43,5611685
4	932	1156	1044	67.214.453,61	136446613	24,9828415
5	1157	1381	1269	35.092.774,38	69232159	12,6761377
6	1382	1605	1493,5	20.601.633,09	34139384,7	6,25078789
7	1606	1830	1718	10.271.172,53	13537751,6	2,4787094
8	1831	2055	1943	3.266.579,03	3266579,03	0,59809785

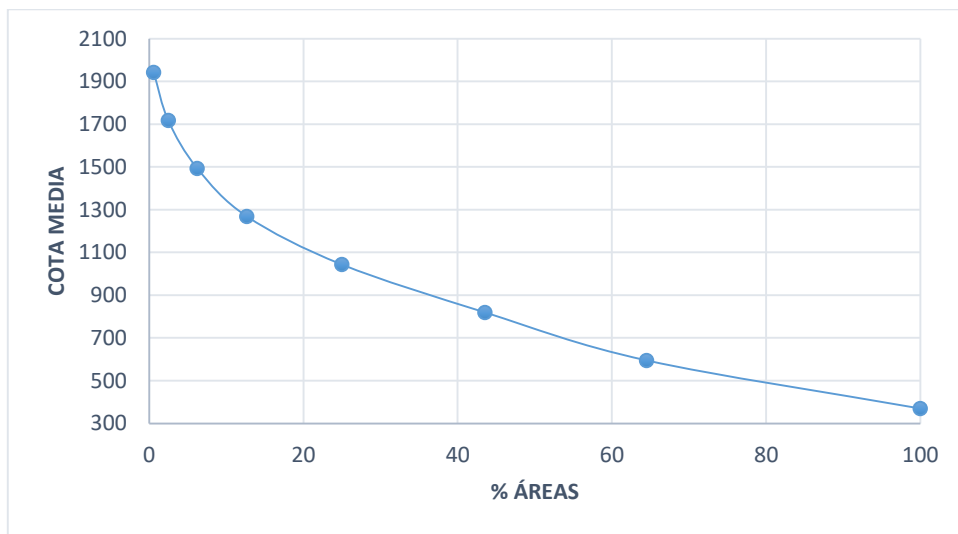


Figura 8-109 Curva Hipsométrica Río Chapiza

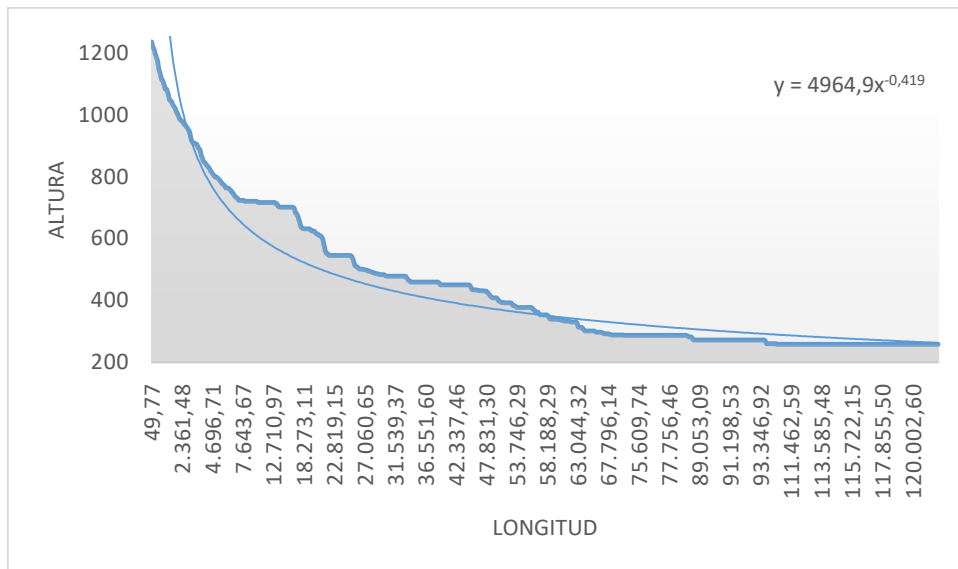


Figura 8-110 Perfil Longitudinal Río Chapiza

Tabla 8-55

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Yaapi

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	272	492	382	39.625.013,63	161930254	100
2	493	712	602,5	26.926.587,48	122305240	75,5295798
3	713	933	823	23.537.474,04	95378652,8	58,9010704
4	934	1153	1043,5	28.061.706,38	71841178,8	44,3655074
5	1154	1373	1263,5	18.664.488,83	43779472,4	27,0360055
6	1374	1594	1484	13.510.590,36	25114983,6	15,5097537
7	1595	1814	1704,5	9.079.040,28	11604393,2	7,16629099
8	1815	2035	1925	2.525.352,92	2525352,92	1,55953126

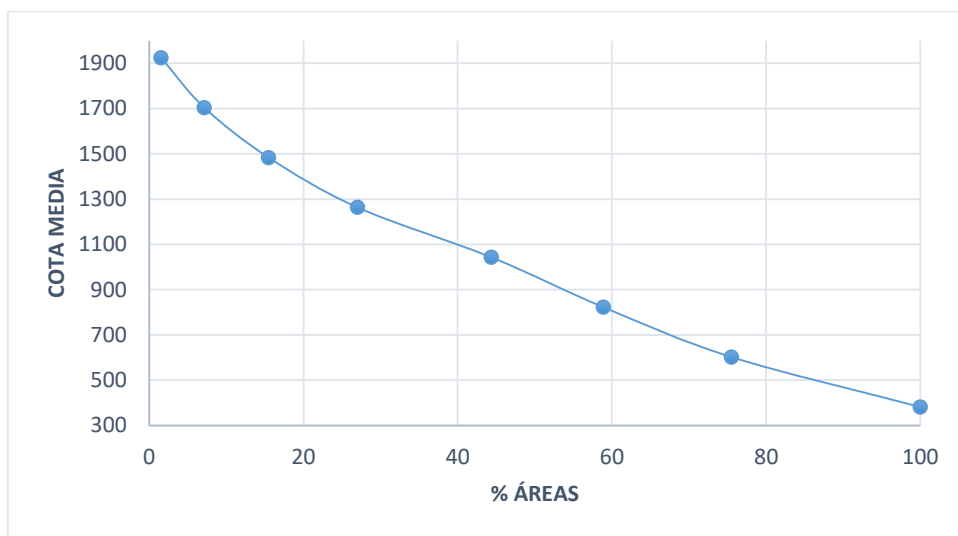


Figura 8-111 Curva Hipsométrica Río Yaapi

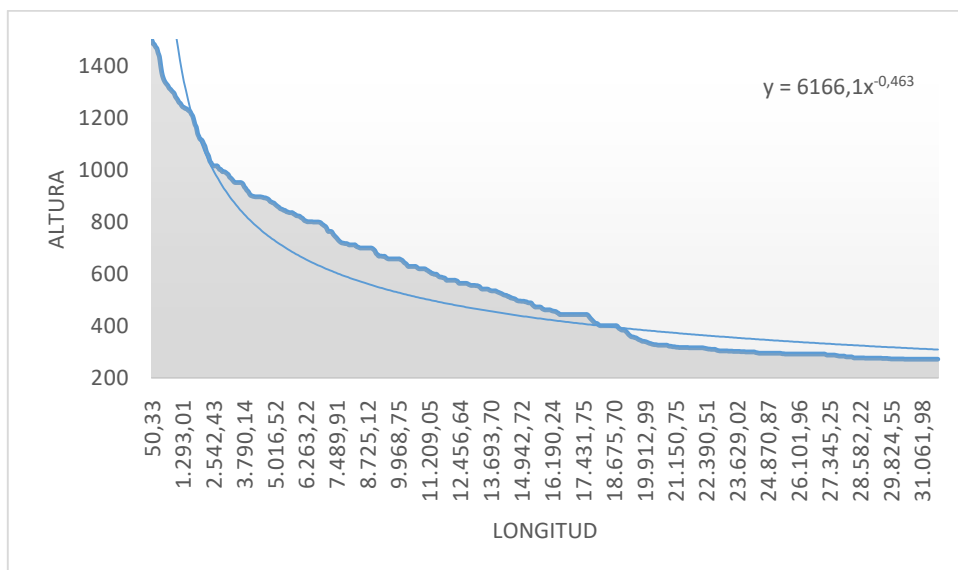


Figura 8-112 Perfil Longitudinal Río Yaapi

Tabla 8-56

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Yaupi

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	272	550	411	62.336.102,08	427101707	100
2	551	829	690	100.535.319,96	364765605	85,4048577
3	830	1108	969	90.128.294,96	264230285	61,865893
4	1109	1387	1248	84.334.831,31	174101990	40,7635903
5	1388	1666	1527	52.576.829,12	89767158,9	21,0177476
6	1667	1945	1806	27.233.291,79	37190329,8	8,70760503
7	1946	2224	2085	7.361.252,88	9957037,96	2,33130371
8	2225	2503	2364	2.595.785,08	2595785,08	0,60776743

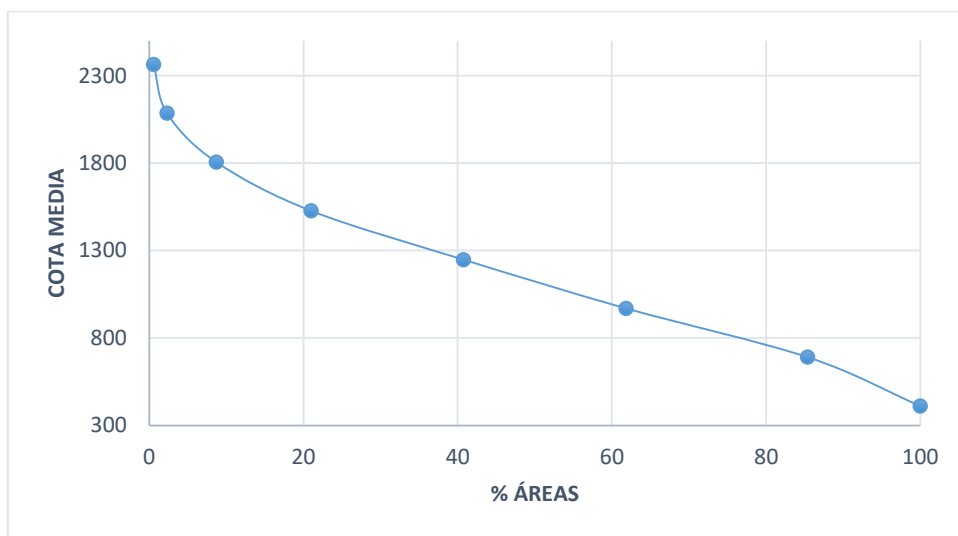


Figura 8-113 Curva Hipsométrica Río Yaupi

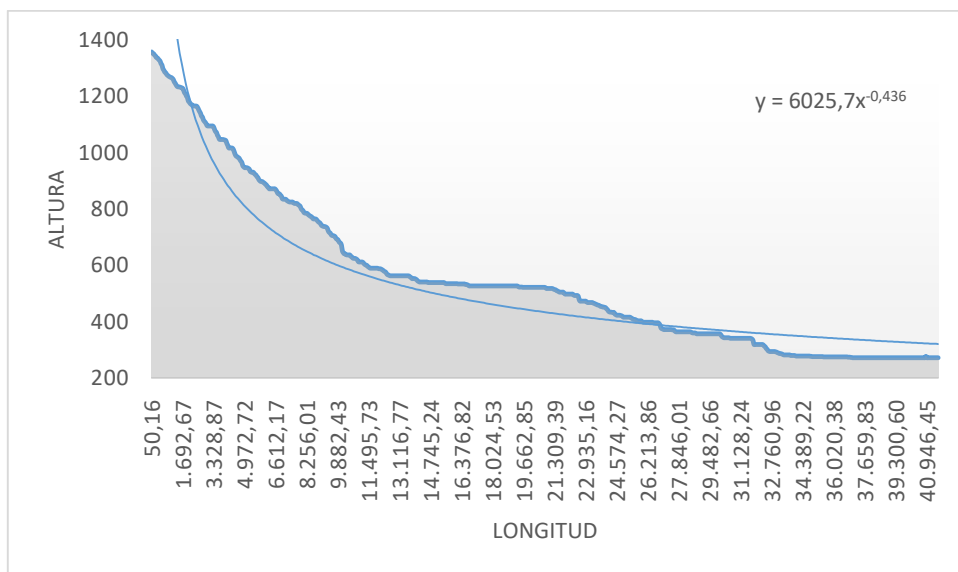


Figura 8-114 Perfil Longitudinal Río Yaupi

Tabla 8-57

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chinkianas

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	473	724	598,5	6.474.618,70	67056913,3	100
2	725	975	850	14.091.704,79	60582294,6	90,3445918
3	976	1227	1101,5	16.781.661,45	46490589,8	69,3300474
4	1228	1478	1353	13.814.685,11	29708928,3	44,3040499
5	1479	1729	1604	7.034.389,51	15894243,2	23,7026168
6	1730	1981	1855,5	5.511.736,49	8859853,71	13,2124389
7	1982	2232	2107	1.951.555,92	3348117,22	4,99294862
8	2233	2484	2358,5	1.396.561,31	1396561,31	2,08265075

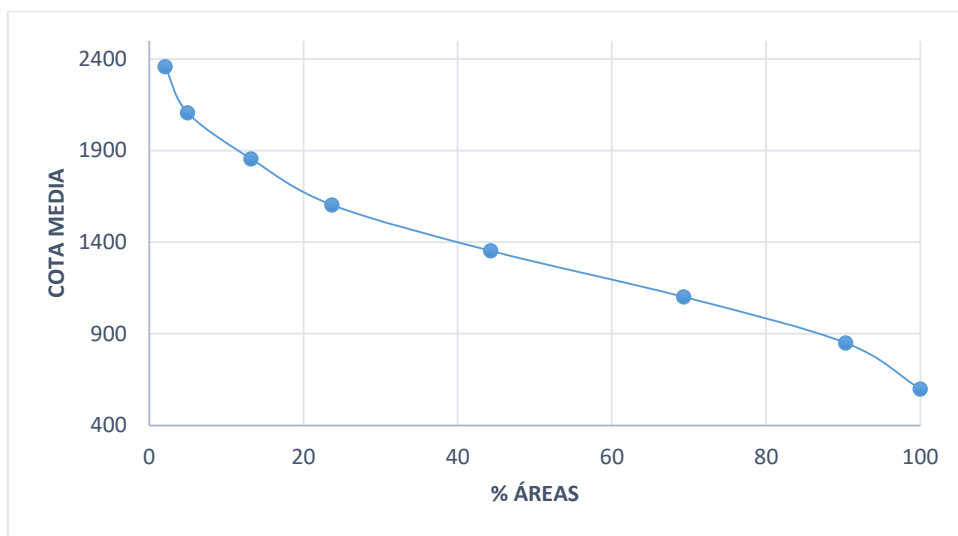


Figura 8-115 Curva Hipsométrica Río Chinkianas

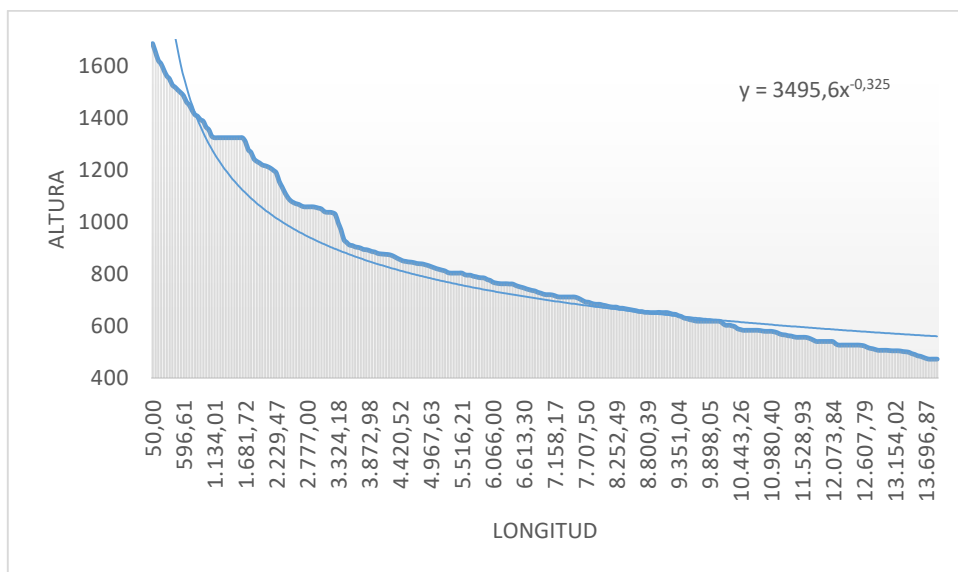


Figura 8-116 Perfil Longitudinal Río Chinkianas

Tabla 8-58

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Entza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	563	764	663,5	8.600.463,70	92134175,4	100
2	765	966	865,5	9.402.128,97	83533711,7	90,6652839
3	967	1167	1067	13.291.017,68	74131582,7	80,4604615
4	1168	1369	1268,5	17.668.167,35	60840565	66,034742
5	1370	1570	1470	19.722.494,31	43172397,7	46,8581799
6	1571	1772	1671,5	14.214.987,06	23449903,4	25,4519056
7	1773	1973	1873	7.627.763,78	9234916,31	10,0233342
8	1974	2175	2074,5	1.607.152,53	1607152,53	1,7443609

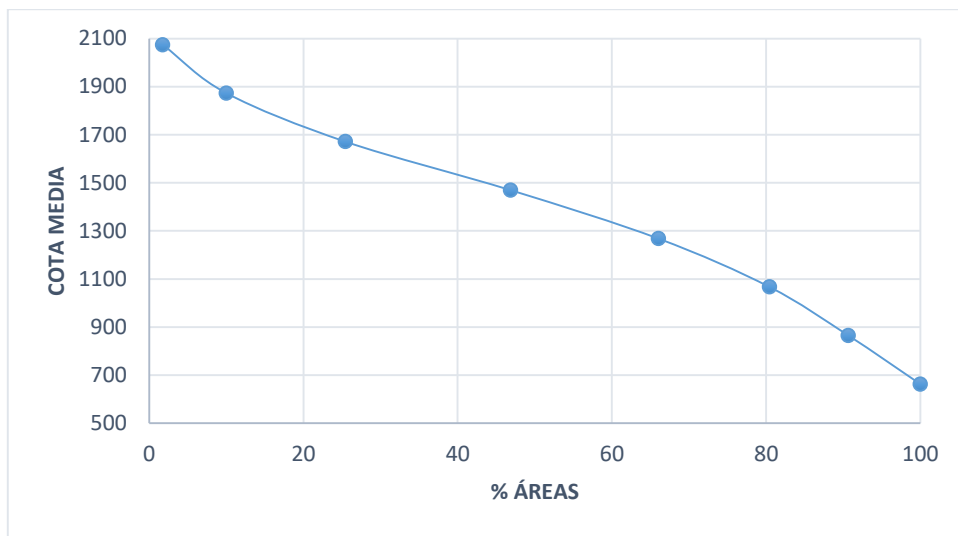


Figura 8-117 Curva Hipsométrica Río Ajuntai Entza

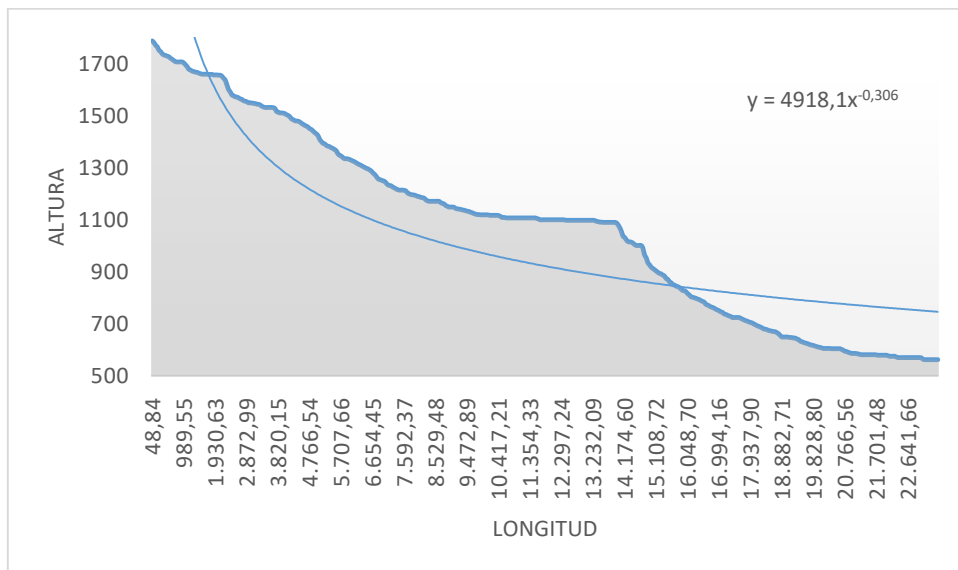


Figura 8-118 Perfil Longitudinal Río Ajuntai Entza

Tabla 8-59

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 27_R1C7

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	240	481	360,5	218.159.585,22	755956268	100
2	482	723	602,5	140.575.500,56	537796683	71,1412426
3	724	964	844	147.042.434,42	397221182	52,545524
4	965	1206	1085,5	135.613.438,66	250178748	33,0943413
5	1207	1447	1327	73.116.316,78	114565309	15,1550181
6	1448	1689	1568,5	32.259.138,86	41448992,2	5,4829881
7	1690	1930	1810	8.204.133,56	9189853,38	1,21565939
8	1931	2172	2051,5	985.719,81	985719,812	0,13039376

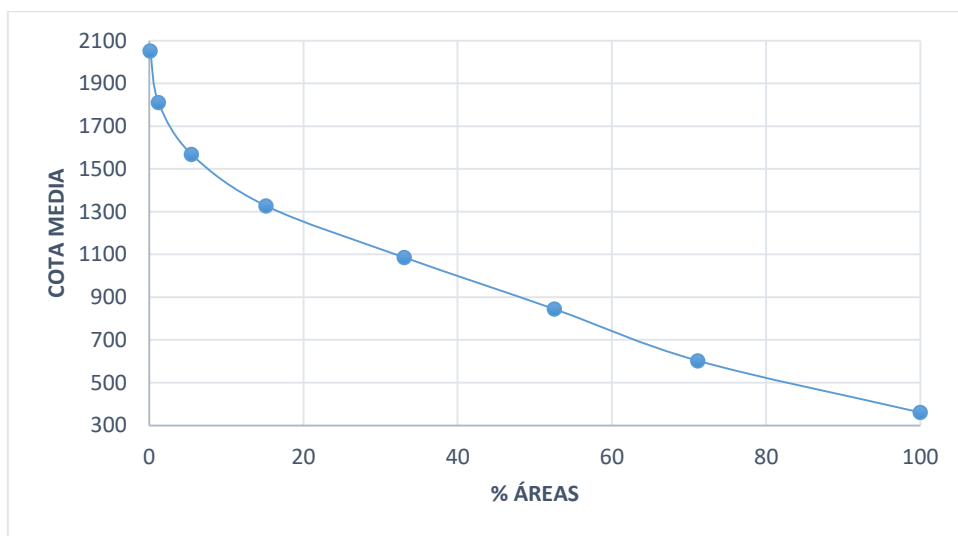


Figura 8-119 Curva Hipsométrica 27_R1C7

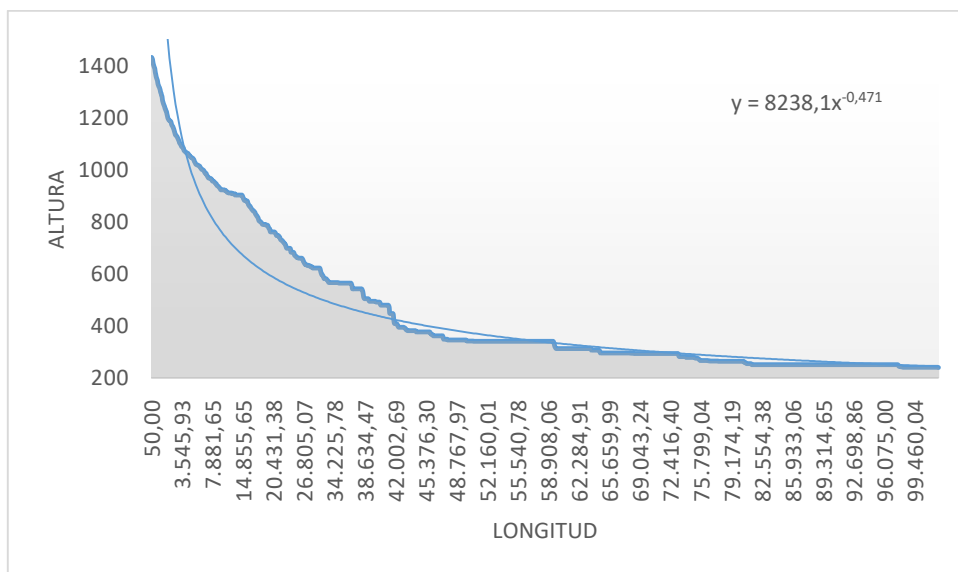


Figura 8-120 Perfil Longitudinal 27_R1C7

Tabla 8-60

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río 28_R2C7

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	255	476	365,5	30.918.759,78	125961353	100
2	477	698	587,5	23.219.655,97	95042593	75,4537728
3	699	920	809,5	20.060.681,66	71822937	57,0198203
4	921	1142	1031,5	19.959.365,08	51762255,3	41,0937595
5	1143	1363	1253	16.925.602,76	31802890,3	25,2481333
6	1364	1585	1474,5	10.140.259,75	14877287,5	11,8109937
7	1586	1807	1696,5	3.829.001,84	4737027,74	3,76069933
8	1808	2029	1918,5	908.025,90	908025,899	0,72087659

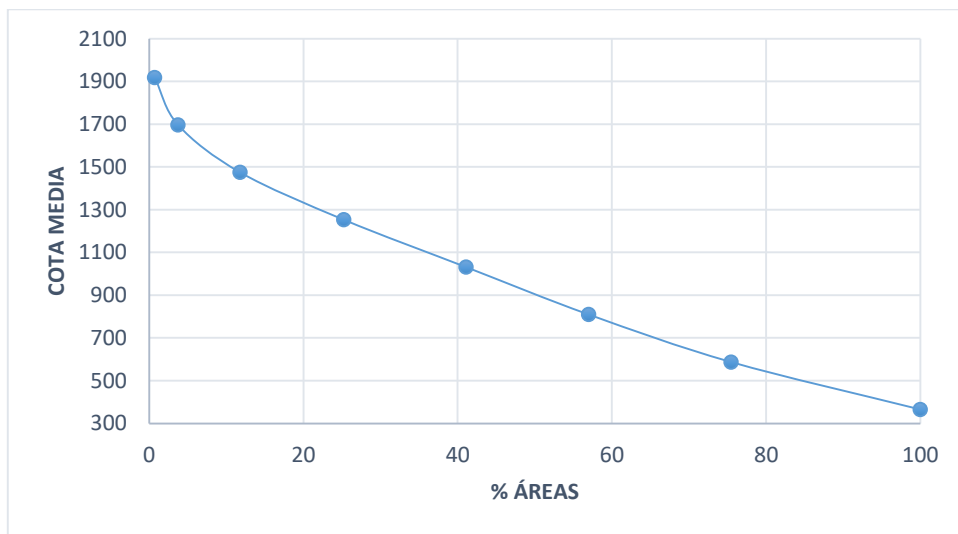


Figura 8-121 Curva Hipsométrica 28_R2C7

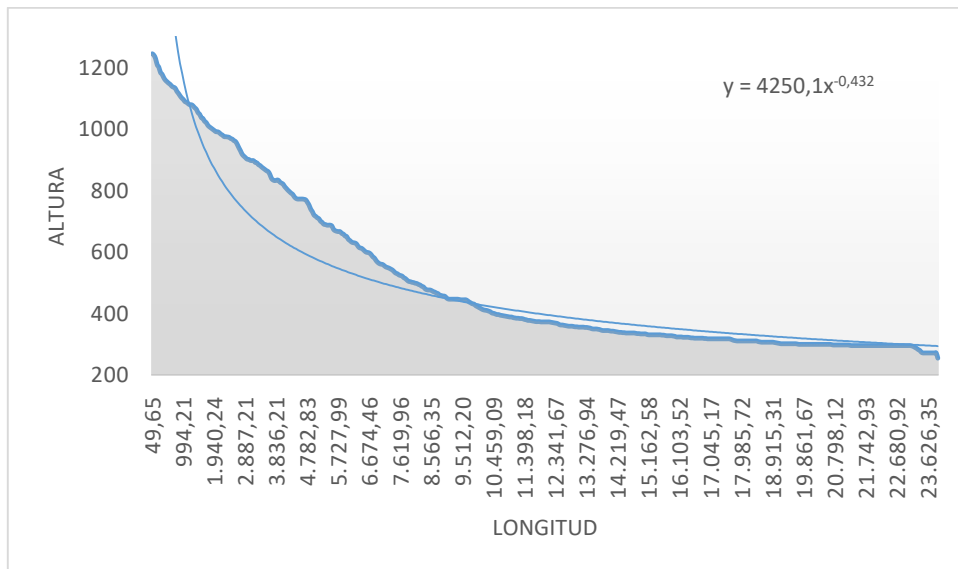


Figura 8-122 Perfil Longitudinal 28_R2C7

Tabla 8-61

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Wampis

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	279	556	417,5	11.133.918,04	71882104	100
2	557	834	695,5	10.794.644,14	60748185,9	84,5108623
3	835	1112	973,5	15.415.459,05	49953541,8	69,4937113
4	1113	1390	1251,5	15.543.523,00	34538082,7	48,0482357
5	1391	1668	1529,5	9.696.543,56	18994559,7	26,4246018
6	1669	1946	1807,5	5.965.486,39	9298016,19	12,9350919
7	1947	2224	2085,5	2.218.182,30	3332529,8	4,63610498
8	2225	2502	2363,5	1.114.347,50	1114347,5	1,55024331

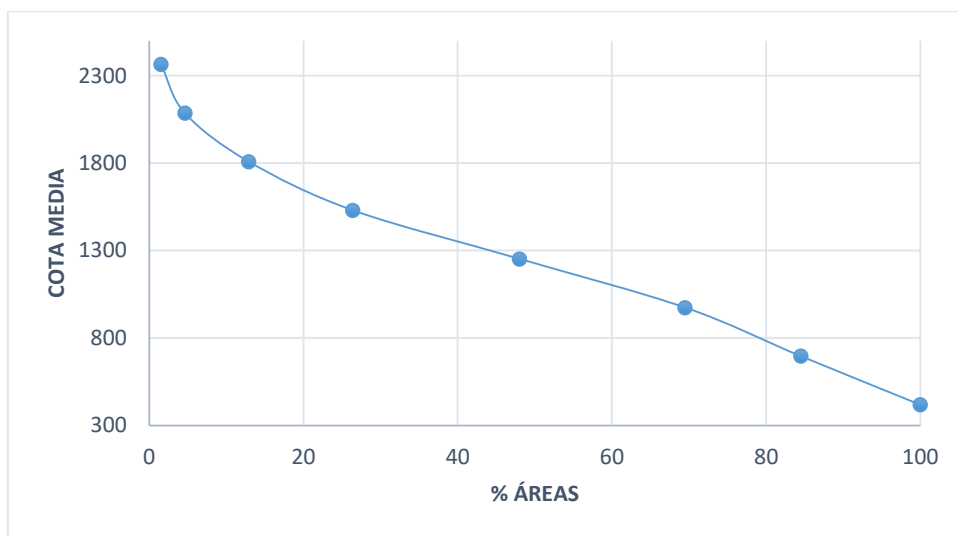


Figura 8-123 Curva Hipsométrica Río Wampis

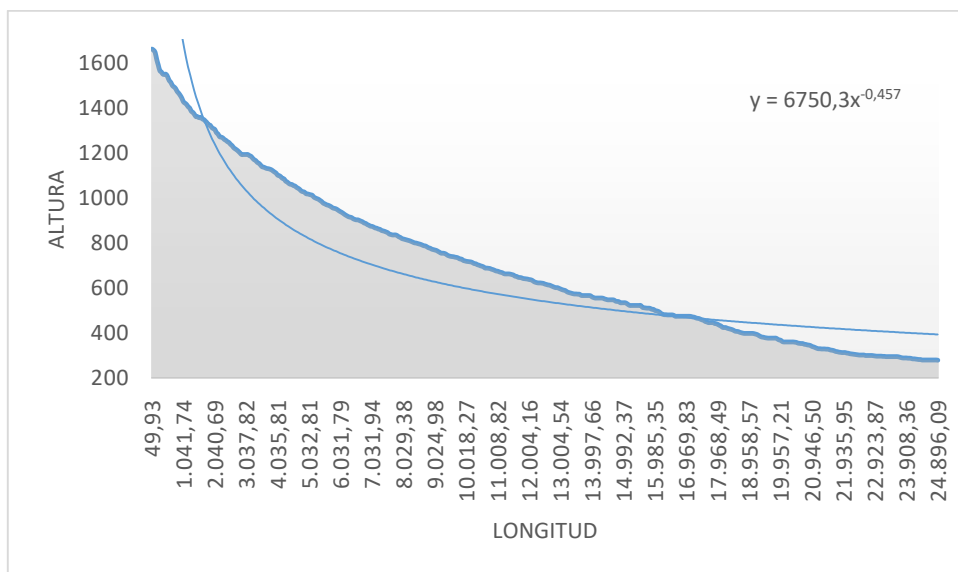


Figura 8-124 Perfil Longitudinal Río Wampis

Tabla 8-62

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Chiguaza II

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	595	827	711	7.760.206,49	115426148	100
2	828	1059	943,5	15.678.940,46	107665941	93,2769077
3	1060	1292	1176	23.616.774,13	91987001	79,693382
4	1293	1524	1408,5	26.558.127,32	68370226,9	59,2328758
5	1525	1756	1640,5	23.620.594,07	41812099,5	36,2241141
6	1757	1989	1873	13.590.388,70	18191505,5	15,7602985
7	1990	2221	2105,5	3.746.405,37	4601116,77	3,98619971
8	2222	2454	2338	854.711,40	854711,397	0,74048334

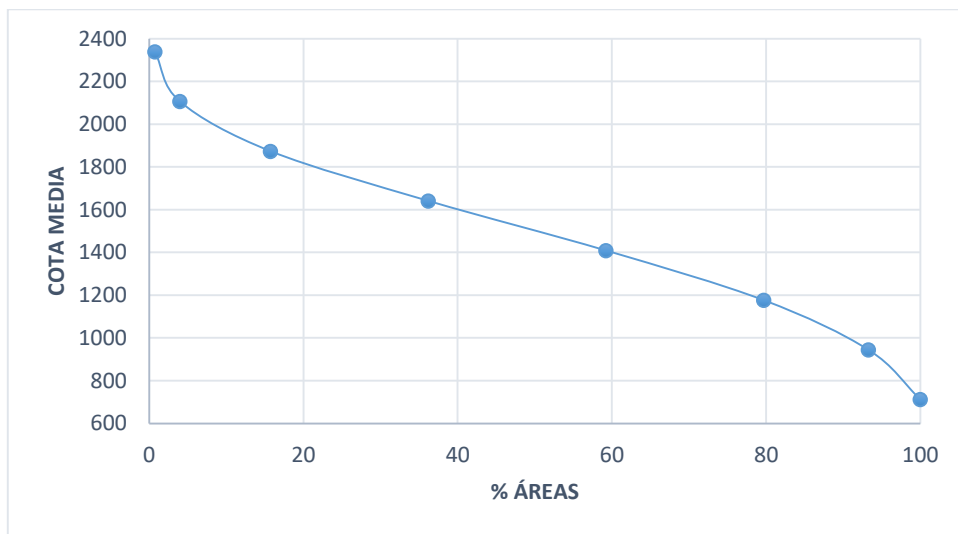


Figura 8-125 Curva Hipsométrica Río Chiguaza II

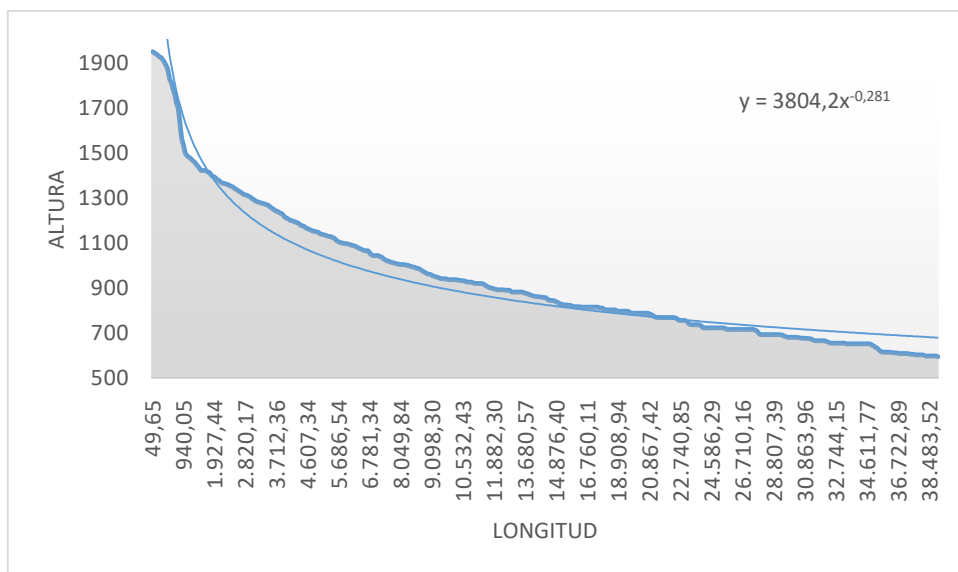


Figura 8-126 Perfil Longitudinal Río Chiguaza II

Tabla 8-63

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Panía

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	486	738	612	7.836.057,74	151767841	100
2	739	990	864,5	17.919.452,12	143931784	94,8368128
3	991	1242	1116,5	33.600.167,10	126012332	83,0296658
4	1243	1494	1368,5	31.333.720,46	92412164,4	60,8904782
5	1495	1746	1620,5	29.720.836,00	61078444	40,2446549
6	1747	1998	1872,5	18.046.533,66	31357608	20,6615629
7	1999	2250	2124,5	7.048.725,51	13311074,3	8,77068171
8	2251	2503	2377	6.262.348,79	6262348,79	4,1262686

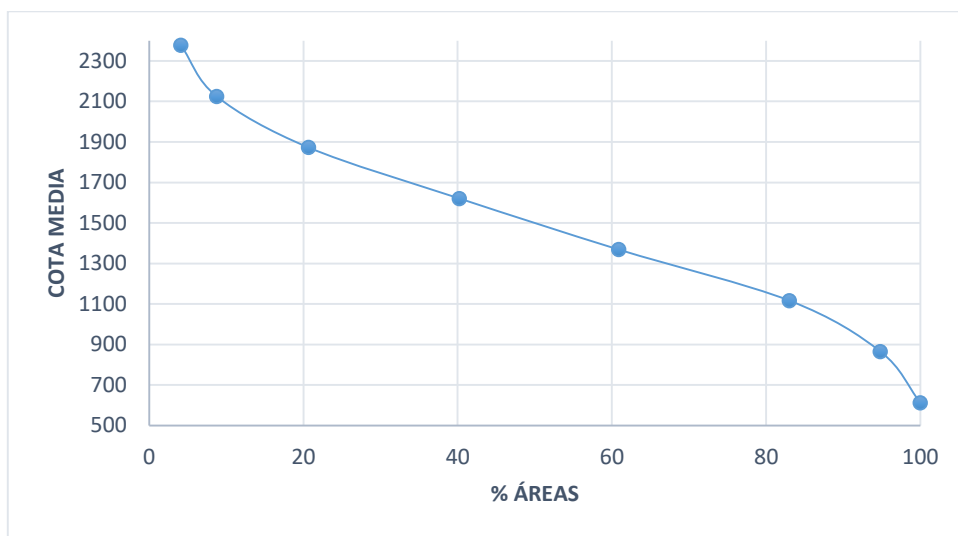


Figura 8-127 Curva Hipsométrica Río Panía

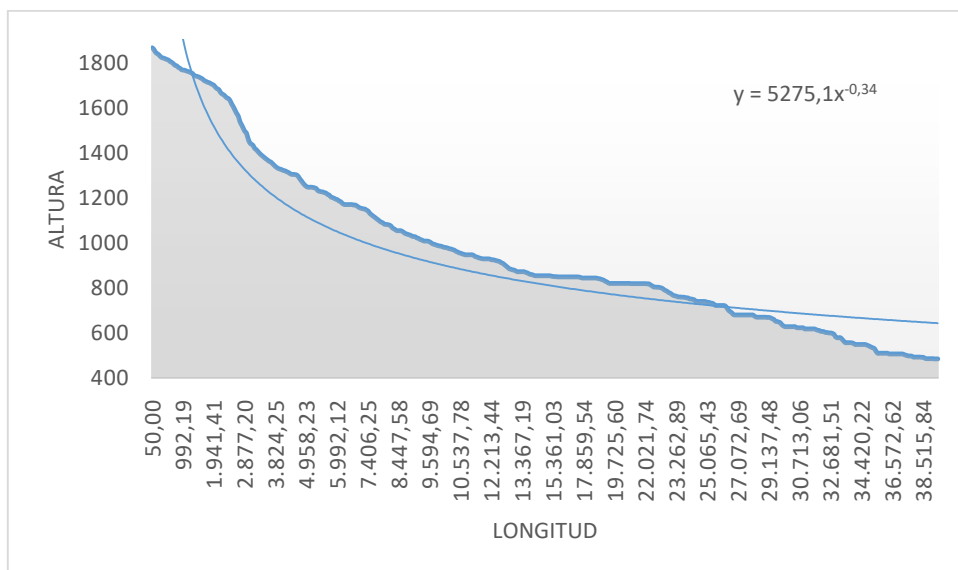


Figura 8-128 Perfil Longitudinal Río Panía

Tabla 8-64

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Namangosa

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	465	645	555	24.511.029,72	253369106	100
2	646	826	736	35.127.861,71	228858076	90,3259596
3	827	1006	916,5	50.204.889,65	193730215	76,4616561
4	1007	1187	1097	51.185.330,84	143525325	56,6467346
5	1188	1367	1277,5	55.126.188,90	92339994,1	36,4448514
6	1368	1548	1458	19.149.629,80	37213805,2	14,687586
7	1549	1728	1638,5	14.937.646,82	18064175,4	7,12958881
8	1729	1909	1819	3.126.528,62	3126528,62	1,23398179

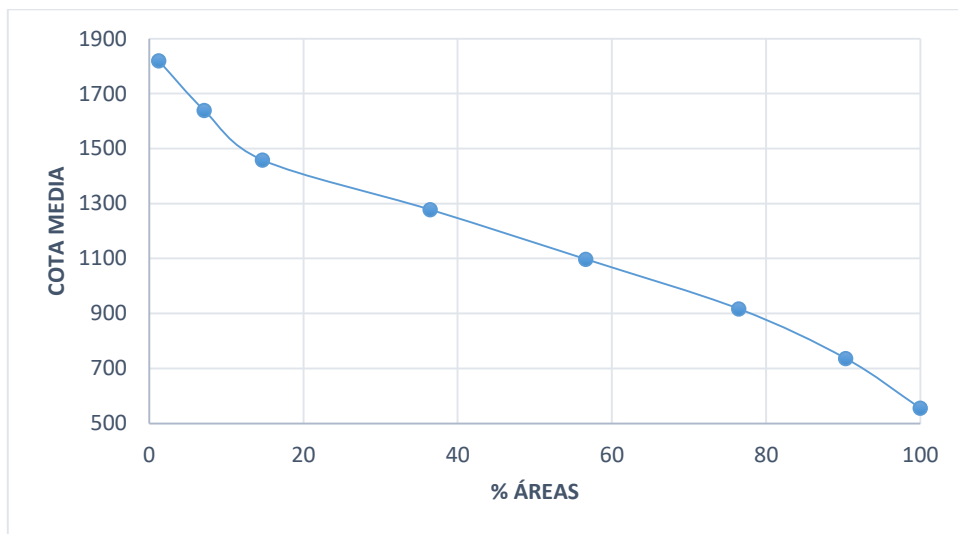


Figura 8-129 Curva Hipsométrica Río Namangosa

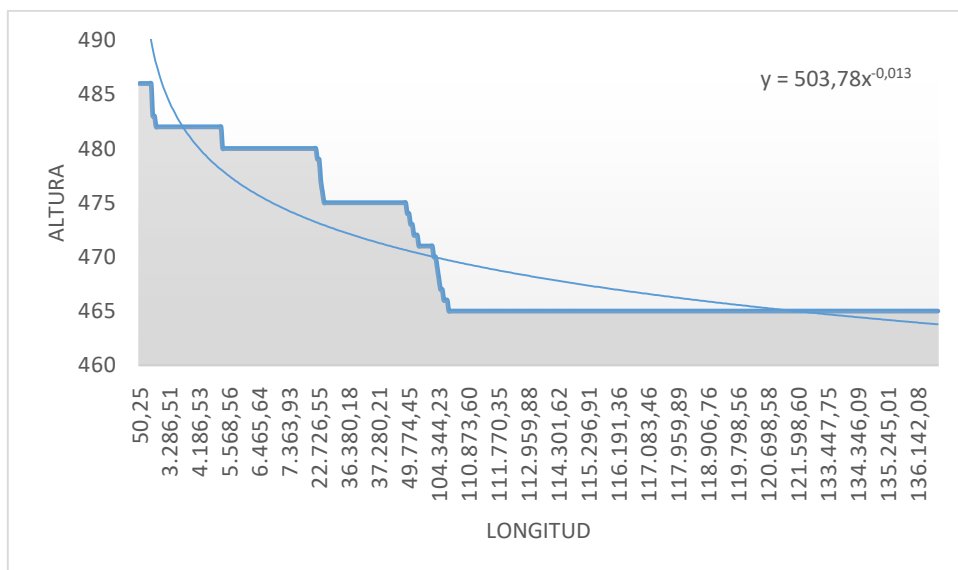


Figura 8-130 Perfil Longitudinal Río Namangosa

Tabla 8-65

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Naytza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	465	645	555	1.158.811,70	76181846,7	100
2	646	826	736	4.882.472,70	75023035	98,4788874
3	827	1006	916,5	10.404.487,27	70140562,3	92,0699161
4	1007	1187	1097	16.000.955,97	59736075	78,4124796
5	1188	1367	1277,5	20.525.476,13	43735119,1	57,408846
6	1368	1548	1458	9.601.719,03	23209642,9	30,466107
7	1549	1728	1638,5	11.212.028,21	13607923,9	17,8624233
8	1729	1909	1819	2.395.895,69	2395895,69	3,1449693

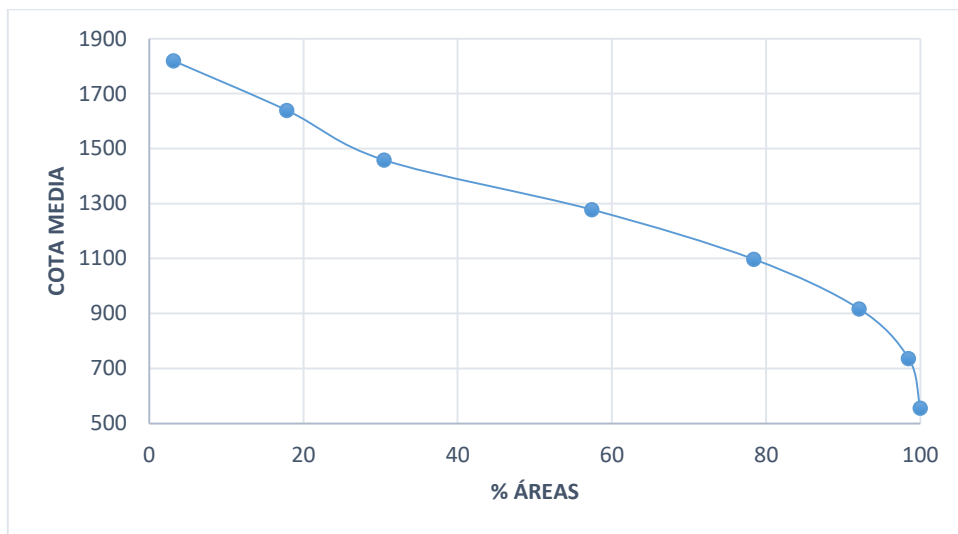


Figura 8-131 Curva Hipsométrica Río Naytza

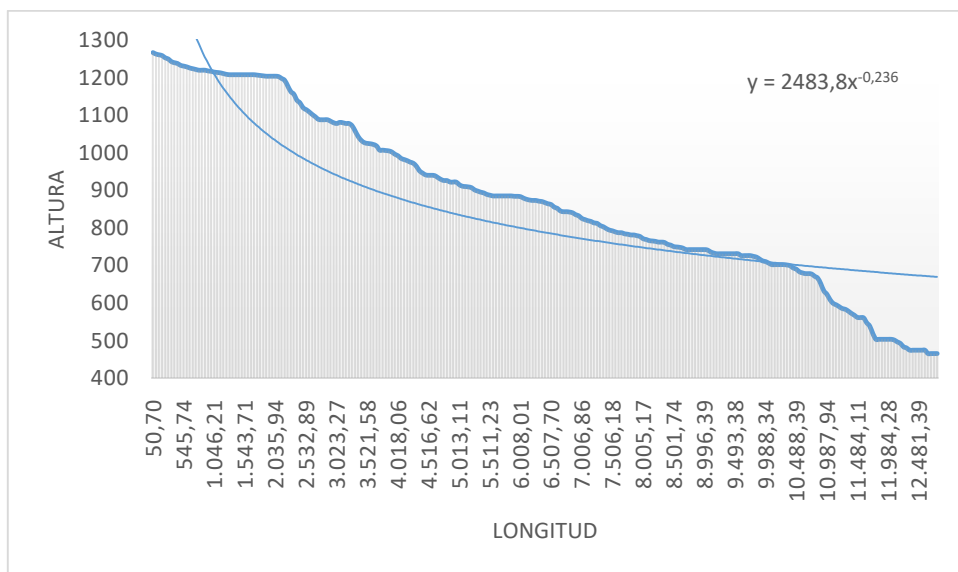


Figura 8-132 Perfil Longitudinal Río Naytza

Tabla 8-66

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Yukianza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	465	652	558,5	2.706.110,76	95283181,9	100
2	653	839	746	14.657.701,95	92577071,2	97,1599282
3	840	1027	933,5	16.484.064,03	77919369,2	81,7766238
4	1028	1214	1121	18.069.713,11	61435305,2	64,4765466
5	1215	1401	1308	16.966.445,23	43365592,1	45,5123257
6	1402	1589	1495,5	17.191.874,85	26399146,9	27,7059879
7	1590	1776	1683	8.379.104,69	9207272,02	9,66306102
8	1777	1964	1870,5	828.167,32	828167,324	0,86916422

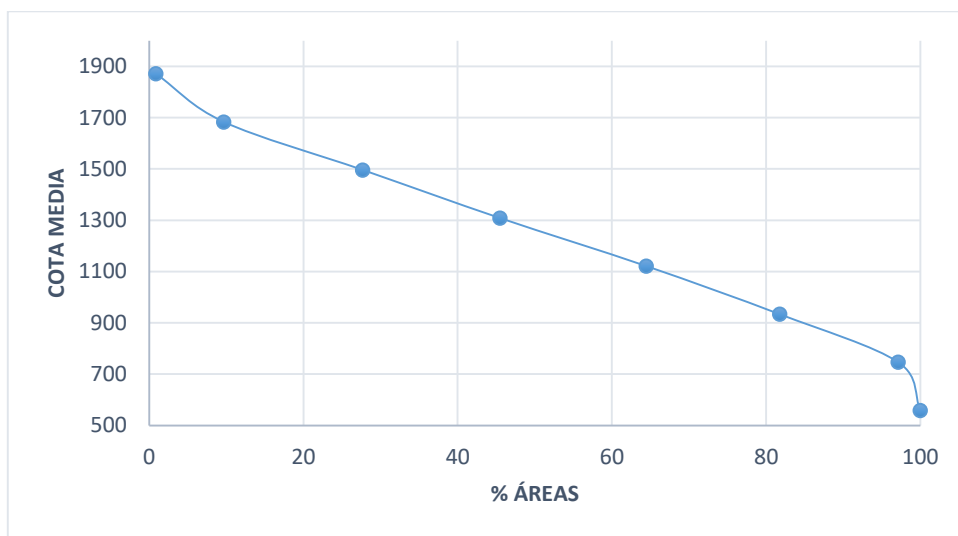


Figura 8-133 Curva Hipsométrica Río Yukianza

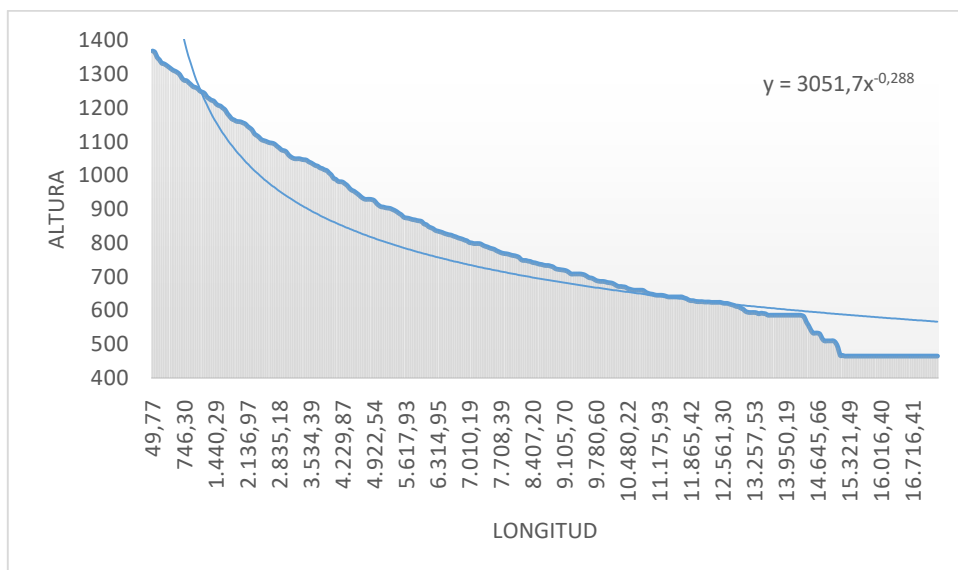


Figura 8-134 Perfil Longitudinal Río Yukianza

Tabla 8-67

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Maycuenza

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	465	596	530,5	1.198.160,77	38740213,3	100
2	597	728	662,5	2.146.187,58	37542052,5	96,9071911
3	729	859	794	4.722.949,26	35395864,9	91,3672433
4	860	991	925,5	9.921.343,99	30672915,7	79,1759081
5	992	1122	1057	10.050.229,81	20751571,7	53,5659717
6	1123	1254	1188,5	7.655.817,69	10701341,9	27,6233427
7	1255	1385	1320	2.677.006,21	3045524,19	7,86140273
8	1386	1517	1451,5	368.517,97	368517,974	0,95125437

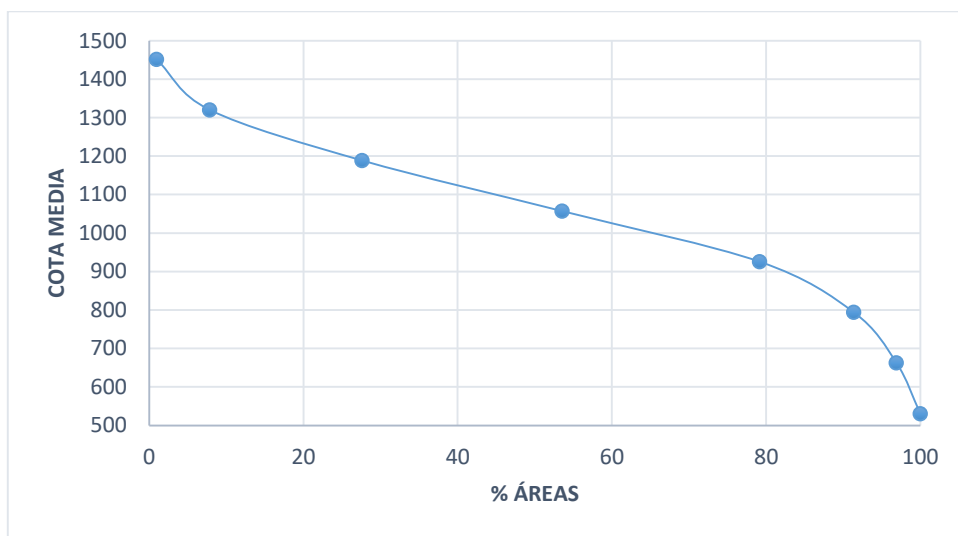


Figura 8-135 Curva Hipsométrica Río Maycuenza

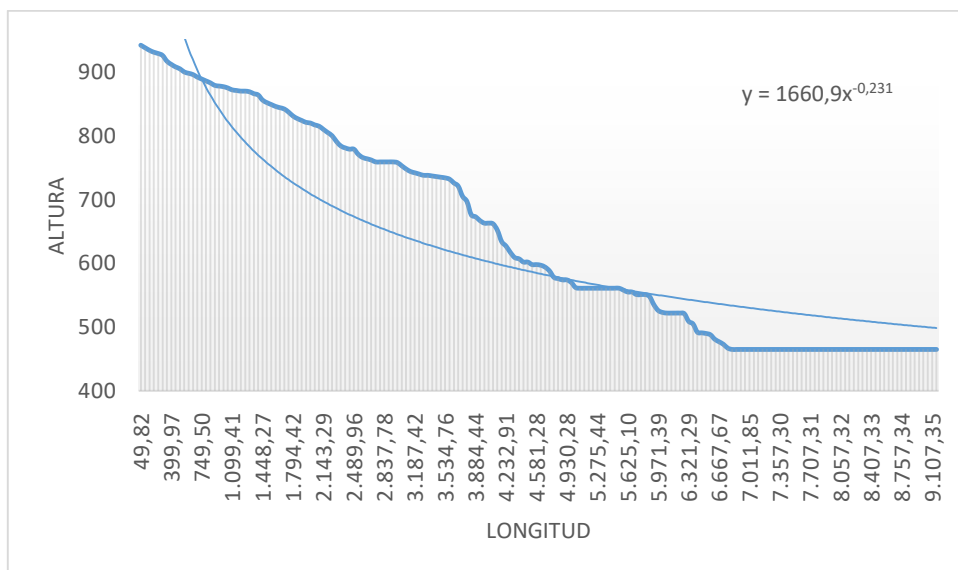


Figura 8-136 Perfil Longitudinal Río Maycuenza

Tabla 8-68

Datos para la elaboración de curva hipsométrica del Río Zamora

N°	COTAS INTERVALO		COTA MEDIA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	% ÁREA TOTAL
	MÍNIMO	MÁXIMO				
1	394	581	487,5	17.468.450,05	133306127	100
2	582	769	675,5	22.714.617,89	115837677	86,8959887
3	770	957	863,5	31.300.384,49	93123059,4	69,8565484
4	958	1145	1051,5	30.528.018,74	61822674,9	46,3764691
5	1146	1332	1239	21.040.999,65	31294656,2	23,4757823
6	1333	1520	1426,5	6.250.529,73	10253656,5	7,69181187
7	1521	1708	1614,5	3.092.327,14	4003126,8	3,00295784
8	1709	1896	1802,5	910.799,66	910799,658	0,68323916

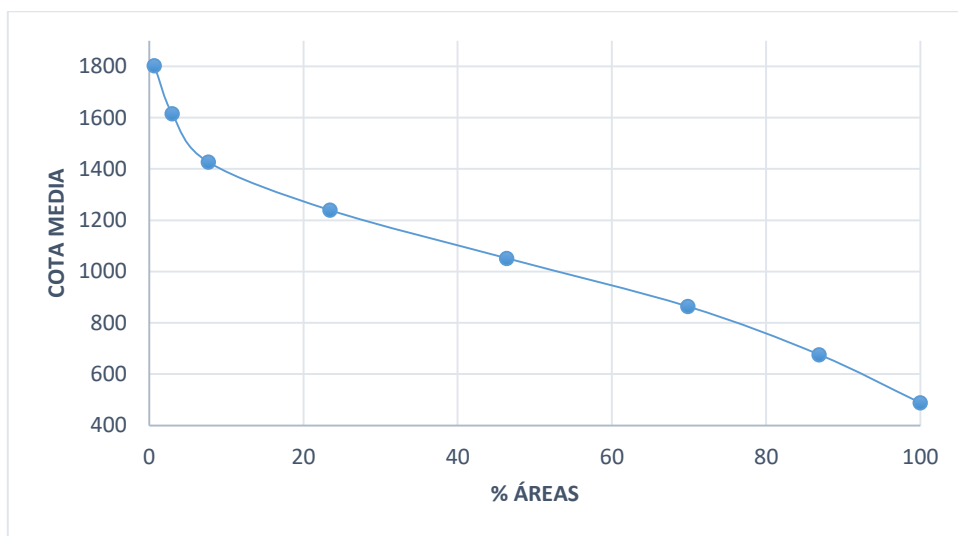


Figura 8-137 Curva Hipsométrica Río Zamora

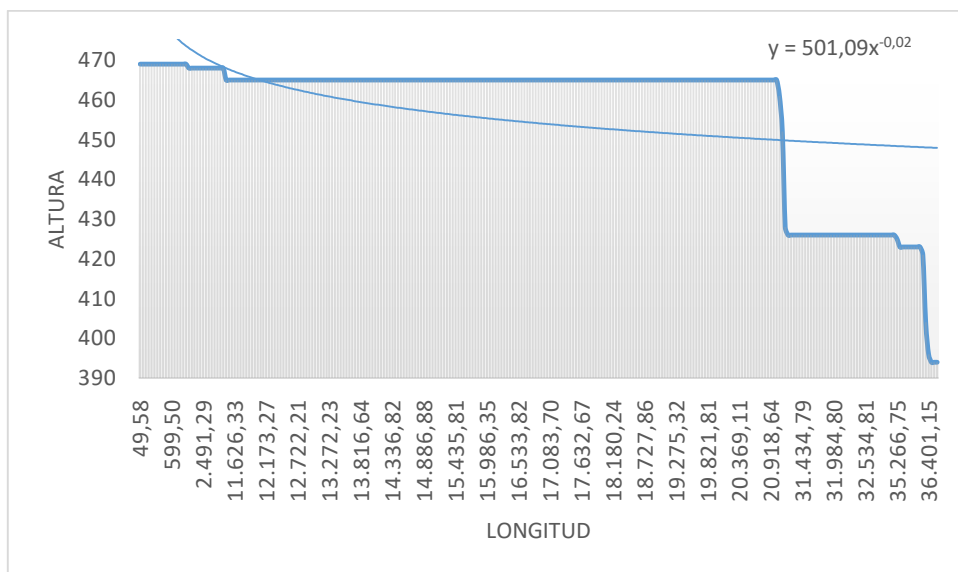


Figura 8-138 Perfil Longitudinal Río Zamora