

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE  
RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON  
LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS  
EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN,  
CAJAMARCA-2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO HIDRÁULICO**

**AUTOR:**

**Bach. LINARES SÁNCHEZ ANA EDITH**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**

**CAJAMARCA-PERU**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ  
DNI: 70206068  
Escuela Profesional: INGENIERÍA HIDRÁULICA
2. Asesor: LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ  
Facultad: INGENIERÍA
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA-2023"
6. Fecha de evaluación: 10/06/2024
7. Software antiplagio:       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 1%
9. Código Documento: oid: 3117:360528776
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/06/2024

 FIRMA DEL ASESOR		Firmado digitalmente por: FERNANDEZ LEON Yvonne Katherine FAU 20148258801 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 17/06/2024 19:40:40-0500
Nombres y Apellidos LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ DNI: 26693344	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI	

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por haberme brindado salud, sabiduría y fortaleza para realizar este trabajo de investigación. Por su infinita bondad y por no solo estar en esta importante etapa mi vida, sino durante toda ella y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y felicidad.

A mi asesor Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, por su orientación y apoyo en la realización de esta tesis.

Al Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez, Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez cruz y M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez por sus recomendaciones para el mejoramiento de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme abierto sus aulas y permitirme fórmame en ella como profesional.

A mis amigos que me brindaron su apoyo para poder hacer realidad este trabajo de investigación.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su constante apoyo y por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A mi abuela, Yldaura que desde el cielo me guía y ser una luz para darme fuerzas para continuar.

A mis amigos, por su apoyo incondicional, consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una persona y que de una u otra forma me acompañan en mis sueños y metas.

**Ana Edith Linares Sánchez**

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1.2. ENFOQUE DEL PROBLEMA .....	2
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.2.1. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	3
1.2.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA – PRÁCTICA.....	3
1.2.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL Y PERSONAL.....	3
1.3. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4. LIMITACIONES .....	4
1.5. OBJETIVOS .....	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS .....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	6
2.2.1. TOPOGRAFÍA.....	6
2.2.1.1. LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO .....	6
2.2.1.2. ESTACIÓN TOTAL.....	6
2.2.2. EL PERIODO DE ESCORRENTÍA .....	7
2.2.2.1. AFORO DE FLUJO DE RÍOS .....	8
2.2.2.2. SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE AFORO .....	8
2.2.2.3. MEDICIÓN DE LA SECCIÓN TRASNVERSAL DE AFORO .....	8
a) NÚMERO DE VERTICALES.....	8
b) ANCHO.....	9
c) PROFUNDIDAD .....	9
2.2.2.4. CÁLCULO DEL VOLUMEN EN ESTADO PERMANENTE .....	9
2.2.2.5. ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL .....	10

2.2.2.6.	LA MEDICIÓN DEL FLUJO CON UNA HERRAMIENTA HIDROMÉTRICA .....	10
2.2.2.7.	MÉTODOS DE PUNTOS REDUCIDOS DE VELOCIDAD.....	11
a)	MÉTODO DE UN PUNTO .....	11
b)	MÉTODO DE DOS PUNTOS.....	11
c)	MÉTODO DE TRES PUNTOS.....	12
2.2.2.8.	PERÍMETRO MOJADO .....	12
2.2.2.9.	RADIO HIDRÁULICO .....	12
2.2.3.	MORFOLOGÍA FLUVIAL .....	12
2.2.3.1.	PERFIL LONGITUDINAL .....	13
2.2.3.2.	PENDIENTE DEL CAUCE .....	14
2.2.3.3.	PENDIENTE UNIFORME DEL CAUCE .....	14
2.2.3.4.	COEFICIENTE DE SINUOSIDAD $K_s$ .....	14
2.2.3.5.	FORMA DE LAS CORRIENTES NATURALES .....	15
2.2.3.5.1.	RÍOS DE MONTAÑA (JUVENTUD) .....	16
2.2.3.5.2.	RÍO DE PIE DE MONTE (MADUREZ).....	16
2.2.3.5.3.	RÍO DE LLANURA (VEJEZ) .....	17
2.2.3.6.	CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS .....	19
a)	RÍO RECTO.....	19
b)	RÍO TRENZADO .....	19
c)	RÍO MEÁNDRICO .....	19
2.2.3.7.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DE LOS RÍOS 20	
2.2.3.7.1.	TAMAÑO DEL CAUCE .....	21
2.2.3.7.2.	DURACIÓN DE UNA CORRIENTE .....	22
2.2.3.7.3.	MATERIAL DEL LECHO .....	22
2.2.3.7.4.	SINUOSIDAD .....	22
2.2.4.	GRANULOMETRÍA EN RÍOS .....	23
2.2.4.1.	TAMAÑO DE LOS SEDIMENTOS.....	23
a)	DIÁMETRO NOMINAL.....	23
b)	DIÁMETRO DE TAMIZ .....	23
c)	DIÁMETRO DE SEDIMENTACIÓN .....	24
d)	DIMENSIONES TRIAXIALES .....	26
2.2.4.2.	FORMA DE LOS SEDIMENTOS .....	26
2.2.4.3.	TÉCNICAS PARA OBTENER MUESTRAS DE SEDIMENTOS EN EL LECHO DEL RÍO .....	27

a)	MÉTODO DE MUESTREO VOLUMÉTRICO .....	28
b)	MÉTODO DE MUESTREO SUPERFICIAL .....	28
2.2.4.4.	CURVA GRANULOMÉTRICA DE PARTÍCULAS EN MUESTRA DE SEDIMENTOS .....	29
2.2.4.5.	DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS.....	30
2.2.4.6.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD .....	30
2.2.4.7.	COEFICIENTE DE CURVATURA.....	31
2.2.4.8.	COMBINACIÓN GRANULOMÉTRICA .....	31
2.2.4.9.	CURVA GRANULOMÉTRICA EXTENDIDA.....	31
2.2.5.	ECUACIONES EN RELACIÓN AL MOVIMIENTO DE AGUAS EN EL CAUCE .....	32
2.2.5.1.	PRINCIPIOS SEGÚN EL ESTADO DEL FLUJO EN EL LECHO ...	32
2.2.5.2.	VELOCIDAD MEDIA EN LA DIRECCIÓN VERTICAL.....	32
2.2.5.3.	COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA FLUJO TURBULENTO COMPLETAMENTE DESARROLLADO .....	33
2.2.5.4.	LEY POTENCIAL PARA REPRESENTAR LA VELOCIDAD EN LA VERTICAL.....	33
2.2.5.5.	COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA FLUJO TURBULENTO HIDRÁULICAMENTE RUGOSO.....	33
2.2.5.6.	ECUACIÓN ACORDE A LA VELOCIDAD, RADIO Y GRADIENTE HIDRÁULICA .....	34
2.2.5.6.1.	ECUACIÓN DE MANNING.....	34
2.2.5.7.	ECUACIÓN ACORDE A LA SUMERSIÓN RELATIVA Y LA PENDIENTE DEL CAUCE.....	35
a)	ECUACIÓN DE RICKENMANN .....	35
2.2.5.8.	ECUACIÓN ACORDE AL RADIO HIDRÁULICO Y LA PENDIENTE.....	36
a)	ECUACIÓN DE JARRETT .....	36
b)	ECUACIÓN DE SAUER .....	36
2.2.5.9.	ECUACIONES ACORDES AL RADIO HIDRÁULICO Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE SEDIMENTOS .....	36
a)	RELACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD CON LA SUAVIDAD RELATIVA.....	36
b)	ECUACIÓN DE PHILLIPS E INGERSOL .....	37
2.2.6.	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	38
2.2.7.	INTERPOLACIÓN LOGARÍTMICA .....	38
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	38
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....		40

3.1.	TRAMO DE ESTUDIO.....	40
3.1.1.	UBICACIÓN POLÍTICA.....	40
3.1.2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	42
3.1.3.	UBICACIÓN REFERENCIAL GOOGLE EARTH.....	42
3.2.	EQUIPOS Y MATERIALES .....	44
3.2.1.	EQUIPOS EMPLEADOS EN CAMPO.....	44
3.2.2.	MATERIALES EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN .....	44
3.2.3.	GABINETE EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.3.	PROCEDIMIENTO.....	45
3.3.1.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN .....	45
a)	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	45
b)	MORFOLOGÍA FLUVIAL DEL RÍO .....	46
c)	PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE .....	46
d)	PLANOS TOPOGRÁFICOS.....	46
3.3.2.	DETERMINACIÓN DE MUESTREO GRANULOMÉTRICO DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN .....	47
3.3.3.	DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING.....	48
a)	AFORO EN LA SECCIÓN DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN .....	48
b)	ECUACIÓN DE MANNING .....	49
c)	ECUACIÓN DE RICKENMANN .....	51
d)	ECUACIÓN DE JARRETT .....	52
e)	ECUACIÓN PHILLIP E INGERSOL.....	52
f)	ECUACIÓN DE SAUER .....	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		54
4.1.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN .....	54
4.1.1.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	54
4.1.2.	MORFOLOGÍA FLUVIAL DEL RÍO .....	54
4.1.3.	PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE.....	55
a)	MÉTODO DE TAYLOR Y SCHWARZ.....	55
b)	MÉTODO DE PENDIENTE UNIFORME.....	55
4.2.	GRANULOMETRÍA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN .....	55
4.3.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING .....	62



4.3.1. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ECUACIÓN DE MANNING .....	63
4.3.2. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA ECUACIÓN DE JARRETT.....	64
4.3.3. RESULTADO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE RICKENMANN Y PHILLIP .....	66
4.3.4. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA ECUACIÓN DE SAUER.....	68
4.3.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	70
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
5.1. CONCLUSIONES .....	72
5.2. RECOMENDACIONES .....	73
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
6.1. BIBLIOGRAFÍA .....	73
6.2. LINKOGRAFÍA .....	76
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	77
ANEXO N°1. PANEL FOTOGRÁFICO .....	77
ANEXO N°2. TOPOGRAFÍA.....	99
ANEXO N°3. GRANULOMETRÍA DE SEDIMENTOS .....	106
ANEXO N°4. SECCIONES DE AFORO .....	118
ANEXO N°5. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD .....	153
ANEXO N°6. PLANOS .....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de verticales en función del ancho del río. ....	8
<b>Tabla 2.</b> Distancias mínimas entre verticales en función del ancho del río.....	9
<b>Tabla 3.</b> Diámetros de partículas de Sedimentos.....	24
<b>Tabla 4.</b> Conteo de partículas en el lecho del río.....	28
<b>Tabla 5.</b> Ubicación geográfica de la zona de estudio. ....	42
<b>Tabla 6.</b> Ubicación de muestreo sedimentológico del tramo de estudio. ....	47
<b>Tabla 7.</b> Ubicación de secciones de aforo del lecho del Río Porcón. ....	49
<b>Tabla 8.</b> Puntos del muestreo sedimentológico del tramo de estudio.....	56
<b>Tabla 9.</b> Diámetro característico de Calicata N°1 del lecho del Río Porcón. ....	56
<b>Tabla 10.</b> Diámetro característico de Calicata N°2 del lecho del Río Porcón. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Diámetro característico de Calicata N°3 del lecho del Río Porcón. ....	57
<b>Tabla 12.</b> Diámetro característico de Calicata N°4 del lecho del Río Porcón. ....	58
<b>Tabla 13.</b> Diámetro característico de Calicata N°5 del lecho del Río Porcón. ....	58
<b>Tabla 14.</b> Diámetro característico de Calicata N°6 del lecho del Río Porcón. ....	59
<b>Tabla 15.</b> Diámetro característico de Calicata N°7 del lecho del Río Porcón.....	59

<b>Tabla 16.</b>	Diámetro característico de Calicata N°8 del lecho del Río Porcón.....	60
<b>Tabla 17.</b>	Diámetro característico de Calicata N°9 del lecho del Río Porcón.....	61
<b>Tabla 18.</b>	Diámetro característico de Calicata N°10 del lecho del Río Porcón.....	61
<b>Tabla 19.</b>	Ubicación de secciones del Río Porcón.....	62
<b>Tabla 20.</b>	Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Manning.....	63
<b>Tabla 21.</b>	Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Jarrett.....	64
<b>Tabla 22.</b>	Porcentaje de variación de la ecuación de Jarrett y la ecuación de Manning.....	64
<b>Tabla 23.</b>	Resultados del coeficiente de rugosidad en función al diámetro característico de las ecuaciones Rickenmann y Phillip.....	66
<b>Tabla 24.</b>	Porcentaje de variación de Rickenmann y Phillip respecto a la ecuación de Manning.....	66
<b>Tabla 25.</b>	Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Sauer.....	68
<b>Tabla 26.</b>	Porcentaje de variación de la ecuación de Sauer y la ecuación de Manning.....	69
<b>Tabla 27.</b>	Caudales en época de lluvia en la zona de estudio del Río Porcón.....	71
<b>Tabla 28.</b>	Pendiente del cauce principal.....	99
<b>Tabla 29.</b>	Pendiente sección 1.....	103
<b>Tabla 30.</b>	Pendiente sección 2.....	103
<b>Tabla 31.</b>	Pendiente sección 3.....	103
<b>Tabla 32.</b>	Pendiente sección 4.....	104
<b>Tabla 33.</b>	Pendiente sección 5.....	104
<b>Tabla 34.</b>	Pendiente sección 6.....	105
<b>Tabla 35.</b>	Pendiente sección 7.....	105
<b>Tabla 36.</b>	Pendiente sección 8.....	105
<b>Tabla 37.</b>	Pendiente sección 9.....	106
<b>Tabla 38.</b>	Pendiente sección 10.....	106
<b>Tabla 39.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos de Calicata N°1.....	106
<b>Tabla 40.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°2.....	108
<b>Tabla 41.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°3.....	109
<b>Tabla 42.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°4.....	110
<b>Tabla 43.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°5.....	111
<b>Tabla 44.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°6.....	112
<b>Tabla 45.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°7.....	113
<b>Tabla 46.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°8.....	115
<b>Tabla 47.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°9.....	116
<b>Tabla 48.</b>	Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°10.....	117
<b>Tabla 49.</b>	Primer aforo del tramo en estudio, fecha 29/01/2023.....	119
<b>Tabla 50.</b>	Primer Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.....	120
<b>Tabla 51.</b>	Primer Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.....	120
<b>Tabla 52.</b>	Primer Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.....	121
<b>Tabla 53.</b>	Primer Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.....	122
<b>Tabla 54.</b>	Primer Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.....	122
<b>Tabla 55.</b>	Primer Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.....	123
<b>Tabla 56.</b>	Primer Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.....	123

<b>Tabla 57.</b>	Primer Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia. ....	124
<b>Tabla 58.</b>	Primer Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia. ....	124
<b>Tabla 59.</b>	Primer Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia. ....	125
<b>Tabla 60.</b>	Segundo aforo del tramo es estudio, fecha 11/02/2023. ....	126
<b>Tabla 61.</b>	Segundo Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia. ....	127
<b>Tabla 62.</b>	Segundo Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia. ....	127
<b>Tabla 63.</b>	Segundo Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia. ....	128
<b>Tabla 64.</b>	Segundo Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia. ....	129
<b>Tabla 65.</b>	Segundo Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia. ....	129
<b>Tabla 66.</b>	Segundo Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia. ....	130
<b>Tabla 67.</b>	Segundo Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia. ....	130
<b>Tabla 68.</b>	Segundo Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia. ....	131
<b>Tabla 69.</b>	Segundo Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia. ....	131
<b>Tabla 70.</b>	Segundo Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia. ....	132
<b>Tabla 71.</b>	Tercer aforo del tramo en estudio, fecha 26/02/2023. ....	133
<b>Tabla 72.</b>	Tercer Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia. ....	134
<b>Tabla 73.</b>	Tercer Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia. ....	134
<b>Tabla 74.</b>	Tercer Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia. ....	135
<b>Tabla 75.</b>	Tercer Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia. ....	136
<b>Tabla 76.</b>	Tercer Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia. ....	136
<b>Tabla 77.</b>	Tercer Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia. ....	137
<b>Tabla 78.</b>	Tercer Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia. ....	137
<b>Tabla 79.</b>	Tercer Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia. ....	138
<b>Tabla 80.</b>	Tercer Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia. ....	138
<b>Tabla 81.</b>	Tercer Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia. ....	139
<b>Tabla 82.</b>	Cuarto aforo del tramo en estudio, fecha 13/03/2023. ....	140
<b>Tabla 83.</b>	Cuarto Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia. ....	141
<b>Tabla 84.</b>	Cuarto Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia. ....	141
<b>Tabla 85.</b>	Cuarto Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia. ....	142
<b>Tabla 86.</b>	Cuarto Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia. ....	143
<b>Tabla 87.</b>	Cuarto Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia. ....	143
<b>Tabla 88.</b>	Cuarto Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia. ....	144
<b>Tabla 89.</b>	Cuarto Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia. ....	144
<b>Tabla 90.</b>	Cuarto Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia. ....	145
<b>Tabla 91.</b>	Cuarto Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia. ....	145
<b>Tabla 92.</b>	Cuarto Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia. ....	146
<b>Tabla 93.</b>	Quinto aforo del tramo en estudio, fecha 29/04/2023. ....	147
<b>Tabla 94.</b>	Quinto Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia. ....	148
<b>Tabla 95.</b>	Quinto Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia. ....	148
<b>Tabla 96.</b>	Quinto Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia. ....	149
<b>Tabla 97.</b>	Quinto Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia. ....	149
<b>Tabla 98.</b>	Quinto Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia. ....	150
<b>Tabla 99.</b>	Quinto Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia. ....	150
<b>Tabla 100.</b>	Quinto Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia. ....	151
<b>Tabla 101.</b>	Quinto Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia. ....	151
<b>Tabla 102.</b>	Quinto Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia. ....	152
<b>Tabla 103.</b>	Quinto Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia. ....	152

<b>Tabla 104.</b>	Elementos geométricos de secciones de Aforo en periodo de lluvia. ....	153
<b>Tabla 105.</b>	Resultados de ecuación de Manning periodo de lluvia. ....	153
<b>Tabla 106.</b>	Resultados de ecuación de Jarrett en periodo de lluvia. ....	154
<b>Tabla 107.</b>	Resultados de ecuación de Rickenmann en periodo de lluvia. ....	154
<b>Tabla 108.</b>	Resultados de ecuación de Phillip en periodo de lluvia. ....	155
<b>Tabla 109.</b>	Resultados de ecuación de Sauer en periodo de lluvia. ....	156

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Equipo topográfico Estación total. ....	7
<b>Figura 2.</b>	El periodo de escorrentía. ....	7
<b>Figura 3.</b>	El periodo de escorrentía. ....	10
<b>Figura 4.</b>	Distribución de velocidades en un cauce. ....	11
<b>Figura 5.</b>	Representación visual del perfil longitudinal y secciones de tramo de un río en su trayecto. ....	13
<b>Figura 6.</b>	Coeficiente de sinuosidad representado en la longitud de un río. ....	15
<b>Figura 7.</b>	Zona de montaña, pie de monte y llanura. ....	15
<b>Figura 8.</b>	Sección de tramo de un río de montaña. ....	16
<b>Figura 9.</b>	Sección de tramo de un río de pie de monte. ....	17
<b>Figura 10.</b>	Sección de tramo de un río de pie de llanura. ....	17
<b>Figura 11.</b>	Etapas en el río. ....	18
<b>Figura 12.</b>	Patrones del cauce de un río. ....	20
<b>Figura 13.</b>	Factores que influyen en la estabilidad de la estabilidad del cauce. ....	21
<b>Figura 14.</b>	Dimensión de una partícula de sedimento. ....	23
<b>Figura 15.</b>	Forma de las partículas. ....	27
<b>Figura 16.</b>	Contraste visual entre muestra superficial y la muestra volumétrica. ....	29
<b>Figura 17.</b>	Curva granulométrica de tamaño de partículas de sedimentos. ....	29
<b>Figura 18.</b>	Curva granulométrica extendida de los sedimentos de un río. ....	32
<b>Figura 19.</b>	Mapa regional de la zona de estudio. ....	40
<b>Figura 20.</b>	Ubicación Provincial de la zona de estudio. ....	41
<b>Figura 21.</b>	Ubicación Distrital de la zona de estudio. ....	41
<b>Figura 22.</b>	Ubicación referencial de la zona de estudio. ....	43
<b>Figura 23.</b>	Longitud del tramo de estudio del Río Porcón. ....	54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b>	Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Jarrett. ....	65
<b>Gráfico 2.</b>	Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Rickenmann. ....	67
<b>Gráfico 3.</b>	Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Phillip. ....	68
<b>Gráfico 4.</b>	Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Sauer. ....	70
<b>Gráfico 5.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°1. ....	107
<b>Gráfico 6.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°2. ....	108
<b>Gráfico 7.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°3. ....	109
<b>Gráfico 8.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°4. ....	111
<b>Gráfico 9.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°5. ....	112
<b>Gráfico 10.</b>	Curva granulométrica extendida de Calicata N°6. ....	113

<b>Gráfico 11.</b> Curva granulométrica extendida de Calicata N°7. ....	114
<b>Gráfico 12.</b> Curva granulométrica extendida de Calicata N°8. ....	116
<b>Gráfico 13.</b> Curva granulométrica extendida de Calicata N°9. ....	117
<b>Gráfico 14.</b> Curva granulométrica extendida de Calicata N°10. ....	118

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Levantamiento topográfico con estación total Leica Ts06 plus. ....	46
<b>Fotografía 2.</b> Tamizado de muestra sedimentológica del lecho del Río Porcón. ....	48
<b>Fotografía 3.</b> Aforo en la sección N°2 del lecho del Río Porcón. ....	49
<b>Fotografía 5.</b> Aforo sección N°1, fecha:29/04/2023 $Q = 1.61 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 2.301 \text{ m}^2$ , $P = 11.25 \text{ m}$ y $R_h = 0.200\text{m}$ . ....	77
<b>Fotografía 6.</b> Aforo sección N°2, fecha 26/02/2023, $Q = 3.17 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 3.527 \text{ m}^2$ , $P = 10.09 \text{ m}$ y $R_h = 0.325\text{m}$ . ....	77
<b>Fotografía 7.</b> Aforo sección N°3, fecha 26/02/2023, $Q = 4.06 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 3.691 \text{ m}^2$ , $P = 10.956 \text{ m}$ y $R_h = 0.337\text{m}$ . ....	78
<b>Fotografía 8.</b> Aforo sección N°4, fecha 29/04/2023, $Q = 2.56 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 2.474 \text{ m}^2$ , $P = 7.167 \text{ m}$ y $R_h = 0.345\text{m}$ . ....	78
<b>Fotografía 9.</b> Aforo sección N°5, fecha 13/03/2023, $Q = 4.81 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 4.474 \text{ m}^2$ , $P = 9.470 \text{ m}$ y $R_h = 0.472\text{m}$ . ....	79
<b>Fotografía 10.</b> Aforo sección N°6, fecha 13/03/2023, $Q = 3.38 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 4.618 \text{ m}^2$ , $P = 7.420 \text{ m}$ y $R_h = 0.622\text{m}$ . ....	79
<b>Fotografía 11.</b> Aforo sección N°7, fecha 29/01/2023, $Q = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 0.747 \text{ m}^2$ , $P = 5.469 \text{ m}$ y $R_h = 1.37\text{m}$ . ....	80
<b>Fotografía 12.</b> Aforo sección N°8, fecha 29/04/2023, $Q = 0.86 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 1.236 \text{ m}^2$ , $P = 5.615 \text{ m}$ y $R_h = 0.220\text{m}$ . ....	80
<b>Fotografía 13.</b> Aforo sección N°9, fecha 26/02/2023, $Q = 3.73 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 2.178 \text{ m}^2$ , $P = 8.970 \text{ m}$ y $R_h = 0.243 \text{ m}$ . ....	81
<b>Fotografía 14.</b> Aforo sección N°10, fecha 26/02/2023, $Q = 1.35 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 2.552 \text{ m}^2$ , $P = 8.548 \text{ m}$ y $R_h = 0.299 \text{ m}$ . ....	81
<b>Fotografía 15.</b> Aforo sección N°1, fecha 29/04/2023, $Q = 1.61 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 2.301\text{m}^2$ , $P = 11.525 \text{ m}$ y $R_h = 0.200 \text{ m}$ . ....	82
<b>Fotografía 16.</b> Aforo sección N°6, fecha 26/02/2023, $Q = 2.17 \text{ m}^3/\text{s}$ , $A = 4.236 \text{ m}^2$ , $P = 7.180 \text{ m}$ y $R_h = 0.590\text{m}$ . ....	82
<b>Fotografía 17.</b> Levantamiento topográfico en la sección N°4. ....	83
<b>Fotografía 18.</b> Levantamiento topográfico en la sección N°3. ....	83
<b>Fotografía 19.</b> Levantamiento topográfico en la sección N°5. ....	84
<b>Fotografía 20.</b> Muestra Sedimentológica Calicata N°1. ....	84
<b>Fotografía 21.</b> Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°1. ....	85
<b>Fotografía 22.</b> Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°1. ....	85
<b>Fotografía 23.</b> Muestra Sedimentológica Calicata N°2. ....	86
<b>Fotografía 24.</b> Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°2. ....	86
<b>Fotografía 25.</b> Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°2. ....	87
<b>Fotografía 26.</b> Muestra Sedimentológica Calicata N°3. ....	87
<b>Fotografía 27.</b> Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°3. ....	88
<b>Fotografía 28.</b> Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°3. ....	88
<b>Fotografía 29.</b> Muestra Sedimentológica Calicata N°4. ....	89

<b>Fotografía 30.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°4.....	89
<b>Fotografía 31.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°5.....	90
<b>Fotografía 32.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°5.....	90
<b>Fotografía 33.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°5.....	91
<b>Fotografía 34.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°6.....	91
<b>Fotografía 35.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial y Volumétrica Calicata N°6.....	92
<b>Fotografía 36.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°7.....	92
<b>Fotografía 37.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°7.....	93
<b>Fotografía 38.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°7.....	93
<b>Fotografía 39.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°8.....	94
<b>Fotografía 40.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°8.....	94
<b>Fotografía 41.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°8.....	95
<b>Fotografía 42.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°9.....	95
<b>Fotografía 43.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°9.....	96
<b>Fotografía 44.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°9.....	96
<b>Fotografía 45.</b>	Muestra Sedimentológica Calicata N°10.....	97
<b>Fotografía 46.</b>	Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°10.....	97
<b>Fotografía 47.</b>	Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°10.....	98
<b>Fotografía 48.</b>	Peso de muestra de sedimento de río.....	98
<b>Fotografía 49.</b>	Tamizado de muestra sedimentológica de río.....	99

## RESUMEN

La investigación “Análisis Comparativo Del Coeficiente De Rugosidad De Manning Estimado En Campo Con Los Estimados Aplicando 4 Metodologías Empíricas En El Lecho Del Río Porcón, Cajamarca-2023”, tuvo el objetivo de determinar el coeficiente de rugosidad en campo empleando 4 metodologías empíricas, cuyas coordenadas de la zona de estudio son inicio de tramo E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y fin de tramo E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m, con una longitud del río de 7370 m dividido en 10 estaciones de aforo, los cuales se ha realizado un levantamiento topográfico del lecho del Río Porcón presentando una pendiente longitudinal de río de montaña de 0.0184 , aforos se realizaron en el periodo de lluvias en los meses de enero, febrero, marzo y abril del 2023 empleando un correntómetro, obteniendo como caudal máximo de 5.09 m<sup>3</sup>/s y un caudal mínimo de 0.20 m<sup>3</sup>/s, granulometría de sedimentos en cada sección de aforo, cada muestreo sedimentológico se halló sedimentos de arenisca, lutitas, quartitas, grava, arcilla, arena y limos, determinación de los diámetros característicos de  $D_{10}$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{50}$ ,  $D_{60}$ ,  $D_{65}$ ,  $D_{84}$  y  $D_{90}$ . Finalmente se emplearon las ecuaciones empíricas Jarrett, Rickenmann, Phillip y Sauer obteniendo en esta investigación valores de coeficiente de rugosidad promedio de 0.081, 0.147, 0.139 y 0.052 con respecto a la ecuación de Manning que presenta un coeficiente de rugosidad de 0.095. Las variaciones porcentuales de las ecuaciones de Jarrett, Rickenmann, Phillip y Sauer son -14.55%, 54.65%, 46.46% y -45.64% con respecto a la ecuación de Manning, donde podemos concluir que la ecuación de Rickenmann presenta una variación porcentual de 54.65% con respecto a la ecuación de Manning en el periodo de lluvia y la ecuación de Jarrett tiene una variable de respuesta de 94.34% de mayor ajuste para calcular la variable n Manning en el tramo del Río Porcón.

**Palabras clave:** coeficiente de rugosidad, variación porcentual, periodo de lluvia, ecuaciones empíricas y sección de aforo.

## ABSTRACT

The research “Comparative Analysis of the Manning Roughness Coefficient Estimated in the Field with the Estimates Applying 4 Empirical Methodologies in the Porcón River Bed, Cajamarca-2023”, had the objective of determining the roughness coefficient in the field using 4 empirical methodologies, whose Coordinates of the study area are beginning of section E: 773479, N: 9210449 with an altitude of 2732 m.a.s.l. and end of section E: 769516, N: 9214804 and an altitude of 2940 m.a.s.l., with a length of the river of 7370 m divided In 10 gauging stations, in which a topographic survey of the bed of the Porcón River has been carried out, presenting a longitudinal slope of a mountain river of 0.0184, gauging was carried out in the rainy season in the months of January, February, March and April of the 2023 using a current meter, obtaining a maximum flow of 5.09 m<sup>3</sup>/s and a minimum flow of 0.20 m<sup>3</sup>/s, sediment granulometry in each gauging section, each sedimentological sampling found sandstone, shale, quartite, gravel, clay, sand sediments and silts, determination of the characteristic diameters of D<sub>10</sub>, D<sub>30</sub>, D<sub>50</sub>, D<sub>60</sub>, D<sub>65</sub>, D<sub>84</sub> and D<sub>90</sub>. Finally, the empirical equations Jarrett, Rickenmann, Phillip and Sauer were used, obtaining in this research average roughness coefficient values of 0.081, 0.147, 0.139 and 0.052 with respect to the Manning equation that presents a roughness coefficient of 0.095. The percentage variations of the Jarrett, Rickenmann, Phillip and Sauer equations are -14.55%, 54.65%, 46.46% and -45.64% with respect to the Manning equation, where we can conclude that the Rickenmann equation presents a percentage variation of 54.65 % with respect to the Manning equation in the rainy period and the Jarrett equation has a response variable of 94.34% of greater adjustment to calculate the Manning variable n in the Porcón River section.

**Keywords:** roughness coefficient, percentage variation, rainy period, empirical equations and gauging section.



## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La presente investigación titulada “Análisis Comparativo Del Coeficiente De Rugosidad De Manning Estimado En Campo Con Los Estimados Aplicando 4 Metodologías Empíricas En El Lecho Del Río Porcón, Cajamarca-2023”, se llevó a cabo con la finalidad de estimar el coeficiente de rugosidad de Manning utilizando los métodos: ecuación de Rickenmann, ecuación de Jarrett, ecuación de Phillip y ecuación de Sauer.

El desarrollo de la investigación se encuentra ubicada en el Río Porcón, iniciando en el tramo con las coordenadas UTM WGS84, E: 773479, N:9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y finalizando en el tramo cuyas coordenadas UTM WGS84 son E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m, siendo un tramo de 7370 m, en la provincia de Cajamarca. Para lo cual en el Río Porcón se inició con la localización de las 10 secciones de aforo para los periodos de lluvia, levantamiento topográfico de toda la zona de estudio, ubicación de puntos y extracción de muestras sedimentológicas del lecho del Río Porcón, tamizado y peso de la muestra sedimentológica en el laboratorio de suelos para obtener las curvas granulométricas. Por último, se utilizarán las ecuaciones correspondientes para estimar el coeficiente de rugosidad de Manning y determinar un promedio por ecuación en época lluviosa.

En la zona de investigación del Río Porcón, con el objetivo de colaborar en el diseño de estructuras hidráulicas que conectan caminos y mejoren las labores agrícolas y ganaderas en una región que depende de este recurso del agua para la construcción de puentes para la población.

#### **1.1.1. CONTEXTUALIZACIÓN**

En el Perú no se realizan investigaciones centradas en estimar el coeficiente de rugosidad de Manning en los ríos de montaña, ya que se encuentran en áreas con poca población, alejadas de las principales ciudades y a gran altitud. Estos ríos se caracterizan por tener lechos con mayor pendiente longitudinal, con distintos tipos de sedimentos y tamaños.

El asunto primordial que se presentan en la Hidráulica Fluvial es la oposición del fondo del río al movimiento del agua, ya que su cálculo es fundamental para resolver numerosos problemas que se presentan. En cuanto a los diseños hidráulicos que se realizan, la

mayoría de profesionales se apoyan por medio de tablas, imágenes calibradas y otros enfoques para relacionar el coeficiente de rugosidad con las características que presenta el tramo del río destinado a algún proyecto, estudio científico o artículo de investigación.

Existe una dificultad en la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning por lo complejo que es predecir los valores ya que el proyectista demanda de la bibliografía y experiencia para la selección sin ningún sustento científico, el uso correcto del parámetro "n" ayuda a realizar la determinación de caudales, el modelamiento hidráulico en softwares 2D y 3D y así diseñar correctamente las estructuras hidráulicas sin sobredimensionar los diseños y el presupuesto.

### **1.1.2. ENFOQUE DEL PROBLEMA**

En Cajamarca, en los ríos de alta montaña existe una falta de información en el parámetro n del coeficiente de rugosidad de Manning, carencia reflejada en el diseño de las estructuras emplazadas a lo largo de los lechos fluviales. El uso común en el diseño hidráulico se limita al uso de tablas generalizadas y a fotografías calibradas presentes en textos, sin tomar en cuenta el uso de ecuaciones empíricas que permitan determinar el valor "n" de Manning como la ecuación de Rickenmann, Jarrett, Phillip y Sauer tomando en cuenta el diámetro característico de las partículas del material que se presenta en los cauces fluviales.

En el lecho del Río Porcón cuyo tramo de estudio tiene un inicio de tramo E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y finalizando en el tramo E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m, los habitantes lo utilizan como una fuente de aprovechamiento para el riego de las zonas agrícolas, con un tráfico constante al margen del río y la necesidad de construcción de puentes. En la actualidad, en el tramo de estudio se ha observado de infraestructuras hidráulicas en mal estado que han sido diseñadas utilizando tablas e imágenes calibradas para determinar el coeficiente de rugosidad de Manning ocasionado un problema en predecir los valores para ríos de montaña.

### **1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En el Río Porcón no se cuenta con coeficiente de rugosidad de Manning para los diseños de estructura hidráulica.

## **1.2.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA**

La presente investigación busca estimar de manera precisa el coeficiente de rugosidad de Manning en los ríos de alta montaña en Cajamarca, de esta manera contribuirá en el estudio hidráulico para el diseño y mejora de estructuras hidráulicas como captaciones, puentes, pases aéreos y canales de riego; así como también ser un componente económico importante para así evitar una falla estructural o funcional del sistema hidráulico.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA – PRÁCTICA**

El resultado de la investigación ayudará a futuros diseñadores hidráulicos para crear apropiadamente estructuras hidráulicas para ríos de montaña, estimando de forma precisa el coeficiente de rugosidad de Manning y economizando presupuesto.

### **1.2.3. JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL Y PERSONAL**

La investigación se fundamenta institucionalmente debido a que la Universidad Nacional De Cajamarca contribuye al proceso económico y social de la región de Cajamarca a través de investigaciones que enriquecen el conocimiento tanto científico como práctico, los cuales serán útiles en diversas situaciones y que promoverá un crecimiento sostenible. Además, desde una perspectiva personal, esto es relevante porque permitirá llevar a cabo investigaciones enfocadas para validar la habilidad investigadora y contribuir al crecimiento personal y profesional.

## **1.3.ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realizó en el Río Porcón, iniciando en el tramo con las coordenadas UTM WGS84, E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y finalizando en el tramo cuyas coordenadas UTM WGS84 son E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m, cuyo objetivo fue determinar el coeficiente de rugosidad estimado en campo aplicando 4 metodologías empíricas: la ecuación de Rickenmann, Jarrett, Phillip y Sauer, se realizó en un tramo de estudio de 7370 m, el tamaño de muestra, se determinó con un nivel de significancia de 95% y un margen de error estimado de 5% obteniéndose un valor de una muestra de población finita de 365.17 m, indicando que la longitud del tramo de estudio del Río Porcón supera el tamaño de muestra calculado. Donde los aforos se realizaron en el periodo de lluvia en los meses de enero, febrero, marzo y abril del

2023, se determinó sus caudales máximos para el diseño de estructuras hidráulicas aplicando conocimientos de Hidráulica, Ingeniería Fluvial y Mecánica de Fluidos. El muestreo de los sedimentos de lecho del río se realizó en los meses de julio y agosto, aplicando Mecánica de Suelos, para determinar los diámetros característicos que se presenta en el lecho del cauce del Río Porcón y poder determinar el valor “n” de Manning. Obteniéndose resultados para mejorar el diseño y presupuesto de las estructuras hidráulicas en ríos de montaña.

#### **1.4.LIMITACIONES**

El muestreo de los sedimentos del Río Porcón, iniciando en el tramo con las coordenadas UTM WGS84, E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y finalizando en el tramo cuyas coordenadas UTM WGS84 son E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m, no se puede recoger en periodos lluviosos, además las ubicaciones de las secciones de aforo no serán equidistantes por la configuración sinuosa del río para aplicar la ecuación de Manning.

#### **1.5.OBJETIVOS**

##### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar coeficiente de rugosidad estimado en campo con los estimados aplicando 4 metodologías empíricas en el Río Porcón, Cajamarca-2023.

##### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar la morfología fluvial del tramo de estudio del Río Porcón.
- Realizar el muestreo sedimentológico, la granulometría de sedimentos y los diámetros característicos en el lecho del cauce del Río Porcón en estudio.
- Determinar el coeficiente de rugosidad “n” de Manning, en campo entre los meses de enero, febrero, marzo y abril del periodo de lluvia, utilizando los métodos: Rickenmann, Jarrett, Phillip y Sauer, calculando su variación porcentual respecto a Manning.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En la tesis de grado “Estimación Del Coeficiente De Manning Con El Método De Los Dos Puntos En El Río Negro (Cundinamarca)” ,cuyo objetivo es determinar el coeficiente de rugosidad de Manning en el río Negro, Cundinamarca – Colombia mediante datos de aforo, para lo cual se obtuvo una el coeficiente de rugosidad  $n=0.028$  , $n= 0.021$ , $n=0.032$  y  $n=0.029$  y obteniendo como resultado un coeficiente promedio ,en cual se comparó con fotografías resultando ser similares sus valores y concluyendo la importancia este método por su objetividad y contándose con la disponibilidad del aforo (León y Parra,2018).

En la investigación “Influencia del método de estimación en el coeficiente de Manning para cauces naturales”, cuyo objetivo es determinar el coeficiente de Manning y su variabilidad mediante fórmulas empíricas en el tramo del río Yanuncay, provincia Cuenca, Ecuador, para lo cual se obtuvo los diámetros de las partículas en lecho del río, velocidad del flujo mediante el aforo usando el molinete, concluyendo a obtener un dato de confiabilidad en el intervalo de variabilidad del coeficiente de Manning (De Córdoba et.al ,2018).

En el desarrollo de la investigación “Modelo de estimación del coeficiente de rugosidad de Manning en función de la granulometría en el río Santa, sector Recuay – Carhuaz, Áncash, Perú”, cuyo objetivo es determinar el coeficiente de rugosidad de Manning en función del análisis de la granulometría del cauce; para lo cual se obtuvo datos por el método de distribución de velocidades en ocho puntos de aforo, obteniéndose un coeficiente de Manning promedio de 0.0042 con una variación de 11.37% asumiéndose como coeficiente adecuado para la zona de estudio (Díaz et.al,2020).

En la tesis de grado “Estimación Del Coeficiente De Rugosidad De Manning Mediante Mediciones De Velocidad Y Profundidad, Empleando Un Molinete Hidrométrico, En El Río Chonta, Cajamarca, 2016”, cuyo objetivo es estimar el coeficiente de rugosidad de Manning en siete tramos en el río Chonta, para lo cual se realizó medición de velocidades y análisis de la granulometría del lecho del río, obteniéndose el promedio del coeficiente de rugosidad de Manning de 0.0301 (Burgos,2017).

En el desarrollo de la tesis de grado “Rugosidad De Manning En el Cauce Del Río Cajamarquino, Tramo Puente LLacanora - Huayrapongo Para Los Periodos De Estiaje Y

Lluvias” cuyo objetivo es estimar el coeficiente de rugosidad en el río Cajamarquino tramo puente LLacanora – Huayrapongo en periodos de estiaje y lluvia empleando ecuaciones empíricas obtenido como resultados en el periodo de estiaje una variación porcentual -6.03% y para el periodo lluvioso -0.5% en relación con la ecuación de Manning, concluyendo que la ecuación de Rickenmann y Jarrett se ajustan a la morfología, granulometría de sedimentos que presenta el río Cajamarquino (Guívar, 2023).

## **2.2.BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. TOPOGRAFÍA**

La topografía de acuerdo a Mendoza (2019) se define como el área de la ingeniería encargada de realizar la medición de la superficie terrestre en una escala determinada, concluyendo la información con procedimientos matemáticos para representarlo en un plano.

La topografía hidrográfica es el levantamiento de una superficie acuática para obtener las coordenadas de estos puntos relevantes. Para determinar la profundidad máxima, se medirá, distancia vertical entre nivel de agua y el fondo utilizando equipos con control satelital y desarrollo informativo que reducirá el tiempo de ejecución y una mejora en la precisión tanto en planimetría como en la determinación de la profundidad (Farjas,2021).

#### **2.2.1.1.LEVANTAMIENTO HIDROGRÁFICO**

Según Navarro (2008) el objetivo de los levantamientos hidrográficos es obtener planos de masas de agua, relieve de lechos de ríos y lagos, con el propósito de adquirir, medir los recursos hídricos, entre otras cosas. Para llevar a cabo un levantamiento hidrográfico se debe realizar un levantamiento topográfico que delimite las corrientes de aguas, crear planos con detalles necesarios y medir el volumen del caudal.

#### **2.2.1.2.ESTACIÓN TOTAL**

Este equipo topográfico está compuesto por el teodolito óptico de precisión electrónico conectado con un medidor láser. Con este equipo, podemos recopilar y procesar los datos realizados en campo y ser almacenados en una memoria electrónica. El uso de la estación total permite lograr resultados más precisos sin modificación alguna de los fundamentos de la topografía (Mendoza, 2019).

**Figura 1.**

*Equipo topográfico Estación total.*



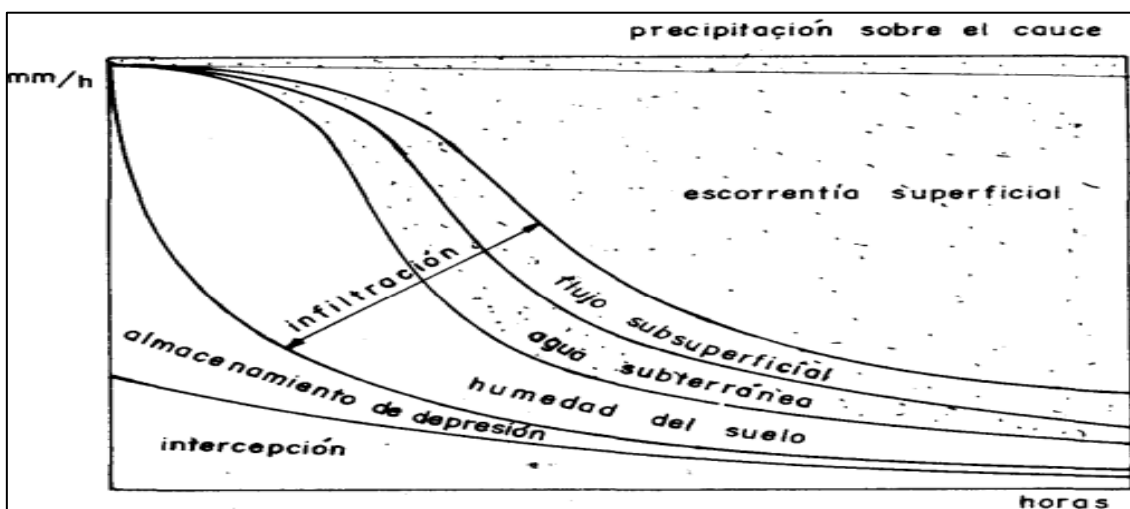
Nota: Adaptado de Topografía y Geodesia (p.260), por J. Mendoza, 2019, Maraucano.

### **2.2.2. EL PERIODO DE ESCORRENTÍA**

El proceso de escurrimiento describe parte del ciclo hidrológico entre la lluvia que cae sobre un área y la salida a través de ríos o evapotranspiración. Las lluvias al llegar al río lo hacen por distintas maneras, ya sea por escurrimiento en la superficie, subsuperficial, agua subterránea y precipitación directa sobre el cauce. Por lo tanto, la lluvia sobre el curso de agua es el único aumento del flujo en el lecho que sucede durante el periodo inicial de la precipitación ya que a medida que se intensifica la corriente, también se amplía la superficie de agua y se incrementa la cantidad de lluvia sobre el lecho (Chereque, 1989).

**Figura 2.**

*El periodo de escorrentía.*



Nota: Adaptado de Hidrología: para estudiantes de ingeniería civil. (p.66), por W. Chereque, 1989, Concytec.

### 2.2.2.1.AFORO DE FLUJO DE RÍOS

En 2006, Breña y Jacobo denominan aforo a la medida de la velocidad de un río, las características geométricas de la sección en la que se realiza la medición y el registro de los valores de altura del agua, brindan la base para calcular la cantidad de caudal que fluye a través de la corriente en un periodo determinado aplicándose tanto en ríos como en canales.

### 2.2.2.2.SELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE AFORO

La sección de aforo para que sea confiable debe de cumplir con ciertas consideraciones desde tener un caudal que converge aguas debajo de forma gradual, evitar tramos que presenten formación de remolinos, la sección debe de estar alejada de curvas, lecho del río debe ser uniforme y estable y no debe haber presencia de plantas acuáticas en la sección de aforo (Breña & Jacobo, 2006).

### 2.2.2.3.MEDICIÓN DE LA SECCIÓN TRASVERSAL DE AFORO

#### a) NÚMERO DE VERTICALES

La medición exacta del caudal en una sección transversal se basa en el número de verticales que están en relación con la profundidad y la velocidad del cauce, a partir de punto inicial en el margen se determina el ancho del cauce y la distancia entre verticales, siendo la distancia entre las verticales equidistante mediante el uso de una cinta métrica y una cuerda con marcas pintadas (Ramírez et al., 2005).

**Tabla 1.**

*Número de verticales en función del ancho del río.*

Ancho del río (m)	Nº verticales
0 - 0.5	3 a 4
0.5 – 1	4 a 5
1 – 3	5 a 8
3 – 5	8 a 10
5 – 10	10 a 20
Más de 10	20 o más

Nota: Adaptado de Manual de Procedimientos Hidrométricos (p.39), por Ramírez, C., García, J., Carbajal, Y., Ramírez, O., A Bocanegra, R., Loaiza, J. y Escobar, J. (2005). Universidad Del Valle.



## b) ANCHO

De acuerdo a Bustamante (2006), el ancho de la superficie del agua se divide en segmentos iguales, cuya medida es equivalente al espejo de agua de la sección transversal dividido entre la cantidad de segmentos calculados.

**Tabla 2.**

*Distancias mínimas entre verticales en función del ancho del río.*

<b>Ancho total mínimo del río (m)</b>	<b>Distancia entre verticales (m)</b>
Menos de 2	0.20
2 – 3	0.30
3 – 4	0.40
4 – 8	0.50
8 – 15	1.0
15 – 25	2.0
25 – 35	3.0
35 – 45	4.0
45 – 80	5.0
80 – 160	10.0
160 – 350	20.0

Nota: Adaptado de Hidrología (p.158), por M. Villón, 2022. Instituto Tecnológico De Costa Rica.

## c) PROFUNDIDAD

La profundidad es la distancia que existe en cada vertical entre la superficie y el fondo del flujo, también se puede determinar la profundidad con una varilla graduada colocada en el lecho de la corriente o utilizando el molinete bajando su eje de hélice para determinar la profundidad directamente (Bustamante, 2006).

### 2.2.2.4.CÁLCULO DEL VOLUMEN EN ESTADO PERMANENTE

De acuerdo a Breña y Jacobo (2006) si se toma en cuenta la condición de flujo constante como estado de flujo en un tramo de río o canal, la medida del caudal, es decir, el volumen por unidad de tiempo, se expresa como:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (1)$$

Donde Q es el caudal, en  $m^3/s$ ; V es la velocidad del flujo en  $m/s$ ; y A el área de la sección del río o canal que es perpendicular a la dirección de la velocidad del flujo en  $m^2$ .

### 2.2.2.5.ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

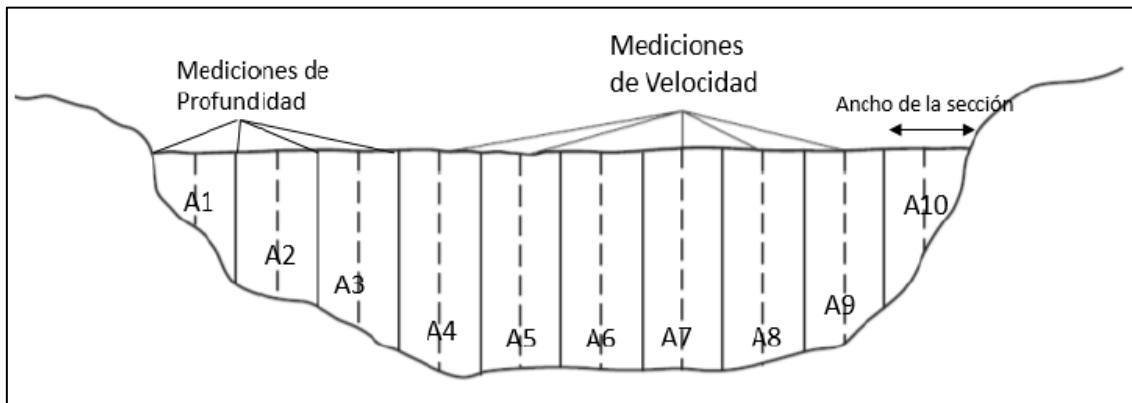
La medida del área de la sección transversal del río se obtiene dividiendo el río en diferentes tramos en donde se va a realizar el cálculo del caudal. El área en cada tramo se calcula considerándolo como el área de un trapecio, multiplicando ancho del tramo por el promedio de los tirantes que delimitan dicho tramo (Villón, 2002).

$$A_i = \frac{h_0+h_1}{2} \times L \dots\dots\dots (2)$$

Donde  $A_i$  es el área del tramo;  $h_0, h_1$  es las profundidades en los extremos del tramo; y L es el ancho de la superficie del tramo.

**Figura 3.**

*El periodo de escorrentía.*



Nota: Adaptado de Manual de medición de caudales (p.10), por E. Alvarado, 2017. Instituto Privado de Investigación Sobre Cambio Climático.

### 2.2.2.6.LA MEDICIÓN DEL FLUJO CON UNA HERRAMIENTA HIDROMÉTRICA

La valoración de la corriente del flujo se efectúa midiendo la hondura del río y la rapidez en uno o varios puntos empleando un dispositivo de medición, el molinete. La combinación del ancho, velocidad y hondura permite el cálculo de la corriente en cada sección del río. Para medir la velocidad del río, se utilizan instrumentos específicos. Normalmente, se utiliza un cronómetro para medir la cantidad de giros del rotor del dispositivo de medición en un periodo breve. El dispositivo de medición más comúnmente utilizado es la hélice con eje horizontal, que dispone de un disruptor que

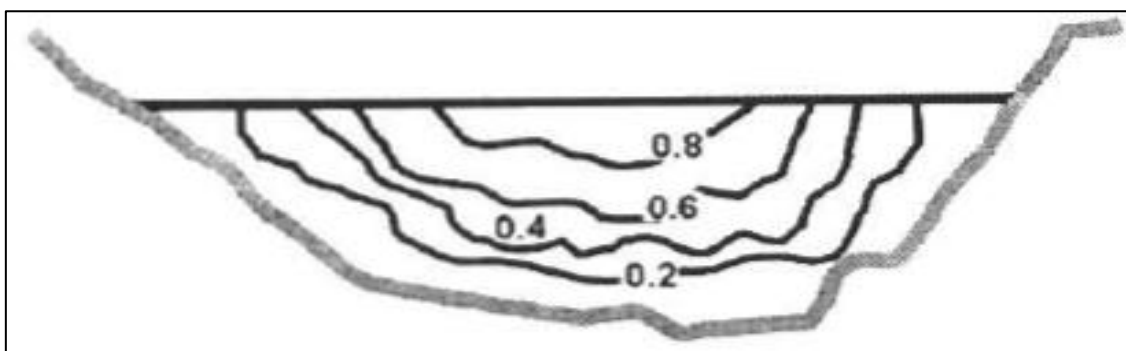
emite revoluciones del rotor y debe ser ajustado previamente para obtener un conjunto de velocidades de la corriente del río (Organización Meteorológica Mundial ,1994).

### 2.2.2.7.MÉTODOS DE PUNTOS REDUCIDOS DE VELOCIDAD

La velocidad se encuentra a través del número de aspas del molinete sumergido cada 30 a 50 segundos de tiempo, registrando la velocidad en una vertical. Los procedimientos que se utilizarán en cada tramo parcial depende de la profundidad a la que se realizará la medición de la velocidad en diferentes puntos (Alvarado, 2017).

**Figura 4.**

*Distribución de velocidades en un cauce.*



Fuente: Adaptado de Hidrología (p.159), por M. Villón, 2022. Instituto Tecnológico De Costa Rica.

#### a) MÉTODO DE UN PUNTO

La velocidad se debe medir en cada punto vertical colocando el molinete al 60% de la profundidad a partir del nivel del agua. El procedimiento de un solo punto se utiliza en aguas poco profundas inferiores a 60 cm (Ramírez et al., 2005).

En 2006, Cadavid expresa la siguiente ecuación:

$$V_i = V_{0.6} \dots\dots\dots (3)$$

Donde  $V_i$  es la velocidad media relacionada al área;  $V_{0.6}$  es la velocidad al 60%.

#### b) MÉTODO DE DOS PUNTOS

La velocidad que se realiza en cada vertical de una sección de corriente se ubica el molinete al 20% y 80% de profundidad a partir del espejo de agua. Este procedimiento de dos puntos se utiliza en aguas mayores a 60cm de profundidad (Ramírez et al., 2005).

En 2006, Cadavid expresa la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Donde  $V_i$  es la velocidad media relacionada al área;  $V_{0.2}$ ,  $V_{0.8}$  es la velocidad al 20% y 80%.

### c) MÉTODO DE TRES PUNTOS

La velocidad que se realiza en cada punto vertical se coloca el molinete al 20%, 60% y 80% de profundidad a partir del espejo de agua. Este procedimiento de tres puntos se emplea para canales abiertos cubiertos por vegetación acuática (Ramírez et al., 2005).

En 2006, Cadavid expresa la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{V_{0.2} + 2V_{0.6} + V_{0.8}}{4} \dots\dots\dots (5)$$

Donde  $V_i$  es la velocidad media relacionada al área;  $V_{0.2}$ ,  $V_{0.8}$ ,  $V_{0.6}$  es la velocidad al 20%, 80% y 60%.

### 2.2.2.8. PERÍMETRO MOJADO

En 2006, Cadavid lo expresa como el contorno que se presenta las secciones parciales en contacto con el agua.

### 2.2.2.9. RADIO HIDRÁULICO

En 2006, Cadavid lo expresa como la relación entre el área indicada del tramo y el perímetro mojado que presenta las secciones parciales mediante la siguiente ecuación:

$$R_H = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (6)$$

### 2.2.3. MORFOLOGÍA FLUVIAL

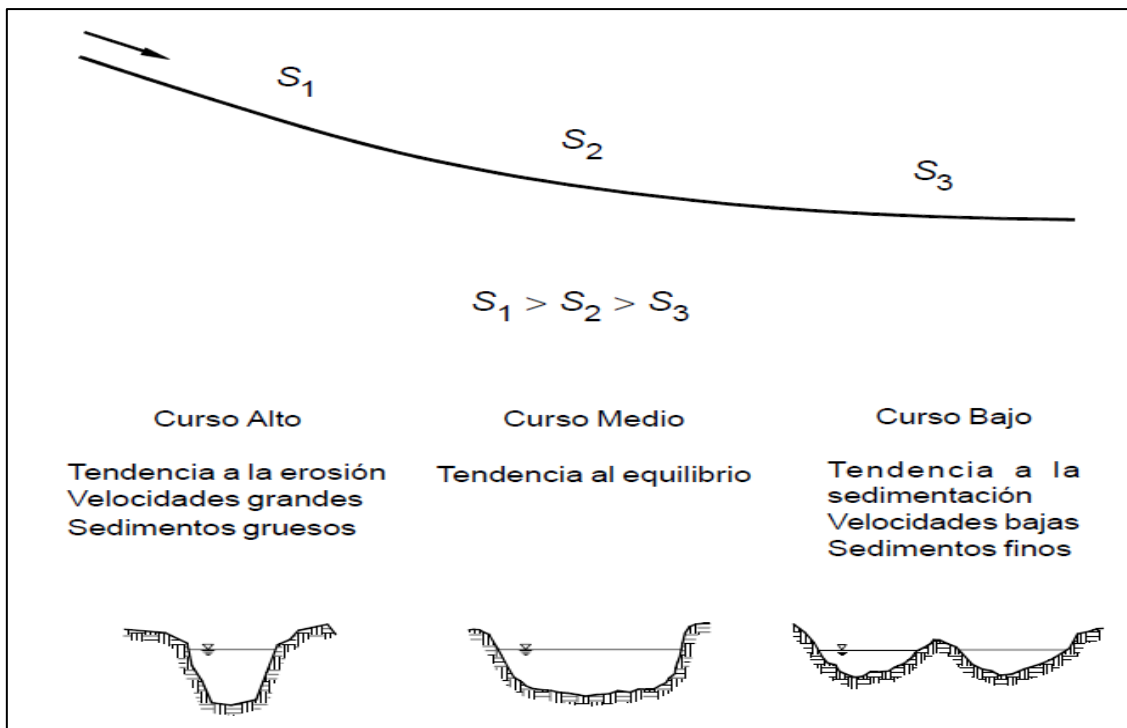
En 2011, Ochoa define que un río es un canal natural que depende de la cantidad de agua y sedimentos que transporta formando parte de sus características morfológicas y fisiográficas, ya sea como su forma de los ríos tanto en su perfil longitudinal, sección transversal y pendiente longitudinal que puede variar de acuerdo a las inclinaciones que presenta en sus tramos.

### 2.2.3.1.PERFIL LONGITUDINAL

La pendiente de un río varía a lo largo de su curso desde su origen hasta su desembocadura. Normalmente, las partes altas tiene mayor pendiente, mientras que las partes bajas, los cauces fluviales tienen una disminución de pendiente. En relación con estas pendientes, las mayores velocidades se encuentran en las partes altas y el material de solido transportado está compuesto por partículas gruesas. En las partes bajas, las velocidades son menores y también es menor el tamaño característico del material sólido transportado. Por lo tanto, existe una correlación entre la pendiente, velocidad y tamaño de los sólidos en movimiento. En la figura 5 se muestra de manera simplificada, el perfil longitudinal que representa un río. Como se observa, el perfil tiene una forma cóncava hacia arriba y se debe al equilibrio entre la capacidad de transporte del flujo y la cantidad y tamaño de los materiales aportados por la cuenca. La figura mencionada presenta tres tramos principales y las secciones transversales correspondientes a cada uno de ellos. En cada tramo del río también puede existir pequeñas variaciones en la pendiente, en distancias cortas (Rocha,1998).

**Figura 5.**

*Representación visual del perfil longitudinal y secciones de tramo de un río en su trayecto.*



Nota: Adaptado de Introducción A La Hidráulica Fluvial (p.183), por A. Rocha,1998, Universidad Nacional de Ingeniería.

**2.2.3.2.PENDIENTE DEL CAUCE**

De acuerdo a Breña y Jacobo (2006), la pendiente del cauce es el resultado de dividir la diferencia de las alturas entre los extremos del tramo y la longitud del tramo, utilizando el método de Taylor y Schwarz que sugiere que para determinar la pendiente de un río para tramos de diferentes longitudes. Esta se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S = \left[ \frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{s_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{s_2}} + \dots + \frac{l_n}{\sqrt{s_n}}} \right]^2 \dots\dots\dots (7)$$

Donde S es pendiente del cauce; L es longitud total del río;  $l_n$  es longitud del tramo n;  $S_n$  es la pendiente del tramo n.

**2.2.3.3.PENDIENTE UNIFORME DEL CAUCE**

Este procedimiento tiene en cuenta la pendiente del lecho, como la proporción entre la diferencia de alturas entre los extremos del lecho y la proyección horizontal de su longitud, siendo su ecuación la siguiente (Villón, 2002).

$$S = \frac{H}{L} \dots\dots\dots (8)$$

En donde, podemos decir que S es pendiente; H es diferencia de cotas en los extremos del lecho en Km; y L es longitud del cauce en Km.

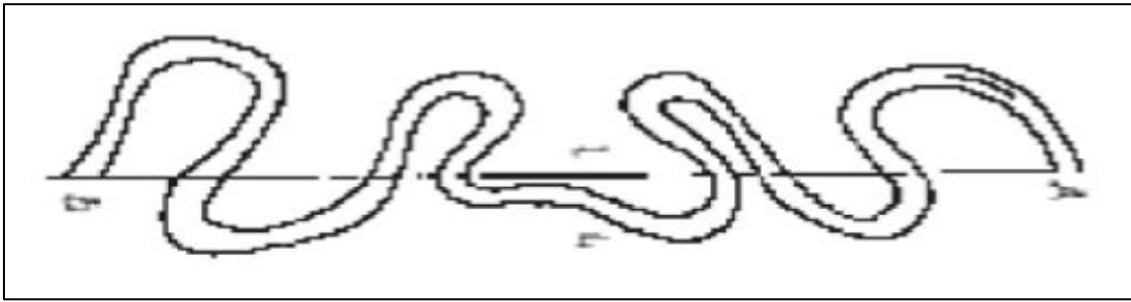
**2.2.3.4.COEFICIENTE DE SINUOSIDAD ( $K_s$ )**

Ochoa (2011) explica la relación que hay entre la longitud real de una sección del río L y la longitud “l” de una línea recta que une los dos extremos de la sección. Al encontrar la sinuosidad del río, se divide en diferentes secciones según la variación de su forma, determinándose para cada uno su grado de sinuosidad. Este valor puede oscilar entre 1 y 3, ya que si tiene un valor superior a 1.5, se dice que en la sección es meándrico y si es inferior a 1.5 se trata de una sección rectilínea.

$$K_s = \frac{L}{l} \dots\dots\dots (9)$$

**Figura 6.**

*Coefficiente de sinuosidad representado en la longitud de un río.*



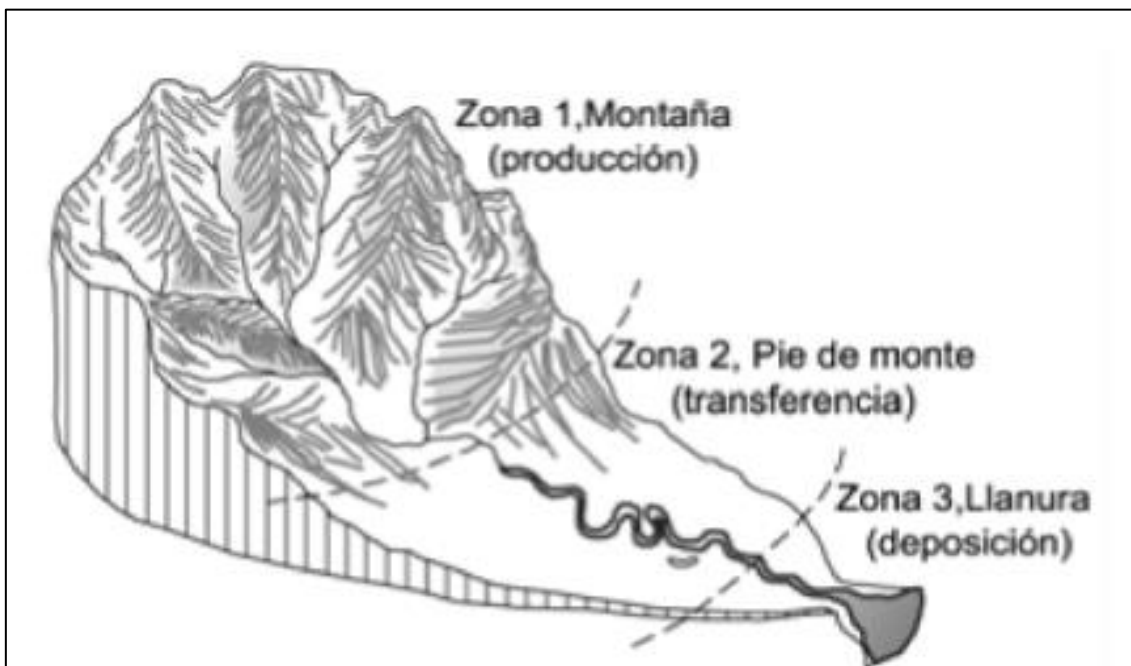
Nota: Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.315), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

### **2.2.3.5.FORMA DE LAS CORRIENTES NATURALES**

La cantidad de agua y sedimentos que entran en un río, están determinados principalmente por sus características. Estas pueden abarcar su forma y longitud, ancho y parámetros propuestos por Horton en su mayoría. Con respecto a los caudales naturales, en el proceso de escorrentía influye en la topografía de la cuenca, pendiente del cauce principal, de sus afluentes y laderas. Los ríos son clasificados en tres tipos: montañosos, de pie de monte y llanura (Ochoa, 2011).

**Figura 7.**

*Zona de montaña, pie de monte y llanura.*



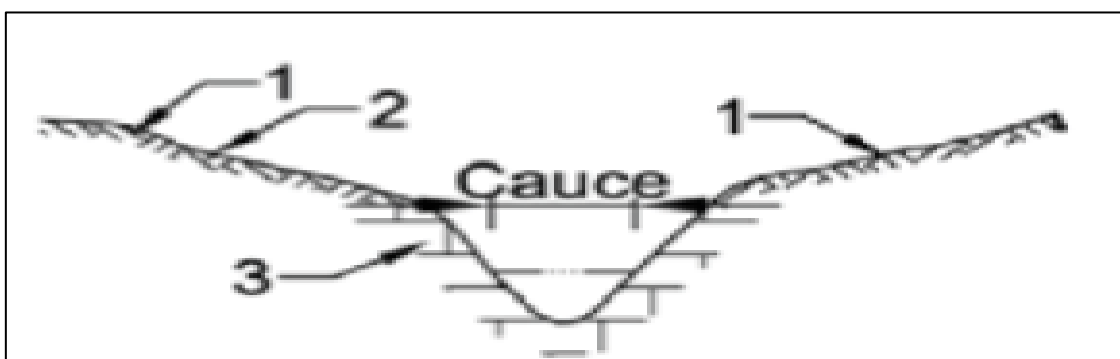
Nota: Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.318), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

### 2.2.3.5.1. RÍOS DE MONTAÑA (JUVENTUD)

Los ríos de montaña son aquellos que se encuentran rodeados por valles angostos, laderas de fuertes pendientes y pocas curvas. El cauce del río es rocoso y están formados por bloques, cantos rodados con poca grana y casi nada de finos. El flujo que recorre en este río son poco profundos, pendientes longitudinales superior a 0.005 y con una velocidad que varía entre 1.0 a 5.0 m/s. La velocidad del río arrastra cantos rodados debido a que el cauce es recto y presenta curvaturas suaves. Presenta en cada uno de sus tramos una socavación profunda del lecho (Ochoa, 2011).

#### Figura 8.

*Sección de tramo de un río de montaña.*



Nota: 1. Ladera; 2. Ladera cubierta con vegetación; 3. Roca. Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.319), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

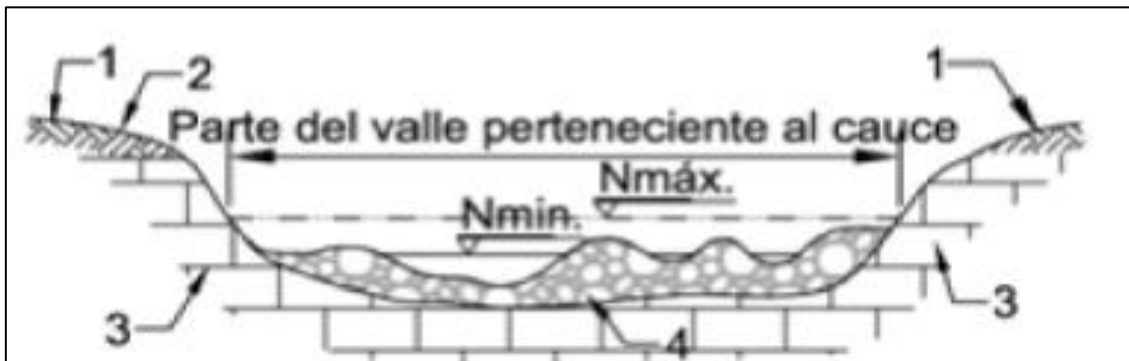
### 2.2.3.5.2. RÍO DE PIE DE MONTE (MADUREZ)

Estos cauces presentan valles de forma intermedia, con profundidades de agua no muy significativas. Asimismo, se les conoce como ríos de transición, formando cauces trenzados y en raras ocasiones meandros. El relieve que presenta la cuenca es ligeramente ondulado o semimontañoso. Las pendientes longitudinales oscilan entre 0.0005 y 0.005. Las velocidades medias durante las crecidas se encuentran entre 1.5 y 3.0 m/s. El caudal se mantiene elevado incluso durante los periodos de sequía, las crecidas se producen cuando hay precipitaciones prolongadas. Las pendientes pronunciadas del cauce y las laderas generan una corriente acelerada que llegan a las zonas bajas del valle. Como resultado, se puede apreciar aumento y disminución en el nivel del agua de manera rápida. Los materiales depositados en estas secciones están compuestos de arena gruesa, gravas, cantos rodados y algunos bloques (Ochoa, 2011).



**Figura 9.**

*Sección de tramo de un río de pie de monte.*



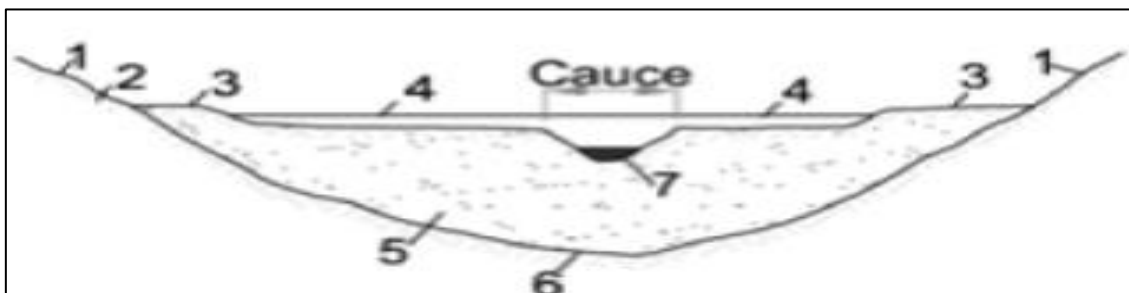
Nota: 1. Ladera; 2. Ladera cubierta con vegetación; 3. Roca; 4. Aluvión (grava, cantos y bloques). Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.320), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

### **2.2.3.5.3. RÍO DE LLANURA (VEJEZ)**

Según Ochoa (2011) estas corrientes fluyen en valles bastante profundos y anchos con pendientes suaves. Los ríos de llanura cuentan con lechos relativamente profundos. El lecho está compuesto de arena y finos, presentando un relieve suave en la cuenca. Las pendientes longitudinales de estas corrientes son pequeñas y no superan los 0.0005. Durante las inundaciones, la velocidad del agua en el cauce oscila entre 2 y 3m/s. Esta categoría de ríos presenta curvatura y meandros debido a las reducidas velocidades del agua. Donde en la figura el fondo del lecho es aluvial y en los aluviones labra su propio curso. La zona del valle que se llena solamente en los momentos de aumento de caudal se llama bancas, pudiendo ser bilaterales o unilaterales. En la sección transversal los valles lluviales presentan niveles escalonados, llamadas terrazas, los cuales quedan al descubierto conforme la corriente del cauce labre en el terreno.

**Figura 10.**

*Sección de tramo de un río de pie de llanura.*

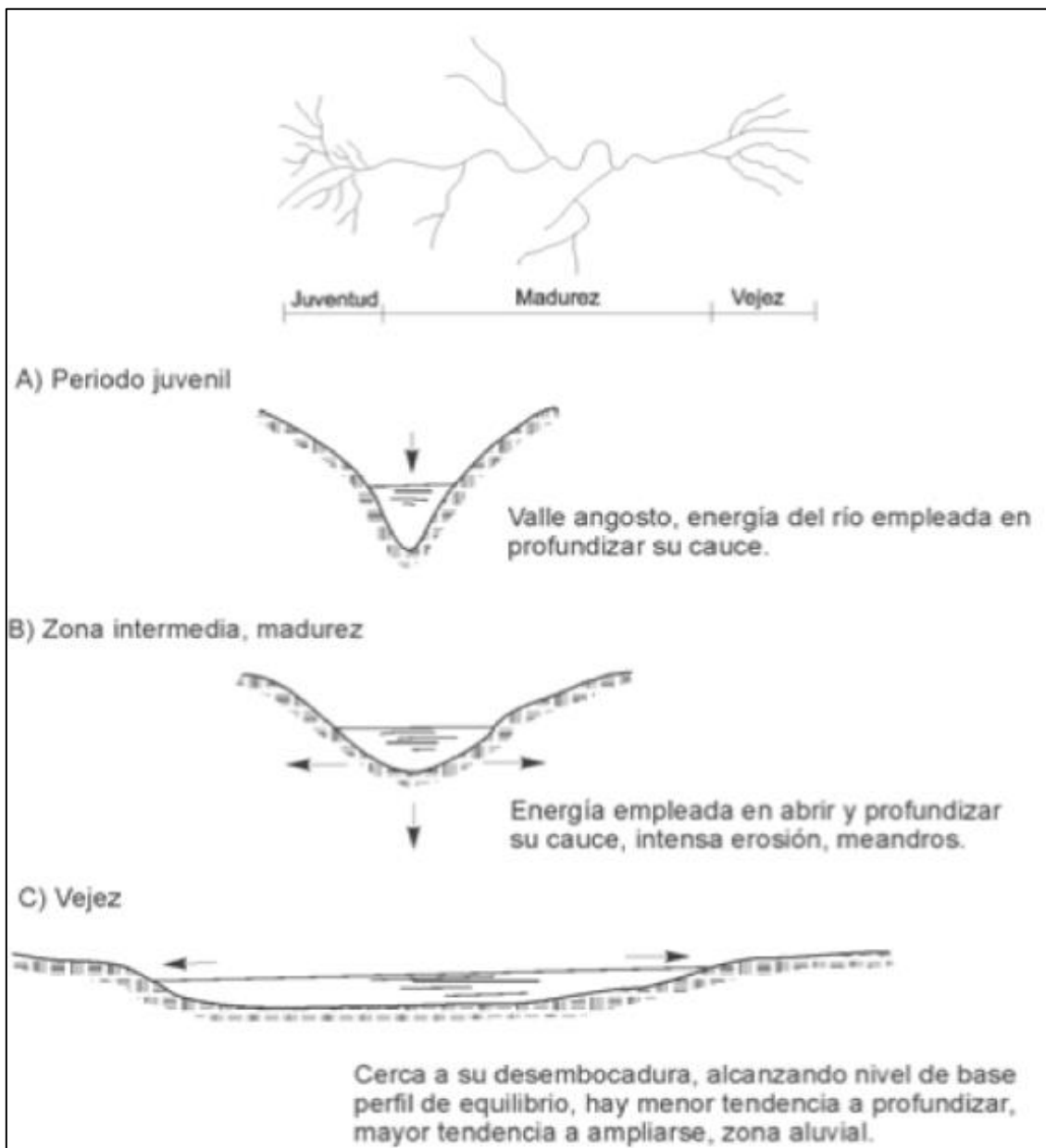


Nota: 1. Laderas; 2. Laderas cubiertas de vegetación; 3. Terraza; 4. Bancas; 5. Aluvión; 6. Fondo del valle; 7. Cauce de verano del río. Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.321), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

Un río posee tramos de montaña, pie de monte y de llanura. En las partes altas se ubican las zonas de erosión; el cauce tiene pendiente fuerte y grandes velocidades que socavan y los productos de esta socavación se transportan hacia aguas abajo. La pendiente longitudinal es aún fuerte, los sedimentos provenientes de las zonas superiores siguen siendo transportados y la cota del fondo no sufre variaciones. En el tramo inferior la pendiente es mínima, la velocidad disminuye y el río pierde su capacidad de transporte, como consecuencia se producen depósitos (Ochoa, 2011).

**Figura 11.**

*Etapas en el río.*



Nota: Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.322), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

### **2.2.3.6. CLASIFICACIÓN DE LOS RÍOS**

De acuerdo a su clasificación de Ochoa (2011) los ríos pueden ser tres tipos: recto, trezado y meándrico.

#### **a) RÍO RECTO**

Estos ríos adoptan la forma de río recto debido a un sistema de encauzamiento recto, presentando una sinuosidad baja con partes poco profundas en donde el agua tiene mayor velocidad. Dado que los ríos rectos son poco frecuentes, se encuentran en tramos cortos o longitudes de recorrido recto muy definido en terreno montañoso.

#### **b) RÍO TRENZADO**

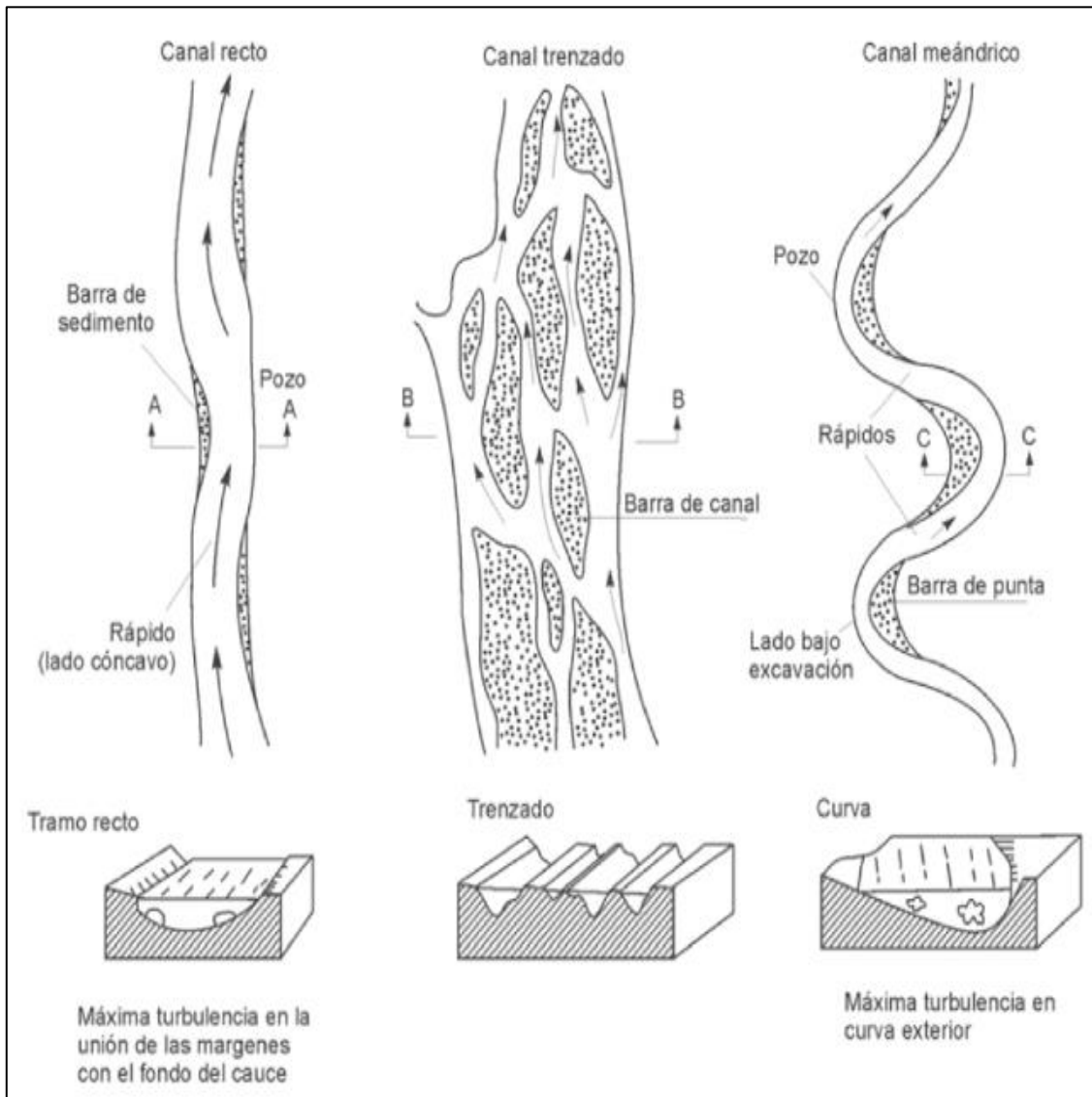
Los ríos trezados se forman en tramos montañosos de ríos, ya que su formación depende de la relación entre pendiente y caudal, presentan brazos interconectados; caracterizándose por ser muy anchos, poco profundos y presentar en el fondo material grueso, esto se debe a que su fuerte pendiente genera tirantes pequeños. Presentan cambios en pendientes longitudinal y transversal y aumento de caudal en las crecidas. Compuesto por materiales arenoso y grava gruesa que se acumulan formando obstáculos que desvían la corriente a los brazos, pero si bajara el caudal queda sedimentos que desvían la corriente por un lado o ambos lados del brazo formando islas y con una baja erosión en los márgenes.

#### **c) RÍO MEÁNDRICO**

Los ríos meándricos son aquellos que tienen formas de curvas regulares, caracterizándose por tener acortamiento o estrangulación de meandros, siendo la corriente quien cuando acorta su curso en el interior del meandro presenta una relación entre el ancho del cauce y longitud del meandro o el ancho del cauce y el radio de curvatura. La erosión en las secciones cóncavas de las curvas y sedimentación en zonas convexas produce un alargamiento del meandro. El material que presenta estos ríos meándricos en el lecho es fino, ya que el material que se va hacia el cauce por socavación de la orilla es atrapado y conducido hacia la mitad del río, en caso presente un fuerte caudal algunos sedimentos se transportan hacia el lado convexo del río.

**Figura 12.**

*Patrones del cauce de un río.*



Nota: Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.323), por T. Ochoa, 2011, Ecoe ediciones.

### **2.2.3.7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DE LOS RÍOS**

La estabilidad del cauce viene siendo impactada por los factores geomórficos, siendo cada uno de estos factores una descripción válida de un río para obras hidráulicas. Las propiedades que presentan los cauces ya sean observadas en campo y por fotografías aéreas describen los factores geomórficos más frecuentes en ríos con el propósito de facilitar la evaluación de los ríos para la estabilidad lateral del cauce y con fines ingenieriles (Ochoa, 2011).

**Figura 13.**

*Factores que influyen en la estabilidad de la estabilidad del cauce.*

Tamaño de la corriente	Pequeño [<30 m de ancho]	Mediano [30-150 m de ancho]	Ancho [> 150 m de ancho]		
Tipo de corriente	Efímero	Intermitente	Perenne pero superficial	Perenne	
Material del lecho	Arcilla	Sedimentos	Arena	Grava	Redondeada
Terrenos inundados	Abanico aluvial	Relieve bajo [<30 m profundidad]	Relieve moderado [30-300 m profundidad]	Alto relieve [>300 m profundidad]	
Terrenos inundados	Pequeño o ninguno (<2x ancho de cauce)	Estrecho (2-10x ancho de cauce)	Ancho (>10x ancho de cauce)		
Diques naturales	Pequeño o ninguno	Principalmente cóncavo	Buen desarrollo de ambas orillas		
Incisión aparente	Sin incisión	Probablemente con incisión			
Límites del cauce	Aluvial	Semi-aluvial	No aluvial		
Cubierta de árboles en las orillas	< 50 por ciento de la orilla	50-90 por ciento de la orilla	<90 por ciento de la orilla		
Sinuosidad	Recto sinuoso (1-1,05)	Sinuoso (1,06-1,25)	Curvo (1,25-2,0)	Muy curvo (>2,0)	
Corrientes trenzadas	Sin trenzamiento (<5%)	Localmente trenzado (5-35%)	Generalmente trenzado (>35%)		
Corrientes anastomosadas	No anastomosadas (<5%)	Anastomosadas localmente (5-35%)	Extensamente anastomosadas (35%)		
Variación del ancho y desarrollo de meandros	Ancho constante Barras angostas	Ancho en curvas Ancho en las barras	Variación aleatoria Puntos irregulares y barras laterales		

HEC-20, 2001

Nota: Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.330), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

### 2.2.3.7.1. TAMAÑO DEL CAUCE

La hondura del cauce tiende a aumentar con el tamaño y el potencial de socavación aumenta con la hondura. De esta manera, el potencial de socavación se incrementa al

aumentar el tamaño del río. También se incrementa el potencial de erosión lateral al aumentar el tamaño del río. El tamaño del río puede ser medido por medio del caudal, el área de drenaje o algunas dimensiones del cauce, como el ancho o el área de la sección transversal. Sin embargo, una sola dimensión no es suficiente debido a la gran variedad de tipos de ríos. Se considera el ancho del río como la dimensión más práctica, estableciendo una división arbitraria de los ríos según su tamaño en tres categorías: pequeño, mediano y ancho, basándose en el ancho. La amplitud de un río resulta fundamental para el diseño de estructuras hidráulicas (Ochoa, 2011).

#### **2.2.3.7.2. DURACIÓN DE UNA CORRIENTE**

La duración de una corriente puede ser descrita como efímera, perenne pero variable o perenne. Un río efímero fluye como consecuencia indirecta de una precipitación, un río perenne fluye durante todo el año o la mayoría de él y un río perenne responde a la precipitación con cambios rápidos en su nivel y caudal. Los ríos perennes pueden ser relativamente estables o inestables según otros factores como la topografía del río y el material de su cauce (Ochoa, 2011).

#### **2.2.3.7.3. MATERIAL DEL LECHO**

De acuerdo a Ochoa (2011), al tamaño de los sedimentos que presentan los ríos se clasifican en ríos; lecho de arcilla-limo, lecho de arena, lecho de gravas y lecho de cantos o de bolos, para determinar la granulometría del material del lecho se deben realizar un muestreo y análisis juicioso. En los ríos debido al lecho con materiales ya sea fino o grueso presenta problemas comunes de socavación y si el río de lecho de material es fino su socavación es muy profunda que los ríos con lecho de material grueso.

#### **2.2.3.7.4. SINUOSIDAD**

La sinuosidad es la proporción entre el tramo de un río medido a lo largo de su eje y la longitud medida que conecta los extremos del tramo. En ocasiones, la sinuosidad se define como la relación entre la longitud del Thalweg y la longitud del valle, donde el Thalweg es la línea en planta que une los puntos más bajos del cauce a lo largo de las secciones transversales. A medida que la sinuosidad de un río se incrementa, su pendiente disminuye en proporción directa. De igual forma, si se rectifica un río sinuoso la pendiente aumenta en proporción directa con la longitud del cauce (Ochoa, 2011).

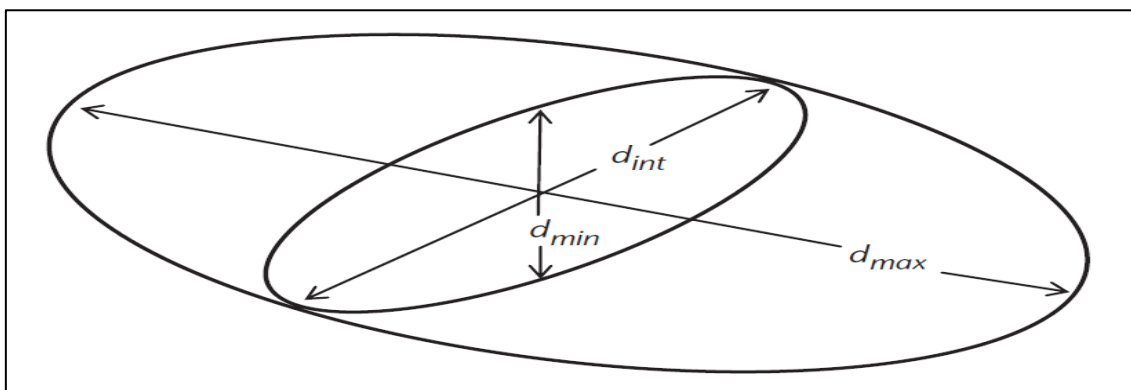
## 2.2.4. GRANULOMETRÍA EN RÍOS

### 2.2.4.1. TAMAÑO DE LOS SEDIMENTOS

De acuerdo a Vide (2003), el tamaño de las partículas es una de las características más importantes en los sedimentos, ya que los cauces están formados por rocas que presentan una mínima variación en su peso específico, de  $\gamma_s = 2.65 T/m^3$  o un peso específico relativo de  $\gamma_s/\gamma = 2.65$ , es decir su dimensión del eje intermedio, es muy importante ya que representa su volumen y la abertura del tamiz por donde la partícula pasa por ahí.

**Figura 14.**

*Dimensión de una partícula de sedimento.*



Nota: Adaptado de Fluvial Hydraulics (p.46), por L. Dingman, 2009, Oxford University Press.

De la figura 14 se puede decir que la dimensión de una partícula de sedimento presenta algunas dimensiones, la cuales son las siguientes:

#### a) DIÁMETRO NOMINAL

Diámetro de una esfera con el mismo volumen que la partícula (Ochoa, 2011).

#### b) DIÁMETRO DE TAMIZ

Se utiliza para arenas y gravas empleando abertura mínima del tamiz con orificios circulares por donde pasa la partícula, el cual se empleará la siguiente relación:

$$d_g = (d_{Tsup} \cdot d_{Tinf})^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

Donde  $d_g$  es diámetro geométrico;  $d_{Tsup}$  es diámetro del tamiz; y  $d_{Tinf}$  es diámetro de tamiz que retiene la partícula (Ochoa, 2011).

### c) DIÁMETRO DE SEDIMENTACIÓN

Se emplea en limos, arcillas y arenas finas, ya que se caracteriza porque el diámetro de la partícula, densidad y velocidad que posee una partícula al descender al agua a una temperatura determinada es igual, pero no su volumen. (Ochoa, 2011).

**Tabla 3.**

*Diámetros de partículas de Sedimentos.*

Nombre	Rango de tamaños			Denominación del tamiz (apertura por pulgada)	
	Milímetros	Micras	Pulgadas	Tyler	Estándar USA
Bloques muy grandes	4.096 – 2.048		160 – 80		
Bloques grandes	2.048 – 1.024		80 – 40		
Bloques medianos	1.024 – 512		40 – 20		
Bloques pequeños	512 – 256		20 – 10		
Cantos rodados grandes	256 – 128		10 – 5		
Cantos rodados pequeños	128 – 64		5 – 2.5		



Grava muy gruesa		64 – 32		2.5 – 1.3		
Grava gruesa		32 – 16		1.3 – 0.6		
Grava media		16 – 8		0.6 – 0.3	2 – 1/2	
Grava fina		8 – 4		0.3 – 0.16	5	5
Grava muy fina		4 – 2		0.16 – 0.08	9	10
Arena muy gruesa	2 – 1	2.000 – 1.000	2.000 – 1.000		16	18
Arena gruesa	1 – 1/2	1.000 – 0.500	1.000 – 500		32	35
Arena media	1/2 – 1/4	0.500 – 0.250	500 – 250		60	60
Arena fina	1/4 – 1/8	0.250 – 0.125	250 – 125		115	120
Arena muy fina		0.125 – 0.062	125 – 62		250	230
Limo grueso	1/16 – 1/32	0.062 – 0.031	62 – 31			
Limo medio	1/32 – 1/64	0.031 – 0.016	31 – 16			
Limo fino	1/64 – 1/128	0.016 – 0.008	16 – 8			
Limo muy fino		0.008 – 0.004	8 – 4			
		1/28 – 1/256				
Arcilla gruesa	1/256 – 1/512	0.004 – 0.0020	4 – 2			
Arcilla media	1/512 – 1/1.024	0.0020 – 0.0010	2 – 1			
Arcilla fina	1/1.024 – 1/2.048	0.0010 – 0.0005	1 – 0.5			

Arcilla muy fina	1/2.048 – 1/4.096	0.0005 – 0.00024	0.5 – 0.24
------------------	-------------------	------------------	------------

Nota: Adaptado de Hidráulica De Ríos y Procesos Morfológicos (p.56), por T. Ochoa, 201. Ecoe Ediciones.

De acuerdo a la clasificación de tipo de ríos, en el río de llanura que está formado por arena, gravas pequeñas y medianas; en cambio en los ríos de montaña y de pie de monte está compuesto su material aluvial por grava gruesa y cantos, desde 5 a 100 mm y también partículas con más de 100mm. También se encuentran arcilla, limo con diámetros de 0.1 y 0.01 mm y 0.01 a 0.001 mm y hasta partículas menores a 0.001mm (Ochoa, 2011).

**d) DIMENSIONES TRIAXIALES**

De acuerdo a Ochoa (2011), se le denomina a la dimensión máxima a la longitud, dimensión media al ancho y dimensión mínima su altura de una partícula, en donde podemos decir lo siguiente:

✓ Volumen de la partícula

$$d = (a \cdot b \cdot c)^{1/3} \dots\dots\dots (11)$$

Dónde: a es la dimensión máxima; b es la dimensión medio; c es la dimensión mínima; y d es el diámetro de la partícula que igual a su volumen.

✓ Bloques Grandes

$$d = 0.788(ab)^{1/2} \dots\dots\dots (12)$$

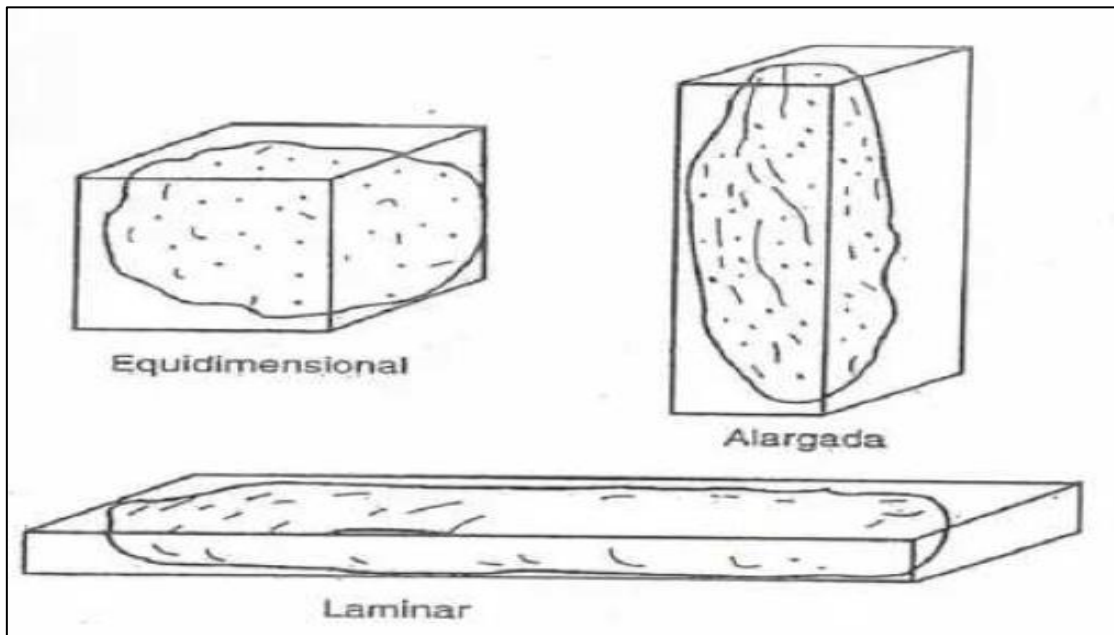
Esta fórmula se utiliza cuando en la partícula son grandes bloques de gran tamaño en los que únicamente es posible medir sus dos ejes principales.

**2.2.4.2.FORMA DE LOS SEDIMENTOS**

La forma de la partícula es diversa ya que pueden ser esferas, discos, láminas, elipsoides o irregulares (Apacla, 2014).

**Figura 15.**

*Forma de las partículas.*



Nota: Adaptado de Hidráulica Fluvial (p.33), por R. Apacla, 2014, Universidad Nacional Agraria La Molina.

#### **2.2.4.3. TÉCNICAS PARA OBTENER MUESTRAS DE SEDIMENTOS EN EL LECHO DEL RÍO**

Según Ochoa (2011) la metodología empleada para recolectar muestras de sedimentos del lecho del río, es necesario realizar el muestreo en toda la longitud del río objeto de estudio y la cantidad de muestras requeridas dependerá de la uniformidad del material sedimentario. Normalmente, es necesario realizar un muestreo superficial en donde se recolectará muestras de partículas que hay en la superficie del lecho, por medio del muestreo por conteo, es decir por pasos regulares se toma una partícula y se procederá a medir su dimensión medio; haciendo un análisis de muestreo de 75 y 100 partículas en cada muestreo. También, para tener un muestreo completo de estudio, es necesario realizar un muestreo volumétrico, en el cual se tomará cierta cantidad de volumen de material subsuperficial, en relación al tamaño de la mayor partícula observada en la superficie, ya que así se puede determinar la rugosidad que se presenta en el lecho del río.

**Tabla 4.***Conteo de partículas en el lecho del río.*

Fracción pulg	Diámetro, d (1)		Factor de ponderación $D^3$ ( $mm^3$ )( $10^3$ )	Conteo para cada fracción	Conteo $\times D^3$ ( $10^6$ )	%	% que Pasa
	Media geométrica						
	mm	pulg					
9 a 8	216	8.49	10.100	3	30.3	15.9	100
8 a 6	176	6.93	5.450	14	76.3	40.2	84.1
6 a 4	124	4.90	1.910	28	53.5	28.2	43.9
4 a 2	72	2.83	373	72	26.9	14.1	15.7
2 a 0.75	31	1.22	298	100	2.98	1.6	1.6
				217	189.98	100	

Nota: Adaptado de Hidráulica De Ríos y Procesos Morfológicos (p.91), por T. Ochoa, 201. Ecoe Ediciones.

#### a) MÉTODO DE MUESTREO VOLUMÉTRICO

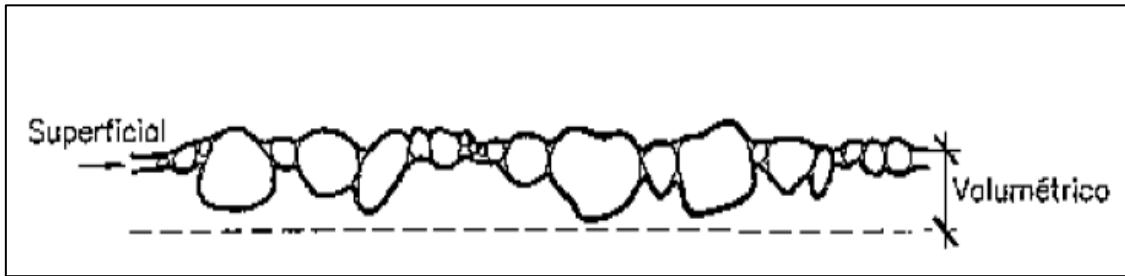
El muestreo volumétrico es el procedimiento más completo implica extraer del lecho del río una cantidad determinada de material subsuperficial. Para esto se retira primero la capa superficial el cual tiene un grosor similar al tamaño de la partícula más grande en la superficie. El volumen extraído que se va extraer va a ser un material granular del lecho representativo, para ello se va utilizar el criterio de que la partícula más grande extraída no represente más del 1% en peso de la muestra total, o incluso el 0.1% en peso para mayor exactitud (Vide, 2003).

#### b) MÉTODO DE MUESTREO SUPERFICIAL

Esta técnica de muestreo superficial permite la recolección superficial de partículas que se hallan en la superficie del cauce. Con el fin de asegurar la representatividad de la muestra, es necesario que la partícula más grande identificada no debe superar el 1% del área recolectada (Vide, 2003).

**Figura 16.**

*Contraste visual entre muestra superficial y la muestra volumétrica.*



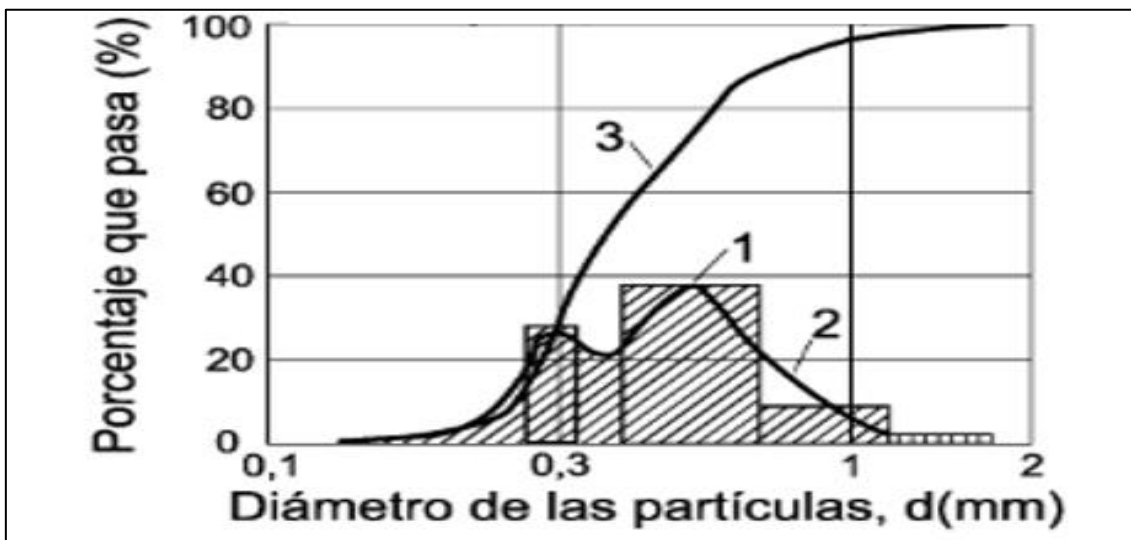
Nota: Adaptado de Ingeniería De Ríos (p.62), por J. Vide,2003, Universitat Politècnica de Catalunya.

#### **2.2.4.4.CURVA GRANULOMÉTRICA DE PARTÍCULAS EN MUESTRA DE SEDIMENTOS**

Según Ochoa (2011) el tamaño de las partículas varía según el origen de los sedimentos y los tipos de suelos presentes en las laderas y fondo del río. Para calcular la granulometría de los sedimentos, se utiliza el tamizado de las partículas según su peso y se representa en función del número o tamaño de tamices. La composición de los sedimentos se puede representar mediante curvas granulométricas. La posición de la curva se establece mediante el diámetro medio geométrico. La granulometría se describe utilizando un sistema coordenadas polares, en donde las áreas son proporcionales a la cantidad porcentual de las partículas que tienen diferente diámetro.

**Figura 17.**

*Curva granulométrica de tamaño de partículas de sedimentos.*



Nota: El grafico representa a las partículas en sus diferentes diámetros. Adaptado de Hidráulica de ríos y procesos morfológicos (p.52), por T. Ochoa,2011, Ecoe ediciones.

#### 2.2.4.5. DIÁMETROS CARACTERÍSTICOS

En 2014, Apaella ha concluido que a partir de la curva granulométrica se puede obtener cualquier medida de diámetro de la muestra, donde  $d_n$  nos indica que n es el porcentaje de la muestra la cual va a ser menor o igual.

De acuerdo a Vide (2003), define a los diámetros de  $d_{10}$  como el tamaño reducido o componente fino del material y  $d_{90}$  al tamaño grande o parte gruesa del material.

El diámetro característico de acuerdo a Ochoa (2011) indica que  $d_{50}$  que en la mayoría de los casos es el diámetro medio de las partículas que se presenta en los sedimentos de fondo.

En 1977, Simons y Senturk definen a  $d_{65}$  empleado por Einstein como el tamaño de la partícula para representar la rugosidad; también  $d_{84}$  y  $d_{16}$  son diámetros obtenidos del análisis de probabilidad y que sirven para calcular la media geométrica y la clasificación del material.

De hecho,  $d_{60}$  y  $d_{30}$  van a determinar la uniformidad del tipo de suelo que muestra la partícula de sedimentos (Badillo y Rico, 1998).

#### 2.2.4.6. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

En 1998, Badillo y Rico han concluido que, una vez que se tienen las curvas granulométricas, y considerando la uniformidad de los suelos, se puede calcular el coeficiente de uniformidad, utilizando la siguiente expresión:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (13)$$

Donde podemos decir que,  $D_{60}$  representa el 60% en peso de la muestra ya sea menor o igual; y  $D_{10}$  llamado también el diámetro efectivo viene a ser el 10% en peso de la muestra ya sea igual o mayor.

Se puede observar que el resultado que se obtiene para el coeficiente de uniformidad muestra que cuando el material es más homogéneo, presenta una granulometría muy homogénea en donde el  $C_u < 5$ ; si presenta una homogeneidad media el  $5 < C_u < 15$  y si no es uniforme el  $C_u > 15$  (Pinto, 1998).

#### **2.2.4.7. COEFICIENTE DE CURVATURA**

El coeficiente de curvatura de acuerdo a Badillo y Rico (1998) para definir su clasificación, se emplea la siguiente expresión:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}} \dots\dots\dots (14)$$

En donde podemos decir que,  $D_{30}$  es el 30% en peso de la muestra ya sea menor o igual, la cual estará entre los valores 1 y 3 caracterizando que son suelos bien graduados debido a que tiene un gran tamaño de partículas.

#### **2.2.4.8. COMBINACIÓN GRANULOMÉTRICA**

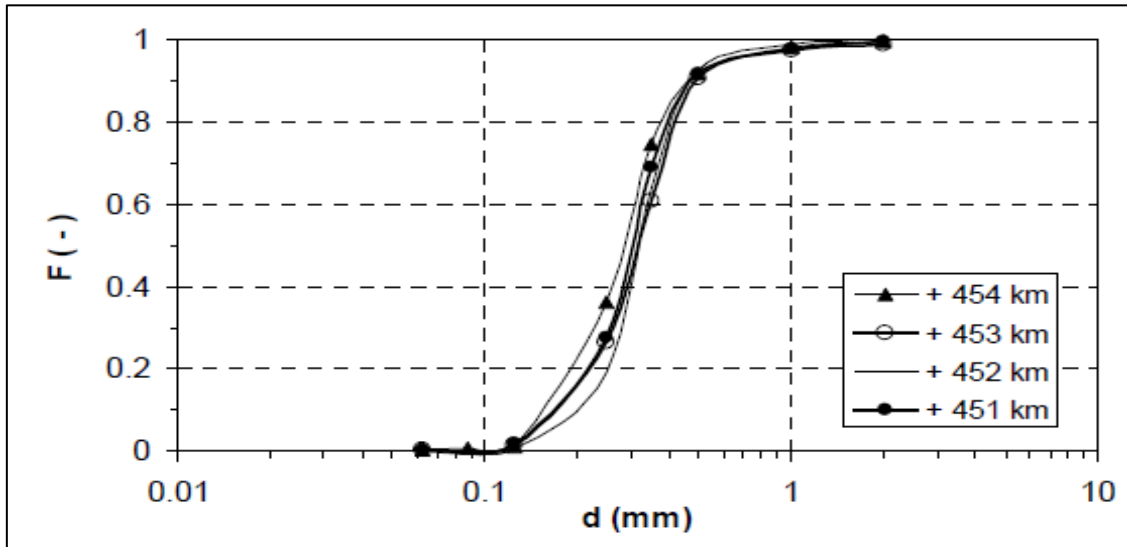
En 2018, Basile ha concluido que en un río siempre presenta una variedad amplia de partículas de sedimentos, ya sea arena, grava, limo. Se emplea técnicas de muestreo que permiten determinar la curva granulométrica en el río, ya sea por muestreo superficial y volumétrico, en el cual, para poder obtener una curva granulométrica de las partículas de sedimentos del río, la muestra de material fino se debe de combinar con otra muestra de material grueso. El método de combinación rígida combina el material fino con el material más grueso, en donde este método mantiene el material grueso y ajusta el material fino de la curva granulométrica; por otro lado, tenemos el método de combinación flexible, donde el material fino permitirá determinar el límite inferior y el material grueso determinará el límite superior de la curva granulométrica.

#### **2.2.4.9. CURVA GRANULOMÉTRICA EXTENDIDA**

La distribución gaussiana, que tiene una desviación estándar menor a 1.6, se utiliza para representar la curva granulométrica de un río en forma de S. Dependiendo que muestras se hallen en el río ya sea arena, grava, arcilla y limo, estas se ajustan a una curva granulométrica extensa, ya que los sedimentos de partículas finas, se depositan en el fondo del río y también depende de su pendiente topográfica. Por ejemplo, en la figura 18 se presenta la curva granulométrica extendida de un río la cual ha sido ajustada a una distribución log normal (Basile, 2018).

**Figura 18.**

*Curva granulométrica extendida de los sedimentos de un río.*



Nota: Adaptado de Transporte De Sedimentos Y Morfodinámica De Ríos Aluviales (p.127), por P. Basile,2018, Universidad Nacional De Rosario.

**2.2.5. ECUACIONES EN RELACIÓN AL MOVIMIENTO DE AGUAS EN EL CAUCE**

**2.2.5.1.PRINCIPIOS SEGÚN EL ESTADO DEL FLUJO EN EL LECHO**

De acuerdo a Basile (2018), la velocidad de corte que se presenta en un flujo, se considera la siguiente expresión:

$$u_* = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho}} = \sqrt{ghS_b} \dots\dots\dots (15)$$

De la ecuación 15 podemos decir que,  $u_*$  es la velocidad de corte;  $\tau_b$  es tensión de corte sobre el fondo;  $h$  es la profundidad del flujo;  $S_b$  es la pendiente de fondo;  $\rho$  es la densidad del agua; y  $g$  es la aceleración de la fuerza de la gravedad.

**2.2.5.2.VELOCIDAD MEDIA EN LA DIRECCIÓN VERTICAL**

La ecuación media en la vertical para el tipo de contorno rugoso de acuerdo a Basile (2018), se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{U}{u_*} = 2.5 \ln\left(\frac{h}{k_s}\right) + 6 = 2.5 \ln\left(\frac{11h}{k_s}\right) = 5.75 \log\left(\frac{11h}{k_s}\right) \dots\dots\dots (16)$$

En donde,  $U$  es la velocidad media;  $h$  es la profundidad del agua;  $k_s$  es la altura de la rugosidad equivalente de Nikuradse; y  $u_*$  es la velocidad de corte.



**2.2.5.3. COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA FLUJO TURBULENTO COMPLETAMENTE DESARROLLADO**

En 2018, Basile ha concluido que reemplazando la ecuación (15) de velocidad de corte en la ecuación (16), se obtendrá la ecuación de Chezy, expresada de la siguiente manera:

$$U = C\sqrt{h S_b} \dots\dots\dots (17)$$

En consecuencia, a partir de la ecuación (17) podemos afirmar que, al combinar la relación de coeficientes C de Chezy y n de Manning, obtenemos la relación de altura de rugosidad equivalente:

$$\frac{U}{u_*} = \frac{C}{\sqrt{g}} = \frac{h^{1/6}}{n\sqrt{g}} \dots\dots\dots (18)$$

**2.2.5.4. LEY POTENCIAL PARA REPRESENTAR LA VELOCIDAD EN LA VERTICAL**

La ley potencial se presenta como según Basile (2011):

$$\frac{\bar{u}(z)}{u_*} = \beta \left(\frac{z}{z_0}\right)^m \dots\dots\dots (19)$$

De la ecuación (19), se puede encontrar el valor de z, en donde  $\bar{u}(z) = U$ , para lo cual sabemos que U es velocidad media en dirección vertical, después de realizar la integral y realizar operaciones algebraicas se obtiene:

$$z = \frac{h}{(m+1)^{1/m}} \dots\dots\dots (20)$$

Por lo tanto, de la ecuación (20),decimos que si a m damos el valor de  $m = 1/6$ ,obtenemos como resultado que  $z = 0.397 h$ . Finalmente, la ecuación (20) reemplazamos en la ecuación (19), obtenemos la velocidad media como:

$$\frac{U}{u_*} = \frac{\beta}{(m+1)} \left(\frac{h}{z_0}\right)^m \dots\dots\dots (21)$$

**2.2.5.5. COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA FLUJO TURBULENTO HIDRÁULICAMENTE RUGOSO**

De hecho, si asumimos que para un flujo turbulento bastante desarrollado consideramos  $z_0 = 0.033 k_s$ , el valor m cuyo valor de exponente asume  $m = 1/6$  para Manning, con un cociente entre perfil logarítmico y potencial de  $m\beta = 0.9197$ , reemplazando en la ecuación (21) (Basile,2018), tenemos:

$$\frac{U}{u_*} = 8.35 \left(\frac{h}{k_s}\right)^{1/6} \dots\dots\dots (22)$$

Finalmente, al sustituir en la ecuación (22) la velocidad de corte  $u_* = (ghS_b)^{1/2}$ ; se obtiene la ecuación Chezy indicada en la ecuación (17), para de esta forma obtener el coeficiente Chezy, expresado como:

$$C = 26 \left(\frac{h}{k_s}\right)^{1/6} \dots\dots\dots (23)$$

En donde, a partir de la ecuación (23) y consideración la relación entre los coeficientes de resistencia al flujo establecida en la ecuación (18), se obtiene las relaciones entre la altura de rugosidad equivalente  $k_s$  y coeficiente n de Manning, expresado de la siguiente manera:

$$n = \frac{k_s^{1/6}}{26} \dots\dots\dots (24)$$

**2.2.5.6.ECUACIÓN ACORDE A LA VELOCIDAD, RADIO Y GRADIENTE HIDRÁULICA**

**2.2.5.6.1. ECUACIÓN DE MANNING**

Chow (2004), afirma que la ecuación de Manning es la más empleada, la cual ha sido obtenida mediante datos experimentales de Bazin y corroborada por 170 observaciones, demostrando resultados convincentes en sus aplicaciones prácticas. Por consiguiente, tenemos conocimiento de que:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \dots\dots\dots (25)$$

$$V = C\sqrt{RS} \dots\dots\dots (26)$$

Así que, reemplazando la ecuación (16) en la ecuación (17) para conductos rugosos, obtenemos lo siguiente:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (27)$$

Si sabemos que,  $V = Q/A$ , y si igualamos con la ecuación (27), obtenemos la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (28)$$

Donde,  $Q$  es el caudal, en  $m^3/s$ ;  $A$  es el área hidráulica, en  $m^2$ ;  $S$  es el gradiente hidráulico;  $n$  es el coeficiente de rugosidad de Manning;  $V$  es la velocidad media, en  $m/s$ ; y  $R$  es el radio hidráulico, m.

### 2.2.5.7.ECUACIÓN ACORDE A LA SUMERSIÓN RELATIVA Y LA PENDIENTE DEL CAUCE

#### a) ECUACIÓN DE RICKENMANN

Rickenmann (1994), planteó ecuaciones para calcular la rugosidad total en relación al coeficiente de Manning- Strickler, para ríos con pendientes mayores al 0.8% hasta el 63%, expresando de la siguiente manera:

$$\frac{1}{n_{tot}} = \frac{0.97 * g^{0.14} * Q^{0.19}}{S^{0.19} * d_{90}^{0.64}} \dots\dots\dots (29)$$

En donde,  $g$  es la aceleración de la fuerza de la gravedad;  $Q$  es el caudal;  $S$  es la pendiente;  $d_{90}$  es el tamaño del material del lecho superficial, es decir el 90% del material del lecho más fino; y  $n_{tot}$  es la rugosidad total.

Para establecer la fricción del grano  $K_r$ , Wong Y Parker (2006), examinaron la información de Meyer y Müller (1948), la cual se describe como:

$$\frac{1}{nr} = \frac{23.2}{\sqrt{d_{90}}} \dots\dots\dots (30)$$

Una vez que se tiene la rugosidad de la forma y la rugosidad total, se puede expresar de manera adimensional dividiendo las ecuaciones (29) y (30), y expresándolo así:

$$\frac{n_r}{n_{tot}} = \frac{0.133 * Q^{0.19}}{g^{0.096} * S^{0.19} * d_{90}^{0.47}} \dots\dots\dots (31)$$

En 2005, Rickenmann ha determinado que, para calcular las pérdidas de resistencia al flujo causadas por el arrastre, es necesario tener en cuenta la pendiente y la sumersión relativa, expresado como:

$$\frac{n_r}{n_{tot}} = 0.083 * S^{-0.35} * \left(\frac{h}{d_{90}}\right)^{0.33} \dots\dots\dots (32)$$

En donde podemos decir que,  $h$  es la profundidad del flujo/ radio hidráulico.

### 2.2.5.8.ECUACIÓN ACORDE AL RADIO HIDRÁULICO Y LA PENDIENTE

#### a) ECUACIÓN DE JARRETT

De acuerdo a Coon (1995), se han utilizado 75 mediciones de caudal y geometría fluvial en 21 ríos de montaña con lecho de roca para la ecuación de Jarrett. Utilizando una relación de los valores de n para corrientes de alto gradiente con el radio hidráulico. Esta ecuación se utiliza para cauces que tienen pendientes de 0.2% - 0.4% y un radio hidráulico este entre 0.15m a 2.13 m, siendo su ecuación la siguiente:

$$n = 0.32 * S^{0.38} * R^{-0.16} \dots\dots\dots (33)$$

En donde, S es pendiente del cauce, en m/m; y R es radio hidráulico en m.

#### b) ECUACIÓN DE SAUER

En 1995, Coon ha concluido que la rugosidad del lecho del río y la pendiente están relacionadas con variables hidráulicas. La ecuación de Sauer se adapta a canales cuya pendiente esta entre 0.0003 y 0.018 y con un radio hidráulico de hasta 5.79 m. Finalmente podemos decir que esta ecuación no solo describe el efecto de la rugosidad y material del lecho, sino también las variaciones de la sección, forma y tamaño. Siendo su ecuación la siguiente:

$$n = 0.11 * S^{0.18} * \left(\frac{R}{0.3048}\right)^{0.08} \dots\dots\dots (34)$$

En donde, S es pendiente del cauce, en m/m; y R es el radio hidráulico en m.

### 2.2.5.9.ECUACIONES ACORDES AL RADIO HIDRÁULICO Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE SEDIMENTOS

#### a) RELACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD CON LA SUAVIDAD RELATIVA

Limerinos (1970) nos dice que el coeficiente de rugosidad expresado como  $\frac{n}{R^{1/6}}$  y la relación de suavidad relativa representada como  $\frac{R}{d}$ ; en donde d se refiere al tamaño típico del lecho de un río, utilizando el diámetro intermedio de la partícula; sin considerar el número de Froude y la relación entre el ancho y la profundidad en su evaluación. En las correlaciones de la rugosidad se tiene en cuenta la relación de los tamaños del sedimento. En donde estas tienen percentiles de 84, 50 y 16; siendo sus ecuaciones muy parecidas a

las ecuaciones por Chow, Leopold y por Vennard, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{n}{R^{1/6}} = \frac{0.113}{a+b*\log\left(\frac{R}{d}\right)} \dots\dots\dots (35)$$

En donde, R es el radio hidráulico; a y b son constantes; d es el diámetro de la partícula de sedimento; y n es el coeficiente de rugosidad. Ya que son datos que darán a una ecuación expresada como:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = a + b * \log\left(\frac{R}{d}\right) \dots\dots\dots (36)$$

De esto podemos decir que la ecuación (35) ha sido transformada en la ecuación (36) debido a la relación que hay entre  $\frac{1}{\sqrt{f}}$  y  $\frac{n}{R^{1/6}}$ , y que la constante b varia insignificativamente a partir de 2, por lo que se usaron valores teóricos de 2 como coeficiente de  $\log\left(\frac{R}{d}\right)$ . Para cada relación obtenida, se determinaron el error estándar de estimación y el coeficiente de correlación. El error estándar de estimación está en unidades de  $\frac{n}{R^{1/6}}$  y manteniendo un significado limitado para que el proyectista esté atento en los porcentajes calculados y observados. La desviación estándar de las diferencias porcentuales fue la base sobre el cual se compararon las ecuaciones con relación a su adecuación para predecir valores del coeficiente de rugosidad a partir del tamaño característico de las partículas de sedimentos y el radio hidráulico en el cauce (Limerinos,1970).

**b) ECUACIÓN DE PHILLIPS E INGERSOL**

La ecuación de Phillips de acuerdo a Lang, Ladson y Anderson (2004) ha sido desarrollada a partir del análisis de 37 puntos en 14 ríos, está limitada por  $d_{50}$  que varía entre 4.6 y 1181 mm, siendo su ecuación la siguiente:

$$n = \frac{0.0926*\left(\frac{R}{0.3048}\right)^{1/6}}{1.46+2.23*\log\left(\frac{R}{d_{50}}\right)} \dots\dots\dots (37)$$

Donde, R es el radio hidráulico, en m; y  $d_{50}$  representa el 50% en peso de la muestra ya sea menor o igual, en m.

### 2.2.6. TAMAÑO DE LA MUESTRA

En 2012, Borja ha concluido que, para una población finita, la cual se emplea cuando sus elementos son menores a 100 000 elementos, siendo la ecuación expresándose de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \dots\dots\dots (38)$$

En donde podemos decir que, N es el tamaño de la muestra; e es el error; Z es el nivel de significancia; p es probabilidad de que la hipótesis sea verdadera; y q es la probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis.

### 2.2.7. INTERPOLACIÓN LOGARÍTMICA

La relación entre los valores logarítmicos que es equivalente a una proporción entre valores lineales, y su fórmula es la siguiente (Borja, 2012).

$$x = x_1 * exp\left(\frac{\ln\left(\frac{y}{y_1}\right) * \ln\left(\frac{x_2}{x_1}\right)}{\ln\left(\frac{y_2}{y_1}\right)}\right) \dots\dots\dots (39)$$

## 2.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Aforo de caudales.** Según Alvarado,2017 es un conjunto de procedimientos para calcular el caudal de un cauce en una cierta área observada.
- **Canto Rodado.** Según Basile, 2011 son fragmentos redondeadas resultantes de la erosión de rocas las cuales que son transportados por el agua y depositados en el lecho del río.
- **Caudal.** Según la Organización Meteorológica Mundial, 1994, es el volumen de agua en un cauce natural, expresándose como volumen por tiempo.
- **Coefficiente de Rugosidad.** Según Chow, 2004 es la resistencia al flujo del fluido que se manifiesta en los lados de las paredes y el lecho, dificultando el movimiento del agua.
- **Correntómetro.** Según Bustamante, 2006, es un dispositivo mediante el número de revoluciones de su hélice mide la velocidad en un punto determinado.
- **Ecuaciones Empíricas.** Según Limerinos, 1970 es una expresión matemática que sintetiza una serie de resultados observados en diversos experimentos que no tienen sustento teórico.

- **Hidrometría.** De acuerdo a Alvarado (2017), mide y analiza mediante el uso de procedimientos y herramientas empleados en la rama de la Hidrología.
- **Lecho del río.** Según Basile, 2011 parte inferior del valle fluvial y presentan diferentes tamaños de sedimentos.
- **Líneas de medición.** Según Breña y Jacobo, 2006 son líneas perpendiculares de la sección transversal que permiten calcular ancho y profundidad.
- **Periodo de lluvia.** Según Chereque, 1989 es el ciclo de la condensación del vapor de agua que cae desde el aire hacia una determinada área en un determinado tiempo.
- **Río.** Según Vide, 2003 es una corriente de agua que forma un cauce natural.
- **Sección de Aforo.** Según la Organización Meteorológica Mundial, 1994 es una sección transversal de un cauce en el cual se va a medir el caudal.
- **Sedimentos.** Según Vide, 2003 son los diferentes tamaños de partículas de sedimentos depositadas en el fondo del cauce natural, se originan del proceso de meteorización que presentan las rocas.
- **Tirante.** Según Ramírez et al. 2005, es la distancia que hay entre el espejo de agua y el lecho.
- **Vadeo.** Según Villón, 2002 es el procedimiento de medición utilizado en pequeños ríos y para determinar la velocidad del flujo.
- **Variación Porcentual.** Según Borja, 2012 es un indicador que experimenta una variable en forma de porcentaje indicando su variación ya sea positiva o negativa.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. TRAMO DE ESTUDIO

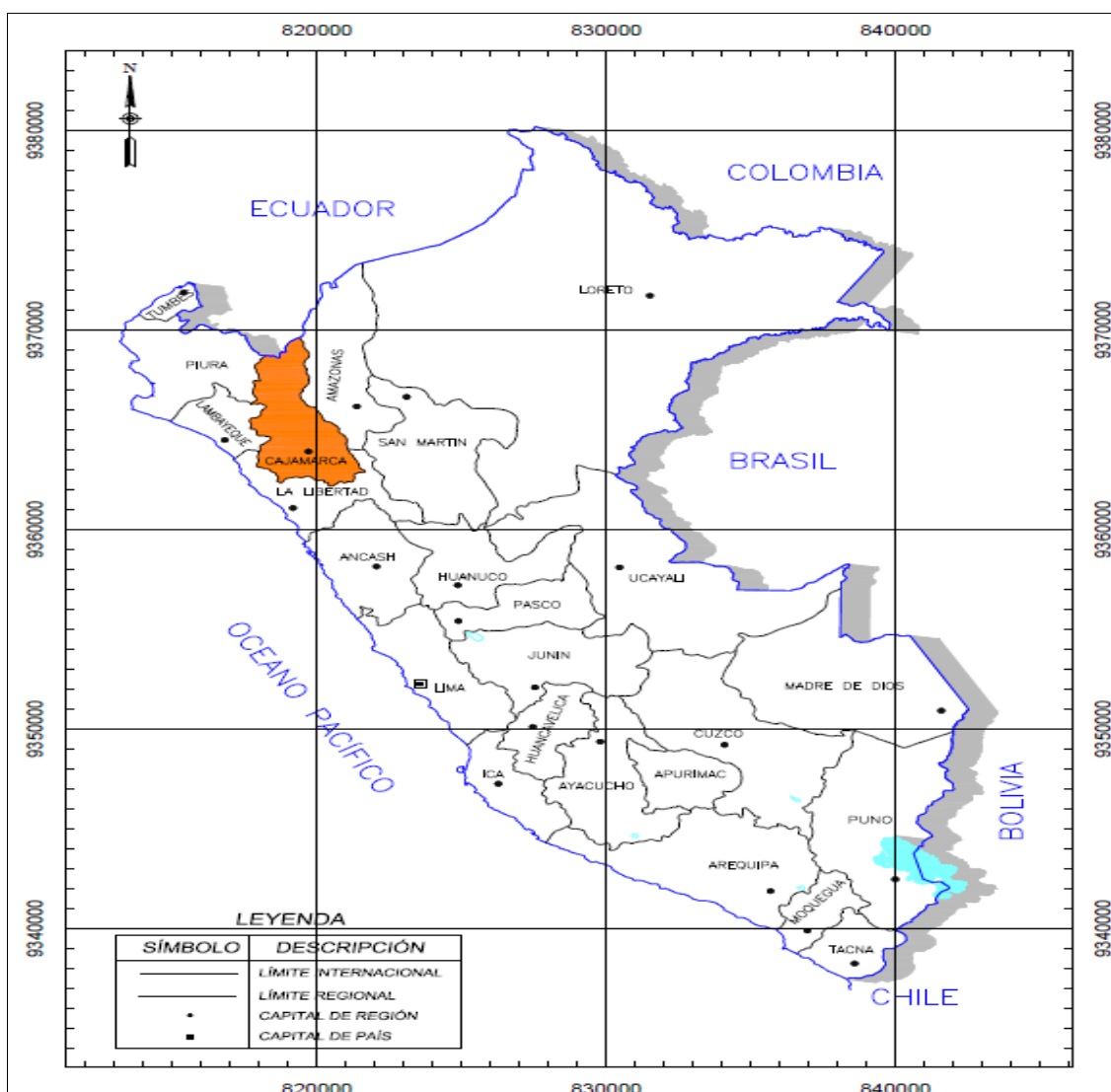
Esta investigación se realizó en el Río Porcón, delimitado entre las coordenadas inicio de tramo E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y fin de tramo E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m., departamento de Cajamarca, provincia Cajamarca y distrito Cajamarca.

#### 3.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

Se presenta la ubicación política de la zona de estudio, con una demarcación política de regional Cajamarca, provincial Cajamarca y distrital Cajamarca.

**Figura 19.**

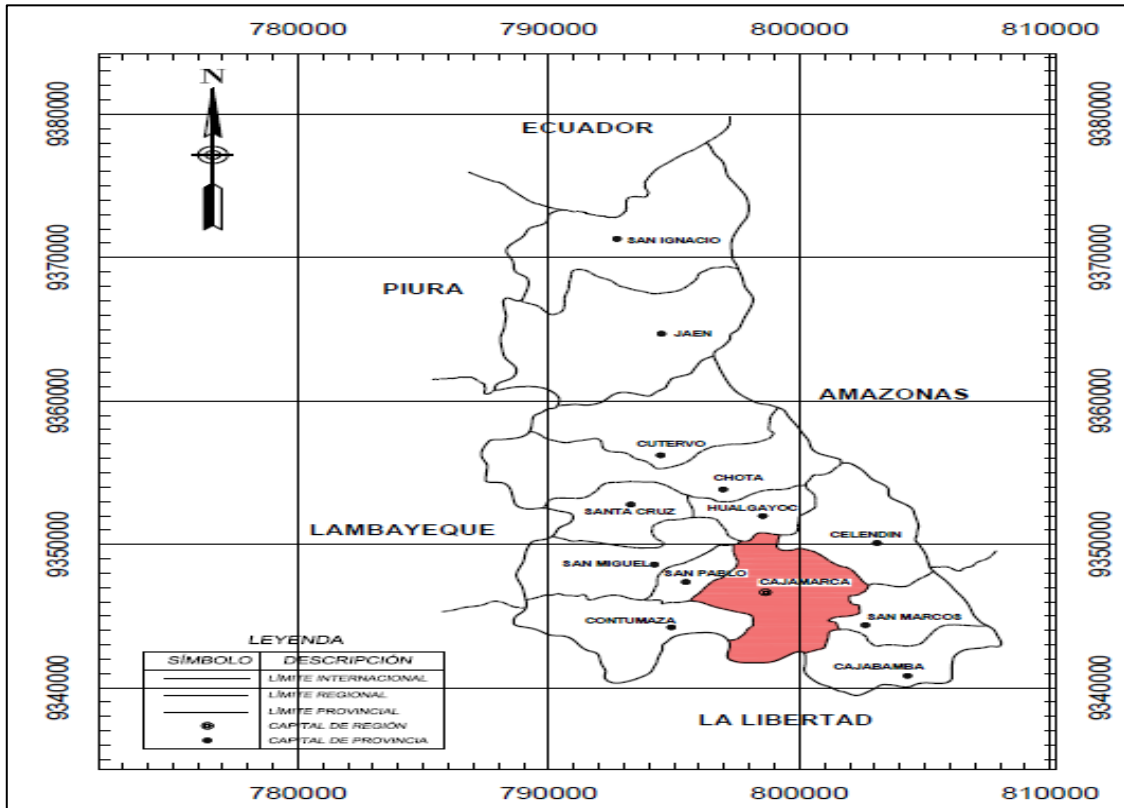
*Mapa regional de la zona de estudio.*





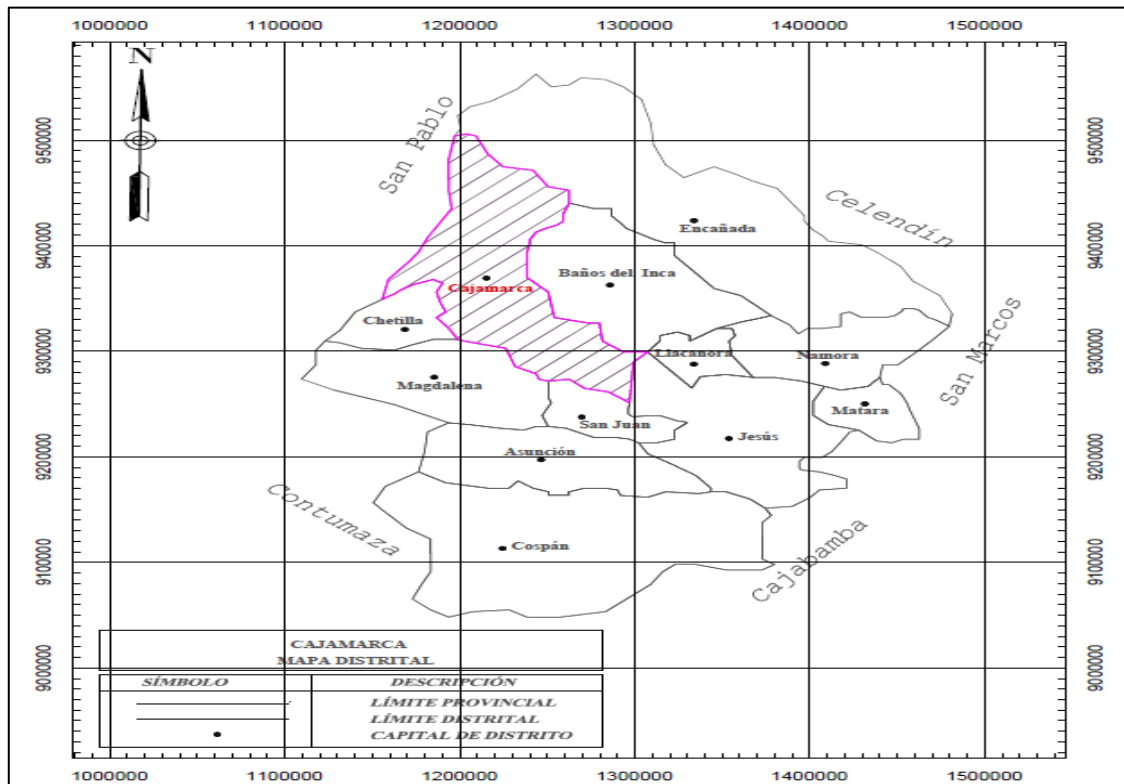
**Figura 20.**

*Ubicación Provincial de la zona de estudio.*



**Figura 21.**

*Ubicación Distrital de la zona de estudio.*



### 3.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS84 del tramo de estudio, se presentan a continuación:

**Tabla 5.**

*Ubicación geográfica de la zona de estudio.*

<b>ZONA DE ESTUDIO - RÍO PORCÓN</b>		
<b>INICIO DE TRAMO</b>	Este	773479
	Norte	9210449
	Altitud	2732 m.s.n.m
<b>FIN DE TRAMO</b>	Este	769516
	Norte	9214804
	Altitud	2940 m.s.n.m

Nota: Elaboración Propia

### 3.1.3. UBICACIÓN REFERENCIAL GOOGLE EARTH

El tramo de estudio que se ha desarrollado en el Río Porcón presentando una longitud desde su punto inicial hasta su punto final de 7370 m.

**Figura 22.**

*Ubicación referencial de la zona de estudio.*



El tramo de estudio que se encuentra situada en la provincia de Cajamarca, presenta un clima templado, y se puede decir que presenta un sol caluroso en el día y noches frías, en la época de estiaje se inicia en los meses de mayo a septiembre; mientras que en épocas lluviosas comienzan en los meses de septiembre hasta marzo, aunque mayormente ocurre en verano en los meses de diciembre y abril.

### **3.2.EQUIPOS Y MATERIALES**

Para realizar la siguiente investigación se contó con equipos y materiales que se detallarán a continuación:

#### **3.2.1. EQUIPOS EMPLEADOS EN CAMPO**

##### **a) En Aforo**

- ✓ Correntómetro PASCO Sensor de caudal / temperatura PASPORT (PS-2130).
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Celular Huawei Y8s.
- ✓ Soga de 20 m.

##### **b) En Topografía**

- ✓ Estación total Leica Ts06 plus.
- ✓ Trípode.
- ✓ Prismas.
- ✓ Radios de comunicación topográficos.
- ✓ Wincha 3m.
- ✓ Jalón.
- ✓ Casco.
- ✓ Chaleco.

##### **c) En Muestras De Sedimentos**

- ✓ Pico.
- ✓ Palana.
- ✓ Barreta.
- ✓ Balanza.

#### **3.2.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ En el aforo se empleó como materiales cordel de 20 m, pizarra, plumón, wincha, lapicero y libreta.

- ✓ En el laboratorio de suelos para las muestras de sedimentos se empleó los siguientes materiales como balanza, horno, tamices, sacos, plumón, libreta y lapicero.

### **3.2.3. GABINETE EMPLEADO EN LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ Laptop ASUS TUF GAMING corei7.
- ✓ Impresora Multifuncional Epson L395.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Papel blanco, lapicero.
- ✓ Softwares: Microsoft Word, Microsoft Excel, Autocad Civil 3d y SPARKvue.

### **3.3.PROCEDIMIENTO**

#### **3.3.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN**

##### **a) LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Se llevó a cabo una serie de actividades en esta investigación que inicia delimitado entre las coordenadas inicio de tramo E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y fin de tramo E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m., situada en el área de Cajamarca. Para la localización y registro de puntos en el espacio se utilizó el navegador GPS, información obtenida del Río Porcón, las 10 divisiones de medición espaciados en promedio de 700 m, los 10 puntos de muestreo sedimentológico del lecho del río y las estructuras instaladas a lo largo de la zona de estudio presenta 15 puentes.

Para el estudio topográfico se tomó como sistema de coordenadas UTM WGS 84 y se empleó una estación total Leica Ts06 plus en la zona de estudio delimitado entre las coordenadas inicio de tramo E: 773479, N: 9210449 con una altitud de 2732 m.s.n.m y fin de tramo E: 769516, N: 9214804 y una altitud de 2940 m.s.n.m., los puntos visados se realizaron seccional y perpendicular al flujo del agua, se consideró el Thalweg, eje del río, margen derecha y margen izquierda. En cada sección de aforo aguas arriba se realizó un levantamiento topográfico aproximadamente cada 10 m, hasta superar los 50 m, posteriormente se utilizó el software AutoCAD Civil 3D para realizar la triangulación topográfica, con el objetivo de calcular la pendiente del tramo para su uso en la ecuación de Manning.

## **Fotografía 1.**

*Levantamiento topográfico con estación total Leica Ts06 plus.*



### **b) MORFOLOGÍA FLUVIAL DEL RÍO**

Se ha establecido la longitud del Thalweg y la longitud de la línea recta que une los extremos del punto inicial y final del río, para posteriormente calcular la sinuosidad utilizando la ecuación (9) y categorizarlo como un río recto o meándrico.

### **c) PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE**

A través del estudio topográfico empleando la ecuación de pendiente uniforme se calculó la distancia horizontal del tramo del río y la variación de las alturas en los extremos del lecho; también se utilizó la ecuación de Taylor y Schwarz para calcular la pendiente longitudinal de la zona de estudio del Río Porcón.

### **d) PLANOS TOPOGRÁFICOS**

Se elaboró los siguientes planos topográficos en la zona de estudio: plano georreferenciado con curvas de nivel, plano de perfil longitudinal, plano de ubicación de secciones de aforo, puentes, calicatas y marcación de los límites del tramo del Río Porcón.

### 3.3.2. DETERMINACIÓN DE MUESTREO GRANULOMÉTRICO DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN

Para el muestreo de sedimentos del lecho del Río Porcón se realizó mediante la técnica sugerida por Tomás Ochoa muestreo por el método superficial y volumétrico, realizando 10 muestras en áreas representativas de cada tramo del río en estudio contiguo a las secciones de aforo en el mes de agosto del 2023. La medición de las partículas que son mayores a 3 pulgadas se agrupa y mide empleando una wincha de 3m y una balanza calibrada. La toma volumétrica de muestras que contiene arcilla, limo, arena y grava es transportada para su análisis granulométrico en el laboratorio de suelos, donde se utiliza cuidadosamente un juego de tamices desde el número 4” hasta el número 40 para finalmente pesar las porciones retenidas en las mallas.

Para determinar la curva granulométrica extendida de los sedimentos depende del tamizado y el peso de las partículas, luego se lo representa en una gráfica logarítmicamente en base a su abertura de tamices y su porcentaje que pasa, luego determinar su tamaño característico de los diámetros de partículas por medio de una interpolación logarítmico los cuales son:  $d_{90}$ ,  $d_{84}$ ,  $d_{65}$ ,  $d_{60}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{30}$ ,  $d_{10}$ . Por último, se realiza un plano de formaciones geológicas que indica que sedimentos se encuentran en el tramo de estudio del Río Porcón.

**Tabla 6.**

*Ubicación de muestreo sedimentológico del tramo de estudio.*

<b>MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Altitud</b>
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

## Fotografía 2.

*Tamizado de muestra sedimentológica del lecho del Río Porcón.*



### 3.3.3. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

#### a) AFORO EN LA SECCIÓN DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN

En el tramo de estudio del lecho del Río Porcón cuya longitud total es de 7370 m se fijó 10 secciones de aforo. Los aforos fueron realizados en época lluviosa en 4 meses (enero, febrero, marzo y abril) utilizando como dispositivo el correntómetro PASCO PASPort (PS-2130) para determinar las velocidades del flujo en el tramo de estudio y también la medición geométrica como el espejo de agua, área de la sección, perímetro mojado, radio hidráulico y profundidad media cada sección de aforo.



**Tabla 7.**

*Ubicación de secciones de aforo del lecho del Río Porcón.*

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+042.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m

**Fotografía 3.**

*Aforo en la sección N°2 del lecho del Río Porcón.*



### **b) ECUACIÓN DE MANNING**

Para la medición de las 10 secciones de aforo se tiende una cuerda desde el inicio del margen hasta el otro lado del margen del río, la cual la cuerda está marcada graduadamente cada 0.5 m para poder medir la velocidad del río en cada subsección

mediante el dispositivo del correntómetro. En el periodo de lluvia, el aforo se realizó al 60% de la profundidad a partir de la superficie, para medir estas profundidades se empleó la wincha. Se utilizó el Autocad Civil 3d para determinar el área en cada subsección y el área total de la sección transversal del río para finalmente emplear la ecuación de la continuidad  $Q = V \times A$  y poder determinar el caudal en campo que se determina en cada sección de aforo. A continuación, se presenta un ejemplo para determinar el cálculo del coeficiente de rugosidad, para lo cual empleamos la ecuación 28:

$$Q = \frac{A}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Se toma los datos que se han realizado en el periodo lluvioso de la sección N°2 de la fecha 29/01/02023, en la cual se ha hallado los siguientes datos en campo, lo cuales se va a reemplazar en la ecuación por Ven Te Chow:

S: 0.0051

R: 0.258 m

Q: 1.54 m<sup>3</sup>/s

A: 2.521 m<sup>2</sup>

Reemplazando los datos en la siguiente ecuación, obtenemos:

$$1.54 = \frac{2.521}{n} * 0.258^{2/3} * 0.0051^{1/2}$$

$$1.54 = \frac{2.521}{n} * 0.028942$$

$$n = \frac{2.521 * 0.028942}{1.54}$$

$$n = \mathbf{0.047}$$

### c) ECUACIÓN DE RICKENMANN

La ecuación de Rickenmann la cual se ha empleado para el periodo lluvioso, se ha determinado las pendientes de cada estación de aforo aguas arriba,  $d_{90}$  obtenido de la curva granulométrica y la profundidad media del flujo para poder calcular la sumersión relativa. Finalmente, estos valores se aplicaron en esta ecuación para poder estimar el coeficiente de rugosidad y los resultados poder compararlos con la ecuación de Manning en periodo lluvioso. A continuación, se presenta un ejemplo para determinar el cálculo del coeficiente de rugosidad, para lo cual se empleó la ecuación 32 y 30:

$$\frac{n_r}{n_{tot}} = 0.083 * S^{-0.35} * \left(\frac{h}{d_{90}}\right)^{0.33}$$

$$\frac{1}{n_r} = \frac{23.2}{\sqrt[6]{d_{90}}}$$

Se toma los datos del periodo lluvioso de la sección N°2 de la fecha 29/01/02023

$$d_{90}: 0.365 \text{ m}$$

$$h: 0.258 \text{ m}$$

$$S: 0.0051$$

Reemplazando los datos, obtenemos:

$$\frac{1}{n_r} = \frac{23.2}{\sqrt[6]{0.365}}$$

$$\frac{1}{n_r} = 27.4435$$

$$n_r = 0.036$$

$$\frac{0.036}{n_{tot}} = 0.083 * 0.0051^{-0.35} * \left(\frac{0.258}{0.365}\right)^{0.33}$$

$$\frac{0.036}{n_{tot}} = 0.469577$$

$$n_{tot} = \mathbf{0.077}$$

#### d) ECUACIÓN DE JARRETT

La ecuación de Jarrett la cual se ha empleado para el periodo lluvioso, se ha determinado la pendiente del cauce empleando la ecuación (7), para eso en cada sección del tramo de estudio se levantó aguas arriba con la estación total Leica Ts06 Plus. Se utilizó el Autocad Civil 3d para determinar el área y perímetro mojado para determinar el radio hidráulico de cada sección transversal. Finalmente, estos valores se aplicaron en esta ecuación para poder estimar el coeficiente de rugosidad y los resultados poder compararlos con la ecuación de Manning en periodo lluvioso. A continuación, se presenta un ejemplo para determinar el cálculo del coeficiente de rugosidad, para lo cual se empleó la ecuación (33):

$$n = 0.32 * S^{0.38} * R^{-0.16}$$

Se toma los datos del periodo lluvioso de la sección N°2 de la fecha 29/01/02023

R: 0.258 m

S: 0.0051

Reemplazando los datos en la siguiente ecuación, obtenemos:

$$n = 0.32 * 0.0051^{0.38} * 0.258^{-0.16}$$

$$n = \mathbf{0.053}$$

#### e) ECUACIÓN PHILLIP E INGERSOL

La ecuación de Phillip e Ingersol la cual se ha empleado en el periodo lluvioso, se determinó la medición geométrica de cada sección del tramo de estudio, de la misma manera se calculó el  $d_{50}$  de la curva granulométrica para poder aplicarse en esta ecuación y estimar el coeficiente de rugosidad y los resultados poder compararlos con la ecuación de Manning en periodo lluvioso. A continuación, se presenta un ejemplo para determinar el cálculo del coeficiente de rugosidad, para lo cual se empleó la ecuación (37):

$$n = \frac{0.0926 * \left(\frac{R}{0.3048}\right)^{1/6}}{1.46 + 2.23 * \log\left(\frac{R}{d_{50}}\right)}$$

Se toma los datos del periodo lluvioso de la sección N°2 de la fecha 29/01/02023

R: 0.258 m

$d_{50}$ : 0.2087 m

Reemplazando los datos en la siguiente ecuación, obtenemos:

$$n = \frac{0.0926 * \left(\frac{0.258}{0.3048}\right)^{1/6}}{1.46 + 2.23 * \log\left(\frac{0.258}{0.2087}\right)}$$

$$n = \frac{0.090063}{1.66538}$$

$$n = \mathbf{0.054}$$

#### f) ECUACIÓN DE SAUER

La ecuación de Sauer la cual se ha empleado en el periodo lluvioso, se ha determinado en las 10 secciones de tramo de estudio la pendiente del cauce empleando la ecuación (7) para lo cual se realizó un levantamiento aguas arriba empleando la estación total Leica Ts06 Plus. Además, se determinó los elementos geométricos de cada sección del río, obteniendo en esta ecuación valores para estimar el coeficiente de rugosidad y compararlos los resultados con la ecuación de Manning en periodo lluvioso. Se presenta un ejemplo para determinar el cálculo del coeficiente de rugosidad, para lo cual se empleó la ecuación (34):

$$n = 0.11 * S^{0.18} * \left(\frac{R}{0.3048}\right)^{0.08}$$

Se toma los datos del periodo lluvioso de la sección N°2 de la fecha 29/01/02023

R: 0.258 m.

S: 0.0051.

Reemplazando los datos en la siguiente ecuación, obtenemos:

$$n = 0.11 * 0.0051^{0.18} * \left(\frac{0.258}{0.3048}\right)^{0.08}$$

$$n = \mathbf{0.042}$$

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN

#### 4.1.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

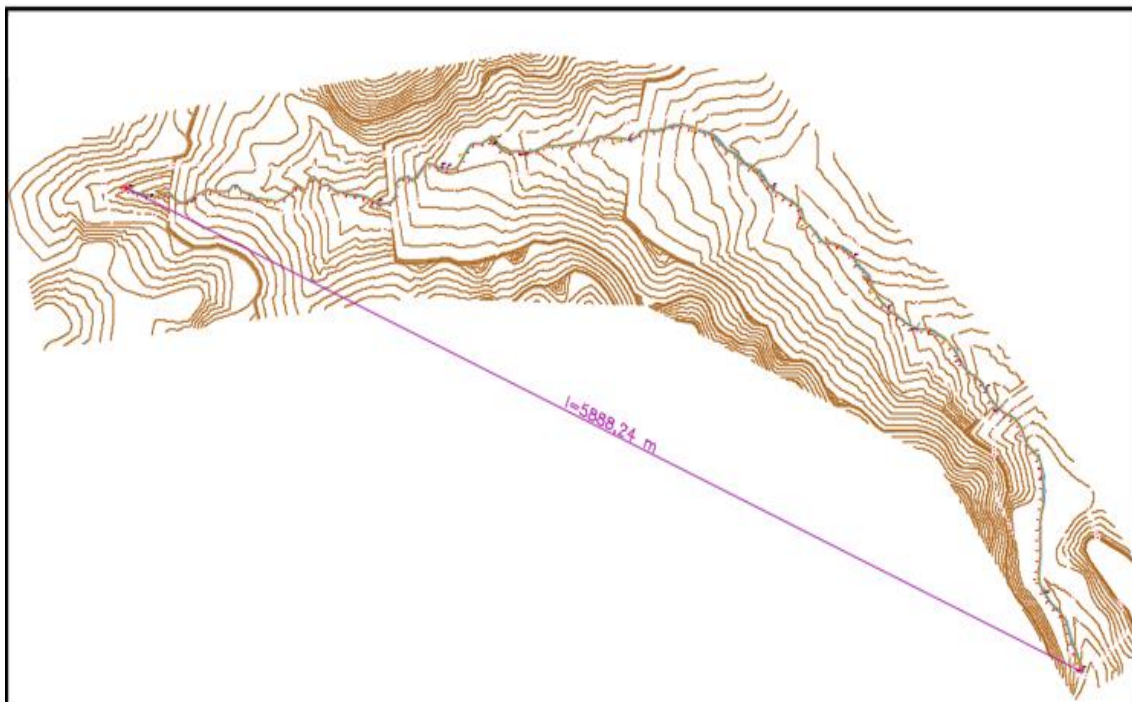
Para el levantamiento topográfico la dimensión del río de estudio entre el punto de inicio de tramo hasta el punto final del tramo es de 7370 m, el ancho mínimo del río es 4.97 m, el ancho máximo del río es de 19.17 m y el desnivel en los extremos del cauce del tramo del estudio es de 208 m. En el **Anexo N° 6** se encuentra generado el plano topográfico.

#### 4.1.2. MORFOLOGÍA FLUVIAL DEL RÍO

El tramo de estudio tiene una longitud que conecta con el borde de los extremos del río de 5888.24 m y la longitud del Thalweg es de 7370 m. Para el coeficiente de sinuosidad se utilizó la ecuación (9) dando un valor de  $K_s = 1.25$ , por lo tanto de acuerdo a Ochoa (2011) podemos decir que este valor que oscila entre 1 y 3 indica que este río de estudio es sinuoso.

#### Figura 23.

*Longitud del tramo de estudio del Río Porcón.*



### **4.1.3. PENDIENTE LONGITUDINAL DEL CAUCE**

Se aplicó para el desarrollo de la pendiente longitudinal del cauce los siguientes métodos:

#### **a) MÉTODO DE TAYLOR Y SCHWARZ**

Se determinó la pendiente del río de estudio empleando la ecuación (7) obteniendo como valor  $S = 0.0184$  o  $S = 1.84\%$ .

#### **b) MÉTODO DE PENDIENTE UNIFORME**

En este procedimiento la longitud del cauce de estudio es 7370 m y el desnivel en los extremos del cauce del tramo del estudio es de 208 m para lo cual se empleó la ecuación (8) obteniendo como valor  $S = 0.0282$  o  $S = 2.82\%$ .

Los valores que se han obtenido para determinar la pendiente del cauce de estudio se ha elegido el valor del método de Taylor y Schwarz cuya pendiente es  $S = 0.0184$ , porque de acuerdo a Breña y Jacobo (2006) esta ecuación tiene una mejor aproximación debido a que el río a analizar presenta un número grande de tramos a analizar mientras que el método de pendiente uniforme analiza tramos cortos.

### **4.2.GRANULOMETRÍA DEL TRAMO DE ESTUDIO DEL LECHO DEL RÍO PORCÓN**

Los tipos de formaciones geológicas en la cuenca (Anexo N°6) que intervienen en el tramo de estudio del lecho del Río Porcón influye en el muestreo de sedimentos siendo las más importantes las siguientes:

- $K_i - ca$ : es una formación Carhuaz compuesta con una litología de arenisca y lutitas.
- $K_i - f$ : es una formación Farrat compuestas con una litología de quartitas y arenisca.
- $Q_h - al$ : es un depósito aluvial compuesta con una litología de arena, grava y arcilla.
- $Q_p - fa$ : es un depósito fluvioaluviales compuesta con una litología de grava, arena, arcilla y limos.
- $K_i - chim$ : es una formación Chimú compuesta con una litología de arenisca y lutitas
- $N_m - vh$ : es una formación Huambos compuesta con una litología de tobas, aglomerados y brechas.
- $P_o - vsp$ : es un Volcánico San Pablo compuesto con una litología de tobas, aglomerados y brechas.
- $Q_p - la$ : es un depósito Lacustres compuesta con una litología de limo y arenas.

**Tabla 8.***Puntos del muestreo sedimentológico del tramo de estudio.*

<b>MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Altitud</b>
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

**Tabla 9.***Diámetro característico de Calicata N°1 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°1</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.04087
30	0.11873
50	0.2091
60	0.28407
65	0.31311
84	0.42257
90	0.44553

A partir de la tabla 9, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 6.95$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 1.21$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.



**Tabla 10.***Diámetro característico de Calicata N°2 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°2</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.04689
30	0.09634
50	0.20869
60	0.25382
65	0.28765
84	0.3387
90	0.36493

A partir de la tabla 10, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 5.41$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 1.0$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 11.***Diámetro característico de Calicata N°3 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°3</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.01466
30	0.05849
50	0.26667
60	0.31897
65	0.35792
84	0.40632
90	0.45801

A partir de la tabla 11, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 21.76$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $C_u > 15$  por lo cual representa que no es uniforme.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 1.0$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 12.**

*Diámetro característico de Calicata N°4 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°4</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.04295
30	0.14265
50	0.40153
60	0.4308
65	0.47594
84	0.71844
90	0.87077

A partir de la tabla 12, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 10.03$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa que una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 1.10$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 13.**

*Diámetro característico de Calicata N°5 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°5</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.08451
30	0.30863
50	0.40853
60	0.44676
65	0.46132
84	0.57471
90	0.62817

A partir de la tabla 13, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 5.29$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa que una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 3.0$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 14.**

*Diámetro característico de Calicata N°6 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°6</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.05538
30	0.20864
50	0.34653
60	0.39749
65	0.41616
84	0.67239
90	0.80904

A partir de la tabla 14, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 7.18$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa que una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 1.98$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 15.**

*Diámetro característico de Calicata N°7 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°7</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.07882
30	0.26315
50	0.33709

60	0.37431
65	0.39316
84	0.50274
90	0.55029

A partir de la tabla 15, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 4.75$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $C_u < 5$  por lo cual representa que una granulometría muy homogénea.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 2.0$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 16.**

*Diámetro característico de Calicata N°8 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°8</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.10329
30	0.40494
50	0.53618
60	0.57476
65	0.59028
84	0.66904
90	0.70197

A partir de la tabla 16, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 5.56$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa que una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 2.76$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 17.***Diámetro característico de Calicata N°9 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°9</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.10994
30	0.45390
50	0.60244
60	0.62376
65	0.63125
84	0.74628
90	0.79625

A partir de la tabla 17, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 5.67$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $5 < C_u < 15$  por lo cual representa que una homogeneidad media.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 3.0$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

**Tabla 18.***Diámetro característico de Calicata N°10 del lecho del Río Porcón.*

<b>CALICATA N°10</b>	
<b>DIÁMETRO CARACTERÍSTICO</b>	<b>VALOR(m)</b>
10	0.15382
30	0.51542
50	0.56706
60	0.59805
65	0.60614
84	0.77747
90	0.80833

A partir de la tabla 18, se determinó el coeficiente de uniformidad aplicando la ecuación (13) obteniendo un valor de  $C_u = 3.89$ , siendo este resultado según Pinto (1998) un valor que está dentro  $C_u < 5$  por lo cual representa que una granulometría muy homogénea.

Se determinó el coeficiente de curvatura aplicando la ecuación (14) obteniendo un valor de  $C_c = 2.89$ , siendo este resultado según Badillo y Rico (1998) un valor que está entre los valores 1 y 3 por lo cual caracteriza a este suelo bien graduado.

### 4.3. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

En el mes de enero se realizó la ubicación de cada sección de aforo en el tramo de estudio lecho del Río Porcón, con el objetivo de que la elección del tramo de aforo presente aguas arriba tramos rectos mayor a 50 m, además de ser estable, homogénea y libre de obstáculos que pueda causar imprecisiones en la medición.

La medición del caudal obtenido en campo que se realizó en los meses de enero, febrero, marzo y abril para el periodo lluvioso, se obtuvo valores de caudal desde  $0.20 \text{ m}^3/\text{s}$  hasta  $5.09 \text{ m}^3/\text{s}$ . Aplicando las ecuaciones empíricas dadas se obtuvo 250 coeficientes de rugosidad del lecho del río en estudio.

**Tabla 19.**

*Ubicación de secciones del Río Porcón.*

<b>SECCIONES DEL RÍO PORCÓN</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>PROGRESIVA (PK)</b>
Sección 1	773483	9210491	0+42.26
Sección 2	773436	9210966	0+525.61
Sección 3	773667	9211495	1+124.72
Sección 4	773431	9212188	1+876.50
Sección 5	773156	9212577	2+371.36
Sección 6	772967	9213037	2+904.54
Sección 7	772577	9213705	3+698.44
Sección 8	772150	9213839	4+162.00
Sección 9	771459	9214157	5+105.18
Sección 10	771122	9214173	6+462.76

#### 4.3.1. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ECUACIÓN DE MANNING

**Tabla 20.**

*Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Manning.*

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ECUACIÓN DE MANNING</b>						
<b>SEC.</b>	<b>FECHAS</b>					<b>Prom.</b>
	<b>29/01/23</b>	<b>11/02/23</b>	<b>26/02/23</b>	<b>13/03/23</b>	<b>29/04/23</b>	
<b>Sección 1</b>	0.076	0.054	0.059	0.065	0.053	<b>0.061</b>
<b>Sección 2</b>	0.047	0.035	0.035	0.037	0.029	<b>0.036</b>
<b>Sección 3</b>	0.076	0.079	0.059	0.063	0.094	<b>0.074</b>
<b>Sección 4</b>	0.122	0.107	0.122	0.129	0.116	<b>0.119</b>
<b>Sección 5</b>	0.105	0.088	0.095	0.102	0.117	<b>0.101</b>
<b>Sección 6</b>	0.269	0.251	0.212	0.585	0.130	<b>0.290</b>
<b>Sección 7</b>	0.064	0.066	0.068	0.066	0.060	<b>0.065</b>
<b>Sección 8</b>	0.086	0.079	0.076	0.079	0.076	<b>0.079</b>
<b>Sección 9</b>	0.165	0.072	0.078	0.089	0.067	<b>0.094</b>
<b>Sección 10</b>	0.042	0.023	0.022	0.024	0.025	<b>0.027</b>

A partir de la tabla 20, la ecuación de Manning que ha sido aplicada para el periodo de lluvia en tramo de estudio del Río Porcón, se obtuvo como valor promedio del coeficiente de rugosidad 0.095, siendo este resultado según Chow (2004) debido a factores que influyen el coeficiente de rugosidad de Manning ya que en la mayoría parte de las corrientes el valor de n disminuye con el aumento en el nivel y caudal.

#### 4.3.2. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA ECUACIÓN DE JARRETT

**Tabla 21.**

*Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Jarrett.*

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ECUACIÓN DE JARRETT</b>						
<b>SEC.</b>	<b>FECHAS</b>					<b>Prom</b>
	<b>29/01/202</b>	<b>11/02/202</b>	<b>26/02/202</b>	<b>13/03/202</b>	<b>29/04/202</b>	
	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
<b>Sección 1</b>	0.075	0.072	0.070	0.069	0.076	<b>0.072</b>
<b>Sección 2</b>	0.053	0.051	0.051	0.050	0.055	<b>0.052</b>
<b>Sección 3</b>	0.081	0.075	0.078	0.076	0.078	<b>0.077</b>
<b>Sección 4</b>	0.134	0.125	0.124	0.122	0.130	<b>0.127</b>
<b>Sección 5</b>	0.108	0.101	0.100	0.098	0.105	<b>0.102</b>
<b>Sección 6</b>	0.094	0.085	0.084	0.083	0.090	<b>0.087</b>
<b>Sección 7</b>	0.087	0.080	0.079	0.076	0.081	<b>0.080</b>
<b>Sección 8</b>	0.102	0.091	0.090	0.087	0.094	<b>0.093</b>
<b>Sección 9</b>	0.096	0.092	0.090	0.086	0.098	<b>0.092</b>
<b>Sección 10</b>	0.027	0.025	0.024	0.024	0.027	<b>0.025</b>

A partir de la tabla 21, la ecuación de Jarrett que ha sido aplicada para el periodo de lluvia en el tramo de estudio del Río Porcón, se obtuvo como valor promedio del coeficiente de rugosidad 0.081, este resultado se debe al radio hidráulico ya que puede aumentar o disminuir el coeficiente de rugosidad “n”.

**Tabla 22.**

*Porcentaje de variación de la ecuación de Jarrett y la ecuación de Manning.*

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN PERIODO DE LLUVIA</b>			
<b>SECCIONES</b>	<b>MANNING</b>	<b>JARRETT</b>	<b>VARIACIÓN %</b>
Sección 1	0.061	0.072	18.24
Sección 2	0.036	0.052	42.72
Sección 3	0.074	0.077	4.23
Sección 4	0.119	0.127	6.50
Sección 5	0.101	0.102	0.97

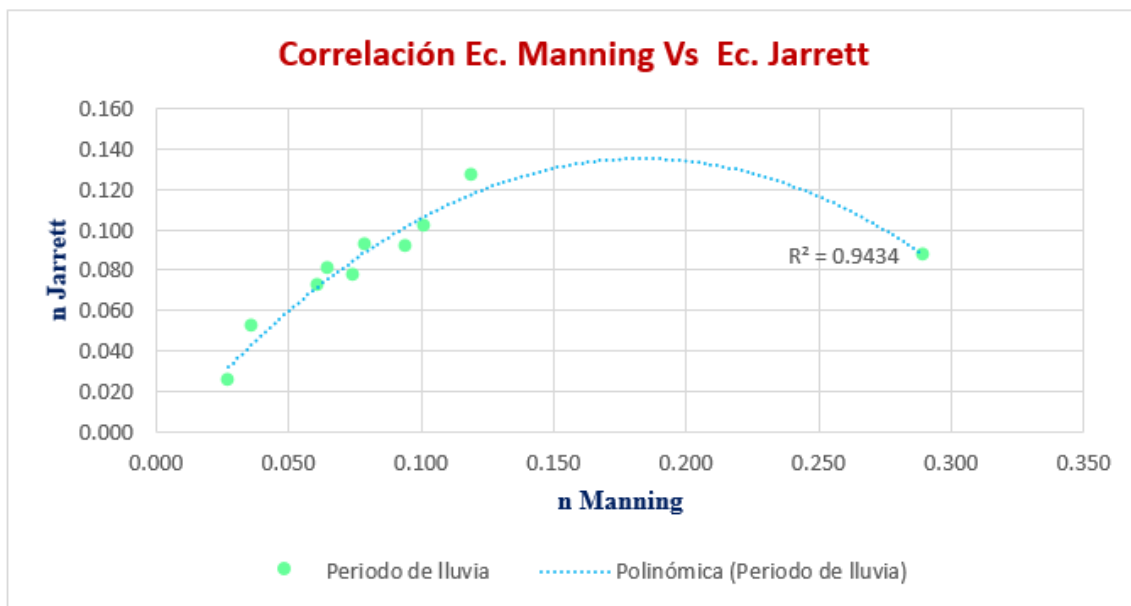


Sección 6	0.290	0.087	-69.87
Sección 7	0.065	0.080	24.21
Sección 8	0.079	0.093	17.47
Sección 9	0.094	0.092	-1.94
Sección 10	0.027	0.025	-6.68
<b>Promedio</b>	<b>0.095</b>	<b>0.081</b>	<b>-14.55</b>

A partir de la tabla 22, la ecuación de Jarrett que ha sido aplicada para el periodo de lluvia presenta una variación de -14.55% con respecto a la ecuación de Manning. Siendo el resultado de variación porcentual menor en el periodo de lluvia.

### Gráfico 1.

*Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Jarrett.*



Con respecto al gráfico 1 podemos decir que tiene un mejor ajuste a la línea de tendencia polinómica de  $R^2 = 0.9434$  en el periodo de lluvia. Por lo tanto, podemos decir que esta variable de respuesta tiene un 94.34% de mayor ajuste para calcular la variable n Manning.

### 4.3.3. RESULTADO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE RICKENMANN Y PHILLIP

**Tabla 23.**

*Resultados del coeficiente de rugosidad en función al diámetro característico de las ecuaciones Rickenmann y Phillip.*

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN PERIODO DE LLUVIA</b>					
<b>SECCIONES</b>	<b>RICKENMANN</b>		<b>SECCIONES</b>	<b>PHILLIP</b>	
	<b><math>D_{90}</math></b>	<b>n</b>		<b><math>D_{50}</math></b>	<b>n</b>
Sección 1	0.446	0.112	Sección 1	0.2091	0.054
Sección 2	0.365	0.074	Sección 2	0.2087	0.051
Sección 3	0.458	0.116	Sección 3	0.2667	0.056
Sección 4	0.871	0.246	Sección 4	0.4015	0.068
Sección 5	0.628	0.173	Sección 5	0.4085	0.072
Sección 6	0.809	0.162	Sección 6	0.3465	0.058
Sección 7	0.550	0.142	Sección 7	0.3371	0.089
Sección 8	0.702	0.182	Sección 8	0.5362	0.265
Sección 9	0.796	0.198	Sección 9	0.6024	0.459
Sección 10	0.808	0.059	Sección 10	0.5671	0.218
Promedio		<b>0.147</b>	Promedio		<b>0.139</b>

A partir de la tabla 23, la ecuación de Rickenmann y Phillip que han sido aplicadas para el periodo de lluvia en el tramo de estudio del Río Porcón, se obtuvo como valor promedio del coeficiente de rugosidad 0.147 y 0.139.

**Tabla 24.**

*Porcentaje de variación de Rickenmann y Phillip respecto a la ecuación de Manning.*

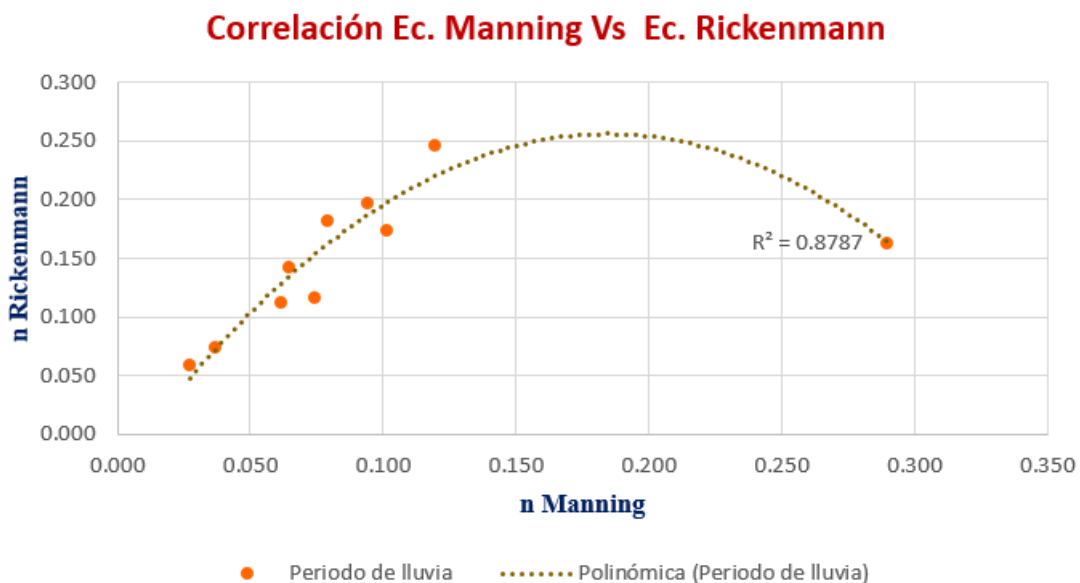
<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN PERIODO DE LLUVIA</b>					
<b>SECCIONES</b>	<b>MANNING</b>	<b>RICKENMANN</b>	<b>V %</b>	<b>PHILLIP</b>	<b>V %</b>
Sección 1	0.061	0.112	83.30	0.0535	-12.60
Sección 2	0.036	0.074	101.8 1	0.0512	40.45
Sección 3	0.074	0.116	56.16	0.0557	-25.03

Sección 4	0.119	0.246	106.2 2	0.0682	-42.80
Sección 5	0.101	0.173	71.15	0.0718	-29.18
Sección 6	0.290	0.162	-43.94	0.0576	-80.10
Sección 7	0.065	0.142	119.9 9	0.0886	36.87
Sección 8	0.079	0.182	130.3 9	0.2646	234.8 0
Sección 9	0.094	0.198	110.0 7	0.4585	386.9 0
Sección 10	0.027	0.059	117.3 7	0.2177	699.4 8
Promedio	0.095	0.147	<b>54.65</b>	0.139	<b>46.46</b>

A partir de la tabla 24, la ecuación de Rickenmann y Phillip que han sido aplicadas para el periodo de lluvia presentan una variación de 54.65% y 46.46% con respecto a la ecuación de Manning.

## Gráfico 2.

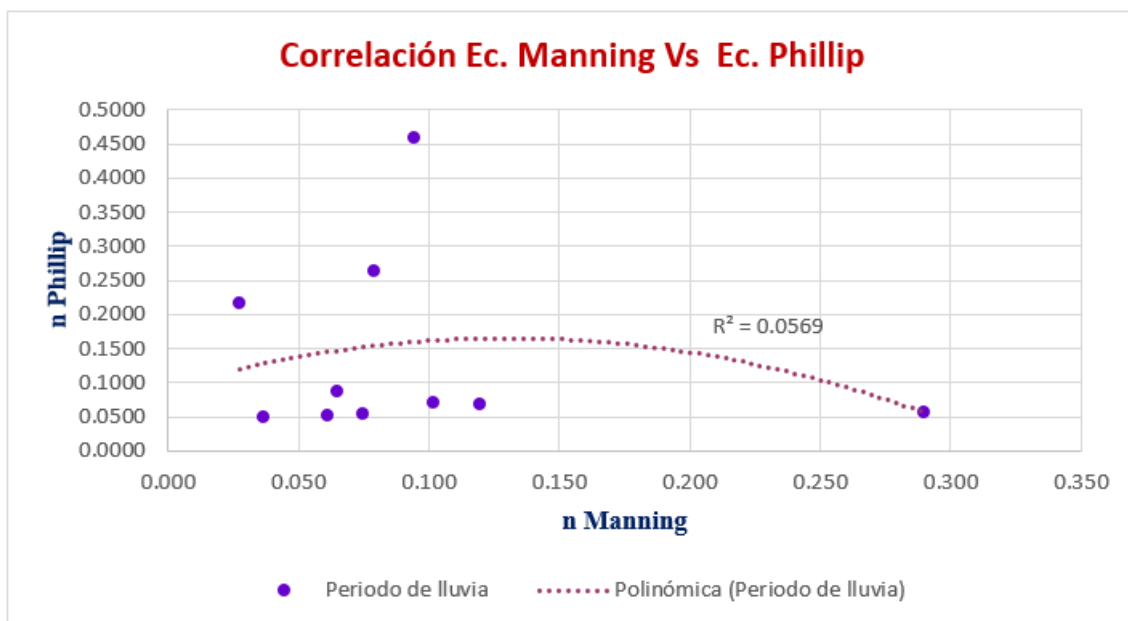
*Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Rickenmann.*



Con respecto al gráfico 2 podemos decir que tiene un mejor ajuste a la línea de tendencia polinómica de  $R^2 = 0.8787$  en el periodo de lluvia.

### Gráfico 3.

Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Phillip.



Con respecto al gráfico 3 podemos decir que tiene un mejor ajuste a la línea de tendencia polinómica de  $R^2 = 0.0569$  en el periodo de lluvia.

#### 4.3.4. RESULTADOS DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA ECUACIÓN DE SAUER

Tabla 25.

Resultados del coeficiente de rugosidad en periodo de lluvia de la ecuación de Sauer.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE ECUACIÓN DE SAUER						
SEC.	FECHAS					Prom.
	29/01/23	11/02/23	26/02/23	13/03/23	29/04/23	
Sección 1	0.048	0.049	0.050	0.050	0.048	<b>0.049</b>
Sección 2	0.042	0.043	0.043	0.043	0.041	<b>0.043</b>
Sección 3	0.051	0.053	0.052	0.053	0.052	<b>0.052</b>

<b>Sección 4</b>	0.066	0.068	0.068	0.069	0.067	<b>0.067</b>
<b>Sección 5</b>	0.059	0.061	0.061	0.062	0.060	<b>0.060</b>
<b>Sección 6</b>	0.056	0.059	0.059	0.059	0.057	<b>0.058</b>
<b>Sección 7</b>	0.048	0.050	0.050	0.051	0.050	<b>0.050</b>
<b>Sección 8</b>	0.051	0.054	0.055	0.056	0.053	<b>0.054</b>
<b>Sección 9</b>	0.051	0.053	0.053	0.054	0.051	<b>0.052</b>
<b>Sección 10</b>	0.028	0.029	0.030	0.030	0.028	<b>0.029</b>

A partir de la tabla 25, la ecuación de Sauer que ha sido aplicada para el periodo de lluvia en el tramo de estudio del Río Porcón, se obtuvo como valor promedio del coeficiente de rugosidad 0.052. Este resultado se debe al radio hidráulico ya que puede aumentar o disminuir el coeficiente de rugosidad “n”.

**Tabla 26.**

*Porcentaje de variación de la ecuación de Sauer y la ecuación de Manning.*

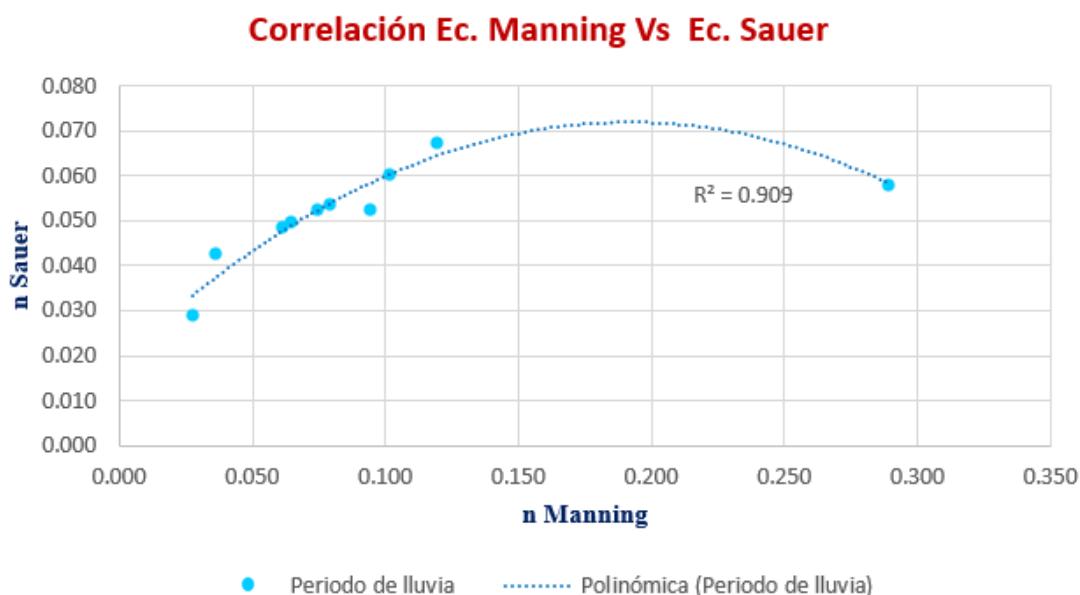
<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD EN PERIODO DE LLUVIA</b>			
<b>SECCIONES</b>	<b>MANNING</b>	<b>SAUER</b>	<b>VARIACIÓN %</b>
Sección 1	0.061	0.049	-20.13
Sección 2	0.036	0.043	16.49
Sección 3	0.074	0.052	-29.61
Sección 4	0.119	0.067	-43.39
Sección 5	0.101	0.060	-40.49
Sección 6	0.290	0.058	-79.90
Sección 7	0.065	0.050	-22.96
Sección 8	0.079	0.054	-31.95
Sección 9	0.094	0.052	-44.30
Sección 10	0.027	0.029	6.98

Promedio	0.095	0.052	-45.64
----------	-------	-------	--------

A partir de la tabla 26, la ecuación de Jarrett que ha sido aplicada para el periodo de lluvia presenta una variación de -45.64% con respecto a la ecuación de Manning. Siendo el resultado de variación porcentual menor en el periodo de lluvia.

#### Gráfico 4.

*Correlación de Ecuación Manning Vs Ecuación Sauer.*



Con respecto al gráfico 4 podemos decir que tiene un mejor ajuste a la línea de tendencia polinómica de  $R^2 = 0.909$  en el periodo de lluvia.

#### 4.3.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Los aforos se realizaron en el periodo de lluvias debido a que en el Río Porcón en el periodo de estiaje disminuye su nivel de profundidad de caudal y no cumpliría con la sección cilíndrica del correntómetro que mide 50 mm de diámetro ya que debe siempre estar sumergido por completo al medir.
- La formación de la muestra sedimentológica que se presenta en el lecho del Río Porcón se debe al tipo de roca sedimentaria y volcánica que se halla en la zona de estudio debido a que su unidad hidrográfica un acuitardo sedimentario.
- Las calicatas se realizaron de 0.5 m x 0.5 m con una profundidad que varía de acuerdo al diámetro media de la partícula más grande que hay en cada estación de aforo en el tramo de estudio del Río Porcón.

- La granulometría de sedimentos, en la zona de estudio del Río Porcón la partícula con mayor dimensión media fue 103.4 cm en la calicata 10 mientras que en la calicata menor dimensión media de la partícula fue de 39 cm en la calicata , donde la ecuación de Rickenmann a mayor tamaño de partículas de sedimentos el coeficiente de rugosidad promedio es menor que las partículas con menor dimensión y en la ecuación Phillip podemos decir que a mayor dimensión de partículas es mayor el coeficiente de rugosidad promedio que la dimensión de las partículas menores.
- En el periodo de lluvias se alcanzó como un caudal máximo de 5.09 m<sup>3</sup>/s y un caudal mínimo de 0.20 m<sup>3</sup>/s donde podemos decir que a mayor caudal el coeficiente de rugosidad es mayor que el caudal mínimo en el tramo de estudio del lecho del Río Porcón.
- Los valores de caudales que se presentan en la siguiente tabla que se han realizado en estos en época de lluvia en los cuales se puede observar que el caudal disminuye en a partir de la sección 6 debido a que el Río Porcón está formado por la quebrada Chilincaga, en la parte alta y los ríos Quilish, Tual y Hornomayo.

**Tabla 27.**

*Caudales en época de lluvia en la zona de estudio del Río Porcón.*

AFOROS	FECHA				
	29/01/2023	11/02/2023	26/02/2023	13/03/2023	29/04/2023
	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)
Sección 1	1.30	3.02	3.40	4.08	1.61
Sección 2	1.54	3.17	3.57	4.22	1.90
Sección 3	1.83	4.06	3.73	4.52	2.19
Sección 4	1.92	4.56	4.52	5.09	2.56
Sección 5	1.60	4.12	4.38	4.81	1.92
Sección 6	0.48	1.73	2.17	3.38	1.51
Sección 7	0.37	1.44	1.74	2.66	1.12
Sección 8	0.32	1.33	1.60	2.30	0.86
Sección 9	0.25	1.28	1.52	2.12	0.50
Sección 10	0.20	1.08	1.35	1.85	0.39

## CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1.CONCLUSIONES

- En el tramo de estudio del lecho del Río Porcón, se obtuvo que:
  - ✓ Las ecuaciones empíricas presentan como valores:
    - Jarrett, coeficiente de rugosidad entre 0.025 y 0.127.
    - Rickenmann, coeficiente de rugosidad entre 0.059 y 0.246.
    - Phillip, coeficiente de rugosidad entre 0.0512 y 0.4585.
    - Sauer, coeficiente de rugosidad entre 0.029 y 0.067 con respecto a la ecuación de Manning cuyos valores están entre 0.027 y 0.290.
  - ✓ Las variaciones porcentuales de las ecuaciones de Jarrett, Rickenmann, Phillip y Sauer son -14.55%, 54.65%, 46.46% y -45.64% con respecto a la ecuación de Manning, donde la ecuación de Rickenmann presenta una variación porcentual de 54.65% con respecto a la ecuación de Manning en el periodo de lluvia y la ecuación de Jarrett tiene una variable de respuesta de 94.34% de mayor ajuste para calcular la variable  $n$  Manning.
- En el tramo de estudio del lecho del Río Porcón presenta una sinuosidad de 1.25 clasificándose como un río sinuoso y con una pendiente longitudinal de 0.0184 clasificándose como un río de montaña.
- La granulometría de sedimentos en el tramo de estudio del lecho del Río Porcón realizo 10 muestras representativas, siendo sus diámetros característicos de:
  - ✓  $D_{10}$  cuyos valores están en un rango de 14.66 mm y 153.82 mm.
  - ✓  $D_{30}$  valores entre 58.49 mm y 515.42 mm.
  - ✓  $D_{50}$  cuyos valores están en un rango de 208.69 mm y 602.44 mm.
  - ✓  $D_{60}$  entre valores de 253.82 mm y 623.76 mm.
  - ✓  $D_{65}$  entre valores de 287.65 mm y 631.25 mm.
  - ✓  $D_{84}$  entre valores de 338.70 mm y 777.47 mm.
  - ✓  $D_{90}$  364.93 mm y 808.33 mm.
  - ✓ En el lecho del Río Porcón las formaciones geológicas más representativas que tiene son Carhuaz, Farrat, deposito aluvial, depósitos fluvioaluviales, formación Chimú, formación Huambos, con una litología compuesta de arenisca, lutitas, quartitas, grava, arcilla, arena y limos.
- Los coeficientes de rugosidad en el tramo de estudio del lecho del Río Porcón en el periodo de lluvia, las ecuaciones de Jarrett, Rickenmann, Phillip y Sauer presentan un



valor promedio de rugosidad de 0.081, 0.147, 0.139 y 0.052 con sus variaciones porcentuales de -14.55%, 54.65%, 46.46% y -45.64% con respecto a la ecuación de Manning del periodo lluvioso.

## **5.2.RECOMENDACIONES**

- Es importante tener en cuenta que para la selección de secciones de aforo se recomienda estén ubicados lejos de estaciones de bombeo para evitar mediciones inconsistentes en relación al caudal.
- Tomar en cuenta la procedencia de los instrumentos de medición, ya que de acuerdo a su tipo de fabricación pueden calibrarse de diferentes formas y obtener un menor porcentaje de error en la obtención de los resultados finales de un trabajo.
- Se recomienda que para el tiempo de medición de las revoluciones del correntómetro se debe incrementar el tiempo de exposición a 60 segundos cuando las velocidades sean muy bajas en las secciones.
- Para la topografía es recomendable realizarlos en época de estiaje y evitar crecidas del cauce del río y daños en los equipos topográficos.
- Para determinar la granulometría de los sedimentos de río se debe tener precaución del uso de los tamices que no estén rotos, ni deformes, ni aberturas en la malla que sean más grandes que la especificada en el tamiz.

## **CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **6.1.BIBLIOGRAFÍA**

- Alvarado, E. (2017). Manual De Medición De Caudales. Guatemala. Instituto Privado De Investigación Sobre Cambio Climático, 18p.
- Apaclla, R. (2014). Hidráulica Fluvial. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. Primera Edición, 29p.
- Arturo, R. (1998). Introducción A La Hidráulica Fluvial. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. Primera Edición, 179p.
- Badillo, J. y Rico, A. (1998). Mecánica De Suelos. México. LIMUSA. Tercera Edición, 97p.
- Basile, P. (2018). Transporte De Sedimentos y Morfodinámica De Ríos Aluviales. Argentina. Universidad Nacional De Rosario. Primera Edición, 107p.

- Basile, P., García, M. y Riccardi, G. (2011). Calibración de Funciones para Desagregar en Vertical Velocidad y Concentración de Sedimentos en Suspensión en el Río Paraná. Argentina. Memorias Del Quinto Simposio Regional Sobre Hidráulica De Río Santiago Del Estero. 2-4 p.
- Borja, M (2012). Metodología De la Investigación Científica Para Ingenieros. Chiclayo, 30p.
- Breña, A. y Jacobo, M. (2006). Principios y fundamentos de la hidrología superficial. México. Universidad Autónoma Metropolitana. Vol.289, 121p.
- Burgos, N. (2017). Estimación Del Coeficiente De Rugosidad De Manning Mediante Mediciones De Velocidad Y Profundidad, Empleando Un Molinete Hidrométrico, En El Río Chonta, Cajamarca, 2016 [Repositorio Institucional Universidad Nacional De Cajamarca]
- Bustamante, O. (2006). Manual Básico Para Medir Caudales. FONAG. 9p.
- Cadavid, J. (2006). Hidráulica De Canales Fundamentos. Colombia. Universidad EAFIT. Primera Edición, 33p.
- Chereque, W. (1989). Hidrología: Para Estudiantes De Ingeniería Civil. Lima. Concytec. Segunda Edición, 66p.
- Chow, V. (2004). Hidráulica De Canales Abierto. Santa fe de Bogotá. Editorial Nomos. Primera Edición, 667p.
- Coon, W. (1995). Estimates of Roughness Coefficients for Selected Natural Stream Channels with Vegetated Banks in New York. E.E.U.U. Universidad California, 154p.
- De Córdoba, C., León, A., Rodríguez, Y., y Martínez, P. (2018). Influencia del método de estimación en el coeficiente de Manning para cauces naturales. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Vol. 39, 17-31p.
- Díaz, A., Guevara, E., y Rosales, J. (2020). Modelo de estimación del coeficiente de rugosidad de Manning en función de la granulometría en el río Santa, sector Recuay – Carhuaz, Áncash, Perú. Revista Ingeniería Universidad De Carabobo. Vo.27, 3p.
- Dingman, L. (2009). Fluvial Hydraulics. Nueva York. Oxford University Press, 20p.

- Farjas, M. (2012). Topografía. España. Luis Valdés García, 418p.
- Fernández De Córdova, J. (2019). Propuesta de un sistema de alerta temprana ante inundaciones por lluvias intensas. Caso de estudio: río Yanuncay en Cuenca-Ecuador. La Habana. [Tesis de doctorado Universidad Tecnológica de la Habana]
- Lang, S., Ladson, T., y Anderson, B. (2004). A review of empirical equations for estimating stream roughness and their application to four streams in Victoria. *Australasian Journal of Water Resources*, Vol.8(1), 69-82p.
- León, Y., y Parra, J. (2018). Estimación Del Coeficiente De Manning Con El Método De Los Dos Puntos En El Río Negro (Cundinamarca) [Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas]
- Limerinos, J. (1970). Determination of the Manning Coefficient from Measured Bed Roughness in Natural Channels. United States Government Printing Office, 47p.
- Mendoza, J. (2019). Topografía y Geodesia. Lima. Maraucano. Segunda Edición, 14p.
- Navarro, S. (2008). Manual de Topografía- Planimetría. Estelí, 11p.
- Ochoa, T. (2011). Hidráulica De Ríos Y Procesos Morfológicos. Bogotá. Ecoe Ediciones, 203p.
- Organización Meteorológica Mundial. (1994). Adquisición Y Proceso De Datos, Predicción Y Otras Aplicaciones. Ginebra. OMM. Quinta Edición, 147p.
- Pinto, H. (1988). Mecânica dos solos e suas aplicações. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e científicos. Sexta Edición, 25p.
- Ramírez, C., García, J., Carbajal, Y., Ramírez, O., A Bocanegra, R., Loaiza, J. y Escobar, J. (2005). Manual de Procedimientos Hidrométricos. Santiago De Cali. Universidad del Valle. Vol. 13, 19p.
- Simons, D. y Senturk, F. (1977). Sediment transport technology: water and sediment dynamics. Michigan. Water Resources Publications, 23p.
- Sotelo, A. (2002). Hidráulica De Canales. Universidad Nacional Autónoma De México. Primera Edición, 23p.
- Vide, J. (2003). Ingeniería De Ríos. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Segunda Edición, 331p.

Villón, M. (2002). Hidrología. Cartago. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Segunda Edición, 436p.

## 6.2.LINKOGRAFÍA

- <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf>
- <https://es.scribd.com/document/520687584/Hidraulica-Fluvial-Ricardo-Apaclla#>
- <https://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/10738>
- <https://rephip.unr.edu.ar/handle/2133/11003>
- [https://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios\\_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf](https://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf)
- <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1507>
- <https://www.bivica.org/file/view/id/607>
- <https://dokumen.tips/documents/hidraulica-de-canales-juan-cadauid.html?page=1>
- [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382018000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100002)
- <https://www.revistas.uc.edu.ve/index.php/revinguc/article/view/292>
- <https://es.scribd.com/document/403201758/Fluvial-Hydraulics-S-Lawrence-Dingman-2009-A>
- [https://www.researchgate.net/publication/356647015\\_Propuesta\\_de\\_un\\_Sistema\\_de\\_Alerta\\_Temprana\\_ante\\_Inundaciones\\_por\\_Ilubias\\_intensas\\_Caso\\_de\\_estudio\\_río\\_Yanuncay\\_en\\_Cuenca\\_-\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/356647015_Propuesta_de_un_Sistema_de_Alerta_Temprana_ante_Inundaciones_por_Ilubias_intensas_Caso_de_estudio_río_Yanuncay_en_Cuenca_-_Ecuador)
- <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13241583.2004.11465245>
- <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13336>
- <https://docer.com.ar/doc/ns0vecs>
- <https://www.yumpu.com/es/document/view/15498920/guia-de-practicas-hidrologicas-omm-n-168>
- <https://pdfcoffee.com/1-mppag1-165-pdf-free.html>
- <https://dokumen.tips/documents/ingenieria-de-rios-juan-p-martin-vide-565b174b375b1.html?page=193>
- <https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-hidrologia-maximo-villon-bejar.html>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### ANEXO N°1. PANEL FOTOGRÁFICO

#### Fotografía 4.

Aforo sección N°1, fecha: 29/04/2023  $Q = 1.61 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 2.301 \text{ m}^2$ ,  $P = 11.25 \text{ m}$  y  $Rh = 0.200 \text{ m}$ .



#### Fotografía 5.

Aforo sección N°2, fecha 26/02/2023,  $Q = 3.17 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 3.527 \text{ m}^2$ ,  $P = 10.09 \text{ m}$  y  $Rh = 0.325 \text{ m}$ .



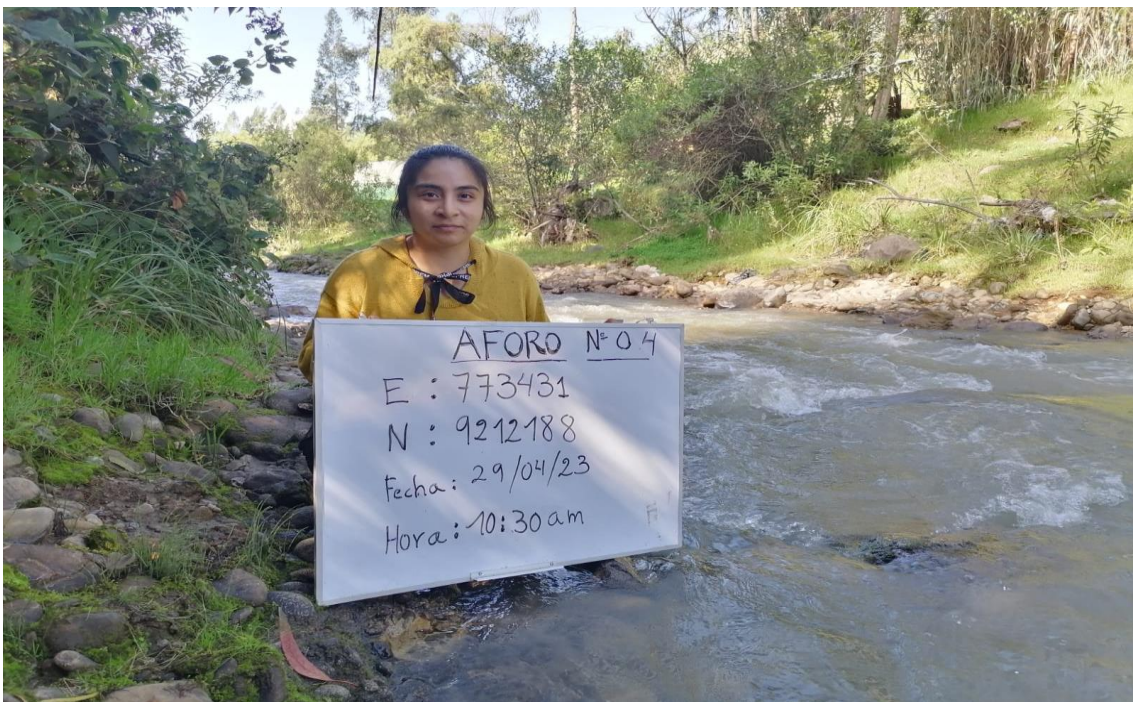
**Fotografía 6.**

Aforo sección N°3, fecha 26/02/2023,  $Q = 4.06 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 3.691 \text{ m}^2$ ,  $P = 10.956 \text{ m}$  y  $Rh = 0.337\text{m}$ .



**Fotografía 7.**

Aforo sección N°4, fecha 29/04/2023,  $Q = 2.56 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 2.474 \text{ m}^2$ ,  $P = 7.167 \text{ m}$  y  $Rh = 0.345\text{m}$ .



### Fotografía 8.

Aforo sección N°5, fecha 13/03/2023,  $Q = 4.81 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 4.474 \text{ m}^2$ ,  $P = 9.470 \text{ m}$  y  $Rh = 0.472 \text{ m}$ .



### Fotografía 9.

Aforo sección N°6, fecha 13/03/2023,  $Q = 3.38 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 4.618 \text{ m}^2$ ,  $P = 7.420 \text{ m}$  y  $Rh = 0.622 \text{ m}$ .



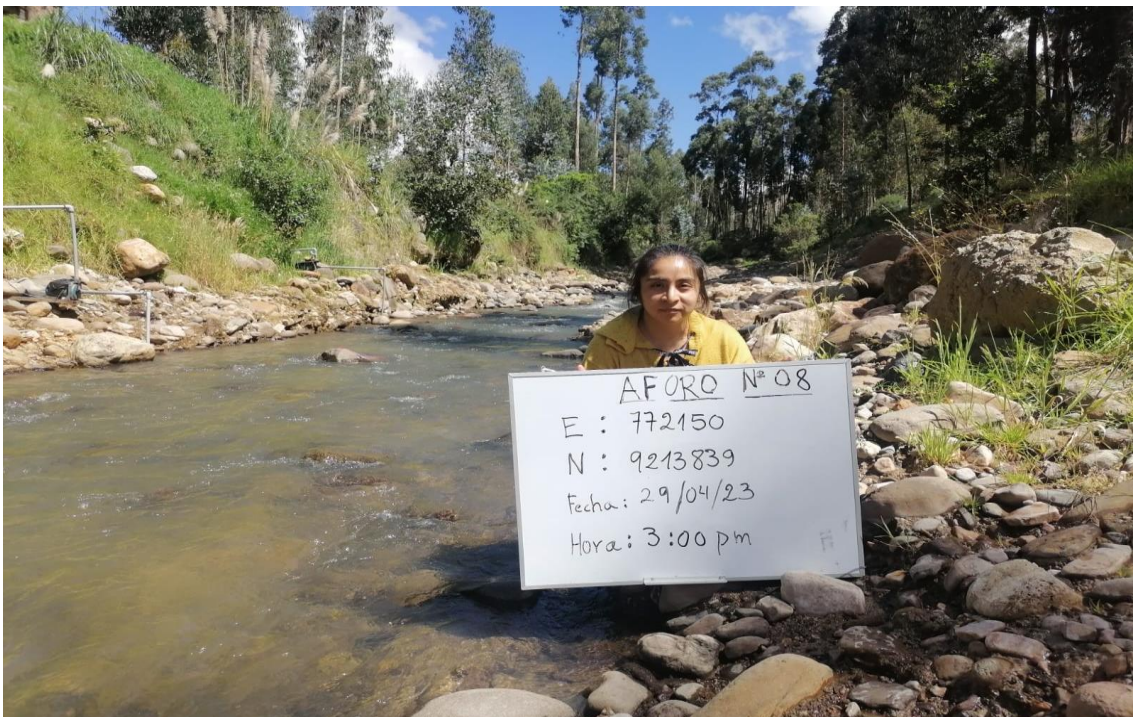
**Fotografía 10.**

Aforo sección N°7, fecha 29/01/2023,  $Q = 0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 0.747 \text{ m}^2$ ,  $P = 5.469 \text{ m}$  y  $Rh = 1.37\text{m}$ .



**Fotografía 11.**

Aforo sección N°8, fecha 29/04/2023,  $Q = 0.86 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 1.236 \text{ m}^2$ ,  $P = 5.615 \text{ m}$  y  $Rh = 0.220\text{m}$ .





**Fotografía 12.**

*Aforo sección N°9, fecha 26/02/2023,  $Q = 3.73 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 2.178 \text{ m}^2$ ,  $P = 8.970 \text{ m}$  y  $R_h = 0.243 \text{ m}$ .*



**Fotografía 13.**

*Aforo sección N°10, fecha 26/02/2023,  $Q = 1.35 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 2.552 \text{ m}^2$ ,  $P = 8.548 \text{ m}$  y  $R_h = 0.299 \text{ m}$ .*



**Fotografía 14.**

Aforo sección N°1, fecha 29/04/2023,  $Q = 1.61 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 2.301 \text{ m}^2$ ,  $P = 11.525 \text{ m}$  y  $R_h = 0.200 \text{ m}$ .



**Fotografía 15.**

Aforo sección N°6, fecha 26/02/2023,  $Q = 2.17 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $A = 4.236 \text{ m}^2$ ,  $P = 7.180 \text{ m}$  y  $R_h = 0.590 \text{ m}$ .



**Fotografía 16.**

*Levantamiento topográfico en la sección N°4.*



**Fotografía 17.**

*Levantamiento topográfico en la sección N°3.*



**Fotografía 18.**

*Levantamiento topográfico en la sección N°5.*



**Fotografía 19.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°1.*



**Fotografía 20.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°1.*



**Fotografía 21.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°1.*



**Fotografía 22.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°2.*



"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"  
CALICATA N° 2  
E: 773448  
N: 9210962  
Fecha: 08/07/2023

**Fotografía 23.**

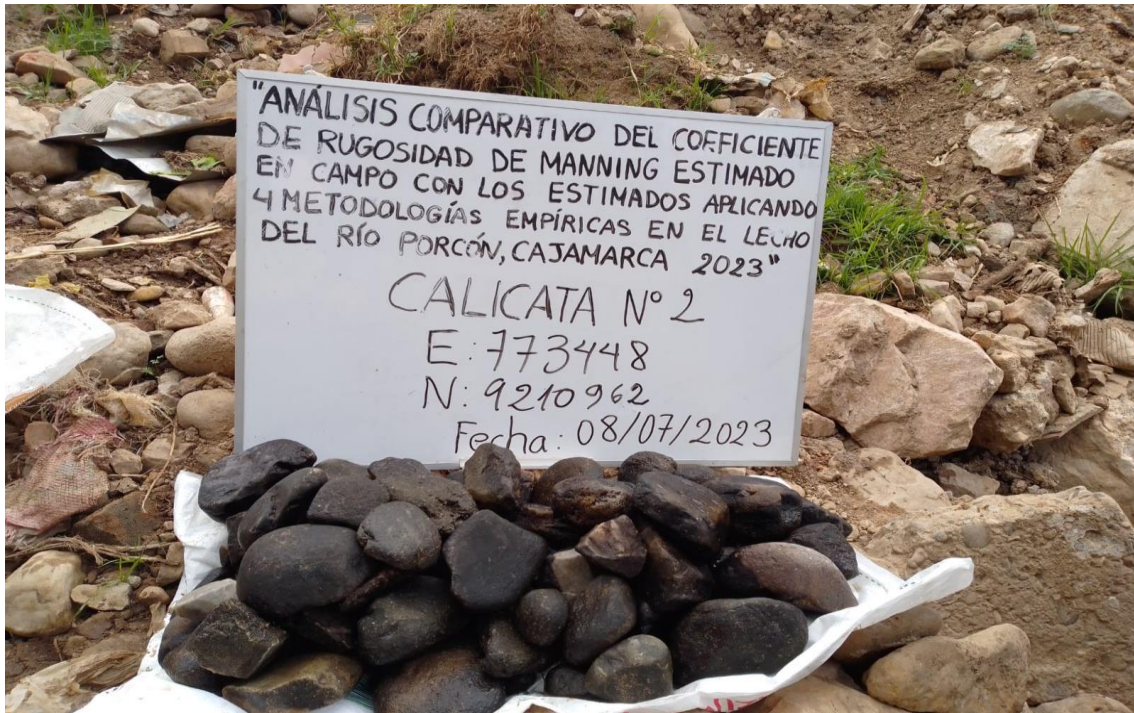
*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°2.*



"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"  
CALICATA N° 2  
E: 773448  
N: 9210962  
Fecha: 08/07/2023

**Fotografía 24.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°2.*



**Fotografía 25.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°3.*



**Fotografía 26.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°3.*



**Fotografía 27.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°3.*





**Fotografía 28.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°4.*



**Fotografía 29.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°4.*



**Fotografía 30.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°5.*



**Fotografía 31.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°5.*



**Fotografía 32.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°5.*



**Fotografía 33.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°6.*



**Fotografía 34.**

*Muestra Sedimentológica Superficial y Volumétrica Calicata N°6.*



**Fotografía 35.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°7.*



**Fotografía 36.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°7.*



**Fotografía 37.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°7.*



**Fotografía 38.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°8.*



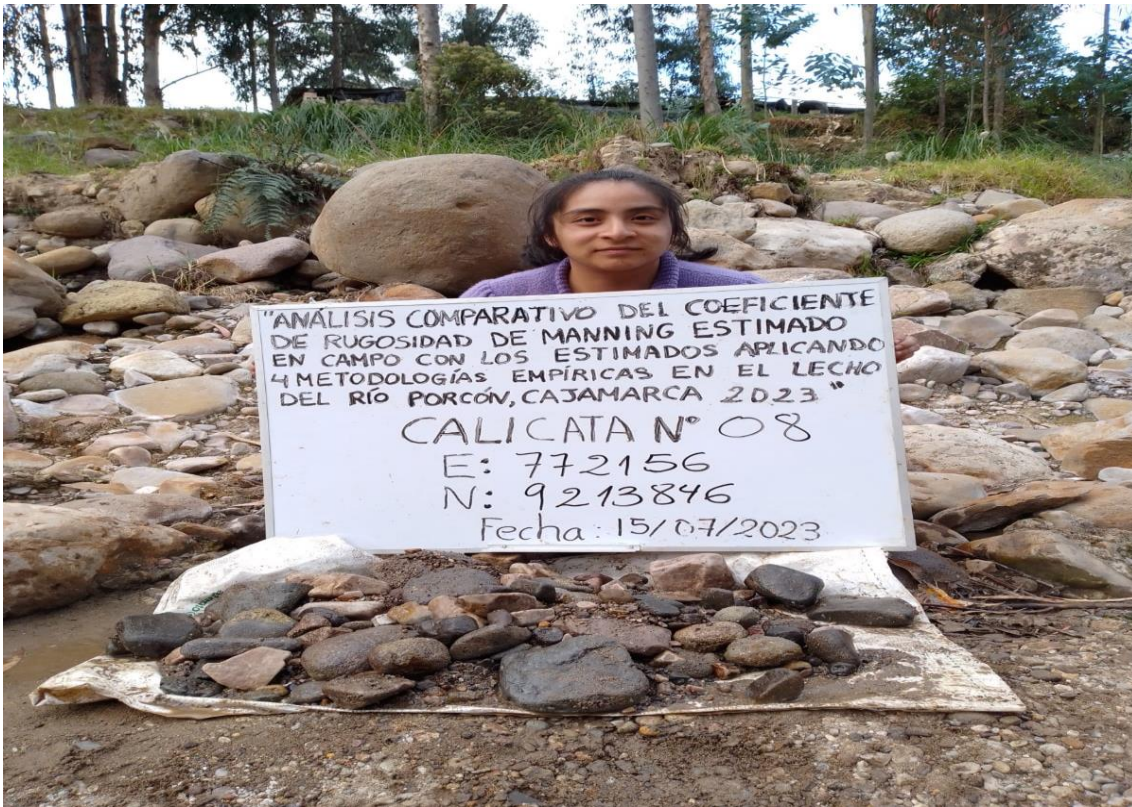
**Fotografía 39.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°8.*



**Fotografía 40.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°8.*



**Fotografía 41.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°9.*



**Fotografía 42.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°9.*



**Fotografía 43.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°9.*





**Fotografía 44.**

*Muestra Sedimentológica Calicata N°10.*



**Fotografía 45.**

*Muestra Sedimentológica Superficial Calicata N°10.*



**Fotografía 46.**

*Muestra Sedimentológica Volumétrica Calicata N°10.*



**Fotografía 47.**

*Peso de muestra de sedimento de río.*



**Fotografía 48.**

*Tamizado de muestra sedimentológica de río.*



**ANEXO N°2. TOPOGRAFÍA**

**Tabla 28.**

*Pendiente del cauce principal.*

Tramo	Cota Mayor m.s.n.m	Cota Menor m.s.n.m	Longitud (m)	Desnivel (m)	Pendiente (Si)	$\sqrt{Si}$	$\frac{1}{\sqrt{Si}}$
1	2749.9622	2749.9750	68.178	0.013	0.0188	0.137	497.578
2	2749.9750	2749.9846	91.828	0.010	0.0001	0.010	8981.049
3	2749.9846	2749.9867	79.843	0.002	0.0026	0.051	1556.846
4	2749.9867	2749.9918	93.215	0.005	0.0055	0.074	1260.212
5	2749.9918	2749.9939	83.010	0.002	0.0025	0.050	1650.388
6	2749.9939	2749.9932	72.980	0.001	0.0010	0.031	2356.442
7	2749.9932	2749.9918	90.814	0.001	0.0015	0.039	2312.944
8	2749.9918	2749.9938	86.425	0.002	0.0023	0.048	1796.570
9	2749.9938	2749.9943	98.733	0.000	0.0005	0.023	4387.413
10	2749.9943	2749.9980	118.588	0.004	0.0031	0.056	2123.050
11	2749.9980	2749.9985	148.287	0.001	0.0003	0.018	8075.504
12	2749.9985	2749.9996	127.890	0.001	0.0009	0.029	4360.723
13	2749.9996	2757.5824	98.539	7.583	7.6952	2.774	35.522
14	2757.5824	2767.3966	54.2839	9.814	18.0794	4.252	12.767
15	2767.3966	2777.6316	57.4826	10.235	17.8054	4.220	13.623
16	2777.6316	2785.8497	47.7913	8.218	17.1958	4.147	11.525
17	2785.8497	2795.9045	124.6673	10.055	8.0653	2.840	43.898

18	2795.9045	2797.1986	127.7985	1.294	1.0126	1.006	127.000
19	2797.1986	2797.7092	109.3981	0.511	0.4667	0.683	160.131
20	2797.7092	2797.6595	56.3817	0.050	0.0881	0.297	189.902
21	2797.6595	2797.8100	54.5706	0.150	0.2758	0.525	103.913
22	2797.8100	2797.9984	67.9747	0.188	0.2772	0.526	129.116
23	2797.9984	2798.2844	86.9397	0.286	0.3290	0.574	151.581
24	2798.2844	2798.6617	94.4051	0.377	0.3997	0.632	149.331
25	2798.6617	2798.9991	96.1717	0.337	0.3508	0.592	162.367
26	2798.9991	2799.0116	77.9563	0.012	0.0160	0.127	615.633
27	2799.0116	2798.9567	48.3352	0.055	0.1136	0.337	143.420
28	2798.9567	2798.8803	62.3524	0.076	0.1225	0.350	178.128
29	2798.8803	2799.0251	91.0956	0.145	0.1590	0.399	228.487
30	2799.0251	2799.1772	95.4956	0.152	0.1593	0.399	239.282
31	2799.1772	2799.1489	97.215	0.028	0.0291	0.171	569.779
32	2799.1489	2799.2406	111.0357	0.092	0.0826	0.287	386.375
33	2799.2406	2799.2734	94.6047	0.033	0.0347	0.186	508.080
34	2799.2734	2799.3248	52.5849	0.051	0.0977	0.313	168.194
35	2799.3248	2799.4173	75.1115	0.093	0.1232	0.351	214.037
36	2799.4173	2799.5616	91.3966	0.144	0.1579	0.397	230.018
37	2799.5616	2799.6144	133.0602	0.053	0.0397	0.199	667.967
38	2799.6144	2799.6966	93.2768	0.082	0.0881	0.297	314.213
39	2799.6966	2799.8856	96.9828	0.189	0.1949	0.441	219.690
40	2799.8856	2799.9291	79.3382	0.043	0.0548	0.234	338.828
41	2799.9291	2800.9850	95.4904	1.056	1.1058	1.052	90.809
42	2800.9850	2812.3644	99.3415	11.379	11.4548	3.384	29.352
43	2812.3644	2822.2908	87.597	9.926	11.3319	3.366	26.022
44	2822.2908	2833.1908	107.6102	10.900	10.1292	3.183	33.812
45	2833.1908	2842.3920	83.0536	9.201	11.0786	3.328	24.953
46	2842.3920	2847.3483	69.3966	4.956	7.1420	2.672	25.967
47	2847.3483	2847.8215	92.531	0.473	0.5114	0.715	129.392
48	2847.8215	2848.0834	62.6637	0.262	0.4179	0.646	96.930
49	2848.0834	2848.2362	50.3839	0.153	0.3033	0.551	91.490
50	2848.2362	2848.3897	36.8783	0.154	0.4162	0.645	57.161
51	2848.3897	2848.7997	65.8252	0.410	0.6229	0.789	83.406
52	2848.7997	2848.9910	57.1613	0.191	0.3347	0.579	98.809
53	2848.9910	2849.0963	45.8421	0.105	0.2297	0.479	95.649
54	2849.0963	2849.1840	52.4852	0.088	0.1671	0.409	128.397
55	2849.1840	2849.2565	35.27	0.072	0.2056	0.453	77.793
56	2849.2565	2849.2805	21.3206	0.024	0.1126	0.336	63.547
57	2849.2805	2849.3020	21.0571	0.022	0.1021	0.320	65.899
58	2849.3020	2849.3791	38.3404	0.077	0.2011	0.448	85.498
59	2849.3791	2849.5481	45.1181	0.169	0.3746	0.612	73.720
60	2849.5481	2849.6864	38.2831	0.138	0.3613	0.601	63.694
61	2849.6864	2849.8064	39.5625	0.120	0.3033	0.551	71.835
62	2849.8064	2849.8664	46.7732	0.060	0.1283	0.358	130.593
63	2849.8664	2849.8615	35.3009	0.005	0.0139	0.118	299.627
64	2849.8615	2849.8084	40.6267	0.053	0.1307	0.362	112.375

65	2849.8084	2849.8492	28.4861	0.041	0.1432	0.378	75.270
66	2849.8492	2849.865	36.5021	0.016	0.0433	0.208	175.448
67	2849.865	2849.8673	37.8368	0.002	0.0061	0.078	485.297
68	2849.8673	2849.8857	33.2925	0.018	0.0553	0.235	141.615
69	2849.8857	2849.9139	68.5867	0.028	0.0411	0.203	338.248
70	2849.9139	2849.9576	51.733	0.044	0.0845	0.291	177.996
71	2849.9576	2849.9841	59.1774	0.026	0.0448	0.212	279.647
72	2849.9841	2849.9846	48.3739	0.000	0.0010	0.032	1504.637
73	2849.9846	2849.9948	39.399	0.010	0.0259	0.161	244.866
74	2849.9948	2855.7904	47.8206	5.796	12.1195	3.481	13.736
75	2855.7904	2863.6372	54.948	7.847	14.2804	3.779	14.541
76	2863.6372	2871.2477	60.7165	7.610	12.5345	3.540	17.150
77	2871.2477	2878.063	44.5204	6.815	15.3083	3.913	11.379
78	2878.063	2855.3687	44.2218	22.694	51.3193	7.164	6.173
79	2855.3687	2888.1126	22.0077	32.744	148.7838	12.198	1.804
80	2888.1126	2889.8155	36.6259	1.703	4.6494	2.156	16.986
81	2889.8155	2892.8433	50.0136	3.028	6.0540	2.460	20.327
82	2892.8433	2897.313	41.8455	4.470	10.6814	3.268	12.804
83	2897.313	2897.4544	36.302	0.141	0.3895	0.624	58.166
84	2897.4544	2897.7841	44.8312	0.330	0.7354	0.858	52.277
85	2897.7841	2898.1766	47.1765	0.392	0.8320	0.912	51.721
86	2898.1766	2898.3126	46.7421	0.136	0.2910	0.539	86.655
87	2898.3126	2898.3940	37.4811	0.081	0.2172	0.466	80.428
88	2898.3940	2898.4972	42.3232	0.103	0.2438	0.494	85.709
89	2898.4972	2898.5899	37.6348	0.093	0.2463	0.496	75.831
90	2898.5899	2898.6309	12.5484	0.041	0.3267	0.572	21.953
91	2898.6309	2898.7593	27.925	0.128	0.4598	0.678	41.182
92	2898.7593	2898.7842	16.0633	0.025	0.1550	0.394	40.799
93	2898.7842	2898.7798	11.7146	0.004	0.0376	0.194	60.446
94	2898.7798	2898.7701	9.063	0.010	0.1070	0.327	27.703
95	2898.7701	2898.8347	14.8352	0.065	0.4355	0.660	22.481
96	2898.8347	2898.9631	24.7396	0.128	0.5190	0.720	34.340
97	2898.9631	2899.0578	23.8103	0.095	0.3977	0.631	37.755
98	2899.0578	2899.1154	23.3006	0.058	0.2472	0.497	46.864
99	2899.1154	2899.1994	21.9324	0.084	0.3830	0.619	35.440
100	2899.1994	2899.2480	19.0005	0.049	0.2558	0.506	37.569
101	2899.2480	2899.3291	26.195	0.081	0.3096	0.556	47.078
102	2899.3291	2899.4037	19.6816	0.075	0.3790	0.616	31.968
103	2899.4037	2899.4680	21.013	0.064	0.3060	0.553	37.986
104	2899.4680	2899.4532	15.0732	0.015	0.0982	0.313	48.104
105	2899.4532	2899.4707	12.4087	0.017	0.1410	0.376	33.042
106	2899.4707	2899.5244	15.0761	0.054	0.3562	0.597	25.261
107	2899.5244	2899.5709	12.7007	0.047	0.3661	0.605	20.990
108	2899.5709	2899.6184	13.3048	0.047	0.3570	0.598	22.267
109	2899.6184	2899.673	16.6213	0.055	0.3285	0.573	29.000
110	2899.673	2899.7337	18.0226	0.061	0.3368	0.580	31.055
111	2899.7337	2899.7826	17.5126	0.049	0.2792	0.528	33.141

112	2899.7826	2899.8077	15.8738	0.025	0.1581	0.398	39.919
113	2899.8077	2899.8509	16.1847	0.043	0.2669	0.517	31.327
114	2899.8509	2899.8845	18.3056	0.034	0.1836	0.428	42.727
115	2899.8845	2899.8554	17.3192	0.029	0.1680	0.410	42.252
116	2899.8554	2899.8312	14.8579	0.024	0.1629	0.404	36.815
117	2899.8312	2899.8395	16.3758	0.008	0.0507	0.225	72.739
118	2899.8395	2899.8582	17.5387	0.019	0.1066	0.327	53.712
119	2899.8582	2899.9036	20.3100	0.045	0.2235	0.473	42.957
120	2899.9036	2899.9381	15.5681	0.034	0.2216	0.471	33.071
121	2899.9381	2899.9354	13.3255	0.003	0.0203	0.142	93.615
122	2899.9354	2899.8937	22.0016	0.042	0.1895	0.435	50.537
123	2899.8937	2899.8886	20.3961	0.005	0.0250	0.158	128.984
124	2899.8886	2899.8860	17.9037	0.003	0.0145	0.121	148.569
125	2899.8860	2899.8769	15.2446	0.009	0.0597	0.244	62.396
126	2899.8769	2899.8715	18.4481	0.005	0.0293	0.171	107.828
127	2899.8715	2899.8415	21.8531	0.030	0.1373	0.371	58.981
128	2899.8415	2899.8374	16.5247	0.004	0.0248	0.158	104.908
129	2899.8374	2899.8700	19.8468	0.033	0.1643	0.405	48.970
130	2899.8700	2899.9121	20.0219	0.042	0.2103	0.459	43.663
131	2899.9121	2899.9456	24.898	0.034	0.1345	0.367	67.877
132	2899.9456	2899.973	28.5641	0.027	0.0959	0.310	92.226
133	2899.973	2902.3274	41.5875	2.354	5.6613	2.379	17.478
134	2902.3274	2908.1377	37.1964	5.810	15.6206	3.952	9.411
135	2908.1377	2912.7690	27.9395	4.631	16.5762	4.071	6.862
136	2912.7690	2917.6636	29.8623	4.895	16.3906	4.049	7.376
137	2917.6636	2925.6922	52.4569	8.029	15.3051	3.912	13.409
138	2925.6922	2935.5968	59.3551	9.905	16.6870	4.085	14.530
139	2935.5968	2943.0002	51.3767	7.403	14.4100	3.796	13.534
140	2943.0002	2946.4792	44.5009	3.479	7.8178	2.796	15.916
141	2946.4792	2946.9586	38.0661	0.479	1.2594	1.122	33.920
142	2946.9586	2947.2333	36.8755	0.275	0.7449	0.863	42.725
143	2947.2333	2947.3612	38.039	0.128	0.3362	0.580	65.601
144	2947.3612	2947.4228	49.0639	0.062	0.1256	0.354	138.469
145	2947.4228	2947.7292	42.2183	0.306	0.7258	0.852	49.557
146	2947.7292	2948.2904	35.036	0.561	1.6018	1.266	27.683
Total							54383.936

<b>Longitud Del Río</b>	<b>7370</b>	<b>m</b>
<b>Pendiente del curso principal</b>	<b>0.0184</b>	<b>1.84%</b>

**Tabla 29.**

*Pendiente sección 1.*

<b>SECCIÓN 1</b>								
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$	
1	2747.62	2747.67	10.0650	0.0500	0.4968	0.705	14.280	
2	2747.67	2747.77	10.4230	0.1000	0.9594	0.979	10.641	
3	2747.77	2747.82	9.3740	0.0500	0.5334	0.730	12.835	
4	2747.82	2748.11	11.8420	0.2900	2.4489	1.565	7.567	
5	2748.11	2748.23	12.9990	0.1200	0.9231	0.961	13.529	
6	2748.230	2748.42	14.2300	0.1900	1.3352	1.156	12.315	
<b>TOTAL</b>			68.93					71.168
<b>PENDIENTE SECCIÓN 1</b>			<b>0.94</b>					

**Tabla 30.**

*Pendiente sección 2.*

<b>SECCIÓN 2</b>								
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$	
1	2750.55	2750.55	8.9870	0.0013	0.0145	0.120	74.722	
2	2750.55	2750.48	7.0630	0.0725	1.0265	1.013	6.971	
3	2750.48	2750.64	7.4750	0.1600	2.1405	1.463	5.109	
4	2750.64	2750.65	7.2340	0.0100	0.1382	0.372	19.457	
5	2750.65	2750.52	9.3640	0.1300	1.3883	1.178	7.947	
6	2750.52	2750.46	6.8960	0.0600	0.8701	0.933	7.393	
7	2750.46	2750.50	5.9470	0.0400	0.6726	0.820	7.251	
8	2750.50	2750.68	7.2420	0.1800	2.4855	1.577	4.594	
9	2750.68	2750.76	6.9710	0.0800	1.1476	1.071	6.507	
10	2750.76	2750.88	6.6740	0.1200	1.7980	1.341	4.977	
11	2750.88	2750.96	6.7810	0.0800	1.1798	1.086	6.243	
<b>TOTAL</b>			80.63					151.172
<b>PENDIENTE SECCIÓN 2</b>			<b>0.28</b>					

**Tabla 31.**

*Pendiente sección 3.*

<b>SECCIÓN 3</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2753.85	2754.01	8.1830	-0.1600	-1.95527	-	-
2	2754.01	2754.00	6.7090	0.0100	0.14905	0.386	17.377
3	2754.00	2754.12	6.3830	-0.1200	-1.87999	-	-
4	2754.12	2754.07	7.2990	0.0500	0.68503	0.828	8.819

5	2754.07	2753.99	6.8980	0.0800	1.15976	1.077	6.405
6	2753.99	2753.94	6.5300	0.0500	0.76570	0.875	7.463
7	2753.94	2753.87	5.9740	0.0700	1.17174	1.082	5.519
8	2753.87	2754.04	8.8360	-0.1700	-1.92395	-	-
9	2754.04	2754.31	6.4570	-0.2700	-4.18151	-	-
10	2754.31	2754.36	5.3320	-0.0500	-0.93773	-	-
<b>TOTAL</b>			33.41				45.583
<b>PENDIENTE SECCIÓN 3</b>			<b>0.54</b>				

**Tabla 32.**

*Pendiente sección 4.*

<b>SECCIÓN 4</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2771.73	2771.95	4.7530	-0.220	-4.6287	-	-
2	2771.95	2771.94	5.4810	0.010	0.1824	0.427	12.832
3	2771.94	2771.87	5.1520	0.070	1.3587	1.166	4.420
4	2771.87	2772.17	7.2780	-0.300	-4.1220	-	-
5	2772.17	2772.29	4.9230	-0.120	-2.4375	-	-
6	2772.29	2771.90	7.1090	0.390	5.4860	2.342	3.035
7	2771.90	2772.12	5.3650	-0.220	-4.1007	-	-
8	2772.12	2772.73	7.4240	-0.610	-8.2166	-	-
9	2772.73	2772.91	6.6550	-0.180	-2.7047	-	-
10	2772.91	2773.30	5.2710	-0.390	-7.3990	-	-
11	2773.30	2773.13	5.9130	0.170	2.8750	1.696	3.487
<b>TOTAL</b>			23.66				23.7742
<b>PENDIENTE SECCIÓN 4</b>			<b>0.99</b>				

**Tabla 33.**

*Pendiente sección 5.*

<b>SECCIÓN 5</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2779.14	2779.20	5.5500	0.0600	1.0811	1.040	5.338
2	2779.20	2779.33	7.3530	0.1300	1.7680	1.330	5.530
3	2779.33	2779.15	6.4910	0.1800	0.0277	0.167	38.979
4	2779.15	2778.19	10.0470	0.9600	0.0956	0.309	32.503
5	2778.19	2779.08	8.7880	0.8900	10.1274	3.182	2.761
6	2779.08	2779.85	9.0850	0.7700	8.4755	2.911	3.121
7	2779.85	2780.21	9.6580	0.3600	3.7275	1.931	5.002
8	2780.21	2780.69	10.2930	0.4800	4.6634	2.159	4.766
9	2780.69	2781.65	9.6210	0.9600	9.9782	3.159	3.046
<b>TOTAL</b>			76.8860				101.046
<b>PENDIENTE SECCIÓN 5</b>			<b>0.58</b>				



**Tabla 34.**

*Pendiente sección 6.*

<b>SECCIÓN 6</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2795.12	2795.22	10.5790	0.1000	0.9453	0.972	10.881
2	2795.22	2795.81	10.6000	0.5900	5.5660	2.359	4.493
3	2795.81	2795.85	9.4050	0.0400	0.4253	0.652	14.421
<b>TOTAL</b>			30.5840				29.795
<b>PENDIENTE SECCIÓN 6</b>			<b>1.05</b>				

**Tabla 35.**

*Pendiente sección 7.*

<b>SECCIÓN 7</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2805.41	2805.34	8.2496	0.0700	0.0085	0.092	89.557
2	2805.34	2805.53	11.2548	0.1900	0.0169	0.130	86.622
3	2805.53	2805.65	9.4793	0.1200	0.0127	0.113	84.251
4	2805.65	2805.95	10.2823	0.3000	0.0292	0.171	60.197
5	2805.95	2806.24	9.9976	0.2900	0.0290	0.170	58.701
6	2806.24	2806.243	9.9345	0.0030	0.0003	0.017	571.687
<b>TOTAL</b>			59.198				951.015
<b>PENDIENTE SECCIÓN 7</b>			<b>0.44</b>				

**Tabla 36.**

*Pendiente sección 8.*

<b>SECCIÓN 8</b>							
<b>Tramo</b>	<b>Cota Mayor m.s.n.m</b>	<b>Cota Menor m.s.n.m</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Desnivel (m)</b>	<b>Pendiente (Si)</b>	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2814.20	2814.47	12.9100	0.2700	2.0914	1.446	8.927
2	2814.47	2814.48	8.8690	0.0100	0.1128	0.336	26.413
3	2814.48	2814.93	9.5250	0.4500	4.7244	2.174	4.382
4	2814.93	2814.95	9.1660	0.0200	0.2182	0.467	19.623
5	2814.95	2815.11	9.5660	0.1600	1.6726	1.293	7.397
6	2815.11	2815.27	8.9450	0.1600	1.7887	1.337	6.688
7	2815.27	2815.68	11.6220	0.4100	3.5278	1.878	6.188
<b>TOTAL</b>			70.6030				79.617
<b>PENDIENTE SECCIÓN 8</b>			<b>0.79</b>				

**Tabla 37.**

*Pendiente sección 9.*

SECCIÓN 9							
Tramo	Cota Mayor m.s.n.m	Cota Menor m.s.n.m	Longitud (m)	Desnivel (m)	Pendiente (Si)	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2844.08	2845.16	8.0140	1.0800	0.1348	0.367	21.830
2	2845.16	2846.04	10.0130	0.8800	0.0879	0.296	33.776
3	2846.04	2847.18	8.4190	1.1400	0.1354	0.368	22.879
4	2847.18	2848.12	7.7040	0.9400	0.1220	0.349	22.055
5	2848.12	2849.07	5.3920	0.9500	0.1762	0.420	12.846
6	2849.07	2850.12	5.6990	1.0500	0.1842	0.429	13.277
<b>TOTAL</b>			45.2410				126.663
<b>PENDIENTE SECCIÓN 9</b>			<b>0.13</b>				

**Tabla 38.**

*Pendiente sección 10.*

SECCIÓN 10							
Tramo	Cota Mayor m.s.n.m	Cota Menor m.s.n.m	Longitud (m)	Desnivel (m)	Pendiente (Si)	$\sqrt{Si}$	$\frac{L}{\sqrt{Si}}$
1	2899.86	2899.84	8.2780	0.0200	0.2416	0.492	16.841
2	2899.84	2899.83	7.0870	0.0100	0.1411	0.376	18.867
3	2899.83	2899.83	8.1970	0.0045	0.0549	0.234	34.985
4	2899.83	2899.84	8.1490	0.0055	0.0675	0.260	31.367
5	2899.84	2899.85	8.6030	0.0100	0.1162	0.341	25.233
6	2899.85	2899.86	8.6040	0.0100	0.1162	0.341	25.238
<b>TOTAL</b>			48.9180				152.531
<b>PENDIENTE SECCIÓN 10</b>			<b>0.103</b>				

### ANEXO N°3. GRANULOMETRÍA DE SEDIMENTOS

**Tabla 39.**

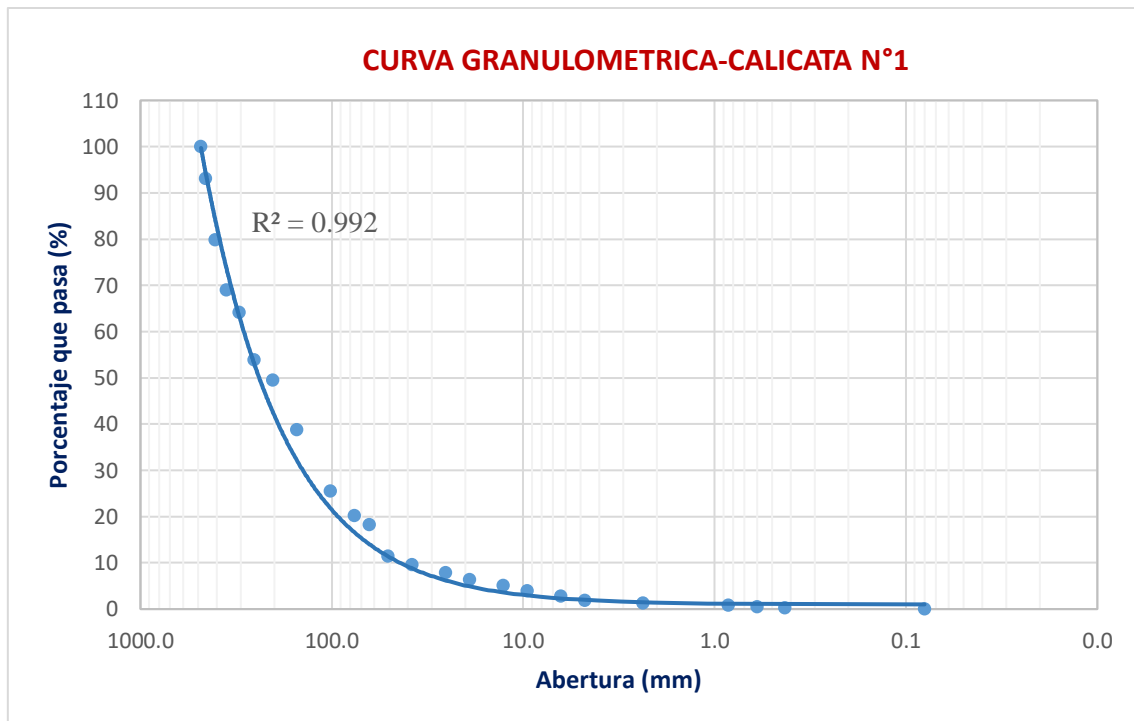
*Muestreo granulométrico de sedimentos de Calicata N°1.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°1	
19"	482.60	0.0	0.00	0.00	100	Cu	6.95
18"	457.20	31806.0	6.91	6.91	93.09	Cc	1.21
16"	406.40	60979.0	13.25	20.17	79.83		
14"	355.60	49900.0	10.85	31.01	68.99	D10	40.87 mm
12"	304.80	22075.0	4.80	35.81	64.19	D30	118.73 mm
10"	254.00	47316.0	10.28	46.10	53.90	D50	209.10 mm
8"	203.20	20483.0	4.45	50.55	49.45	D60	284.07 mm
6"	152.40	48999.0	10.65	61.20	38.80	D65	313.11 mm
4"	101.60	60951.0	13.25	74.45	25.55	D84	422.57 mm

3"	76.20	24411.0	5.31	79.76	20.24	D90	445.53 mm
2 1/2"	63.50	9248.0	2.01	81.77	18.23		
2"	50.80	31360.5	6.82	88.58	11.42		
1 1/2"	38.10	8453.0	1.84	90.42	9.58		
1"	25.40	8097.0	1.76	92.18	7.82		
3/4"	19.05	6745.0	1.47	93.65	6.35		
1/2"	12.70	6014.0	1.31	94.95	5.05		
3/8"	9.53	5237.0	1.14	96.09	3.91		
1/4"	6.35	5025.0	1.09	97.18	2.82		
N4	4.75	4117.0	0.89	98.08	1.92		
N10	2.36	3007.0	0.65	98.73	1.27		
N20	0.85	2022.0	0.44	99.17	0.83		
N30	0.60	1750.0	0.38	99.55	0.45		
N40	0.43	1088.0	0.24	99.79	0.21		
Cazoleta	0.08	974.0	0.21	100.00	0.00	Peso seco	460.06 kg

### Gráfico 5.

Curva granulométrica extendida de Calicata N°1.



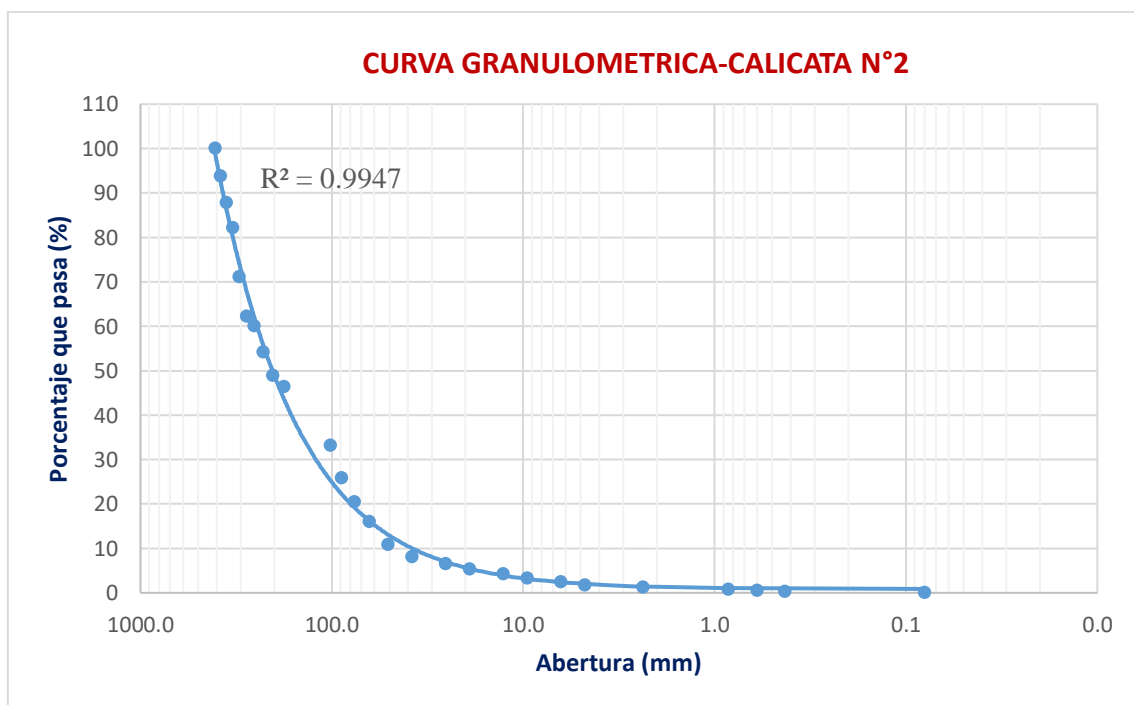
**Tabla 40.**

*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°2.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°2	
16"	406.40	0.0	0.00	0.00	100	Cu	5.41
15"	381.00	23708.0	6.26	6.26	93.74		
14"	355.60	22423.0	5.92	12.18	87.82	Cc	1
13"	330.20	21793.0	5.75	17.93	82.07		
12"	304.80	41730.0	11.02	28.95	71.05	D10	46.89 mm
11"	279.40	33720.0	8.90	37.85	62.15	D30	96.34 mm
10"	254.00	8000.0	2.11	39.96	60.04	D50	208.69 mm
9"	228.60	22500.0	5.94	45.90	54.10	D60	253.82 mm
8"	203.20	19864.0	5.24	51.14	48.86	D65	287.65 mm
7"	177.80	9450.0	2.49	53.64	46.36	D84	338.70 mm
4"	101.60	50000.0	13.20	66.83	33.17	D90	364.93 mm
3 1/2"	88.90	28000.0	7.39	74.23	25.77		
3"	76.20	20263.0	5.35	79.57	20.43		
2 1/2"	63.50	16904.0	4.46	84.04	15.96		
2"	50.80	19316.0	5.10	89.14	10.86		
1 1/2"	38.10	10605.0	2.80	91.93	8.07		
1"	25.40	5813.0	1.53	93.47	6.53		
3/4"	19.05	4790.0	1.26	94.73	5.27		
1/2"	12.70	4077.0	1.08	95.81	4.19		
3/8"	9.53	3747.0	0.99	96.80	3.20		
1/4"	6.35	3096.0	0.82	97.62	2.38		
N4	4.75	2578.0	0.68	98.30	1.70		
N10	2.36	2076.0	0.55	98.84	1.16		
N20	0.85	1576.0	0.42	99.26	0.74		
N30	0.60	1144.0	0.30	99.56	0.44		
N40	0.43	817.0	0.22	99.78	0.22		
Cazoleta	0.08	840.0	0.22	100.00	0.00	Peso seco	390.11 kg

**Gráfico 6.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°2.*



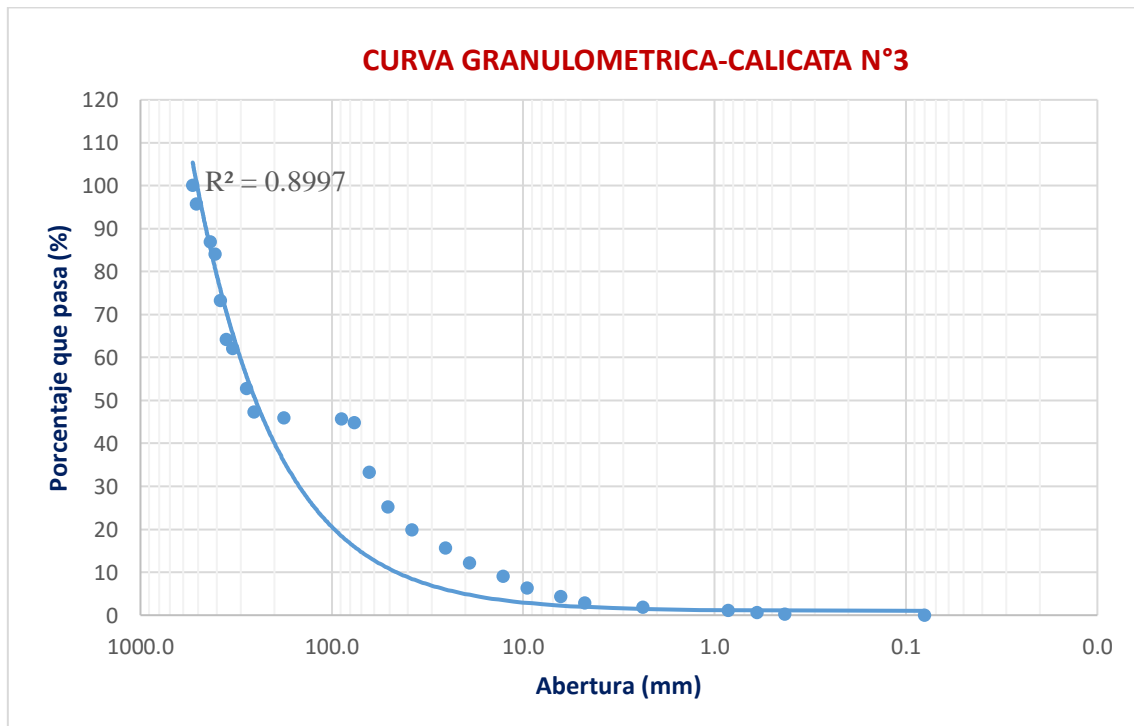
**Tabla 41.**

*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°3.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°3	
21"	533.40	0.0	0.00	0.00	100	Cu	21.76
20"	508.00	22520.0	4.32	4.32	95.68		
17"	431.80	45590.0	8.75	13.08	86.92	Cc	1
16"	406.40	15030.0	2.89	15.96	84.04		
15"	381.00	56342.0	10.82	26.78	73.22	D10	14.66 mm
14"	355.60	46980.0	9.02	35.80	64.20	D30	58.49 mm
13"	330.20	11105.0	2.13	37.93	62.07	D50	266.67 mm
11"	279.40	48751.0	9.36	47.29	52.71	D60	318.97 mm
10"	254.00	28038.0	5.38	52.68	47.32	D65	357.92 mm
7"	177.80	7684.0	1.48	54.15	45.85	D84	406.32 mm
3 1/2"	88.90	995.0	0.19	54.34	45.66	D90	458.01 mm
3"	76.20	4245.0	0.82	55.16	44.84		
2 1/2"	63.50	60470.0	11.61	66.77	33.23		
2"	50.80	41986.0	8.06	74.83	25.17		
1 1/2"	38.10	27586.0	5.30	80.13	19.87		
1"	25.40	22093.1	4.24	84.37	15.63		
3/4"	19.05	18035.0	3.46	87.83	12.17		
1/2"	12.70	16609.0	3.19	91.02	8.98		
3/8"	9.53	13973.0	2.68	93.70	6.30		
1/4"	6.35	10352.0	1.99	95.69	4.31		
N4	4.75	7839.0	1.51	97.20	2.80		
N10	2.36	4923.0	0.95	98.14	1.86		
N20	0.85	3961.0	0.76	98.90	1.10		
N30	0.60	2968.0	0.57	99.47	0.53		
N40	0.43	1947.0	0.37	99.84	0.16		
Cazoleta	0.08	809.0	0.16	100.00	0.00	Peso seco	520.83 kg

**Gráfico 7.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°3.*

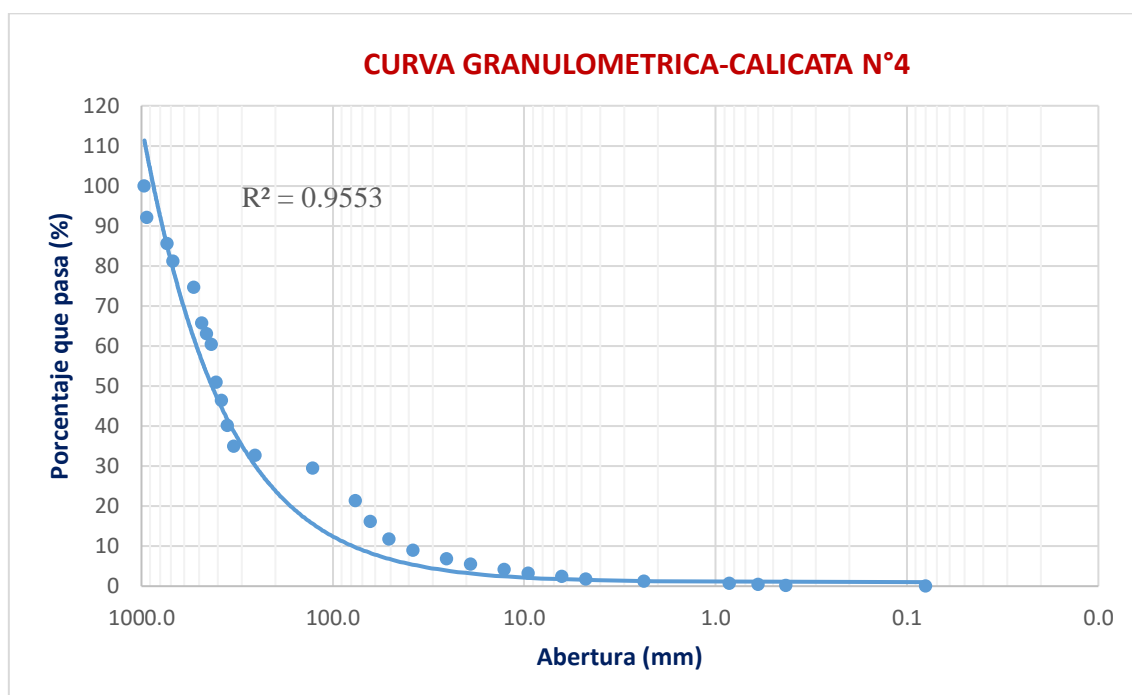


**Tabla 42.***Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°4.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°4	
38"	965.20	0.0	0.00	0.00	100	Cu	10.03
37"	939.80	75684.0	7.88	7.88	92.12		
29"	736.60	63264.0	6.59	14.47	85.53	Cc	1.10
27"	685.80	41265.0	4.30	18.77	81.23		
21"	533.40	63370.0	6.60	25.37	74.63	D10	42.95 mm
19"	482.60	85633.0	8.92	34.29	65.71	D30	142.65 mm
18"	457.20	25984.0	2.71	37.00	63.00	D50	401.53 mm
17"	431.80	25015.0	2.61	39.61	60.39	D60	430.80 mm
16"	406.40	91344.0	9.51	49.12	50.88	D65	475.94 mm
15"	381.00	43556.0	4.54	53.66	46.34	D84	718.44 mm
14"	355.60	59110.0	6.16	59.81	40.19	D90	870.77 mm
13"	330.20	50432.0	5.25	65.07	34.93		
10"	254.00	21854.0	2.28	67.34	32.66		
5"	127.00	30375.0	3.16	70.51	29.49		
3"	76.20	77674.0	8.09	78.60	21.40		
2 1/2"	63.50	50448.0	5.25	83.85	16.15		
2"	50.80	42439.0	4.42	88.27	11.73		
1 1/2"	38.10	26871.0	2.80	91.07	8.93		
1"	25.40	19782.0	2.06	93.13	6.87		
3/4"	19.05	13626.0	1.42	94.55	5.45		
1/2"	12.70	12717.0	1.32	95.88	4.12		
3/8"	9.53	8573.0	0.89	96.77	3.23		
1/4"	6.35	7466.0	0.78	97.55	2.45		
N4	4.75	6366.0	0.66	98.21	1.79		
N10	2.36	5567.0	0.58	98.79	1.21		
N20	0.85	4591.0	0.48	99.27	0.73		
N30	0.60	3172.0	0.33	99.60	0.40		
N40	0.43	2530.0	0.26	99.86	0.14		
Cazoleta	0.08	1303.0	0.14	100.00	0.00	Peso seco	960.01 kg

**Gráfico 8.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°4.*



**Tabla 43.**

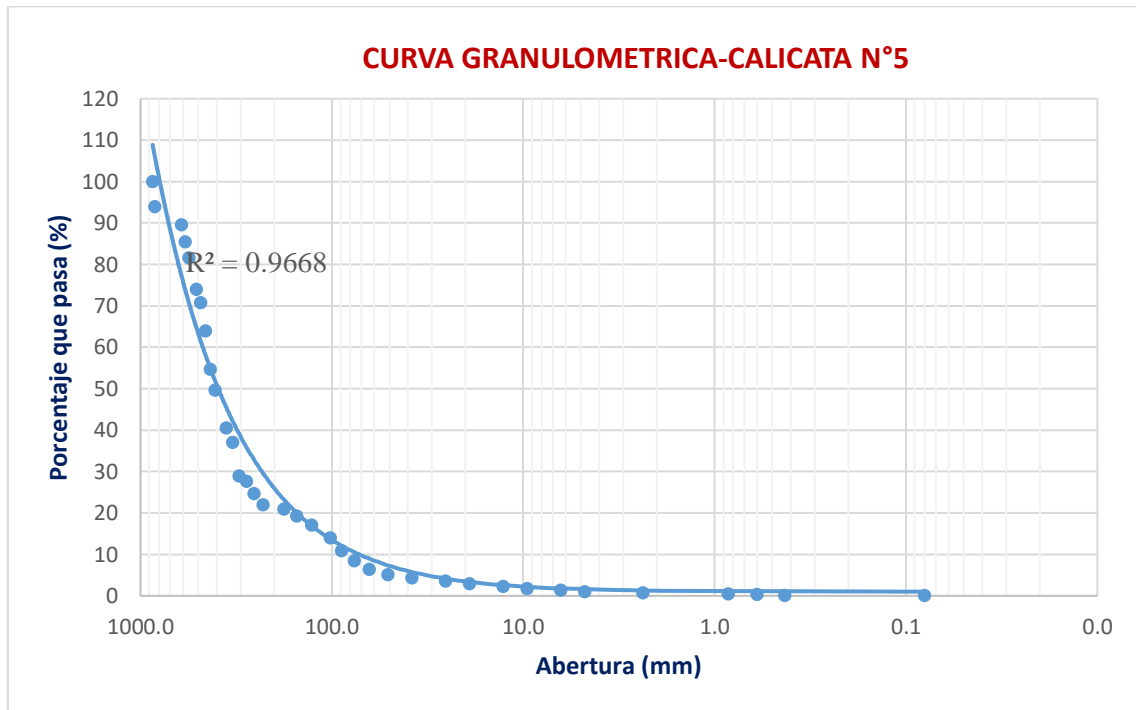
*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°5.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	MUESTRA N°5	
34"	863.60	0.0	0.00	0.00	100	Cu	5.29
33"	838.20	51010.0	6.03	6.03	93.97		
24"	609.60	37022.0	4.38	10.40	89.60	Cc	3
23"	584.20	35021.0	4.14	14.54	85.46		
22"	558.80	33010.0	3.90	18.44	81.56	D10	84.51 mm
20"	508.00	64146.0	7.58	26.02	73.98	D30	308.63 mm
19"	482.60	27100.0	3.20	29.23	70.77	D50	408.53 mm
18"	457.20	58082.0	6.86	36.09	63.91	D60	446.76 mm
17"	431.80	78234.0	9.25	45.34	54.66	D65	461.32 mm
16"	406.40	43020.0	5.08	50.42	49.58	D84	574.71 mm
14"	355.60	76541.0	9.05	59.46	40.54	D90	628.17 mm
13"	330.20	30242.0	3.57	63.04	36.96		
12"	304.80	68516.0	8.10	71.14	28.86		
11"	279.40	10222.0	1.21	72.34	27.66		
10"	254.00	25201.0	2.98	75.32	24.68		
9"	228.60	23409.0	2.77	78.09	21.91		
7"	177.80	8992.0	1.06	79.15	20.85		
6"	152.40	13415.0	1.59	80.74	19.26		
5"	127.00	18420.0	2.18	82.91	17.09		
4"	101.60	26340.0	3.11	86.03	13.97		
3 1/2"	88.90	26082.0	3.08	89.11	10.89		
3"	76.20	21092.0	2.49	91.60	8.40		
2 1/2"	63.50	16895.0	2.00	93.60	6.40		
2"	50.80	11206.0	1.32	94.92	5.08		
1 1/2"	38.10	6993.0	0.83	95.75	4.25		
1"	25.40	6276.0	0.74	96.49	3.51		
3/4"	19.05	5556.0	0.66	97.15	2.85		
1/2"	12.70	5181.0	0.61	97.76	2.24		

3/8"	9.53	4105.0	0.49	98.24	1.76		
1/4"	6.35	3173.0	0.37	98.62	1.38		
N4	4.75	3065.0	0.36	98.98	1.02		
N10	2.36	2195.0	0.26	99.24	0.76		
N20	0.85	2162.0	0.26	99.50	0.50		
N30	0.60	2075.0	0.25	99.74	0.26		
N40	0.43	1251.0	0.15	99.89	0.11		
Cazoleta	0.08	940.0	0.11	100.00	0.00	Peso seco	850.20 kg

**Gráfico 9.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°5.*



**Tabla 44.**

*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°6.*

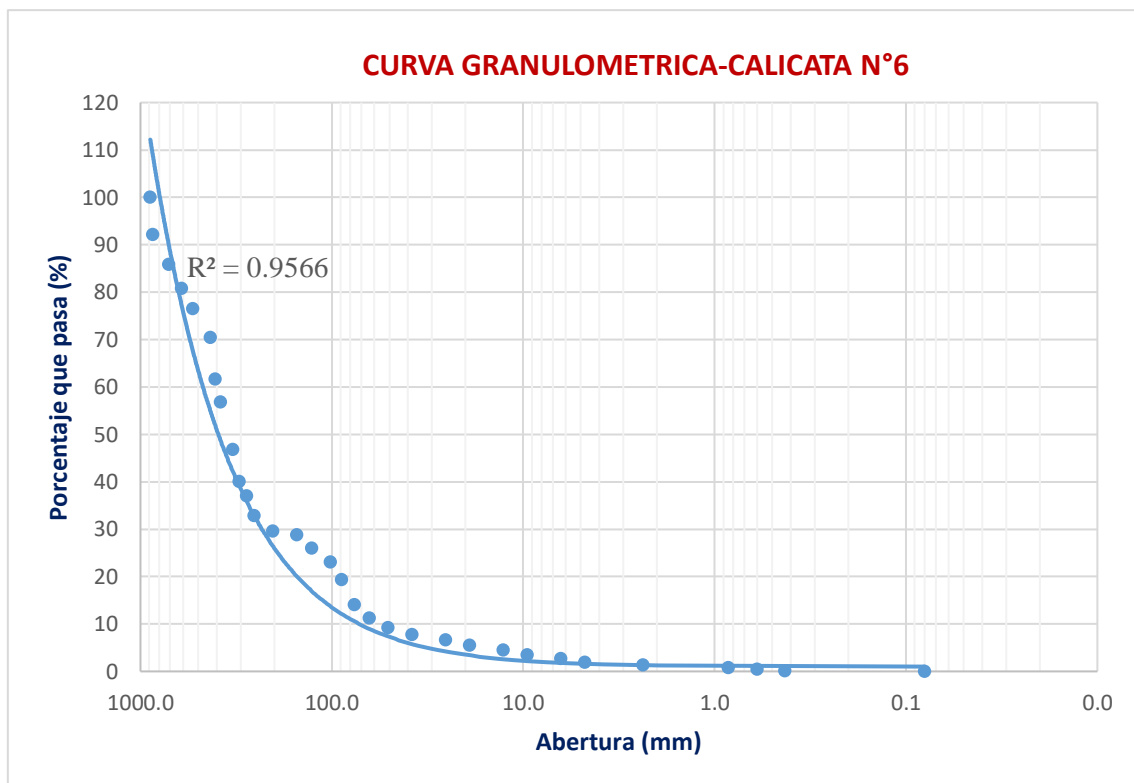
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°6	
35"	889.00	0.0	0.00	0.00	100	Cu	7.18
34"	863.60	69128.0	7.85	7.85	92.15		
28"	711.20	55078.0	6.25	14.10	85.90	Cc	1.98
24"	609.60	45036.0	5.11	19.22	80.78		
21"	533.40	37026.0	4.20	23.42	76.58	D10	55.38 mm
17"	431.80	54131.0	6.15	29.57	70.43	D30	208.64 mm
16"	406.40	76684.0	8.71	38.27	61.73	D50	346.53 mm
15"	381.00	43130.0	4.90	43.17	56.83	D60	397.49 mm
13"	330.20	87960.0	9.99	53.16	46.84	D65	416.16 mm
12"	304.80	60035.0	6.82	59.97	40.03	D84	672.39 mm
11"	279.40	26625.0	3.02	63.00	37.00	D90	809.04 mm
10"	254.00	36285.0	4.12	67.12	32.88		
8"	203.20	28650.0	3.25	70.37	29.63		
6"	152.40	7170.0	0.81	71.18	28.82		
5"	127.00	24310.0	2.76	73.94	26.06		
4"	101.60	25880.0	2.94	76.88	23.12		
3 1/2"	88.90	33350.0	3.79	80.67	19.33		
3"	76.20	46567.0	5.29	85.95	14.05		



2 1/2"	63.50	24536.0	2.79	88.74	11.26		
2"	50.80	17448.0	1.98	90.72	9.28		
1 1/2"	38.10	12866.0	1.46	92.18	7.82		
1"	25.40	10516.0	1.19	93.38	6.62		
3/4"	19.05	9208.0	1.05	94.42	5.58		
1/2"	12.70	9035.0	1.03	95.45	4.55		
3/8"	9.53	8951.0	1.02	96.46	3.54		
1/4"	6.35	7654.0	0.87	97.33	2.67		
N4	4.75	6466.0	0.73	98.07	1.93		
N10	2.36	5453.0	0.62	98.69	1.31		
N20	0.85	4316.0	0.49	99.18	0.82		
N30	0.60	3317.0	0.38	99.55	0.45		
N40	0.43	2322.0	0.26	99.82	0.18		
Cazoleta	0.08	1620.0	0.18	100.00	0.00	Peso seco	880.75 kg

**Gráfico 10.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°6.*



**Tabla 45.**

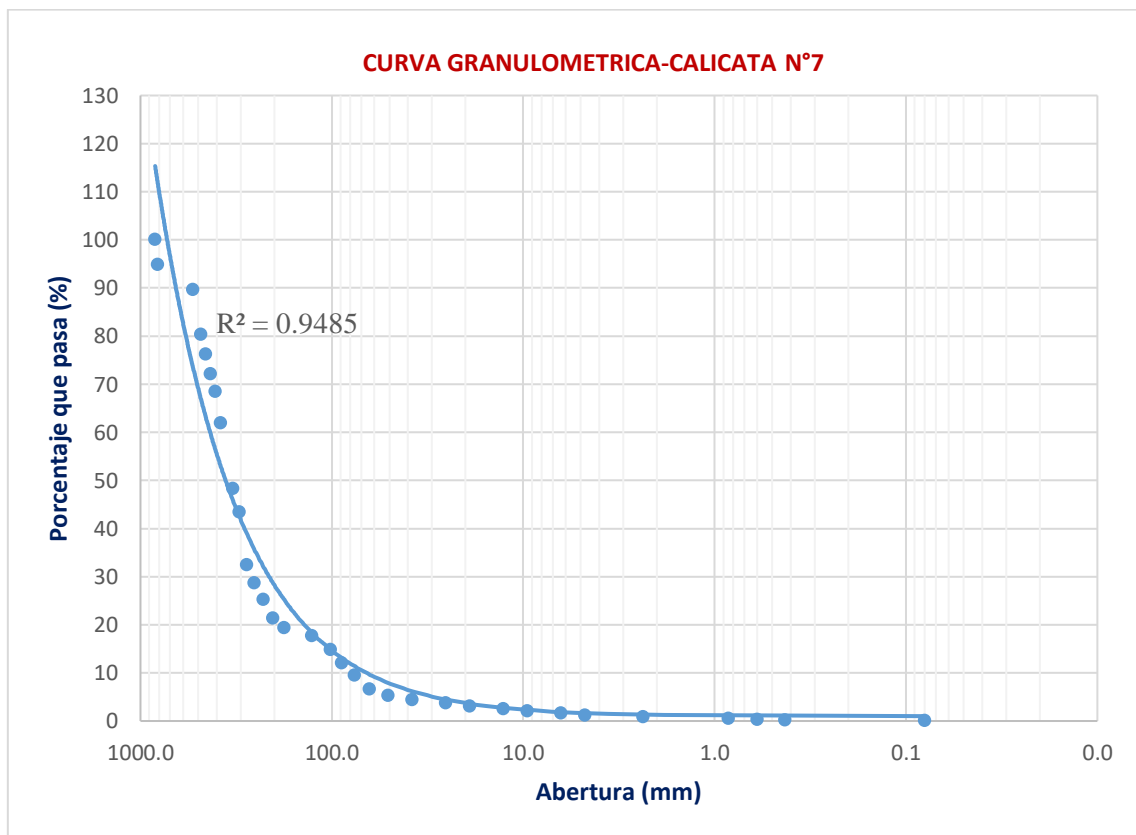
*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°7.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°7	
33"	838.20	0.0	0.00	0.00	100	Cu	4.75
32"	812.80	41764.0	5.14	5.14	94.86		
21"	533.40	42624.0	5.24	10.38	89.62	Cc	2
19"	482.60	75605.0	9.30	19.68	80.32		
18"	457.20	34021.0	4.18	23.86	76.14	D10	78.82 mm
17"	431.80	33214.0	4.08	27.94	72.06	D30	263.15 mm
16"	406.40	29225.0	3.59	31.54	68.46	D50	337.09 mm
15"	381.00	53535.0	6.58	38.12	61.88	D60	374.31 mm

13"	330.20	110951.0	13.64	51.77	48.23	D65	393.16 mm
12"	304.80	39798.0	4.89	56.66	43.34	D84	502.74 mm
11"	279.40	88719.0	10.91	67.57	32.43	D90	550.29 mm
10"	254.00	30730.0	3.78	71.35	28.65		
9"	228.60	28443.0	3.50	74.85	25.15		
8"	203.20	30957.0	3.81	78.65	21.35		
7"	177.80	16665.0	2.05	80.70	19.30		
5"	127.00	13075.0	1.61	82.31	17.69		
4"	101.60	23770.0	2.92	85.23	14.77		
3 1/2"	88.90	22225.0	2.73	87.97	12.03		
3"	76.20	20648.0	2.54	90.51	9.49		
2 1/2"	63.50	23834.0	2.93	93.44	6.56		
2"	50.80	11046.0	1.36	94.80	5.20		
1 1/2"	38.10	6555.0	0.81	95.60	4.40		
1"	25.40	5737.0	0.71	96.31	3.69		
3/4"	19.05	5358.0	0.66	96.97	3.03		
1/2"	12.70	4387.0	0.54	97.51	2.49		
3/8"	9.53	4164.0	0.51	98.02	1.98		
1/4"	6.35	3514.00	0.43	98.45	1.55		
N4	4.75	3217.0	0.40	98.85	1.15		
N10	2.36	2865.0	0.35	99.20	0.80		
N20	0.85	2448.0	0.30	99.50	0.50		
N30	0.60	2046.0	0.25	99.75	0.25		
N40	0.43	1140.0	0.14	99.89	0.11		
Cazoleta	0.08	880.0	0.11	100.00	0.00	Peso seco	814.25 kg

**Gráfico 11.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°7.*

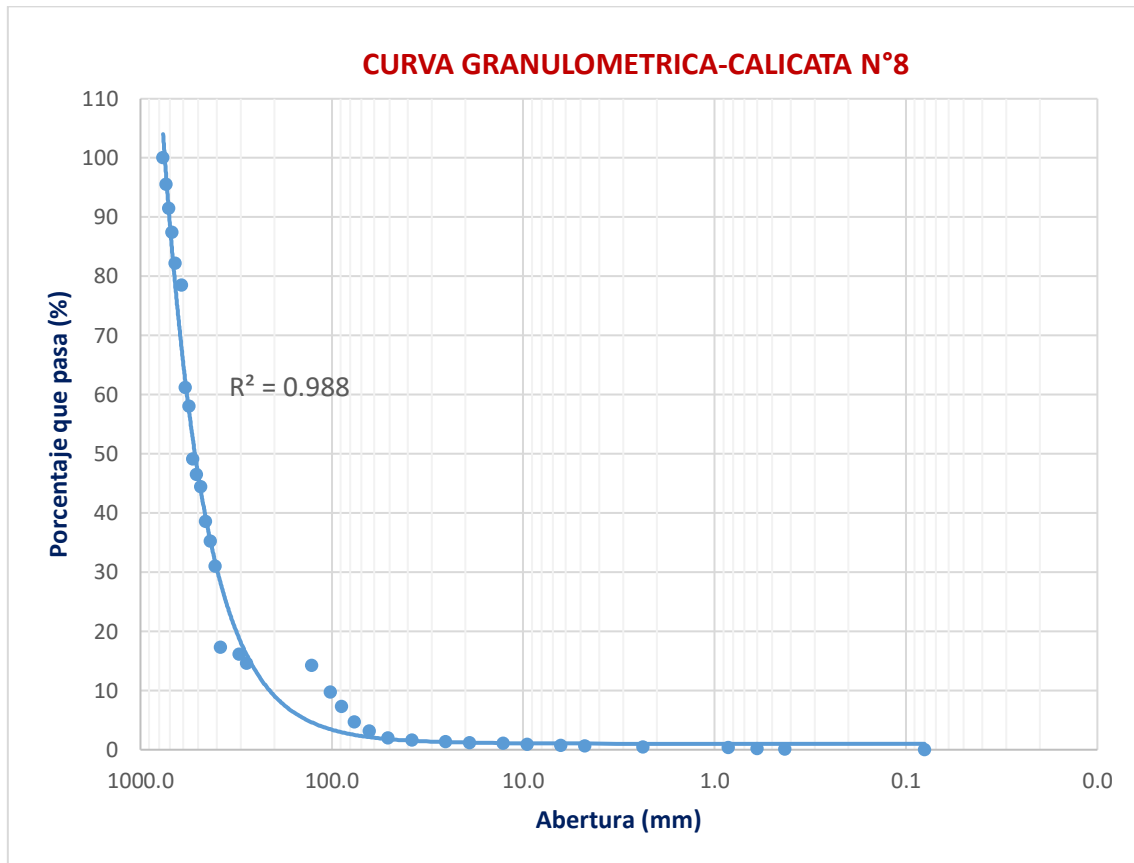


**Tabla 46.***Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°8.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°8	
30"	762.00	0.0	0.00	0.00	100	Cu	5.56
29"	736.60	32220.0	4.43	4.43	95.57		
28"	711.20	30000.0	4.12	8.55	91.45	Cc	2.76
27"	685.80	29031.0	3.99	12.54	87.46		
26"	660.40	38052.0	5.23	17.76	82.24	D10	103.29 mm
24"	609.60	27234.0	3.74	21.50	78.50	D30	404.94 mm
23"	584.20	126058.0	17.32	38.82	61.18	D50	536.18 mm
22"	558.80	23005.0	3.16	41.98	58.02	D60	574.76 mm
21"	533.40	65100.0	8.94	50.93	49.07	D65	590.28 mm
20"	508.00	19010.0	2.61	53.54	46.46	D84	669.04 mm
19"	482.60	15022.0	2.06	55.60	44.40	D90	701.97 mm
18"	457.20	42295.0	5.81	61.41	38.59		
17"	431.80	24135.0	3.32	64.73	35.27		
16"	406.40	31146.0	4.28	69.01	30.99		
15"	381.00	99846.0	13.72	82.72	17.28		
12"	304.80	8238.0	1.13	83.85	16.15		
11"	279.40	11372.0	1.56	85.42	14.58		
5"	127.00	2455.0	0.34	85.75	14.25		
4	101.60	32938.0	4.52	90.28	9.72		
3 1/2"	88.90	17676.0	2.43	92.71	7.29		
3	76.20	19148.0	2.63	95.34	4.66		
2 1/2	63.50	10869.0	1.49	96.83	3.17		
2	50.80	8976.0	1.23	98.06	1.94		
1 1/2	38.10	2556.0	0.35	98.41	1.59		
1	25.40	1443.0	0.20	98.61	1.39		
3/4	19.05	1267.0	0.17	98.79	1.21		
1/2	12.70	1167.0	0.16	98.95	1.05		
3/8	9.53	1073.0	0.15	99.09	0.91		
1/4	6.35	1060.0	0.15	99.24	0.76		
N4	4.75	1051.0	0.14	99.38	0.62		
N10	2.36	1042.0	0.14	99.53	0.47		
N20	0.85	1034.0	0.14	99.67	0.33		
N30	0.60	1017.0	0.14	99.81	0.19		
N40	0.43	980.0	0.13	99.94	0.06		
Cazoleta	0.08	410.0	0.06	100.00	0.00	Peso seco	740.95 kg

**Gráfico 12.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°8.*



**Tabla 47.**

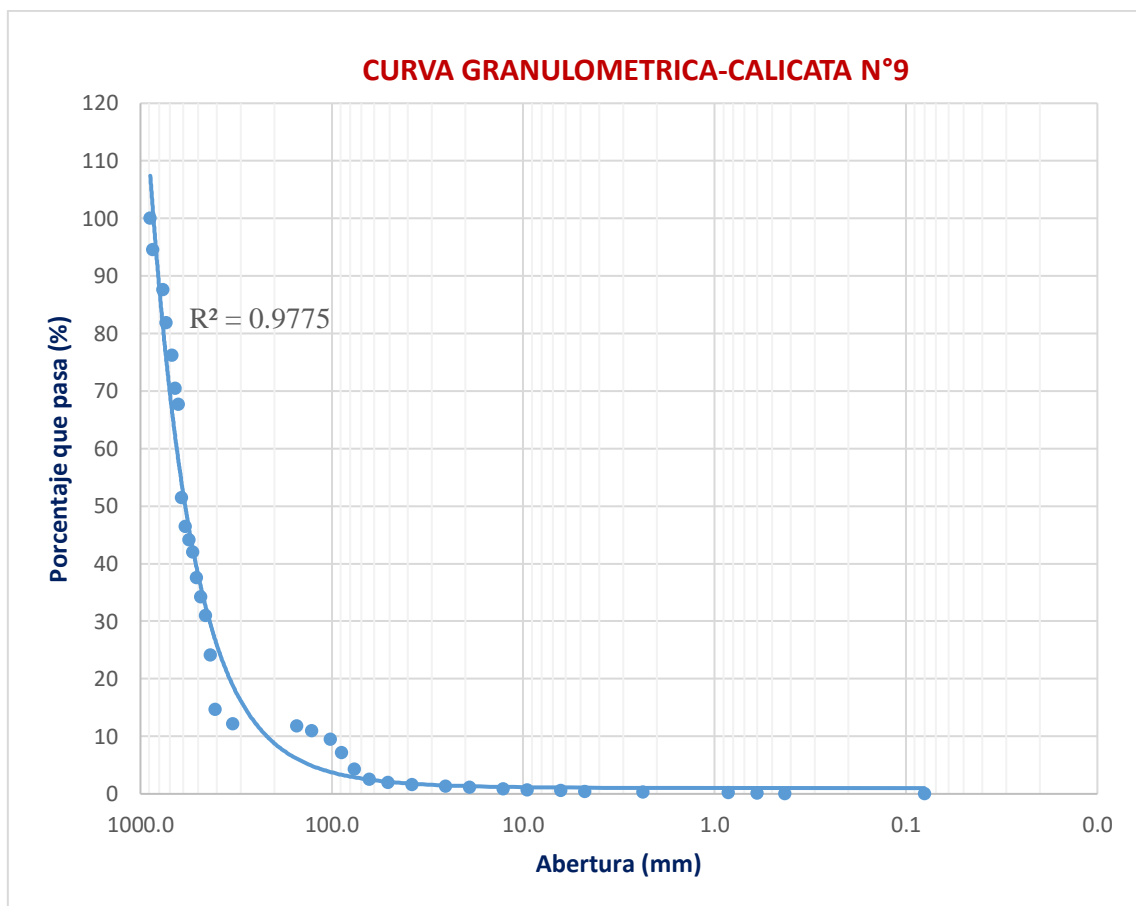
*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°9.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°9	
35"	889.00	0.0	0.00	0.00	100	Cu	5.67
34"	863.60	45021.0	5.45	5.45	94.55		
30"	762.00	57232.0	6.93	12.37	87.63	Cc	3
29"	736.60	48095.0	5.82	18.19	81.81		
27"	685.80	46141.0	5.58	23.78	76.22	D10	109.94 mm
26"	660.40	48049.0	5.81	29.59	70.41	D30	453.90 mm
25"	635.00	22984.0	2.78	32.37	67.63	D50	602.44 mm
24"	609.60	133715.0	16.18	48.55	51.45	D60	623.76 mm
23"	584.20	41556.0	5.03	53.58	46.42	D65	631.25 mm
22"	558.80	18587.0	2.25	55.83	44.17	D84	746.28 mm
21"	533.40	17687.0	2.14	57.97	42.03	D90	796.25 mm
20"	508.00	36926.0	4.47	62.44	37.56		
19"	482.60	27777.0	3.36	65.80	34.20		
18"	457.20	26754.0	3.24	69.04	30.96		
17"	431.80	56426.0	6.83	75.86	24.14		
16"	406.40	78557.0	9.51	85.37	14.63		
13"	330.20	20616.0	2.49	87.87	12.13		
6"	152.40	2735.0	0.33	88.20	11.80		
5"	127.00	6710.0	0.81	89.01	10.99		
4"	101.60	12365.0	1.50	90.50	9.50		
3 1/2"	88.90	19200.0	2.32	92.83	7.17		
3"	76.20	24278.0	2.94	95.77	4.23		

2 1/2"	63.50	14103.0	1.71	97.47	2.53		
2"	50.80	4495.0	0.54	98.02	1.98		
1 1/2"	38.10	3274.0	0.40	98.41	1.59		
1"	25.40	2237.0	0.27	98.68	1.32		
3/4"	19.05	1431.0	0.17	98.86	1.14		
1/2"	12.70	2152.0	0.26	99.12	0.88		
3/8"	9.53	1650.0	0.20	99.32	0.68		
1/4"	6.35	1179.0	0.14	99.46	0.54		
N4	4.75	1047.0	0.13	99.59	0.41		
N10	2.36	812.0	0.10	99.68	0.32		
N20	0.85	778.0	0.09	99.78	0.22		
N30	0.60	744.0	0.09	99.87	0.13		
N40	0.43	633.0	0.08	99.94	0.06		
Cazoleta	0.08	460.0	0.06	100.00	0.00	Peso seco	870.49 kg

**Gráfico 13.**

*Curva granulométrica extendida de Calicata N°9.*



**Tabla 48.**

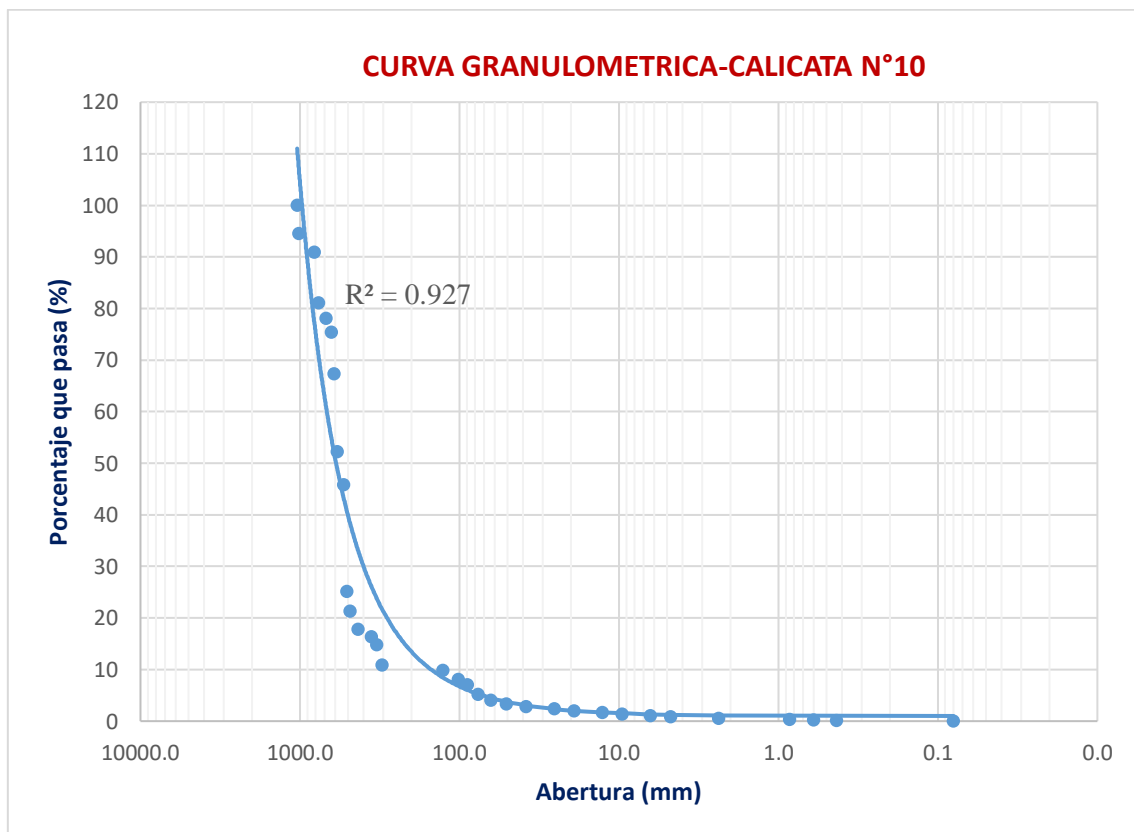
*Muestreo granulométrico de sedimentos Calicata N°10.*

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	MUESTRA N°10	
41"	1041.40	0.0	0.00	0.00	100	Cu	3.89
40"	1016.00	55892.0	5.57	5.57	94.43		
32"	812.60	35985.0	3.59	9.16	90.84	Cc	2.89
30"	762.00	98152.0	9.78	18.94	81.06		

27"	685.80	30023.0	2.99	21.93	78.07	D10	153.82 mm
25"	635.00	27548.0	2.75	24.68	75.32	D30	515.42 mm
24"	609.60	81118.0	8.08	32.76	67.24	D50	567.06 mm
23"	584.20	151024.0	15.05	47.81	52.19	D60	598.05 mm
21"	533.40	64225.0	6.40	54.21	45.79	D65	606.14 mm
20"	508.00	207703.0	20.70	74.91	25.09	D84	777.47 mm
19"	482.60	37918.0	3.78	78.69	21.31	D90	808.33 mm
17"	431.80	35738.0	3.56	82.25	17.75		
14"	355.60	15032.0	1.50	83.75	16.25		
13"	330.20	14875.0	1.48	85.23	14.77		
12"	304.80	39191.0	3.91	89.14	10.86		
5"	127.00	10925.0	1.09	90.23	9.77		
4"	101.60	17725.0	1.77	92.00	8.00		
3 1/2"	88.90	10280.0	1.02	93.02	6.98		
3"	76.20	18300.0	1.82	94.84	5.16		
2 1/2"	63.50	11424.0	1.14	95.98	4.02		
2"	50.80	7520.0	0.75	96.73	3.27		
1 1/2"	38.10	5676.0	0.57	97.30	2.70		
1"	25.40	3972.0	0.40	97.69	2.31		
3/4"	19.05	3613.0	0.36	98.05	1.95		
1/2"	12.70	3468.0	0.35	98.40	1.60		
3/8"	9.53	3169.0	0.32	98.71	1.29		
1/4"	6.35	3008.0	0.30	99.01	0.99		
N4	4.75	2509.0	0.25	99.26	0.74		
N10	2.36	2189.0	0.22	99.48	0.52		
N20	0.85	2057.0	0.21	99.69	0.31		
N30	0.60	1389.0	0.14	99.83	0.17		
N40	0.43	1137.0	0.11	99.94	0.06		
Cazoleta	0.08	610.0	0.06	100.00	0.00	Peso seco	1030.41 kg

#### Gráfico 14.

Curva granulométrica extendida de Calicata N°10.



#### ANEXO N°4. SECCIONES DE AFORO

**Tabla 49.**  
*Primer aforo del tramo de estudio, fecha 29/01/2023.*

RÍO PORCÓN									
AFORO 1 - FECHA : 29/01/2023									
Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
1° Tramo (0.5m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	1° Tramo (0.5 m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	1° Tramo (0.5 m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	1° Tramo (0.5 m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	1° Tramo (0.5 m) H 7 cm h1 (60%) 4 cm	1° Tramo (0.5 m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	1° Tramo (0.5 m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	1° Tramo (0.5 m) H 3 cm h1 (60%) 2 cm	1° Tramo (0.5 m) H 4 cm h1 (60%) 2 cm	1° Tramo (0.5 m) H 3 cm h1 (60%) 2 cm
2° Tramo (1m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	2° Tramo (1 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	2° Tramo (1m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	2° Tramo (1 m) H 19 cm h1 (60%) 11 cm	2° Tramo (1m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	2° Tramo (1m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	2° Tramo (1m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	2° Tramo (1m) H 9 cm h1 (60%) 5 cm	2° Tramo (1m) H 6 cm h1 (60%) 4 cm	2° Tramo (1m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm
3° Tramo (1.5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	3° Tramo (1.5 m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	3° Tramo (1.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	3° Tramo (1.5 m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	3° Tramo (1.5m) H 11 cm h1 (60%) 7 cm	3° Tramo (1.5m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	3° Tramo (1.5m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	3° Tramo (1.5m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	3° Tramo (1.5m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	3° Tramo (1.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm
4° Tramo (2m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	4° Tramo (2 m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	4° Tramo (2m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	4° Tramo (2 m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	4° Tramo (2m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	4° Tramo (2m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	4° Tramo (2m) H 11 cm h1 (60%) 7 cm	4° Tramo (2m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	4° Tramo (2m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	4° Tramo (2m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm
5° Tramo (2.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	5° Tramo (2.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	5° Tramo (2.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	5° Tramo (2.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	5° Tramo (2.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	5° Tramo (2.5m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	5° Tramo (2.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	5° Tramo (2.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	5° Tramo (2.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	5° Tramo (2.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm
6° Tramo (3m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	6° Tramo (3 m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	6° Tramo (3m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	6° Tramo (3 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	6° Tramo (3m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	6° Tramo (3m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	6° Tramo (3m) H 9 cm h1 (60%) 5 cm	6° Tramo (3m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	6° Tramo (3m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	6° Tramo (3m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm
7° Tramo (3.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	7° Tramo (3.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	7° Tramo (3.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	7° Tramo (3.5 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	7° Tramo (3.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	7° Tramo (3.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	7° Tramo (3.5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	7° Tramo (3.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	7° Tramo (3.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	7° Tramo (3.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm
8° Tramo (4m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	8° Tramo (4 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	8° Tramo (4m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	8° Tramo (4 m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	8° Tramo (4m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	8° Tramo (4m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	8° Tramo (4m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	8° Tramo (4m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	8° Tramo (4m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	8° Tramo (4m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm
9° Tramo (4.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	9° Tramo (4.5 m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	9° Tramo (4.5m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	9° Tramo (4.5 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	9° Tramo (4.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	9° Tramo (4.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	9° Tramo (4.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	9° Tramo (4.5m) H 11 cm h1 (60%) 7 cm	9° Tramo (4.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	9° Tramo (4.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm
10° Tramo (5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	10° Tramo (5 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	10° Tramo (5m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	10° Tramo (5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	10° Tramo (5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	10° Tramo (5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	10° Tramo (5m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	10° Tramo (5m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	10° Tramo (5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	10° Tramo (5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm
11° Tramo (5.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	11° Tramo (5.5 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	11° Tramo (5.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	11° Tramo (5.5 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	11° Tramo (5.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	11° Tramo (5.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	11° Tramo (5.3m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	11° Tramo (5.6m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm	11° Tramo (5.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	11° Tramo (5.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm
12° Tramo (6m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	12° Tramo (6 m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	12° Tramo (6m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	12° Tramo (6 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	12° Tramo (6m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	12° Tramo (6m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm			12° Tramo (6m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	12° Tramo (6m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm
13° Tramo (6.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	13° Tramo (6.5 m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	13° Tramo (6.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	13° Tramo (6.5 m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	13° Tramo (6.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm				13° Tramo (6.5m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm	13° Tramo (6.5m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm
14° Tramo (7m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	14° Tramo (7 m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	14° Tramo (7m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	14° Tramo (7 m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	14° Tramo (7m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm					14° Tramo (7m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm
15° Tramo (7.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	15° Tramo (7.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	15° Tramo (7.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	15° Tramo (7.5 m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	15° Tramo (7.5m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm					15° Tramo (7.5m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm
16° Tramo (8m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	16° Tramo (8 m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	16° Tramo (8m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	16° Tramo (7.7m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	16° Tramo (8m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm					
17° Tramo (8.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	17° Tramo (8.5 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	17° Tramo (8.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm		17° Tramo (8.3m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm					
18° Tramo (9m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	18° Tramo (9 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	18° Tramo (9m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm							
19° Tramo (9.5m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm	19° Tramo (9.60 m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	19° Tramo (9.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm							
20° Tramo (10m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm		20° Tramo (10m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm							
21° Tramo (10.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm		21° Tramo (10.25m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm							
22° Tramo (11.25m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm									

**Tabla 50.***Primer Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 1</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0417	0.1	0.004
2	1.0	0.0542	0.1	0.005
3	1.5	0.0809	0.1	0.008
4	2.0	0.078	0.1	0.008
5	2.5	0.0858	0.1	0.009
6	3.0	0.0651	0.1	0.007
7	3.5	0.0853	0.1	0.009
8	4.0	0.068	0.1	0.007
9	4.5	0.0743	0.2	0.011
10	5.0	0.0852	0.3	0.029
11	5.5	0.101	0.3	0.031
12	6.0	0.1287	0.5	0.058
13	6.5	0.14	0.7	0.091
14	7.0	0.151	0.9	0.129
15	7.5	0.1613	0.8	0.136
16	8.0	0.1335	0.9	0.119
17	8.5	0.1387	0.7	0.097
18	9.0	0.1402	0.5	0.063
19	9.5	0.1465	0.7	0.106
20	10.0	0.1615	0.7	0.106
21	10.5	0.1557	0.7	0.111
22	11.25	0.2399	0.7	0.161
<b>CAUDAL SECCIÓN 1</b>				<b>1.30</b>

**Tabla 51.***Primer Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 2</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1081	0.3	0.03
2	1.0	0.1485	0.3	0.05
3	1.5	0.1276	0.4	0.06
4	2.0	0.1391	0.5	0.08
5	2.5	0.1508	0.5	0.08
6	3.0	0.1633	0.6	0.09
7	3.5	0.1496	0.6	0.10
8	4.0	0.1322	0.6	0.09



9	4.5	0.1375	0.7	0.10
10	5.0	0.1221	0.6	0.08
11	5.5	0.1305	0.7	0.10
12	6.0	0.1542	0.8	0.13
13	6.5	0.1579	0.8	0.13
14	7.0	0.1378	0.7	0.10
15	7.5	0.1491	0.7	0.11
16	8.0	0.154	0.7	0.11
17	8.5	0.1278	0.5	0.07
18	9.0	0.078	0.4	0.03
19	9.6	0.0524	0.3	0.02
<b>CAUDAL SECCIÓN 2</b>				<b>1.54</b>

**Tabla 52.**

*Primer Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 3</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.044	0.8	0.03
2	1.0	0.0774	0.8	0.06
3	1.5	0.1246	0.6	0.07
4	2.0	0.1615	0.2	0.02
5	2.5	0.1526	0.4	0.06
6	3.0	0.157	0.4	0.06
7	3.5	0.1249	0.4	0.04
8	4.0	0.0936	0.4	0.04
9	4.5	0.1075	0.5	0.06
10	5.0	0.1077	0.5	0.05
11	5.5	0.1399	0.4	0.05
12	6.0	0.1599	0.3	0.05
13	6.5	0.1326	1.0	0.13
14	7.0	0.1673	1.2	0.19
15	7.5	0.1473	1.2	0.17
16	8.0	0.1848	1.4	0.25
17	8.5	0.1754	1.1	0.18
18	9.0	0.1564	0.9	0.15
19	9.5	0.1467	0.7	0.10
20	10.0	0.1312	0.4	0.05
21	10.25	0.0642	0.3	0.02
<b>CAUDAL SECCIÓN 3</b>				<b>1.83</b>

**Tabla 53.***Primer Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 4</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0386	0.1	0.005
2	1.0	0.0937	0.5	0.051
3	1.5	0.1258	0.6	0.080
4	2.0	0.1522	1.0	0.149
5	2.5	0.1536	1.1	0.176
6	3.0	0.187	1.2	0.230
7	3.5	0.1778	0.9	0.151
8	4.0	0.1461	1.4	0.199
9	4.5	0.1867	1.0	0.177
10	5.0	0.1994	0.6	0.112
11	5.5	0.1848	0.5	0.091
12	6.0	0.1837	1.2	0.216
13	6.5	0.1999	1.0	0.190
14	7.0	0.1073	0.6	0.061
15	7.5	0.0788	0.2	0.014
16	7.7	0.018	0.9	0.017
<b>CAUDAL SECCIÓN 4</b>				<b>1.92</b>

**Tabla 54.***Primer Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 5</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0326	0.1	0.003
2	1.0	0.0632	0.1	0.006
3	1.5	0.0553	0.3	0.015
4	2.0	0.0865	0.5	0.044
5	2.5	0.2264	0.7	0.151
6	3.0	0.2227	0.9	0.209
7	3.5	0.2153	0.9	0.204
8	4.0	0.2368	1.1	0.265
9	4.5	0.2509	0.8	0.192
10	5.0	0.1686	0.8	0.131
11	5.5	0.1926	0.8	0.161
12	6.0	0.2325	0.7	0.155
13	6.5	0.0896	0.3	0.030
14	7.0	0.0712	0.3	0.020

15	7.5	0.0521	0.2	0.008
16	8.0	0.0501	0.1	0.005
17	8.3	0.0213	0.1	0.002
<b>CAUDAL SECCIÓN 5</b>				<b>1.60</b>

**Tabla 55.**

*Primer Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 6</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0995	0.1	0.010
2	1.0	0.215	0.1	0.022
3	1.5	0.2301	0.2	0.039
4	2.0	0.2242	0.3	0.078
5	2.5	0.2042	0.4	0.082
6	3.0	0.1646	0.6	0.099
7	3.5	0.1341	0.1	0.013
8	4.0	0.1517	0.3	0.050
9	4.5	0.1414	0.3	0.042
10	5.0	0.1279	0.2	0.026
11	5.5	0.1025	0.1	0.010
12	6.0	0.0689	0.1	0.007
<b>CAUDAL SECCIÓN 6</b>				<b>0.48</b>

**Tabla 56.**

*Primer Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 7</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0544	0.5	0.027
2	1.0	0.0866	0.4	0.032
3	1.5	0.0524	0.4	0.023
4	2.0	0.0583	0.7	0.038
5	2.5	0.0922	0.6	0.051
6	3.0	0.053	0.5	0.027
7	3.5	0.0791	0.5	0.036
8	4.0	0.0699	0.4	0.024
9	4.5	0.0842	0.6	0.051
10	5.0	0.072	0.5	0.036
11	5.3	0.0449	0.5	0.022
<b>CAUDAL SECCIÓN 7</b>				<b>0.37</b>

**Tabla 57.***Primer Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 8</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0153	0.4	0.005
2	1.0	0.0439	0.2	0.009
3	1.5	0.0609	0.4	0.022
4	2.0	0.0842	0.4	0.034
5	2.5	0.1002	0.7	0.070
6	3.0	0.1085	0.7	0.076
7	3.5	0.1015	0.1	0.010
8	4.0	0.0967	0.6	0.058
9	4.5	0.0573	0.3	0.017
10	5.0	0.04	0.3	0.012
11	5.6	0.0271	0.2	0.005
<b>CAUDAL SECCIÓN 8</b>				<b>0.32</b>

**Tabla 58.***Primer Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 9</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0174	0.3	0.005
2	1.0	0.032	0.2	0.006
3	1.5	0.0646	0.3	0.019
4	2.0	0.0996	0.3	0.025
5	2.5	0.1119	0.4	0.040
6	3.0	0.0882	0.5	0.040
7	3.5	0.0994	0.2	0.020
8	4.0	0.1083	0.3	0.032
9	4.5	0.091	0.2	0.018
10	5.0	0.0857	0.1	0.009
11	5.5	0.0881	0.2	0.014
12	6.0	0.0775	0.1	0.008
13	6.5	0.0594	0.1	0.009
<b>CAUDAL SECCIÓN 9</b>				<b>0.25</b>

**Tabla 59.***Primer Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 10</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0174	0.1	0.002
2	1.0	0.032	0.1	0.003
3	1.5	0.0646	0.1	0.009
4	2.0	0.0996	0.2	0.020
5	2.5	0.1119	0.1	0.011
6	3.0	0.0882	0.2	0.014
7	3.5	0.0994	0.2	0.020
8	4.0	0.1083	0.2	0.027
9	4.5	0.091	0.3	0.027
10	5.0	0.0856	0.1	0.012
11	5.5	0.0886	0.2	0.018
12	6.0	0.076	0.2	0.015
13	6.5	0.0693	0.1	0.007
14	7.0	0.0608	0.1	0.006
15	7.5	0.0394	0.1	0.005
<b>CAUDAL SECCIÓN 10</b>				<b>0.20</b>

**Tabla 60.**  
Segundo aforo del tramo de estudio, fecha 11/02/2023.

RÍO PORCÓN									
AFORO 2 - FECHA : 11/02/2023									
Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
1° Tramo (0.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	1° Tramo (0.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	1° Tramo (0.5 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	1° Tramo (0.5 m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	1° Tramo (0.5 m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	1° Tramo (0.5 m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm	1° Tramo (0.5 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	1° Tramo (0.5 m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm	1° Tramo (0.5 m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm	1° Tramo (0.5 m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm
2° Tramo (1m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	2° Tramo (1 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	2° Tramo (1m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	2° Tramo (1 m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	2° Tramo (1m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	2° Tramo (1m) H 75 cm h1 (60%) 45 cm	2° Tramo (1m) H 19 cm h1 (60%) 11 cm	2° Tramo (1m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	2° Tramo (1m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	2° Tramo (1m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm
3° Tramo (1.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	3° Tramo (1.5 m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	3° Tramo (1.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	3° Tramo (1.5 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	3° Tramo (1.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	3° Tramo (1.5m) H 80 cm h1 (60%) 48 cm	3° Tramo (1.5m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	3° Tramo (1.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	3° Tramo (1.5m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	3° Tramo (1.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm
4° Tramo (2m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	4° Tramo (2 m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	4° Tramo (2m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	4° Tramo (2 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	4° Tramo (2m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	4° Tramo (2m) H 82 cm h1 (60%) 49 cm	4° Tramo (2m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	4° Tramo (2m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	4° Tramo (2m) H 11 cm h1 (60%) 7 cm	4° Tramo (2m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm
5° Tramo (2.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	5° Tramo (2.5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	5° Tramo (2.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	5° Tramo (2.5 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	5° Tramo (2.5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	5° Tramo (2.5m) H 80 cm h1 (60%) 48 cm	5° Tramo (2.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	5° Tramo (2.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	5° Tramo (2.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	5° Tramo (2.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm
6° Tramo (3m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	6° Tramo (3 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	6° Tramo (3m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm	6° Tramo (3 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	6° Tramo (3m) H 80 cm h1 (60%) 48 cm	6° Tramo (3m) H 62 cm h1 (60%) 37 cm	6° Tramo (3m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	6° Tramo (3m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	6° Tramo (3m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	6° Tramo (3m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm
7° Tramo (3.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	7° Tramo (3.5 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	7° Tramo (3.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	7° Tramo (3.5 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	7° Tramo (3.5m) H 65 cm h1 (60%) 39 cm	7° Tramo (3.5m) H 78 cm h1 (60%) 47 cm	7° Tramo (3.5m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	7° Tramo (3.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	7° Tramo (3.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	7° Tramo (3.5m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm
8° Tramo (4m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	8° Tramo (4 m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	8° Tramo (4m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	8° Tramo (4 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	8° Tramo (4m) H 60 cm h1 (60%) 36 cm	8° Tramo (4m) H 77 cm h1 (60%) 46 cm	8° Tramo (4m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	8° Tramo (4m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	8° Tramo (4m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	8° Tramo (4m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm
9° Tramo (4.5m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	9° Tramo (4.5 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	9° Tramo (4.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	9° Tramo (4.5 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	9° Tramo (4.5m) H 60 cm h1 (60%) 36 cm	9° Tramo (4.5m) H 65 cm h1 (60%) 39 cm	9° Tramo (4.5m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	9° Tramo (4.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	9° Tramo (4.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	9° Tramo (4.5m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm
10° Tramo (5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	10° Tramo (5 m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	10° Tramo (5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	10° Tramo (5 m) H 53 cm h1 (60%) 32 cm	10° Tramo (5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	10° Tramo (5m) H 55 cm h1 (60%) 33 cm	10° Tramo (5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	10° Tramo (5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	10° Tramo (5m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	10° Tramo (5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm
11° Tramo (5.5m) H 28 cm h1 (60%) 23 cm	11° Tramo (5.5 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	11° Tramo (5.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	11° Tramo (5.5 m) H 58 cm h1 (60%) 35 cm	11° Tramo (5.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	11° Tramo (5.5m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm	11° Tramo (5.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	11° Tramo (5.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	11° Tramo (5.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	11° Tramo (5.5m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm
12° Tramo (6m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	12° Tramo (6 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	12° Tramo (6m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	12° Tramo (6 m) H 90 cm h1 (60%) 54 cm	12° Tramo (6m) H 65 cm h1 (60%) 39 cm	12° Tramo (6m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	12° Tramo (6m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	12° Tramo (6m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	12° Tramo (6m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	12° Tramo (6m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm
13° Tramo (6.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	13° Tramo (6.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	13° Tramo (6.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	13° Tramo (6.5 m) H 75 cm h1 (60%) 45 cm	13° Tramo (6.5m) H 70 cm h1 (60%) 42 cm	13° Tramo (6.2m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	13° Tramo (6.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	13° Tramo (6.6m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm	13° Tramo (6.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	13° Tramo (6.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm
14° Tramo (7m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	14° Tramo (7 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	14° Tramo (7m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	14° Tramo (7 m) H 64 cm h1 (60%) 38 cm	14° Tramo (7m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm		14° Tramo (7m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm		14° Tramo (7m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	14° Tramo (7m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm
15° Tramo (7.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	15° Tramo (7.5 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	15° Tramo (7.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	15° Tramo (7.5 m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	15° Tramo (7.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm		15° Tramo (7.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm		15° Tramo (7.5m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	15° Tramo (7.5m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm
16° Tramo (8m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	16° Tramo (8 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	16° Tramo (8m) H 49 cm h1 (60%) 29 cm	16° Tramo (7.80m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	16° Tramo (8m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm		16° Tramo (8m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm		16° Tramo (8m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	16° Tramo (8.1m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm
17° Tramo (8.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	17° Tramo (8.5 m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	17° Tramo (8.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm		17° Tramo (8.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm		17° Tramo (8.5m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm		17° Tramo (8.5m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	
18° Tramo (9m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	18° Tramo (9 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	18° Tramo (9m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm		18° Tramo (8.7m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm		18° Tramo (9.05m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm			
19° Tramo (9.5m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	19° Tramo (9.65 m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	19° Tramo (9.5m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm							
20° Tramo (10m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm		20° Tramo (10m) H 58 cm h1 (60%) 35 cm							
21° Tramo (10.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm		21° Tramo (10.30m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm							
22° Tramo (11m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm									
23° Tramo (11.6m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm									

**Tabla 61.***Segundo Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 1</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0654	0.3	0.020
2	1.0	0.1016	0.3	0.034
3	1.5	0.1239	0.6	0.074
4	2.0	0.1342	0.7	0.094
5	2.5	0.1308	0.8	0.102
6	3.0	0.1343	0.9	0.121
7	3.5	0.1299	0.9	0.111
8	4.0	0.1197	0.8	0.100
9	4.5	0.1115	1.0	0.106
10	5.0	0.1247	0.9	0.110
11	5.5	0.1402	0.9	0.131
12	6.0	0.1544	1.0	0.160
13	6.5	0.1601	1.0	0.159
14	7.0	0.1649	1.0	0.167
15	7.5	0.1701	1.0	0.162
16	8.0	0.1744	1.1	0.184
17	8.5	0.1699	1.1	0.178
18	9.0	0.1661	0.9	0.157
19	9.5	0.1800	0.8	0.152
20	10.0	0.1937	1.0	0.187
21	10.5	0.1909	1.1	0.201
22	11.0	0.2005	0.9	0.187
23	11.6	0.1883	0.7	0.124
<b>CAUDAL SECCIÓN 1</b>				<b>3.02</b>

**Tabla 62.***Segundo Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 2</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1287	0.4	0.047
2	1.0	0.1751	0.8	0.148
3	1.5	0.1644	0.8	0.133
4	2.0	0.1571	1.2	0.192
5	2.5	0.1735	1.0	0.182
6	3.0	0.1811	1.0	0.182
7	3.5	0.1875	0.9	0.173
8	4.0	0.1727	1.0	0.171

9	4.5	0.1772	1.0	0.184
10	5.0	0.1631	1.0	0.164
11	5.5	0.1786	1.1	0.200
12	6.0	0.1908	1.3	0.240
13	6.5	0.1974	1.3	0.260
14	7.0	0.1776	1.2	0.216
15	7.5	0.184	1.3	0.230
16	8.0	0.1785	0.9	0.159
17	8.5	0.1643	0.7	0.110
18	9.0	0.183	0.8	0.143
19	9.65	0.1094	0.3	0.038
<b>CAUDAL SECCIÓN 2</b>				<b>3.17</b>

**Tabla 63.**

*Segundo Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 3</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0639	0.5	0.032
2	1.0	0.0946	0.6	0.057
3	1.5	0.1476	0.6	0.083
4	2.0	0.191	0.7	0.127
5	2.5	0.2399	1.1	0.252
6	3.0	0.2764	1.6	0.441
7	3.5	0.2612	1.1	0.297
8	4.0	0.2498	1.2	0.306
9	4.5	0.2395	1.2	0.281
10	5.0	0.2266	1.2	0.276
11	5.5	0.2406	1.0	0.240
12	6.0	0.2567	0.7	0.187
13	6.5	0.2258	0.8	0.184
14	7.0	0.2019	0.7	0.147
15	7.5	0.2156	1.2	0.262
16	8.0	0.2445	1.3	0.326
17	8.5	0.2581	0.7	0.180
18	9.0	0.253	0.4	0.100
19	9.5	0.2778	0.4	0.122
20	10.0	0.2912	0.4	0.106
21	10.3	0.1574	0.4	0.056
<b>CAUDAL SECCIÓN 3</b>				<b>4.06</b>



**Tabla 64.***Segundo Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 4</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0728	0.6	0.041
2	1.0	0.1332	0.7	0.090
3	1.5	0.1531	1.0	0.149
4	2.0	0.1957	1.2	0.241
5	2.5	0.198	1.1	0.215
6	3.0	0.2235	1.4	0.306
7	3.5	0.2271	1.4	0.307
8	4.0	0.1939	1.0	0.184
9	4.5	0.2165	1.4	0.297
10	5.0	0.2615	1.6	0.409
11	5.5	0.3022	1.6	0.476
12	6.0	0.4323	1.7	0.726
13	6.5	0.3803	1.5	0.551
14	7.0	0.308	1.3	0.385
15	7.5	0.1725	0.8	0.133
16	7.8	0.077	0.7	0.050
<b>CAUDAL SECCIÓN 4</b>				<b>4.56</b>

**Tabla 65.***Segundo Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 5</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0423	0.7	0.0289
2	1.0	0.0525	0.4	0.0228
3	1.5	0.0765	1.0	0.0752
4	2.0	0.1412	1.1	0.1619
5	2.5	0.2554	1.1	0.2682
6	3.0	0.3855	1.0	0.3906
7	3.5	0.3297	1.8	0.5836
8	4.0	0.3016	0.4	0.1096
9	4.5	0.2931	1.7	0.4924
10	5.0	0.2178	1.7	0.3761
11	5.5	0.2421	1.4	0.3284
12	6.0	0.3228	1.4	0.4498
13	6.5	0.3408	1.4	0.4760
14	7.0	0.2425	0.9	0.2288
15	7.5	0.1946	0.3	0.0603
16	8.0	0.1157	0.3	0.0336
17	8.5	0.0993	0.3	0.0248
18	8.7	0.0264	0.3	0.0066
<b>CAUDAL SECCIÓN 5</b>				<b>4.12</b>

**Tabla 66.***Segundo Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 6</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.2516	0.2	0.044
2	1.0	0.3734	0.4	0.149
3	1.5	0.3992	0.2	0.071
4	2.0	0.4103	0.6	0.234
5	2.5	0.393	0.4	0.145
6	3.0	0.3225	0.2	0.060
7	3.5	0.3832	0.2	0.060
8	4.0	0.3834	0.8	0.320
9	4.5	0.3246	0.4	0.133
10	5.0	0.2801	0.7	0.194
11	5.5	0.2741	0.6	0.167
12	6.0	0.1896	0.6	0.114
13	6.2	0.063	0.6	0.035
<b>CAUDAL SECCIÓN 6</b>				<b>1.73</b>

**Tabla 67.***Segundo Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 7</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0658	0.2	0.010
2	1.0	0.0936	0.2	0.016
3	1.5	0.0655	0.2	0.013
4	2.0	0.0656	0.5	0.035
5	2.5	0.1094	0.6	0.063
6	3.0	0.0607	0.4	0.021
7	3.5	0.0973	0.5	0.047
8	4.0	0.0857	0.7	0.061
9	4.5	0.1043	0.5	0.050
10	5.0	0.0794	0.7	0.057
11	5.5	0.1006	0.6	0.065
12	6.0	0.1491	0.7	0.111
13	6.5	0.1722	1.2	0.203
14	7.0	0.1639	0.6	0.096
15	7.5	0.1985	0.6	0.128
16	8.0	0.2305	1.2	0.282
17	8.5	0.224	0.7	0.161
18	9.05	0.0753	0.2	0.018
<b>CAUDAL SECCIÓN 7</b>				<b>1.44</b>

**Tabla 68.***Segundo Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 8</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0283	0.6	0.0167
2	1.0	0.0943	0.6	0.0538
3	1.5	0.1044	0.2	0.0181
4	2.0	0.1472	0.5	0.0795
5	2.5	0.1707	0.7	0.1161
6	3.0	0.1831	0.8	0.1453
7	3.5	0.1767	0.6	0.1107
8	4.0	0.1838	1.0	0.1777
9	4.5	0.1866	1.0	0.1866
10	5.0	0.1972	1.0	0.1972
11	5.5	0.1569	0.9	0.1480
12	6.0	0.0799	0.7	0.0594
13	6.6	0.0517	0.4	0.0221
<b>CAUDAL SECCIÓN 8</b>				<b>1.33</b>

**Tabla 69.***Segundo Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 9</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0233	0.2	0.006
2	1.0	0.0498	0.7	0.033
3	1.5	0.0586	0.7	0.044
4	2.0	0.0582	1.0	0.059
5	2.5	0.0989	0.9	0.094
6	3.0	0.1216	0.6	0.074
7	3.5	0.1043	0.8	0.087
8	4.0	0.1394	1.0	0.134
9	4.5	0.1659	1.0	0.163
10	5.0	0.1382	1.0	0.144
11	5.5	0.1514	0.6	0.094
12	6.0	0.1799	0.6	0.112
13	6.5	0.1422	0.1	0.019
14	7.0	0.1269	0.8	0.104
15	7.5	0.13	0.5	0.071
16	8.0	0.0903	0.3	0.026
17	8.5	0.0671	0.3	0.018
<b>CAUDAL SECCIÓN 9</b>				<b>1.28</b>

**Tabla 70.***Segundo Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 10</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0219	0.3	0.007
2	1.0	0.043	0.2	0.009
3	1.5	0.1006	0.3	0.030
4	2.0	0.1727	0.5	0.085
5	2.5	0.1973	0.7	0.141
6	3.0	0.1961	0.4	0.087
7	3.5	0.2479	0.5	0.118
8	4.0	0.2275	0.3	0.077
9	4.5	0.2018	0.5	0.110
10	5.0	0.1534	0.4	0.061
11	5.5	0.1454	0.3	0.048
12	6.0	0.1475	0.2	0.030
13	6.5	0.1284	0.7	0.086
14	7.0	0.1296	0.9	0.121
15	7.5	0.085	0.6	0.052
16	8.1	0.0703	0.2	0.012
<b>CAUDAL SECCIÓN 10</b>				<b>1.08</b>

**Tabla 71.**

Tercer aforo del tramo de estudio, fecha 26/02/2023.

RÍO PORCÓN										
AFORO 3 - FECHA : 26/02/2023										
Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10	
1° Tramo (0.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	1° Tramo (0.5 m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	1° Tramo (0.5 m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	1° Tramo (0.5 m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	1° Tramo (0.5 m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	1° Tramo (0.5 m) H 59 cm h1 (60%) 35 cm	1° Tramo (0.5 m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	1° Tramo (0.5 m) H 7 cm h1 (60%) 4 cm	1° Tramo (0.5 m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	1° Tramo (0.5 m) H 9 cm h1 (60%) 5 cm	
2° Tramo (1m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	2° Tramo (1 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	2° Tramo (1m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	2° Tramo (1 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	2° Tramo (1m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	2° Tramo (1m) H 78 cm h1 (60%) 47 cm	2° Tramo (1m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	2° Tramo (1m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	2° Tramo (1m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	2° Tramo (1m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	
3° Tramo (1.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	3° Tramo (1.5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	3° Tramo (1.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	3° Tramo (1.5 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	3° Tramo (1.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	3° Tramo (1.5m) H 82 cm h1 (60%) 49 cm	3° Tramo (1.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	3° Tramo (1.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	3° Tramo (1.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	3° Tramo (1.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	
4° Tramo (2m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	4° Tramo (2 m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	4° Tramo (2m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	4° Tramo (2 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	4° Tramo (2m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	4° Tramo (2m) H 85 cm h1 (60%) 51 cm	4° Tramo (2m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	4° Tramo (2m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	4° Tramo (2m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm	4° Tramo (2m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	
5° Tramo (2.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	5° Tramo (2.5 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	5° Tramo (2.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	5° Tramo (2.5 m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	5° Tramo (2.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	5° Tramo (2.5m) H 83 cm h1 (60%) 50 cm	5° Tramo (2.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	5° Tramo (2.5m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	5° Tramo (2.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	5° Tramo (2.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	
6° Tramo (3m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm	6° Tramo (3 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	6° Tramo (3m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	6° Tramo (3 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	6° Tramo (3m) H 82 cm h1 (60%) 49 cm	6° Tramo (3m) H 65 cm h1 (60%) 39 cm	6° Tramo (3m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	6° Tramo (3m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	6° Tramo (3m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	6° Tramo (3m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	
7° Tramo (3.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	7° Tramo (3.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	7° Tramo (3.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	7° Tramo (3.5 m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	7° Tramo (3.5m) H 68 cm h1 (60%) 41 cm	7° Tramo (3.5m) H 80 cm h1 (60%) 48 cm	7° Tramo (3.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	7° Tramo (3.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	7° Tramo (3.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	7° Tramo (3.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	
8° Tramo (4m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	8° Tramo (4 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	8° Tramo (4m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	8° Tramo (4 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	8° Tramo (4m) H 62 cm h1 (60%) 37 cm	8° Tramo (4m) H 78 cm h1 (60%) 47 cm	8° Tramo (4m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	8° Tramo (4m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	8° Tramo (4m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	8° Tramo (4m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	
9° Tramo (4.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	9° Tramo (4.5 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	9° Tramo (4.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	9° Tramo (4.5 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	9° Tramo (4.5m) H 64 cm h1 (60%) 38 cm	9° Tramo (4.5m) H 66 cm h1 (60%) 40 cm	9° Tramo (4.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	9° Tramo (4.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	9° Tramo (4.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	9° Tramo (4.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	
10° Tramo (5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	10° Tramo (5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	10° Tramo (5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	10° Tramo (5 m) H 55 cm h1 (60%) 33 cm	10° Tramo (5m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	10° Tramo (5m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm	10° Tramo (5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	10° Tramo (5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	10° Tramo (5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	10° Tramo (5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	
11° Tramo (5.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	11° Tramo (5.5 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	11° Tramo (5.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	11° Tramo (5.5 m) H 59 cm h1 (60%) 35 cm	11° Tramo (5.5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	11° Tramo (5.5m) H 58 cm h1 (60%) 35 cm	11° Tramo (5.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	11° Tramo (5.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	11° Tramo (5.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	11° Tramo (5.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	
12° Tramo (6m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	12° Tramo (6 m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	12° Tramo (6m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	12° Tramo (6 m) H 92 cm h1 (60%) 55 cm	12° Tramo (6m) H 68 cm h1 (60%) 41 cm	12° Tramo (6m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	12° Tramo (6m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	12° Tramo (6m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	12° Tramo (6m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	12° Tramo (6m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	
13° Tramo (6.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	13° Tramo (6.5 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	13° Tramo (6.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	13° Tramo (6.5 m) H 77 cm h1 (60%) 46 cm	13° Tramo (6.5m) H 72 cm h1 (60%) 43 cm	13° Tramo (6.4m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	13° Tramo (6.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	13° Tramo (6.5m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	13° Tramo (6.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	13° Tramo (6.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	
14° Tramo (7m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	14° Tramo (7 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	14° Tramo (7m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	14° Tramo (7 m) H 66 cm h1 (60%) 40 cm	14° Tramo (7m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm		14° Tramo (7m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	14° Tramo (6.75m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	14° Tramo (7m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	14° Tramo (7m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm	
15° Tramo (7.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	15° Tramo (7.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	15° Tramo (7.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	15° Tramo (7.5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	15° Tramo (7.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm		15° Tramo (7.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm		15° Tramo (7.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	15° Tramo (7.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	
16° Tramo (8m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	16° Tramo (8 m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	16° Tramo (8m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	16° Tramo (7.90m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	16° Tramo (8m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm		16° Tramo (8m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm		16° Tramo (8m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	16° Tramo (8.0m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	
17° Tramo (8.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	17° Tramo (8.5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	17° Tramo (8.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm		17° Tramo (8.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm		17° Tramo (8.5m) H 49 cm h1 (60%) 29 cm		17° Tramo (8.5m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	17° Tramo (8.4m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	
18° Tramo (9m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	18° Tramo (9 m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	18° Tramo (9m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm		18° Tramo (8.8m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm		18° Tramo (9.15m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm		18° Tramo (8.80m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm		
19° Tramo (9.5m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	19° Tramo (9.50 m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	19° Tramo (9.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm								
20° Tramo (10m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	20° Tramo (9.70m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	20° Tramo (10m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm								
21° Tramo (10.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm		21° Tramo (10.53m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm								
22° Tramo (11m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm										
23° Tramo (11.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm										
24° Tramo (11.75m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm										

**Tabla 72.***Tercer Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 1</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0779	0.5	0.039
2	1.0	0.1168	0.6	0.064
3	1.5	0.1389	0.6	0.076
4	2.0	0.1489	0.7	0.097
5	2.5	0.141	0.6	0.091
6	3.0	0.145	0.8	0.116
7	3.5	0.1489	0.7	0.104
8	4.0	0.1351	0.6	0.079
9	4.5	0.127	0.6	0.082
10	5.0	0.1495	0.7	0.105
11	5.5	0.1692	0.8	0.135
12	6.0	0.1754	0.9	0.149
13	6.5	0.1848	1.0	0.176
14	7.0	0.1892	0.9	0.179
15	7.5	0.1863	1.0	0.177
16	8.0	0.1934	0.9	0.164
17	8.5	0.1862	1.0	0.186
18	9.0	0.1897	0.9	0.171
19	9.5	0.1951	1.0	0.185
20	10.0	0.206	1.1	0.227
21	10.5	0.2228	1.1	0.241
22	11.0	0.2107	1.0	0.211
23	11.5	0.2175	1.1	0.233
24	11.75	0.1044	1.1	0.115
<b>CAUDAL SECCIÓN 1</b>				<b>3.40</b>

**Tabla 73.***Tercer Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 2</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1377	0.5	0.062
2	1.0	0.1894	0.9	0.165
3	1.5	0.1754	0.8	0.140
4	2.0	0.1712	1.3	0.214
5	2.5	0.1844	1.1	0.194
6	3.0	0.1952	1.1	0.205
7	3.5	0.1984	1.0	0.188
8	4.0	0.1873	1.1	0.199
9	4.5	0.1923	1.1	0.202
10	5.0	0.1781	1.1	0.187
11	5.5	0.1936	1.2	0.224

12	6.0	0.2059	1.4	0.279
13	6.5	0.2119	1.4	0.290
14	7.0	0.1885	1.3	0.240
15	7.5	0.1982	1.0	0.203
16	8.0	0.189	0.8	0.144
17	8.5	0.1797	0.9	0.153
18	9.0	0.1926	0.9	0.173
19	9.5	0.1166	0.7	0.082
20	9.70	0.0412	0.6	0.025
<b>CAUDAL SECCIÓN 2</b>				<b>3.57</b>

**Tabla 74.**

*Tercer Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 3</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1051	0.7	0.070
2	1.0	0.2023	0.9	0.173
3	1.5	0.206	1.0	0.196
4	2.0	0.1667	0.9	0.142
5	2.5	0.1953	1.1	0.205
6	3.0	0.1869	1.0	0.178
7	3.5	0.1845	1.1	0.194
8	4.0	0.1978	1.1	0.209
9	4.5	0.2165	1.3	0.271
10	5.0	0.1473	1.1	0.155
11	5.5	0.149	1.2	0.172
12	6.0	0.1647	1.1	0.173
13	6.5	0.1636	1.0	0.156
14	7.0	0.1527	1.1	0.161
15	7.5	0.1611	1.0	0.168
16	8.0	0.1458	1.0	0.139
17	8.5	0.1799	1.2	0.216
18	9.0	0.1795	1.3	0.224
19	9.5	0.2051	1.1	0.217
20	10.0	0.1994	0.9	0.169
21	10.53	0.1818	0.8	0.138
<b>CAUDAL SECCIÓN 3</b>				<b>3.73</b>

**Tabla 75.***Tercer Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 4</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.092	0.7	0.060
2	1.0	0.1892	0.8	0.145
3	1.5	0.2257	1.2	0.260
4	2.0	0.2026	1.3	0.255
5	2.5	0.2057	1.1	0.219
6	3.0	0.2293	1.3	0.288
7	3.5	0.2322	0.9	0.201
8	4.0	0.2035	1.0	0.197
9	4.5	0.2267	0.7	0.147
10	5.0	0.2712	0.9	0.244
11	5.5	0.3079	1.5	0.454
12	6.0	0.4418	1.8	0.783
13	6.5	0.3904	1.4	0.534
14	7.0	0.3185	1.3	0.403
15	7.5	0.1881	1.3	0.240
16	7.9	0.1214	0.8	0.093
<b>CAUDAL SECCIÓN 4</b>				<b>4.52</b>

**Tabla 76.***Tercer Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 5</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0569	0.5	0.026
2	1.0	0.0855	0.5	0.043
3	1.5	0.1027	1.0	0.107
4	2.0	0.165	1.2	0.191
5	2.5	0.2665	1.1	0.283
6	3.0	0.3956	1.5	0.612
7	3.5	0.3438	1.2	0.401
8	4.0	0.3127	1.5	0.482
9	4.5	0.3124	1.5	0.483
10	5.0	0.2372	1.2	0.281
11	5.5	0.2533	1.3	0.329
12	6.0	0.3367	1.2	0.387
13	6.5	0.3528	1.3	0.447
14	7.0	0.2649	0.4	0.093
15	7.5	0.2072	0.4	0.075
16	8.0	0.1441	0.4	0.063
17	8.5	0.1286	0.4	0.057
18	8.8	0.0477	0.4	0.021
<b>CAUDAL SECCIÓN 5</b>				<b>4.38</b>



**Tabla 77.***Tercer Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 6</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.2612	0.3	0.069
2	1.0	0.3877	0.5	0.181
3	1.5	0.41	0.3	0.108
4	2.0	0.4249	0.7	0.285
5	2.5	0.4082	0.5	0.190
6	3.0	0.3371	0.3	0.091
7	3.5	0.3933	0.3	0.118
8	4.0	0.3886	0.9	0.334
9	4.5	0.33	0.5	0.155
10	5.0	0.2893	0.8	0.221
11	5.5	0.2805	0.7	0.196
12	6.0	0.1993	0.7	0.132
13	6.4	0.1256	0.7	0.088
<b>CAUDAL SECCIÓN 6</b>				<b>2.17</b>

**Tabla 78.***Tercer Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 7</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0775	0.3	0.019
2	1.0	0.0992	0.3	0.027
3	1.5	0.0776	0.3	0.022
4	2.0	0.1009	0.6	0.056
5	2.5	0.1248	0.7	0.082
6	3.0	0.0959	0.5	0.043
7	3.5	0.115	0.6	0.066
8	4.0	0.1049	0.8	0.079
9	4.5	0.1242	0.6	0.072
10	5.0	0.0948	0.8	0.071
11	5.5	0.1152	0.7	0.076
12	6.0	0.1594	0.8	0.121
13	6.5	0.1825	1.3	0.232
14	7.0	0.1782	0.7	0.116
15	7.5	0.209	0.7	0.146
16	8.0	0.2402	1.3	0.307
17	8.5	0.2361	0.8	0.181
18	9.15	0.107	0.3	0.027
<b>CAUDAL SECCIÓN 7</b>				<b>1.74</b>

**Tabla 79.***Tercer Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 8</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0367	0.7	0.025
2	1.0	0.1051	0.7	0.074
3	1.5	0.1185	0.3	0.032
4	2.0	0.158	0.6	0.090
5	2.5	0.1818	0.8	0.141
6	3.0	0.189	0.9	0.168
7	3.5	0.1862	0.7	0.126
8	4.0	0.1943	1.1	0.209
9	4.5	0.2008	1.1	0.221
10	5.0	0.2079	1.1	0.222
11	5.5	0.1719	1.0	0.164
12	6.0	0.094	0.8	0.074
13	6.5	0.0763	0.6	0.046
14	6.75	0.0283	0.5	0.013
<b>CAUDAL SECCIÓN 8</b>				<b>1.60</b>

**Tabla 80.***Tercer Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 9</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.036	0.3	0.009
2	1.0	0.0652	0.4	0.028
3	1.5	0.0735	0.4	0.033
4	2.0	0.0733	0.4	0.033
5	2.5	0.1139	0.7	0.074
6	3.0	0.1366	0.8	0.116
7	3.5	0.1193	0.6	0.077
8	4.0	0.1544	1.0	0.162
9	4.5	0.1809	0.9	0.169
10	5.0	0.1532	0.8	0.127
11	5.5	0.1664	0.9	0.143
12	6.0	0.1953	1.1	0.206
13	6.5	0.1614	0.6	0.097
14	7.0	0.1426	0.5	0.065
15	7.5	0.1498	0.5	0.082
16	8.0	0.1043	0.4	0.039
17	8.5	0.1047	0.4	0.038
18	8.8	0.0468	0.4	0.019
<b>CAUDAL SECCIÓN 9</b>				<b>1.52</b>

**Tabla 81.***Tercer Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 10</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0389	0.4	0.014
2	1.0	0.0631	0.3	0.016
3	1.5	0.1159	0.4	0.041
4	2.0	0.1875	0.6	0.112
5	2.5	0.2129	0.8	0.162
6	3.0	0.2144	0.5	0.117
7	3.5	0.2549	0.6	0.140
8	4.0	0.2411	0.4	0.084
9	4.5	0.2128	0.6	0.124
10	5.0	0.1679	0.5	0.079
11	5.5	0.1605	0.4	0.057
12	6.0	0.1627	0.3	0.041
13	6.5	0.1428	0.8	0.108
14	7.0	0.1414	1.0	0.139
15	7.5	0.1015	0.7	0.069
16	8.0	0.0824	0.4	0.030
17	8.4	0.0513	0.3	0.013
<b>CAUDAL SECCIÓN 10</b>				<b>1.35</b>

**Tabla 82.**

Cuarto aforo del tramo de estudio, fecha 13/03/2023.

RÍO PORCÓN									
AFORO 4 - FECHA : 13/03/2023									
Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
1° Tramo (0.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	1° Tramo (0.5 m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	1° Tramo (0.5 m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	1° Tramo (0.5 m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	1° Tramo (0.5 m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	1° Tramo (0.5 m) H 64 cm h1 (60%) 38 cm	1° Tramo (0.5 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	1° Tramo (0.5 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	1° Tramo (0.5 m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	1° Tramo (0.5 m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm
2° Tramo (1m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	2° Tramo (1 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	2° Tramo (1m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	2° Tramo (1 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	2° Tramo (1m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	2° Tramo (1m) H 83 cm h1 (60%) 50 cm	2° Tramo (1m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	2° Tramo (1m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	2° Tramo (1m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	2° Tramo (1m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm
3° Tramo (1.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	3° Tramo (1.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	3° Tramo (1.5m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	3° Tramo (1.5 m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm	3° Tramo (1.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	3° Tramo (1.5m) H 87 cm h1 (60%) 52 cm	3° Tramo (1.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	3° Tramo (1.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	3° Tramo (1.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	3° Tramo (1.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm
4° Tramo (2m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	4° Tramo (2 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	4° Tramo (2m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	4° Tramo (2 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	4° Tramo (2m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	4° Tramo (2m) H 90 cm h1 (60%) 54 cm	4° Tramo (2m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	4° Tramo (2m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	4° Tramo (2m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	4° Tramo (2m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm
5° Tramo (2.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	5° Tramo (2.5 m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	5° Tramo (2.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	5° Tramo (2.5 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	5° Tramo (2.5m) H 55 cm h1 (60%) 33 cm	5° Tramo (2.5m) H 88 cm h1 (60%) 53 cm	5° Tramo (2.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	5° Tramo (2.5m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	5° Tramo (2.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	5° Tramo (2.5m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm
6° Tramo (3m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	6° Tramo (3 m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	6° Tramo (3m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	6° Tramo (3 m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm	6° Tramo (3m) H 86 cm h1 (60%) 52 cm	6° Tramo (3m) H 70 cm h1 (60%) 42 cm	6° Tramo (3m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	6° Tramo (3m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	6° Tramo (3m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	6° Tramo (3m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm
7° Tramo (3.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	7° Tramo (3.5 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	7° Tramo (3.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	7° Tramo (3.5 m) H 53 cm h1 (60%) 32 cm	7° Tramo (3.5m) H 73 cm h1 (60%) 44 cm	7° Tramo (3.5m) H 85 cm h1 (60%) 51 cm	7° Tramo (3.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	7° Tramo (3.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	7° Tramo (3.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	7° Tramo (3.5m) H 60 cm h1 (60%) 36 cm
8° Tramo (4m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	8° Tramo (4 m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	8° Tramo (4m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	8° Tramo (4 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	8° Tramo (4m) H 67 cm h1 (60%) 40 cm	8° Tramo (4m) H 83 cm h1 (60%) 50 cm	8° Tramo (4m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	8° Tramo (4m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	8° Tramo (4m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	8° Tramo (4m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm
9° Tramo (4.5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	9° Tramo (4.5 m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	9° Tramo (4.5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	9° Tramo (4.5 m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	9° Tramo (4.5m) H 69 cm h1 (60%) 41 cm	9° Tramo (4.5m) H 71 cm h1 (60%) 43 cm	9° Tramo (4.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm	9° Tramo (4.5m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	9° Tramo (4.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	9° Tramo (4.5m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm
10° Tramo (5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	10° Tramo (5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	10° Tramo (5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	10° Tramo (5 m) H 60 cm h1 (60%) 36 cm	10° Tramo (5m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm	10° Tramo (5m) H 62 cm h1 (60%) 37 cm	10° Tramo (5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	10° Tramo (5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	10° Tramo (5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	10° Tramo (5m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm
11° Tramo (5.5m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	11° Tramo (5.5 m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	11° Tramo (5.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	11° Tramo (5.5 m) H 64 cm h1 (60%) 38 cm	11° Tramo (5.5m) H 55 cm h1 (60%) 33 cm	11° Tramo (5.5m) H 63 cm h1 (60%) 38 cm	11° Tramo (5.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	11° Tramo (5.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	11° Tramo (5.5m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	11° Tramo (5.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm
12° Tramo (6m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	12° Tramo (6 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	12° Tramo (6m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	12° Tramo (6 m) H 97 cm h1 (60%) 58 cm	12° Tramo (6m) H 73 cm h1 (60%) 44 cm	12° Tramo (6m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	12° Tramo (6m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	12° Tramo (6m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	12° Tramo (6m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	12° Tramo (6m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm
13° Tramo (6.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	13° Tramo (6.5 m) H 48 cm h1 (60%) 29 cm	13° Tramo (6.5m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	13° Tramo (6.5 m) H 82 cm h1 (60%) 49 cm	13° Tramo (6.5m) H 77 cm h1 (60%) 46 cm	13° Tramo (6.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	13° Tramo (6.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	13° Tramo (6.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	13° Tramo (6.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	13° Tramo (6.5m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm
14° Tramo (7m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	14° Tramo (7 m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	14° Tramo (7m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	14° Tramo (7 m) H 71 cm h1 (60%) 43 cm	14° Tramo (7m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm		14° Tramo (7m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	14° Tramo (6.9m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	14° Tramo (7m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	14° Tramo (7m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm
15° Tramo (7.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	15° Tramo (7.5 m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	15° Tramo (7.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	15° Tramo (7.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	15° Tramo (7.5m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm		15° Tramo (7.5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm		15° Tramo (7.5m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	15° Tramo (7.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm
16° Tramo (8m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	16° Tramo (8 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	16° Tramo (8m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	16° Tramo (8.1m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	16° Tramo (8m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm		16° Tramo (8m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm		16° Tramo (8m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	16° Tramo (8.0m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm
17° Tramo (8.5m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm	17° Tramo (8.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	17° Tramo (8.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm		17° Tramo (8.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm		17° Tramo (8.5m) H 57 cm h1 (60%) 34 cm		17° Tramo (8.5m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm	17° Tramo (8.7m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm
18° Tramo (9m) H 49 cm h1 (60%) 29 cm	18° Tramo (9 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	18° Tramo (9m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm		18° Tramo (9 m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm		18° Tramo (9.25m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm		18° Tramo (8.95m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	
19° Tramo (9.5m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	19° Tramo (9.50 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	19° Tramo (9.5m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm							
20° Tramo (10m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	20° Tramo (9.85m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm	20° Tramo (10m) H 44 cm h1 (60%) 26 cm							
21° Tramo (10.5m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm		21° Tramo (10.50m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm							
22° Tramo (11m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm		22° Tramo (10.78m) H 51 cm h1 (60%) 31 cm							
23° Tramo (11.5m) H 49 cm h1 (60%) 29 cm									
24° Tramo (11.90m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm									

**Tabla 83.***Cuarto Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 1</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0988	0.5	0.049
2	1.0	0.142	0.6	0.092
3	1.5	0.1638	0.7	0.106
4	2.0	0.1739	0.8	0.130
5	2.5	0.1663	0.7	0.109
6	3.0	0.1752	0.8	0.140
7	3.5	0.1829	0.8	0.146
8	4.0	0.1609	0.7	0.110
9	4.5	0.1518	0.7	0.099
10	5.0	0.1745	0.7	0.122
11	5.5	0.1942	0.7	0.136
12	6.0	0.2002	0.8	0.169
13	6.5	0.2107	0.9	0.199
14	7.0	0.2225	1.0	0.212
15	7.5	0.2135	0.9	0.202
16	8.0	0.2313	1.0	0.220
17	8.5	0.2237	0.9	0.201
18	9.0	0.2414	0.9	0.217
19	9.5	0.2269	1.0	0.237
20	10.0	0.2309	1.0	0.231
21	10.5	0.2477	1.1	0.263
22	11.0	0.2362	1.0	0.236
23	11.5	0.247	1.0	0.256
24	11.9	0.1811	1.1	0.199
<b>CAUDAL SECCIÓN 1</b>				<b>4.08</b>

**Tabla 84.***Cuarto Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 2</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1591	0.6	0.088
2	1.0	0.2144	1.0	0.208
3	1.5	0.2003	0.9	0.180
4	2.0	0.1962	1.2	0.243
5	2.5	0.2094	1.0	0.219
6	3.0	0.2202	1.1	0.233
7	3.5	0.2234	1.1	0.235
8	4.0	0.2123	1.0	0.221
9	4.5	0.2173	1.0	0.206
10	5.0	0.2032	1.1	0.214

11	5.5	0.2182	1.3	0.274
12	6.0	0.2266	1.3	0.303
13	6.5	0.2364	1.4	0.340
14	7.0	0.2136	1.2	0.247
15	7.5	0.2231	1.1	0.234
16	8.0	0.2141	1.0	0.206
17	8.5	0.2046	0.9	0.194
18	9.0	0.2183	1.0	0.218
19	9.5	0.1413	0.7	0.099
20	9.85	0.0848	0.7	0.059
<b>CAUDAL SECCIÓN 2</b>				<b>4.22</b>

**Tabla 85.**

*Cuarto Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 3</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.126	0.6	0.080
2	1.0	0.2276	0.8	0.188
3	1.5	0.2309	0.9	0.219
4	2.0	0.1918	0.9	0.163
5	2.5	0.2202	1.0	0.230
6	3.0	0.2124	1.1	0.223
7	3.5	0.2138	1.2	0.246
8	4.0	0.2232	1.2	0.258
9	4.5	0.2414	1.3	0.324
10	5.0	0.1724	1.2	0.198
11	5.5	0.1739	1.1	0.183
12	6.0	0.1902	1.1	0.200
13	6.5	0.1929	1.0	0.184
14	7.0	0.1782	1.1	0.204
15	7.5	0.186	1.1	0.195
16	8.0	0.1708	1.1	0.179
17	8.5	0.2049	1.2	0.246
18	9.0	0.2042	1.3	0.255
19	9.5	0.2313	1.1	0.264
20	10.0	0.2208	0.8	0.187
21	10.5	0.2285	0.8	0.174
22	10.78	0.1292	0.9	0.116
<b>CAUDAL SECCIÓN 3</b>				<b>4.52</b>

**Tabla 86.***Cuarto Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 4</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1128	0.7	0.073
2	1.0	0.2145	0.9	0.182
3	1.5	0.2506	1.2	0.312
4	2.0	0.2277	1.1	0.261
5	2.5	0.2306	1.1	0.264
6	3.0	0.2548	1.2	0.318
7	3.5	0.2615	1.0	0.248
8	4.0	0.229	0.9	0.206
9	4.5	0.2516	0.9	0.214
10	5.0	0.2962	0.9	0.253
11	5.5	0.3329	1.4	0.482
12	6.0	0.4668	1.9	0.864
13	6.5	0.4153	1.5	0.602
14	7.0	0.3441	1.4	0.465
15	7.5	0.2131	0.9	0.202
16	8.1	0.208	0.7	0.146
<b>CAUDAL SECCIÓN 4</b>				<b>5.09</b>

**Tabla 87.***Cuarto Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 5</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0778	0.7	0.051
2	1.0	0.1108	0.7	0.076
3	1.5	0.1278	0.9	0.121
4	2.0	0.1893	1.2	0.234
5	2.5	0.2826	1.2	0.325
6	3.0	0.4154	1.5	0.642
7	3.5	0.3685	1.3	0.461
8	4.0	0.3377	1.4	0.487
9	4.5	0.3374	1.5	0.493
10	5.0	0.2622	1.1	0.288
11	5.5	0.2783	1.2	0.334
12	6.0	0.3617	1.2	0.446
13	6.5	0.3778	1.2	0.470
14	7.0	0.2899	0.4	0.125
15	7.5	0.2322	0.4	0.084
16	8.0	0.1691	0.4	0.074
17	8.5	0.1542	0.4	0.054
18	9.0	0.1008	0.4	0.040
<b>CAUDAL SECCIÓN 5</b>				<b>4.81</b>

**Tabla 88.***Cuarto Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 6</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.2843	0.5	0.132
2	1.0	0.4126	0.7	0.270
3	1.5	0.435	0.8	0.332
4	2.0	0.4499	1.0	0.436
5	2.5	0.4332	0.9	0.375
6	3.0	0.3621	0.5	0.170
7	3.5	0.4183	0.5	0.209
8	4.0	0.4136	1.0	0.397
9	4.5	0.3551	0.6	0.202
10	5.0	0.3143	0.9	0.271
11	5.5	0.3059	0.8	0.245
12	6.0	0.224	0.8	0.173
13	6.6	0.21	0.8	0.168
<b>CAUDAL SECCIÓN 6</b>				<b>3.38</b>

**Tabla 89.***Cuarto Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 7</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.1109	0.5	0.050
2	1.0	0.1396	0.5	0.063
3	1.5	0.1176	0.5	0.053
4	2.0	0.1409	0.7	0.092
5	2.5	0.1647	0.8	0.125
6	3.0	0.1359	0.7	0.089
7	3.5	0.155	0.7	0.104
8	4.0	0.1449	0.9	0.123
9	4.5	0.1642	0.7	0.112
10	5.0	0.1345	0.9	0.115
11	5.5	0.1562	0.8	0.118
12	6.0	0.195	0.9	0.167
13	6.5	0.1798	1.2	0.224
14	7.0	0.2137	0.8	0.161
15	7.5	0.25	1.0	0.250
16	8.0	0.2797	1.4	0.383
17	8.5	0.278	1.3	0.353
18	9.25	0.1757	0.5	0.079
<b>CAUDAL SECCIÓN 7</b>				<b>2.66</b>



**Tabla 90.***Cuarto Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 8</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0707	0.8	0.053
2	1.0	0.1462	0.8	0.117
3	1.5	0.1583	0.6	0.088
4	2.0	0.1978	0.7	0.129
5	2.5	0.2205	0.9	0.193
6	3.0	0.2331	1.0	0.230
7	3.5	0.2266	0.8	0.176
8	4.0	0.2342	1.2	0.275
9	4.5	0.2408	1.2	0.289
10	5.0	0.2479	1.2	0.289
11	5.5	0.2118	1.1	0.223
12	6.0	0.1341	0.9	0.119
13	6.5	0.1165	0.7	0.082
14	6.90	0.0718	0.6	0.040
<b>CAUDAL SECCIÓN 8</b>				<b>2.30</b>

**Tabla 91.***Cuarto Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 9</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0697	0.4	0.025
2	1.0	0.106	0.5	0.053
3	1.5	0.1132	0.5	0.051
4	2.0	0.1133	0.5	0.051
5	2.5	0.1539	0.8	0.115
6	3.0	0.1766	0.9	0.151
7	3.5	0.1593	0.7	0.104
8	4.0	0.1944	1.1	0.204
9	4.5	0.2209	1.0	0.211
10	5.0	0.1932	0.9	0.164
11	5.5	0.2064	1.0	0.196
12	6.0	0.2353	1.2	0.271
13	6.5	0.2014	0.7	0.141
14	7.0	0.1826	0.6	0.100
15	7.5	0.1898	0.6	0.105
16	8.0	0.1443	0.5	0.065
17	8.5	0.145	0.5	0.067
18	8.95	0.1002	0.5	0.050
<b>CAUDAL SECCIÓN 9</b>				<b>2.12</b>

**Tabla 92.***Cuarto Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 10</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0725	0.4	0.0256
2	1.0	0.1039	0.4	0.0371
3	1.5	0.1552	0.4	0.0554
4	2.0	0.2233	0.6	0.1332
5	2.5	0.2525	0.8	0.1919
6	3.0	0.2545	0.5	0.1391
7	3.5	0.2949	0.9	0.2507
8	4.0	0.2811	0.6	0.1546
9	4.5	0.2528	0.6	0.1475
10	5.0	0.2079	0.5	0.0977
11	5.5	0.2005	0.5	0.0909
12	6.0	0.2027	0.3	0.0514
13	6.5	0.1828	0.8	0.1377
14	7.0	0.1814	0.8	0.1530
15	7.5	0.1416	0.7	0.0968
16	8.0	0.1222	0.4	0.0444
17	8.7	0.135	0.4	0.0477
<b>CAUDAL SECCIÓN 10</b>				<b>1.85</b>

**Tabla 93**

*Quinto aforo de la sección de aforo, fecha 29/04/2023.*

RÍO PORCÓN									
AFORO 5 - FECHA : 29/04/2023									
Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
1° Tramo (0.5m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	1° Tramo (0.5 m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	1° Tramo (0.5 m) H 12 cm h1 (60%) 7.2 cm	1° Tramo (0.5 m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	1° Tramo (0.5 m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	1° Tramo (0.5 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	1° Tramo (0.5 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	1° Tramo (0.5 m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	1° Tramo (0.5 m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	1° Tramo (0.5 m) H 7 cm h1 (60%) 4 cm
2° Tramo (1m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm	2° Tramo (1 m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	2° Tramo (1m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	2° Tramo (1 m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	2° Tramo (1m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	2° Tramo (1m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	2° Tramo (1m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	2° Tramo (1m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	2° Tramo (1m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm	2° Tramo (1m) H 10 cm h1 (60%) 6 cm
3° Tramo (1.5m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	3° Tramo (1.5 m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	3° Tramo (1.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	3° Tramo (1.5 m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	3° Tramo (1.5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	3° Tramo (1.5m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	3° Tramo (1.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	3° Tramo (1.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	3° Tramo (1.5m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	3° Tramo (1.5m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm
4° Tramo (2m) H 19 cm h1 (60%) 11 cm	4° Tramo (2 m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	4° Tramo (2m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	4° Tramo (2 m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	4° Tramo (2m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	4° Tramo (2m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm	4° Tramo (2m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	4° Tramo (2m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	4° Tramo (2m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	4° Tramo (2m) H 13 cm h1 (60%) 8 cm
5° Tramo (2.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	5° Tramo (2.5 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	5° Tramo (2.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	5° Tramo (2.5 m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm	5° Tramo (2.5m) H 33 cm h1 (60%) 20 cm	5° Tramo (2.5m) H 60 cm h1 (60%) 36 cm	5° Tramo (2.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	5° Tramo (2.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	5° Tramo (2.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	5° Tramo (2.5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm
6° Tramo (3m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm	6° Tramo (3 m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	6° Tramo (3m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	6° Tramo (3 m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	6° Tramo (3m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	6° Tramo (3m) H 58 cm h1 (60%) 35 cm	6° Tramo (3m) H 26 cm h1 (60%) 23 cm	6° Tramo (3m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	6° Tramo (3m) H 22 cm h1 (60%) 13 cm	6° Tramo (3m) H 19 cm h1 (60%) 11 cm
7° Tramo (3.5m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm	7° Tramo (3.5 m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm	7° Tramo (3.5m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	7° Tramo (3.5 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	7° Tramo (3.5m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	7° Tramo (3.5m) H 56 cm h1 (60%) 34 cm	7° Tramo (3.5m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	7° Tramo (3.5m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm	7° Tramo (3.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	7° Tramo (3.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm
8° Tramo (4m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	8° Tramo (4 m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	8° Tramo (4m) H 45 cm h1 (60%) 27 cm	8° Tramo (4 m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	8° Tramo (4m) H 50 cm h1 (60%) 30 cm	8° Tramo (4m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	8° Tramo (4m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	8° Tramo (4m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm	8° Tramo (4m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	8° Tramo (4m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm
9° Tramo (4.5m) H 19 cm h1 (60%) 11 cm	9° Tramo (4.5 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	9° Tramo (4.5m) H 42 cm h1 (60%) 25 cm	9° Tramo (4.5 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	9° Tramo (4.5m) H 52 cm h1 (60%) 31 cm	9° Tramo (4.5m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm	9° Tramo (4.5m) H 32 cm h1 (60%) 19 cm	9° Tramo (4.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	9° Tramo (4.5m) H 14 cm h1 (60%) 8 cm	9° Tramo (4.5m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm
10° Tramo (5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	10° Tramo (5 m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	10° Tramo (5m) H 39 cm h1 (60%) 23 cm	10° Tramo (5 m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	10° Tramo (5m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	10° Tramo (5m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm	10° Tramo (5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	10° Tramo (5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	10° Tramo (5m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	10° Tramo (5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm
11° Tramo (5.5m) H 21 cm h1 (60%) 13 cm	11° Tramo (5.5 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	11° Tramo (5.5m) H 41 cm h1 (60%) 25 cm	11° Tramo (5.5 m) H 46 cm h1 (60%) 28 cm	11° Tramo (5.5m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	11° Tramo (5.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	11° Tramo (5.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	11° Tramo (5.5m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm	11° Tramo (5.5m) H 7 cm h1 (60%) 4 cm	11° Tramo (5.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm
12° Tramo (6m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	12° Tramo (6 m) H 23 cm h1 (60%) 14 cm	12° Tramo (6m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	12° Tramo (6 m) H 49 cm h1 (60%) 29 cm	12° Tramo (6m) H 43 cm h1 (60%) 26 cm	12° Tramo (6.1m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	12° Tramo (6m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	12° Tramo (6.15m) H 5 cm h1 (60%) 3 cm	12° Tramo (6m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	
13° Tramo (6.5m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	13° Tramo (6.5 m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	13° Tramo (6.5m) H 37 cm h1 (60%) 22 cm	13° Tramo (6.5 m) H 47 cm h1 (60%) 28 cm	13° Tramo (6.5m) H 36 cm h1 (60%) 22 cm		13° Tramo (6.5m) H 16 cm h1 (60%) 10 cm		13° Tramo (6.5m) H 12 cm h1 (60%) 7 cm	
14° Tramo (7m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	14° Tramo (7 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	14° Tramo (7m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	14° Tramo (6.83 m) H 40 cm h1 (60%) 24 cm	14° Tramo (7m) H 30 cm h1 (60%) 18 cm		14° Tramo (6.8m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm		14° Tramo (7m) H 8 cm h1 (60%) 5 cm	
15° Tramo (7.5m) H 28 cm h1 (60%) 17 cm	15° Tramo (7.5 m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	15° Tramo (7.5m) H 35 cm h1 (60%) 21 cm		15° Tramo (7.5m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm					
16° Tramo (8m) H 25 cm h1 (60%) 15 cm	16° Tramo (8 m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	16° Tramo (8m) H 38 cm h1 (60%) 23 cm		16° Tramo (8m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm					
17° Tramo (8.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	17° Tramo (8.5 m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm	17° Tramo (8.5m) H 34 cm h1 (60%) 20 cm		17° Tramo (8.5m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm					
18° Tramo (9m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm	18° Tramo (9 m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm	18° Tramo (9m) H 31 cm h1 (60%) 19 cm							
19° Tramo (9.5m) H 24 cm h1 (60%) 14 cm	19° Tramo (9.3 m) H 15 cm h1 (60%) 9 cm	19° Tramo (9.5m) H 29 cm h1 (60%) 17 cm							
20° Tramo (10m) H 27 cm h1 (60%) 16 cm		20° Tramo (10m) H 26 cm h1 (60%) 16 cm							
21° Tramo (10.5m) H 20 cm h1 (60%) 12 cm									
22° Tramo (11m) H 18 cm h1 (60%) 11 cm									
23° Tramo (11.4m) H 17 cm h1 (60%) 10 cm									

**Tabla 94.***Quinto Aforo en la sección 1 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 1</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0559	0.3	0.017
2	1.0	0.0701	0.3	0.021
3	1.5	0.0627	0.3	0.019
4	2.0	0.0933	0.4	0.037
5	2.5	0.0978	0.4	0.039
6	3.0	0.0728	0.4	0.029
7	3.5	0.0791	0.5	0.040
8	4.0	0.0856	0.5	0.043
9	4.5	0.0946	0.6	0.057
10	5.0	0.1	0.7	0.066
11	5.5	0.1056	0.8	0.079
12	6.0	0.1195	0.8	0.090
13	6.5	0.1241	0.9	0.117
14	7.0	0.122	0.8	0.103
15	7.5	0.1375	1.0	0.138
16	8.0	0.1258	0.8	0.097
17	8.5	0.121	0.8	0.102
18	9.0	0.1282	0.8	0.096
19	9.5	0.1224	0.8	0.103
20	10.0	0.1315	0.8	0.110
21	10.5	0.1015	0.8	0.086
22	11.0	0.0918	0.8	0.071
23	11.4	0.0581	0.8	0.046
<b>CAUDAL SECCIÓN 1</b>				<b>1.61</b>

**Tabla 95.***Quinto Aforo en la sección 2 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 2</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0892	0.7	0.06
2	1.0	0.111	0.8	0.08
3	1.5	0.1065	0.9	0.09
4	2.0	0.1227	1.0	0.12
5	2.5	0.1231	1.0	0.12
6	3.0	0.1466	1.1	0.15
7	3.5	0.1363	1.1	0.14
8	4.0	0.1294	1.0	0.14
9	4.5	0.1203	1.0	0.12
10	5.0	0.1156	1.0	0.11
11	5.5	0.1196	1.1	0.13
12	6.0	0.1139	1.0	0.12

13	6.5	0.1029	1.0	0.10
14	7.0	0.1165	0.9	0.11
15	7.5	0.1035	0.9	0.09
16	8.0	0.1171	0.8	0.09
17	8.5	0.1002	0.7	0.07
18	9.0	0.0871	0.7	0.06
19	9.3	0.0389	0.7	0.03
<b>CAUDAL SECCIÓN 2</b>				<b>1.90</b>

**Tabla 96.**

*Quinto Aforo en la sección 3 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 3</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q(m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0523	0.1	0.01
2	1.0	0.0882	0.1	0.01
3	1.5	0.1382	0.3	0.05
4	2.0	0.1743	0.5	0.08
5	2.5	0.1898	0.5	0.09
6	3.0	0.2003	0.8	0.17
7	3.5	0.2149	0.7	0.14
8	4.0	0.2236	0.8	0.18
9	4.5	0.21	0.8	0.18
10	5.0	0.1963	0.7	0.15
11	5.5	0.2054	0.8	0.16
12	6.0	0.2119	0.6	0.12
13	6.5	0.1888	0.7	0.14
14	7.0	0.1963	0.8	0.17
15	7.5	0.1785	0.7	0.12
16	8.0	0.1871	0.7	0.14
17	8.5	0.171	0.6	0.11
18	9.0	0.1545	0.6	0.09
19	9.5	0.1468	0.4	0.07
20	10.0	0.1106	0.4	0.05
<b>CAUDAL SECCIÓN 3</b>				<b>2.19</b>

**Tabla 97.**

*Quinto Aforo en la sección 4 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 4</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.055	0.6	0.030
2	1.0	0.1097	0.7	0.072
3	1.5	0.1399	0.9	0.132
4	2.0	0.1641	1.1	0.173
5	2.5	0.1755	1.1	0.185

6	3.0	0.1957	1.0	0.190
7	3.5	0.211	1.2	0.243
8	4.0	0.1841	1.2	0.214
9	4.5	0.1989	1.0	0.189
10	5.0	0.2152	1.1	0.237
11	5.5	0.2303	1.2	0.265
12	6.0	0.2432	1.3	0.306
13	6.5	0.2354	1.0	0.226
14	6.83	0.1157	0.9	0.101
<b>CAUDAL SECCIÓN 4</b>				<b>2.56</b>

**Tabla 98.**

*Quinto Aforo en la sección 5 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 5</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0355	0.2	0.007
2	1.0	0.061	0.2	0.012
3	1.5	0.0857	0.4	0.031
4	2.0	0.1248	0.5	0.059
5	2.5	0.1656	0.8	0.124
6	3.0	0.2084	0.9	0.195
7	3.5	0.2303	1.0	0.220
8	4.0	0.2497	1.0	0.260
9	4.5	0.2579	1.0	0.249
10	5.0	0.2297	0.9	0.200
11	5.5	0.2032	0.8	0.169
12	6.0	0.2115	0.8	0.162
13	6.5	0.1809	0.5	0.083
14	7.0	0.1506	0.4	0.056
15	7.5	0.1286	0.4	0.046
16	8.0	0.1028	0.3	0.031
17	8.5	0.0727	0.2	0.015
<b>CAUDAL SECCIÓN 5</b>				<b>1.92</b>

**Tabla 99.**

*Quinto Aforo en la sección 6 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 6</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.107	0.4	0.043
2	1.0	0.1901	0.4	0.076
3	1.5	0.2351	0.5	0.108
4	2.0	0.2789	0.8	0.209
5	2.5	0.2983	0.7	0.209
6	3.0	0.2908	0.8	0.233

7	3.5	0.2774	0.8	0.222
8	4.0	0.231	0.7	0.156
9	4.5	0.1902	0.6	0.114
10	5.0	0.1479	0.6	0.089
11	5.5	0.0943	0.3	0.028
12	6.1	0.0762	0.3	0.023
<b>CAUDAL SECCIÓN 6</b>				<b>1.51</b>

**Tabla 100.**

*Quinto Aforo en la sección 7 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 7</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0643	0.5	0.032
2	1.0	0.0928	0.5	0.044
3	1.5	0.1181	0.6	0.065
4	2.0	0.1306	0.7	0.086
5	2.5	0.1388	0.9	0.120
6	3.0	0.1297	0.9	0.117
7	3.5	0.1164	0.8	0.088
8	4.0	0.1314	0.8	0.099
9	4.5	0.1559	1.0	0.156
10	5.0	0.1323	0.8	0.106
11	5.5	0.118	0.7	0.083
12	6.0	0.0863	0.6	0.052
13	6.5	0.0826	0.6	0.046
14	6.8	0.0434	0.6	0.024
<b>CAUDAL SECCIÓN 7</b>				<b>1.12</b>

**Tabla 101.**

*Quinto Aforo en la sección 8 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 8</b>				
<b>Nº</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A(m<sup>2</sup>)</b>	<b>V(m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0526	0.5	0.024
2	1.0	0.0807	0.5	0.040
3	1.5	0.0896	0.6	0.050
4	2.0	0.1008	0.6	0.060
5	2.5	0.1191	0.7	0.083
6	3.0	0.1308	0.8	0.105
7	3.5	0.1558	0.8	0.125
8	4.0	0.1751	0.9	0.158
9	4.5	0.1332	0.7	0.093
10	5.0	0.1198	0.6	0.072
11	5.5	0.0789	0.6	0.047
<b>CAUDAL SECCIÓN 8</b>				<b>0.86</b>

**Tabla 102.***Quinto Aforo en la sección 9 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 9</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.036	0.3	0.011
2	1.0	0.0655	0.4	0.026
3	1.5	0.0785	0.5	0.039
4	2.0	0.0765	0.4	0.027
5	2.5	0.0898	0.6	0.050
6	3.0	0.1109	0.9	0.095
7	3.5	0.1257	0.9	0.113
8	4.0	0.0875	0.6	0.053
9	4.5	0.0875	0.5	0.044
10	5.0	0.0589	0.5	0.029
11	5.5	0.0365	0.3	0.009
12	6.15	0.028	0.3	0.008
<b>CAUDAL SECCIÓN 9</b>				<b>0.50</b>

**Tabla 103.***Quinto Aforo en la sección 10 en periodo de lluvia.*

<b>SECCIÓN 10</b>				
<b>N°</b>	<b>TRAMO(m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.5	0.0307	0.1	0.003
2	1.0	0.0515	0.1	0.005
3	1.5	0.0679	0.1	0.010
4	2.0	0.0671	0.2	0.013
5	2.5	0.0838	0.2	0.017
6	3.0	0.0963	0.3	0.026
7	3.5	0.1191	0.4	0.048
8	4.0	0.1352	0.5	0.064
9	4.5	0.1432	0.6	0.086
10	5.0	0.1251	0.5	0.068
11	5.5	0.0999	0.3	0.030
12	6.0	0.0754	0.2	0.015
13	6.5	0.0604	0.1	0.006
14	7.0	0.0357	0.1	0.004
<b>CAUDAL SECCIÓN 10</b>				<b>0.39</b>



**Tabla 104.**

*Elementos geométricos de secciones de Aforo en periodo de lluvia.*

PERIODO DE LLUVIA										
<b>29/01/2023</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
A (m)	2.517	2.521	2.757	2.233	2.268	1.864	0.747	0.736	1.023	1.132
P (m)	11.485	9.760	10.560	7.867	8.635	6.203	5.469	5.625	6.562	7.541
Rh (m)	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
<b>11/02/2023</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
A (m)	3.430	3.244	4.613	3.548	3.680	4.048	2.141	1.761	1.846	2.268
P (m)	11.837	9.899	10.849	8.316	9.158	7.012	9.323	6.697	8.616	8.230
Rh (m)	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
<b>26/02/2023</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
A (m)	3.960	3.527	3.691	3.846	4.014	4.236	2.442	1.949	2.178	2.552
P (m)	12.186	10.090	10.956	8.480	9.245	7.180	9.398	6.892	8.970	8.548
Rh (m)	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
<b>13/03/2023</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
A (m)	4.697	4.037	4.371	4.310	4.474	4.618	3.136	2.510	2.906	3.265
P (m)	12.384	10.282	11.416	8.719	9.470	7.420	9.586	7.110	9.189	8.901
Rh (m)	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	0.622	0.327	0.353	0.316	0.367
<b>29/04/2023</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
A (m)	2.301	2.100	3.439	2.474	2.699	2.417	1.541	1.236	0.881	1.191
P (m)	11.525	9.465	10.180	7.167	8.620	6.311	6.948	5.615	6.188	7.041
Rh (m)	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169

**ANEXO N°5. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD**

**Tabla 105.**

*Resultados de ecuación de Manning periodo de lluvia.*

ECUACIÓN DE MANNING										
FECHA : 29/01/2023										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>Rh</b>	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
<b>Q</b>	1.30	1.54	1.83	1.92	1.60	0.48	0.37	0.32	0.25	0.20
<b>A</b>	2.517	2.521	2.757	2.233	2.268	1.864	0.747	0.736	1.023	1.132
<b>n</b>	0.076	0.047	0.076	0.122	0.105	0.269	0.064	0.086	0.165	0.042
FECHA : 11/02/2023										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>Rh</b>	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
<b>Q</b>	3.02	3.17	4.06	4.56	4.12	1.73	1.44	1.33	1.28	1.08
<b>A</b>	3.430	3.244	4.613	3.548	3.680	4.048	2.141	1.761	1.846	2.268
<b>n</b>	0.054	0.035	0.079	0.107	0.088	0.251	0.066	0.079	0.072	0.023
FECHA : 26/02/2023										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>Rh</b>	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
<b>Q</b>	3.40	3.57	3.73	4.52	4.38	2.17	1.74	1.60	1.52	1.35
<b>A</b>	3.960	3.527	3.691	3.846	4.014	4.236	2.442	1.949	2.178	2.552
<b>n</b>	0.059	0.035	0.059	0.122	0.095	0.212	0.068	0.076	0.078	0.022
FECHA : 13/03/2023										

Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
Rh	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	4.618	0.327	0.353	0.316	0.367
Q	4.08	4.22	4.52	5.09	4.81	3.38	2.66	2.30	2.12	1.85
A	4.697	4.037	4.371	4.310	4.474	4.618	3.136	2.510	2.906	3.265
n	0.065	0.037	0.063	0.129	0.102	0.585	0.066	0.079	0.089	0.024
<b>FECHA : 29/04/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
Rh	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169
Q	1.61	1.90	2.19	2.56	1.92	1.51	1.12	0.86	0.50	0.39
A	2.301	2.100	3.439	2.474	2.699	2.417	1.541	1.236	0.881	1.191
n	0.053	0.029	0.094	0.116	0.117	0.130	0.060	0.076	0.067	0.025

**Tabla 106.**

*Resultados de ecuación de Jarrett en periodo de lluvia.*

<b>ECUACIÓN DE JARRETT</b>										
<b>FECHA : 29/01/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.075	0.053	0.081	0.134	0.108	0.094	0.087	0.102	0.096	0.027
<b>FECHA : 11/02/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.072	0.051	0.075	0.125	0.101	0.085	0.080	0.091	0.092	0.025
<b>FECHA : 26/02/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.070	0.051	0.078	0.124	0.100	0.084	0.079	0.090	0.090	0.024
<b>FECHA : 13/03/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	0.622	0.327	0.353	0.316	0.367
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.069	0.050	0.076	0.122	0.098	0.083	0.076	0.087	0.086	0.024
<b>FECHA : 29/04/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.076	0.055	0.078	0.130	0.105	0.090	0.081	0.094	0.098	0.027

**Tabla 107.**

*Resultados de ecuación de Rickenmann en periodo de lluvia.*

<b>ECUACIÓN DE RICKENMANN</b>										
<b>FECHA : 29/01/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
D <sub>90</sub>	0.446	0.365	0.458	0.871	0.628	0.809	0.550	0.702	0.796	0.808

<b>h</b>	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>n<sub>r</sub></b>	0.038	0.036	0.038	0.042	0.040	0.042	0.039	0.041	0.041	0.042
<b>n<sub>tot</sub></b>	0.121	0.077	0.127	0.273	0.193	0.188	0.167	0.220	0.216	0.068
<b>FECHA : 11/02/2023</b>										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>D<sub>90</sub></b>	0.446	0.365	0.458	0.871	0.628	0.809	0.550	0.702	0.796	0.808
<b>h</b>	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>n<sub>r</sub></b>	0.038	0.036	0.038	0.042	0.040	0.042	0.039	0.041	0.041	0.042
<b>n<sub>tot</sub></b>	0.110	0.072	0.108	0.239	0.168	0.152	0.141	0.175	0.194	0.056
<b>FECHA : 26/02/2023</b>										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>D<sub>90</sub></b>	0.446	0.365	0.458	0.871	0.628	0.809	0.550	0.702	0.796	0.808
<b>h</b>	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>n<sub>r</sub></b>	0.038	0.036	0.038	0.042	0.040	0.042	0.039	0.041	0.041	0.042
<b>n<sub>tot</sub></b>	0.106	0.070	0.117	0.234	0.164	0.151	0.135	0.171	0.186	0.055
<b>FECHA : 13/03/2023</b>										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>D<sub>90</sub></b>	0.446	0.365	0.458	0.871	0.628	0.809	0.550	0.702	0.796	0.808
<b>h</b>	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	0.622	0.327	0.353	0.316	0.367
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>n<sub>r</sub></b>	0.038	0.036	0.038	0.042	0.040	0.042	0.039	0.041	0.041	0.042
<b>n<sub>tot</sub></b>	0.101	0.067	0.112	0.227	0.159	0.148	0.125	0.159	0.171	0.051
<b>FECHA : 29/04/2023</b>										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>D<sub>90</sub></b>	0.446	0.365	0.458	0.871	0.628	0.809	0.550	0.702	0.796	0.808
<b>h</b>	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169
<b>S</b>	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
<b>n<sub>r</sub></b>	0.038	0.036	0.038	0.042	0.040	0.042	0.039	0.041	0.041	0.042
<b>n<sub>tot</sub></b>	0.124	0.081	0.117	0.256	0.183	0.174	0.143	0.186	0.222	0.066

**Tabla 108.**

*Resultados de ecuación de Phillip en periodo de lluvia.*

<b>ECUACIÓN DE PHILLIP E INGERSOL</b>										
<b>FECHA : 29/01/2023</b>										
<b>Variables</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>Sección 5</b>	<b>Sección 6</b>	<b>Sección 7</b>	<b>Sección 8</b>	<b>Sección 9</b>	<b>Sección 10</b>
<b>R</b>	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
<b>D<sub>50</sub></b>	0.2091	0.2087	0.2667	0.4015	0.4085	0.3465	0.3371	0.5362	0.6024	0.5671
<b>n</b>	0.058	0.054	0.063	0.081	0.088	0.070	0.138	0.860	0.549	0.476
<b>FECHA : 11/02/2023</b>										

Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
D <sub>50</sub>	0.2091	0.2087	0.2667	0.4015	0.4085	0.3465	0.3371	0.5362	0.6024	0.5671
n	0.052	0.049	0.051	0.064	0.067	0.053	0.081	0.117	0.190	0.120
<b>FECHA : 26/02/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
D <sub>50</sub>	0.2091	0.2087	0.2667	0.4015	0.4085	0.3465	0.3371	0.5362	0.6024	0.5671
n	0.050	0.048	0.056	0.063	0.065	0.052	0.075	0.109	0.154	0.110
<b>FECHA : 13/03/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	0.622	0.327	0.353	0.316	0.367
D <sub>50</sub>	0.2091	0.2087	0.2667	0.4015	0.4085	0.3465	0.3371	0.5362	0.6024	0.5671
n	0.047	0.047	0.053	0.060	0.062	0.051	0.065	0.090	0.111	0.092
<b>FECHA : 29/04/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169
D <sub>50</sub>	0.2091	0.2087	0.2667	0.4015	0.4085	0.3465	0.3371	0.5362	0.6024	0.5671
n	0.061	0.058	0.056	0.072	0.077	0.062	0.083	0.147	1.288	0.291

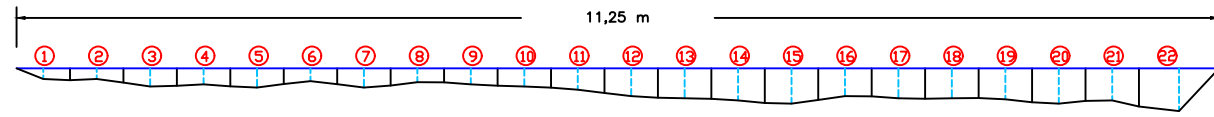
**Tabla 109.**

*Resultados de ecuación de Sauer en periodo de lluvia.*

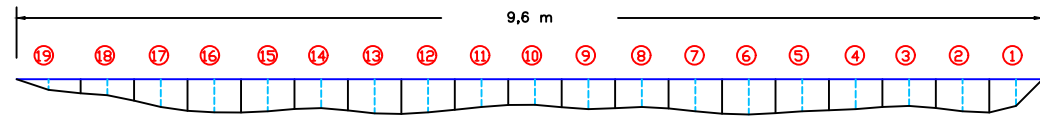
<b>ECUACIÓN DE SAUER</b>										
<b>FECHA : 29/01/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.219	0.258	0.261	0.284	0.263	0.301	0.137	0.131	0.156	0.150
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.048	0.042	0.051	0.066	0.059	0.056	0.048	0.051	0.051	0.028
<b>FECHA : 11/02/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.290	0.328	0.425	0.427	0.402	0.577	0.230	0.263	0.214	0.276
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.049	0.043	0.053	0.068	0.061	0.059	0.050	0.054	0.053	0.029
<b>FECHA : 26/02/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.325	0.350	0.337	0.454	0.434	0.590	0.260	0.283	0.243	0.299
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.050	0.043	0.052	0.068	0.061	0.059	0.050	0.055	0.053	0.030
<b>FECHA : 13/03/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.379	0.393	0.383	0.494	0.472	0.622	0.327	0.353	0.316	0.367
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.050	0.043	0.053	0.069	0.062	0.059	0.051	0.056	0.054	0.030
<b>FECHA : 29/04/2023</b>										
Variables	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4	Sección 5	Sección 6	Sección 7	Sección 8	Sección 9	Sección 10
R	0.200	0.222	0.338	0.345	0.313	0.383	0.222	0.220	0.142	0.169
S	0.0116	0.0051	0.0153	0.0592	0.0326	0.0239	0.0141	0.0210	0.0195	0.0007
n	0.048	0.041	0.052	0.067	0.060	0.057	0.050	0.053	0.051	0.028

AFORO 1  
29/01/2023

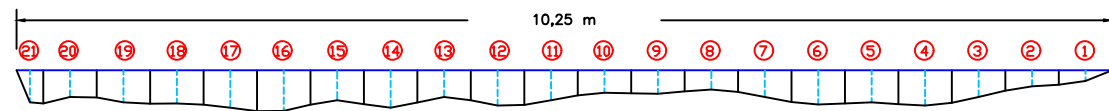
Sección 1



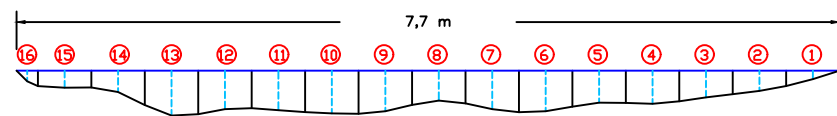
Sección 2



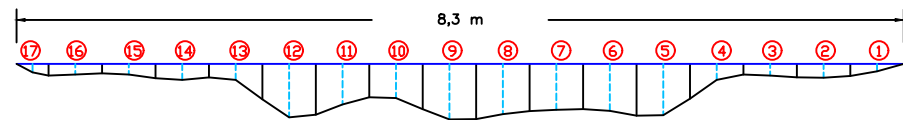
Sección 3



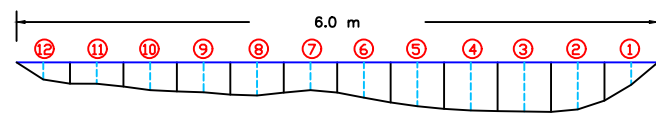
Sección 4



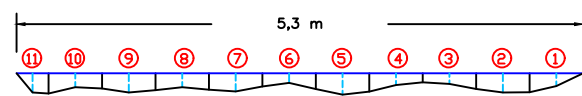
Sección 5



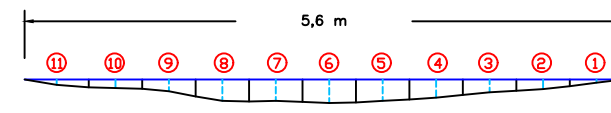
Sección 6



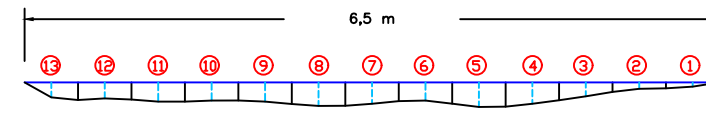
Sección 7



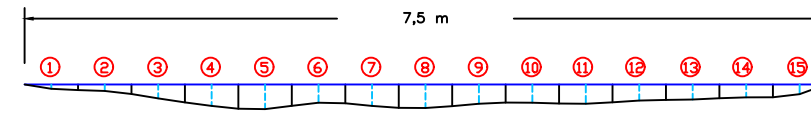
Sección 8



Sección 9



Sección 10



**PERÍODO DE LLUVIA**

**FECHA : 29/01/2023**

Secciones de aforo	$A = (m^2)$	P (m)	$\frac{A}{P} = Rh (m)$
S1	2.517	11.485	0.219
S2	2.521	9.760	0.258
S3	2.757	10.560	0.261
S4	2.233	7.867	0.284
S5	2.268	8.635	0.263
S6	1.864	6.203	0.301
S7	0.747	5.469	0.137
S8	0.736	5.625	0.131
S9	1.023	6.562	0.156
S10	1.132	7.541	0.150

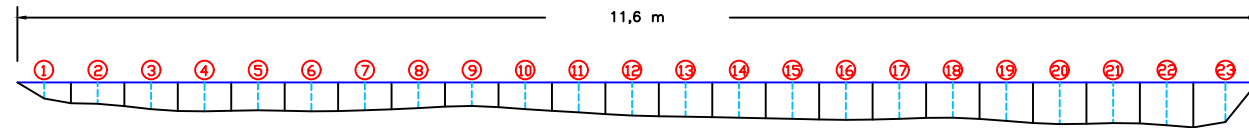
**LEYENDA**

	Ancho de tramo
	Profundidad
	N° tramos

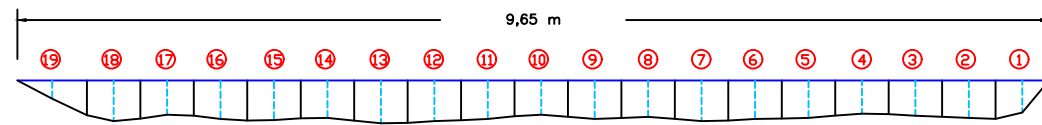
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA	
	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "	
PLANO: <b>SECCIONES DE AFORO EN PERIODO DE LLUVIAS</b>		
TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/50	LAMINA: <b>1</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 10/05/2023	

AFORO 2  
11/02/2023

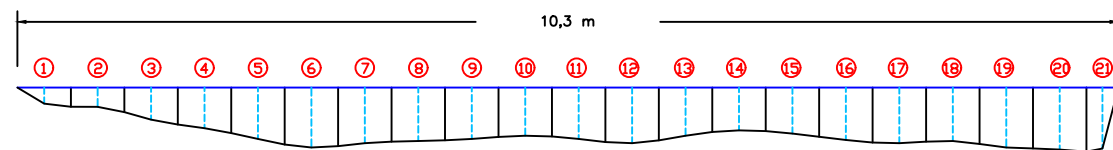
Sección 1



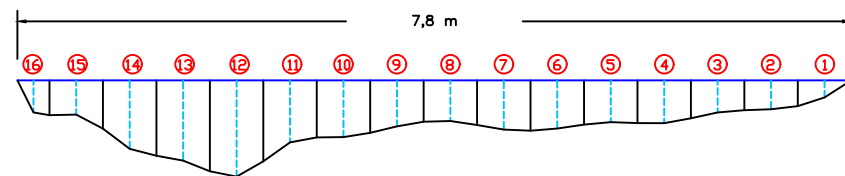
Sección 2



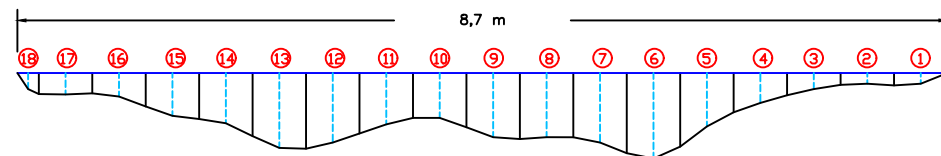
Sección 3



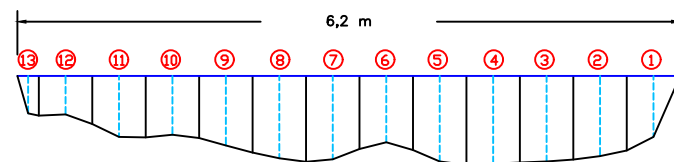
Sección 4



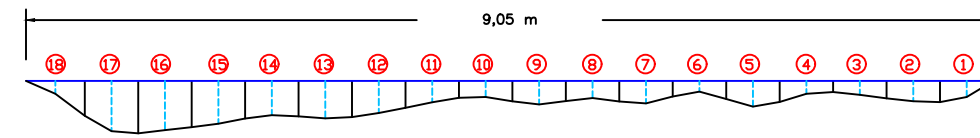
Sección 5



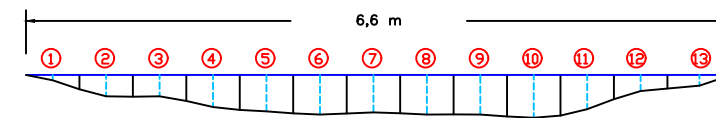
Sección 6



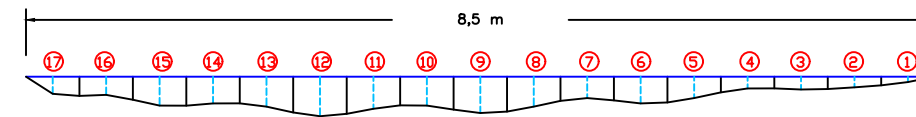
Sección 7



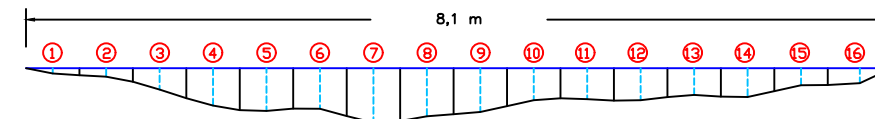
Sección 8



Sección 9



Sección 10



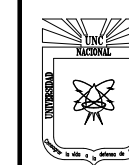
**PERÍODO DE LLUVIA**

**FECHA : 11/02/2023**

Secciones de aforo	A = (m <sup>2</sup> )	P (m)	$\frac{A}{P} = Rh$ (m)
S1	3.430	11.837	0.290
S2	3.244	9.899	0.328
S3	4.613	10.849	0.425
S4	3.548	8.316	0.427
S5	3.680	9.158	0.402
S6	4.048	7.012	0.577
S7	2.141	9.323	0.230
S8	1.761	6.697	0.263
S9	1.846	8.616	0.214
S10	2.268	8.230	0.276

**LEYENDA**

	Ancho de tramo
	Profundidad
	N° tramos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

PLANO:

**SECCIONES DE AFORO EN PERIODO DE LLUVIAS**

TESISTA:  
BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ

ESCALA:  
1/50

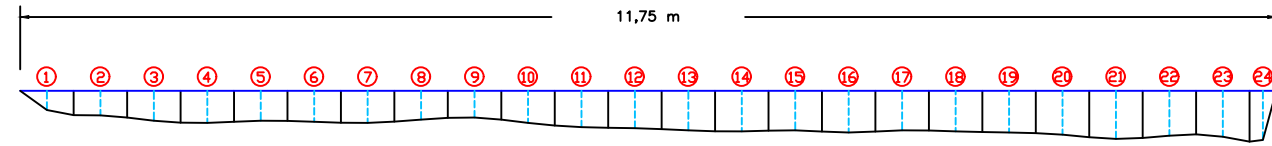
ASESOR:  
DR.ING. LUIS VASQUEZ RAMIREZ

FECHA:  
10/05/2023

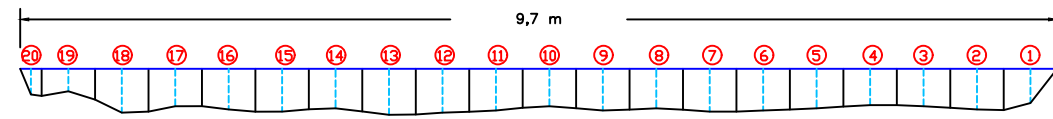
**2**

**AFORO 3**  
26/02/2023

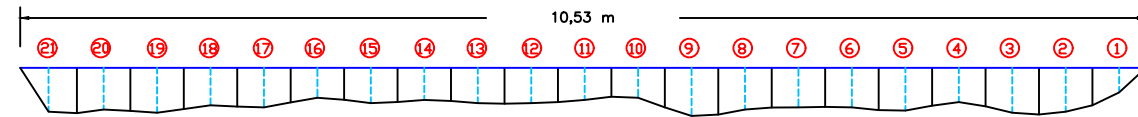
Sección 1



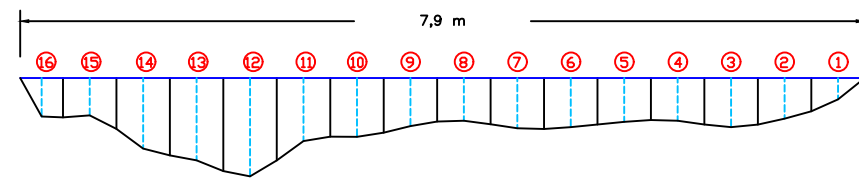
Sección 2



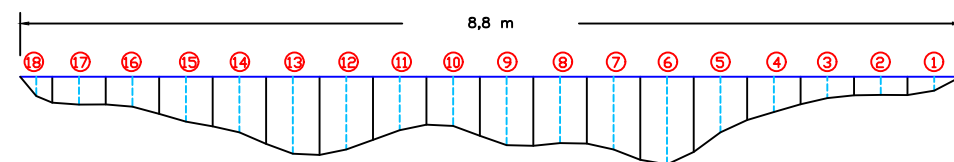
Sección 3



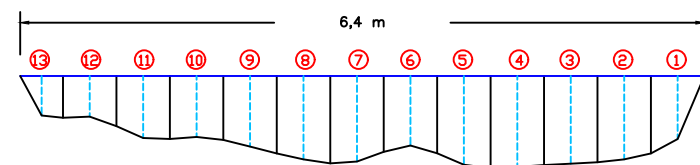
Sección 4



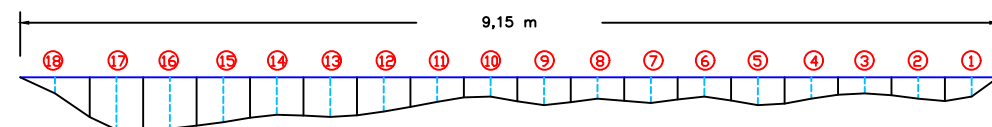
Sección 5



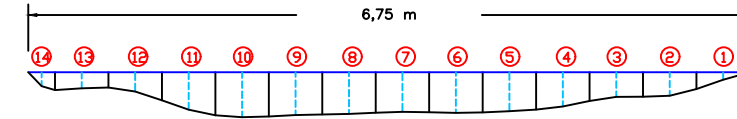
Sección 6



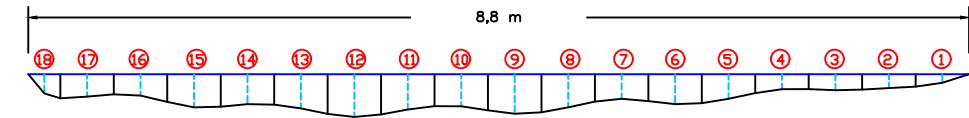
Sección 7



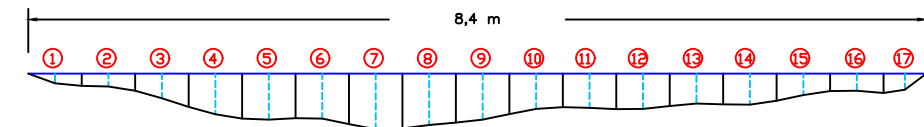
Sección 8



Sección 9



Sección 10



**PERÍODO DE LLUVIA**

**FECHA : 26/02/2023**

Secciones de aforo	$A = (m^2)$	P (m)	$\frac{A}{P} = Rh (m)$
<b>S1</b>	3.960	12.186	0.325
<b>S2</b>	3.527	10.090	0.350
<b>S3</b>	3.691	10.956	0.337
<b>S4</b>	3.846	8.480	0.454
<b>S5</b>	4.014	9.245	0.434
<b>S6</b>	4.236	7.180	0.590
<b>S7</b>	2.442	9.398	0.260
<b>S8</b>	1.949	6.892	0.283
<b>S9</b>	2.178	8.970	0.243
<b>S10</b>	2.552	8.548	0.299

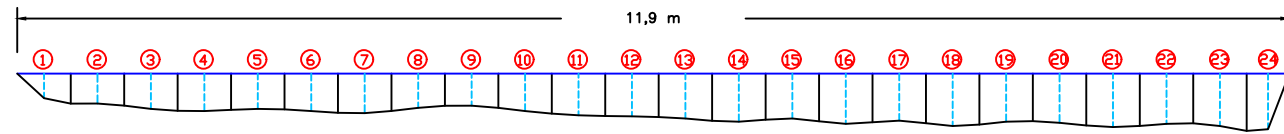
**LEYENDA**

	Ancho de tramo
	Profundidad
	N° tramos

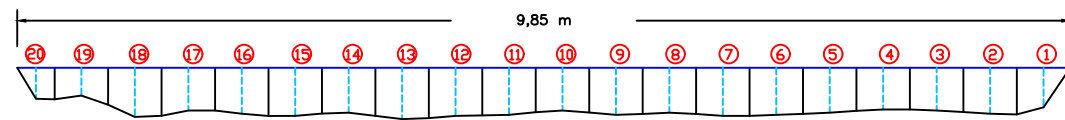
	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA	
	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "	
PLANO: <b>SECCIONES DE AFORO EN PERIODO DE LLUVIAS</b>		
TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ	ESCALA: 1/50	LAMINA: <b>3</b>
ASESOR: DR.ING. LUIS VASQUEZ RAMIREZ	FECHA: 10/05/2023	

AFORO 4  
13/03/2023

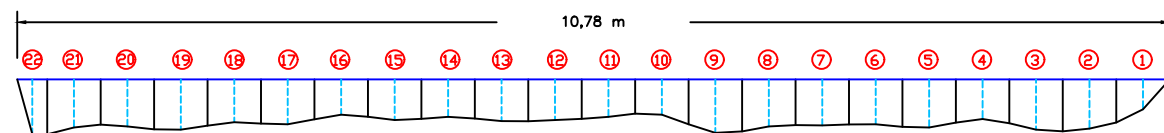
Sección 1



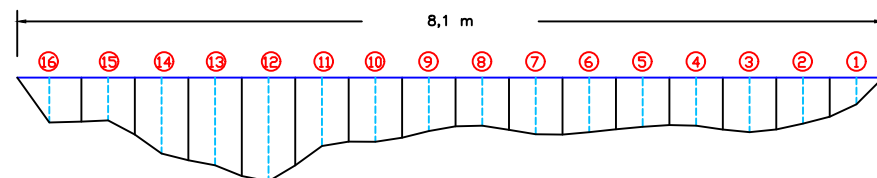
Sección 2



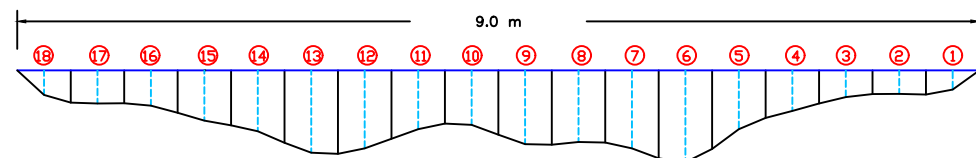
Sección 3



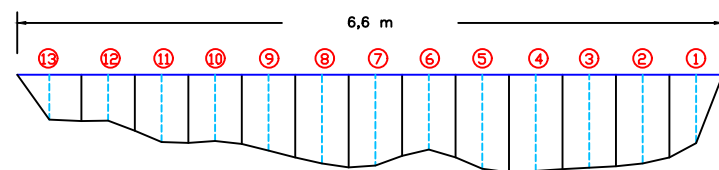
Sección 4



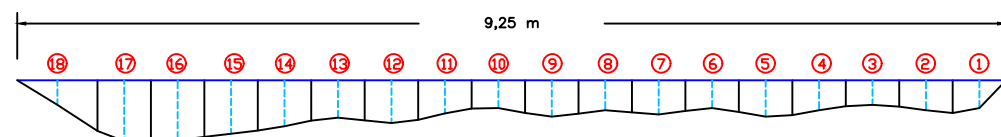
Sección 5



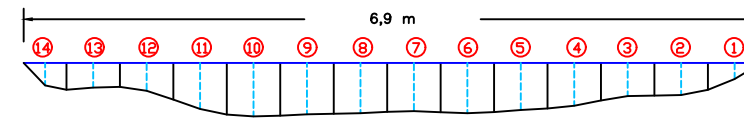
Sección 6



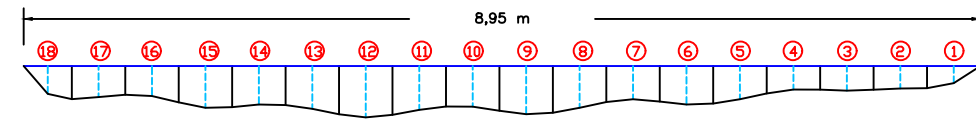
Sección 7



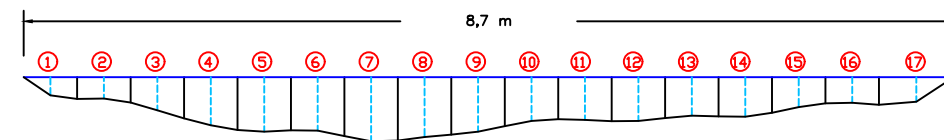
Sección 8



Sección 9



Sección 10



**PERÍODO DE LLUVIA**

**FECHA : 13/03/2023**

Secciones de aforo	$A = (m^2)$	P (m)	$\frac{A}{P} = Rh (m)$
S1	4.697	12.384	0.379
S2	4.037	10.282	0.393
S3	4.371	11.416	0.383
S4	4.310	8.719	0.494
S5	4.474	9.470	0.472
S6	4.618	7.420	0.622
S7	3.136	9.586	0.327
S8	2.510	7.110	0.353
S9	2.906	9.189	0.316
S10	3.265	8.901	0.367

**LEYENDA**

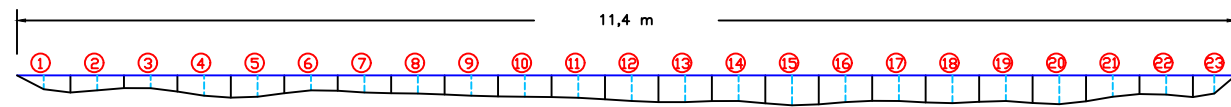
	Ancho de tramo
	Profundidad
	Nº tramos

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA	
	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "	
PLANO: <b>SECCIONES DE AFORO EN PERIODO DE LLUVIAS</b>		
TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ	ESCALA: 1/50	LAMINA: <b>4</b>
ASESOR: DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ	FECHA: 10/05/2023	

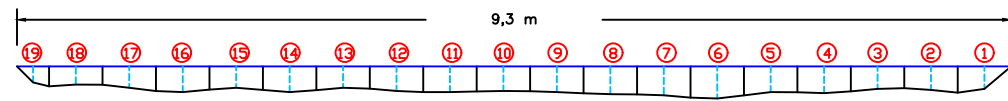


AFORO 5  
29/04/2023

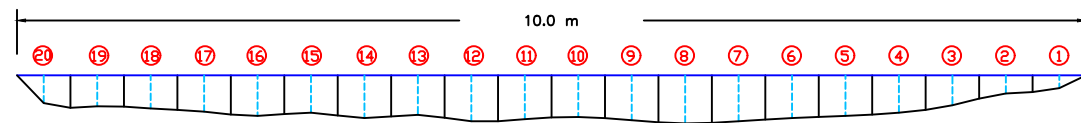
Sección 1



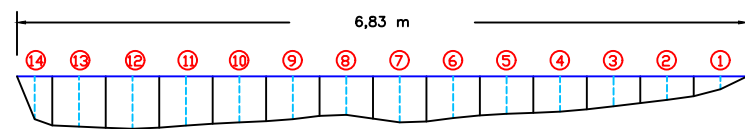
Sección 2



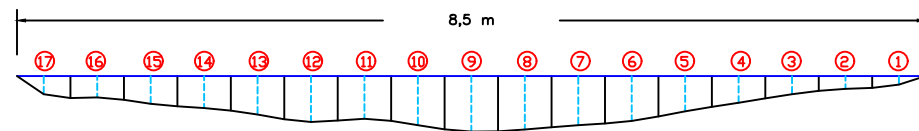
Sección 3



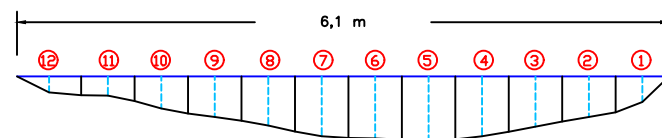
Sección 4



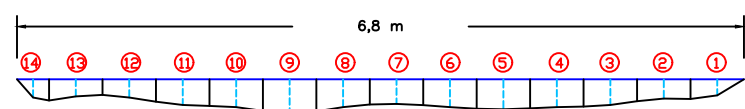
Sección 5



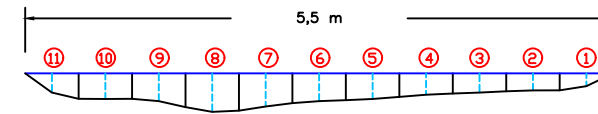
Sección 6



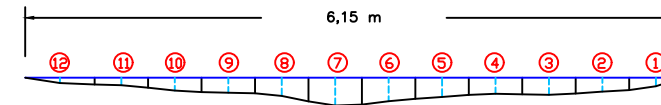
Sección 7



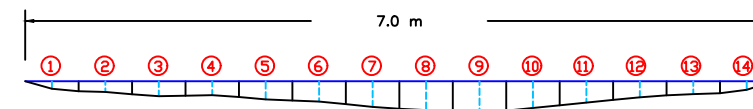
Sección 8



Sección 9



Sección 10



**PERÍODO DE LLUVIA**

**FECHA : 29/04/2023**

Secciones de aforo	$A = (m^2)$	P (m)	$\frac{A}{P} = Rh (m)$
S1	2.301	11.525	0.200
S2	2.100	9.465	0.222
S3	3.439	10.180	0.338
S4	2.474	7.167	0.345
S5	2.699	8.620	0.313
S6	2.417	6.311	0.383
S7	1.541	6.948	0.222
S8	1.236	5.615	0.220
S9	0.881	6.188	0.142
S10	1.191	7.041	0.169

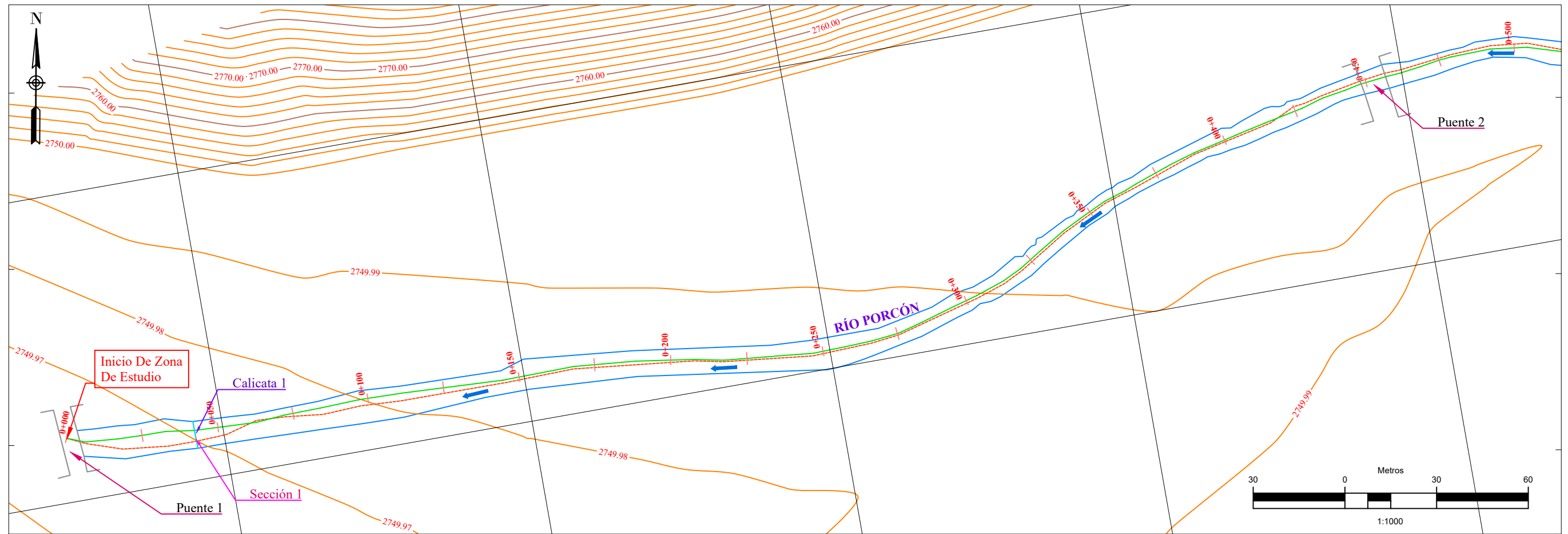
**LEYENDA**

	Ancho de tramo
	Profundidad
	N° tramos

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA	
	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "	
PLANO: <b>SECCIONES DE AFORO EN PERIODO DE LLUVIAS</b>		
TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/50	LAMINA: <b>5</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 10/05/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN

773400



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 0+000 - 0+500)



SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO



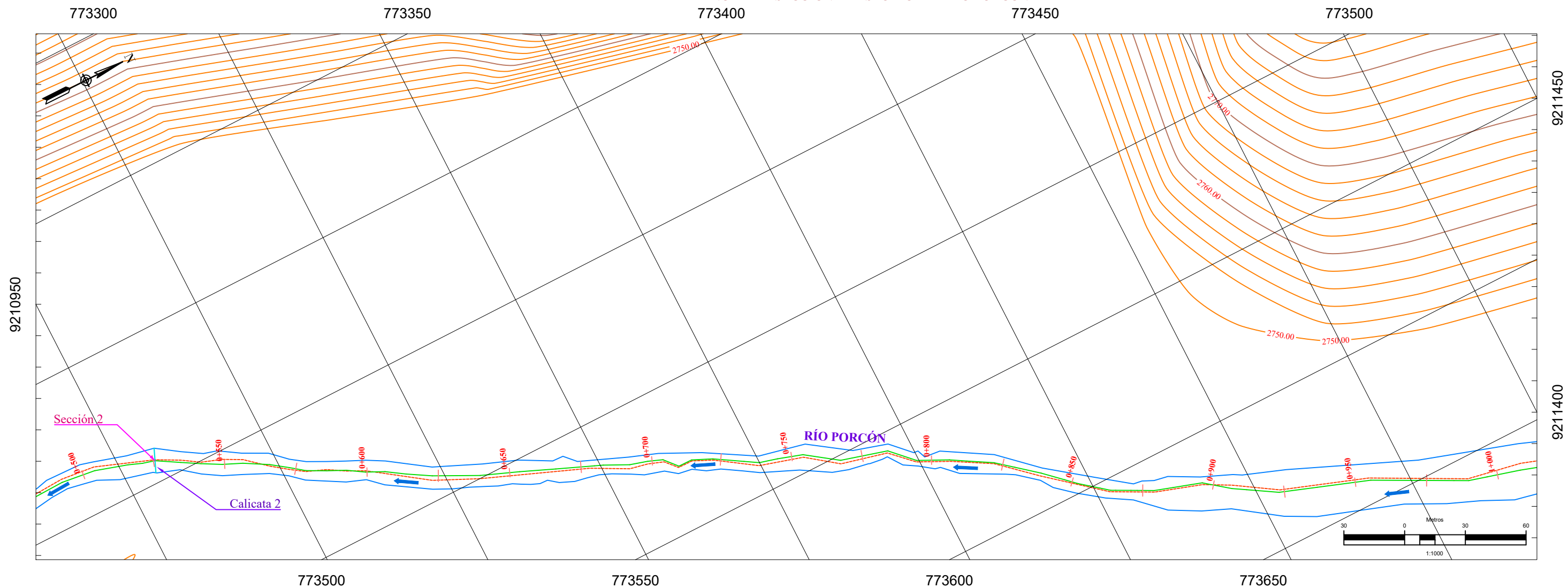
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESISTA: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"

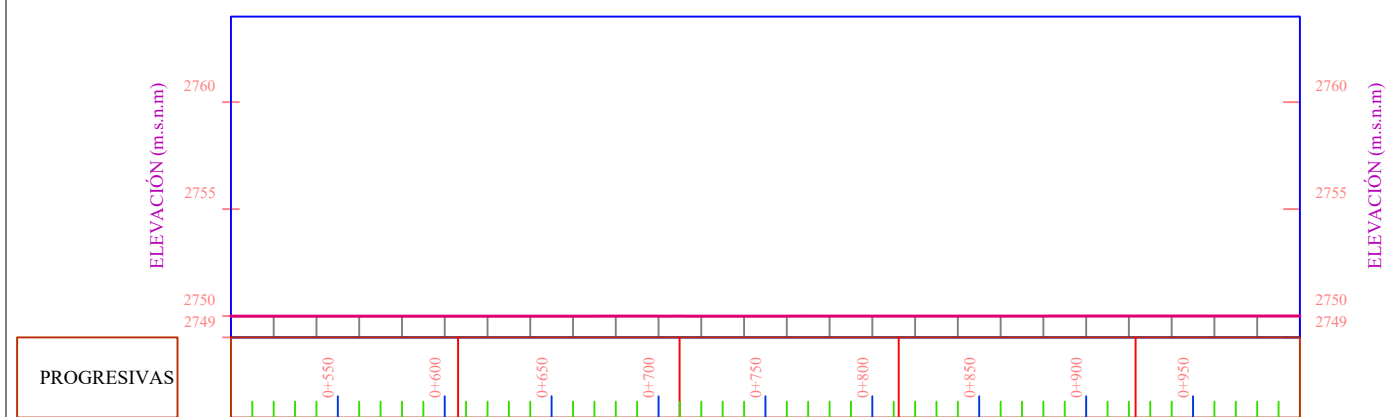
PLANO: **PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ	ESCALA: 1/1000	6
ASESOR: DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ	FECHA: 28/06/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 0+500 - KM 1+000)



SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESISTA: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

---

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

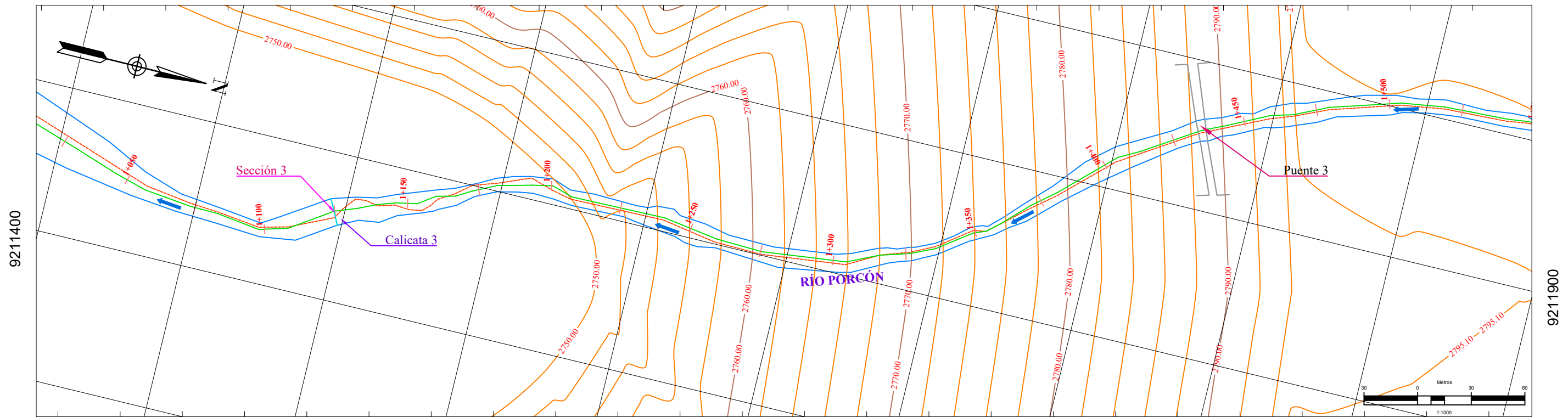
---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	LAMINA: <b>7</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	

773600

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN

773550

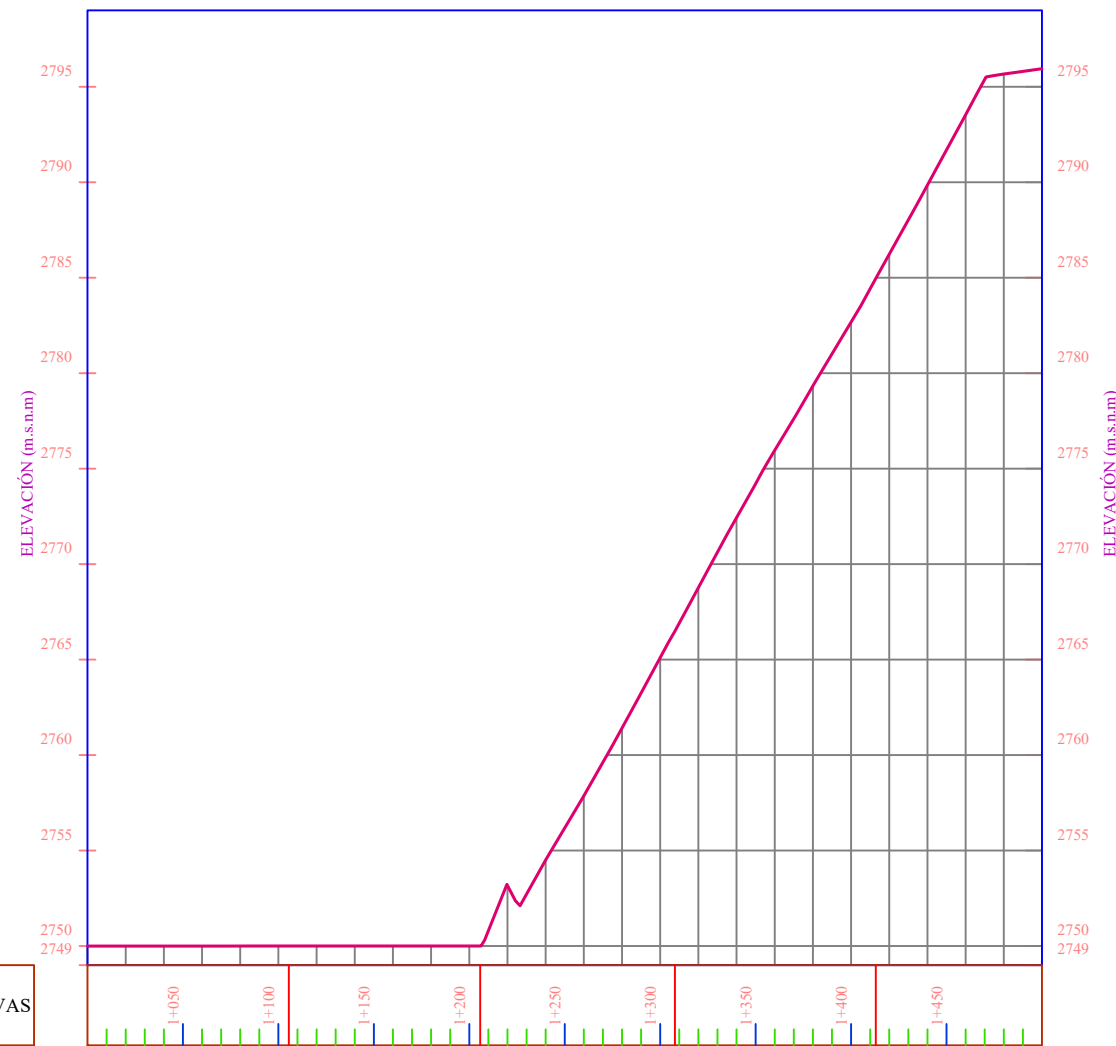


773750

773700

773650

PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 1+000 - 1+500)



TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN

ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN

LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN

DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUNTES

ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

---

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

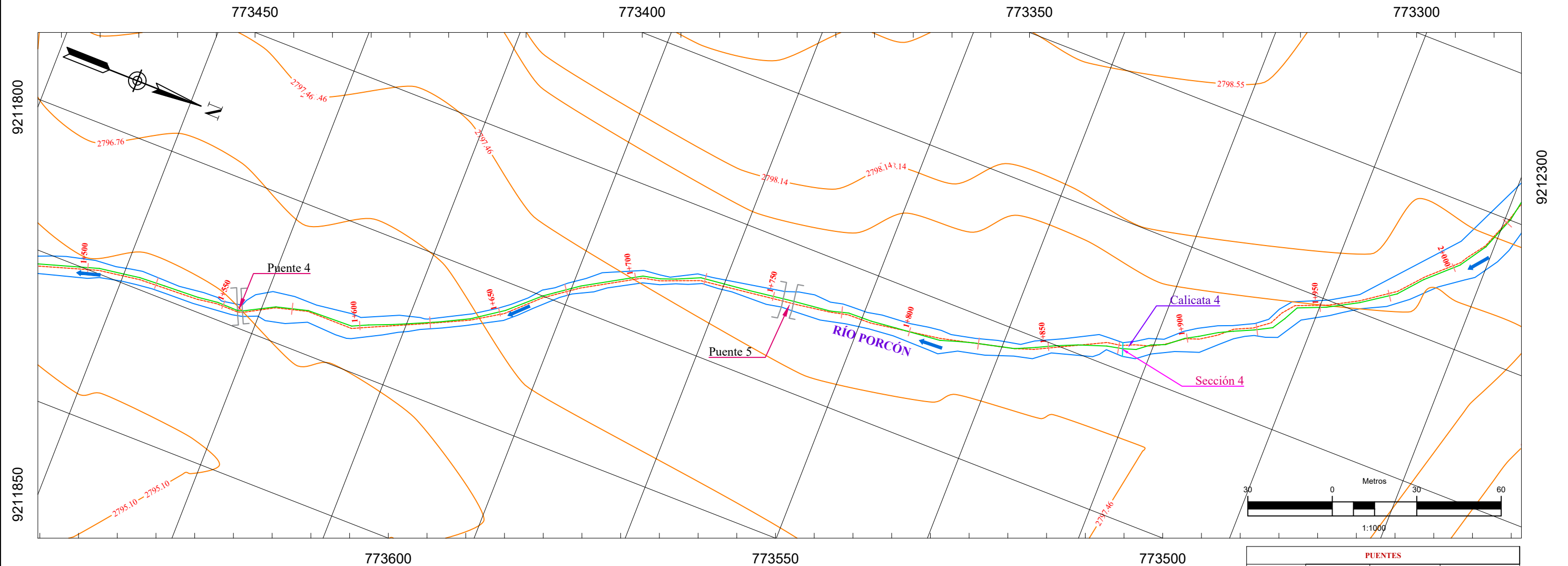
---

PLANO: **PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

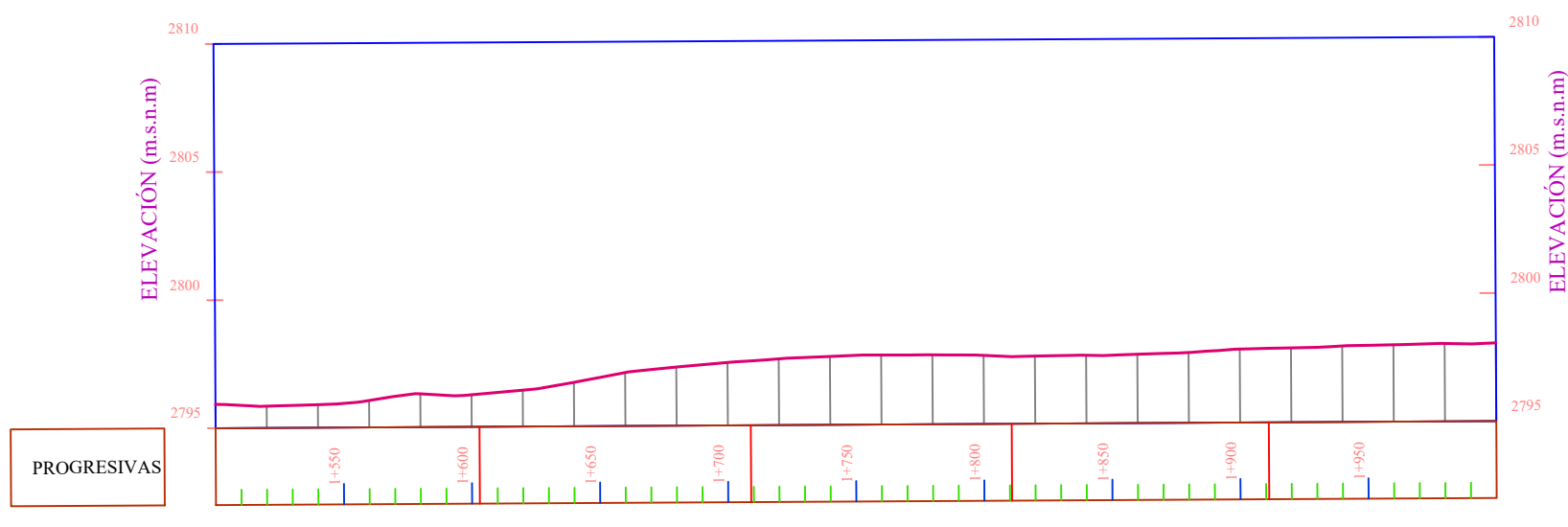
---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	<b>8</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 1+500 - 2+000)



MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
<b>LONGITUD TOTAL</b>				614.89	m



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

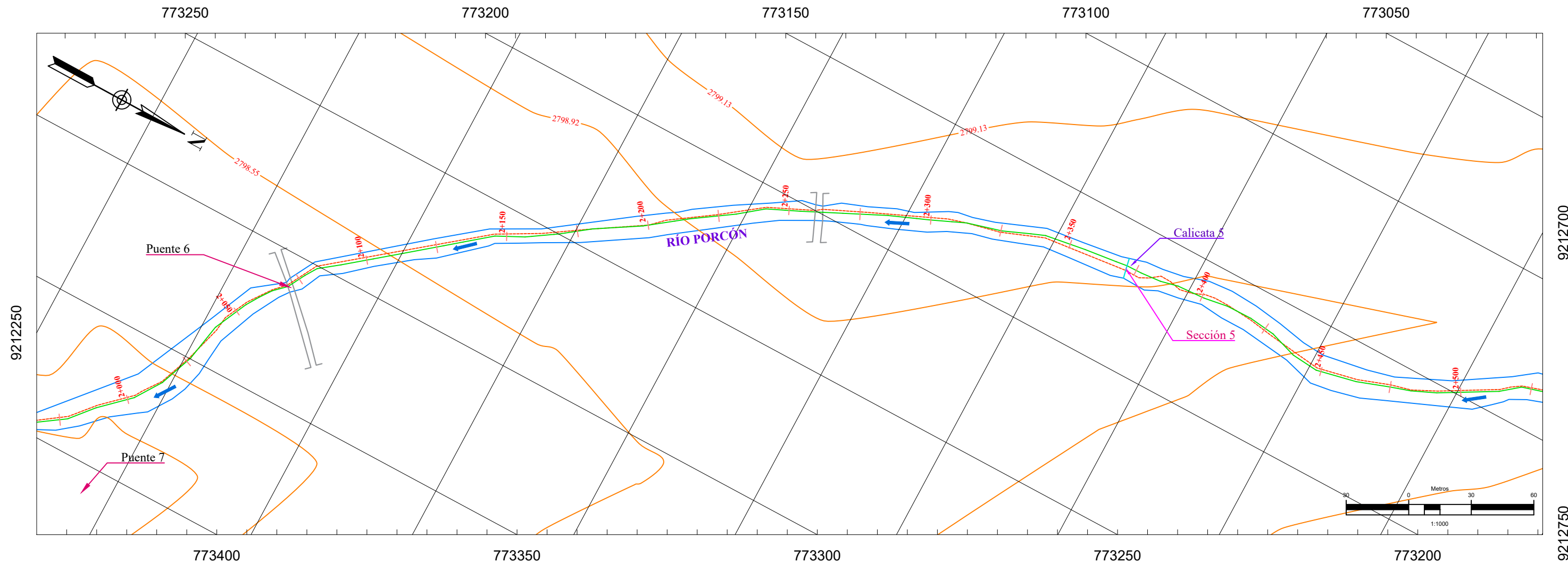
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

---

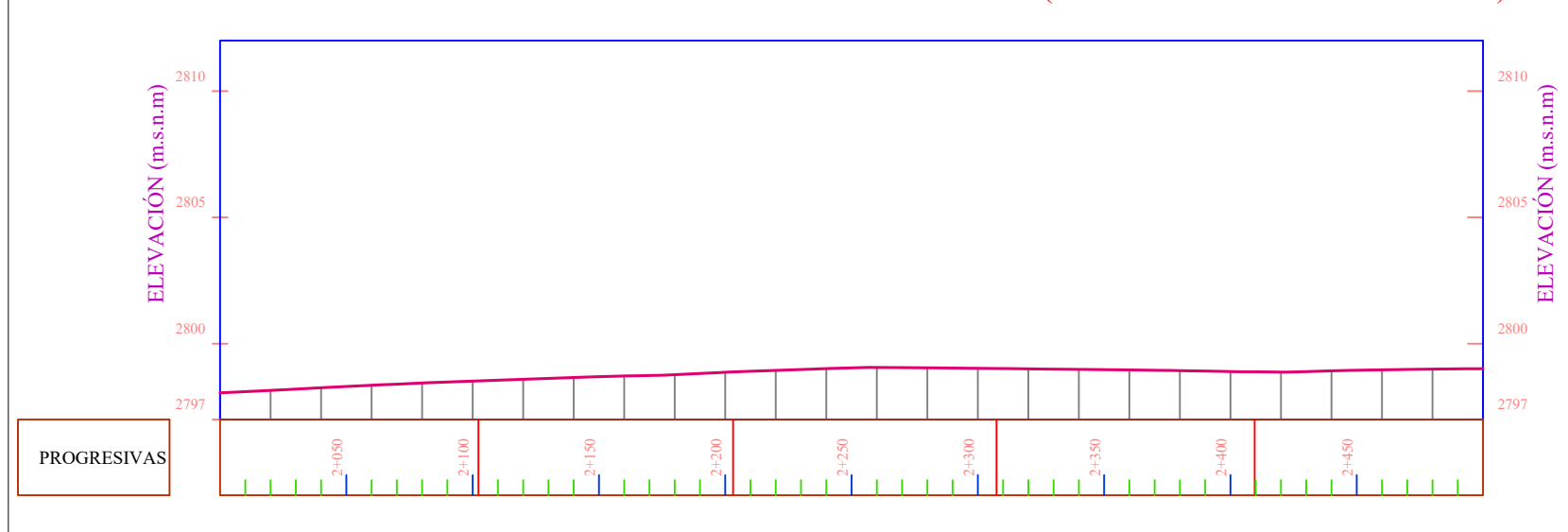
**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA:	BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ	ESCALA:	1/1000	<b>9</b>
ASESOR:	DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ	FECHA:	28/06/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 2+000 - 2+500)



PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN						
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD	
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m	
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m	
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m	
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m	
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m	
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m	
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m	
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m	
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m	
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m	
LONGITUD TOTAL					614.89	m

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA: **BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ**

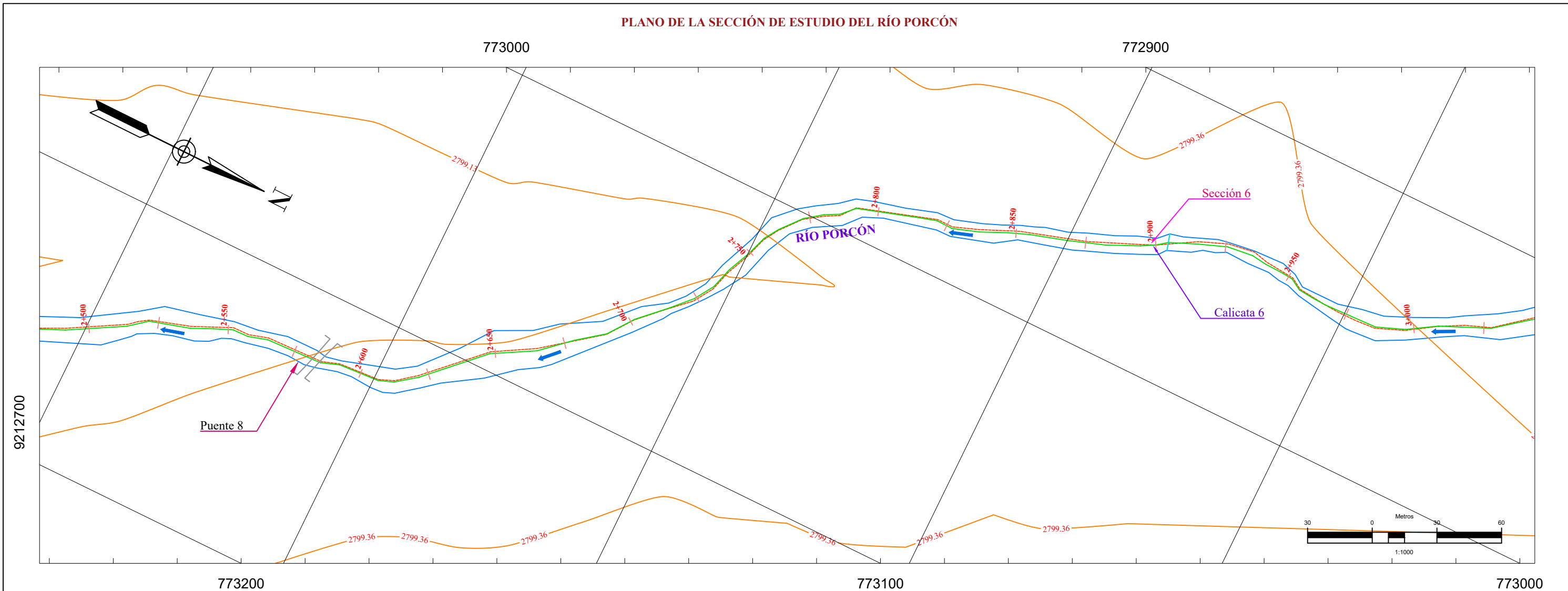
ESCALA: 1/1000

10

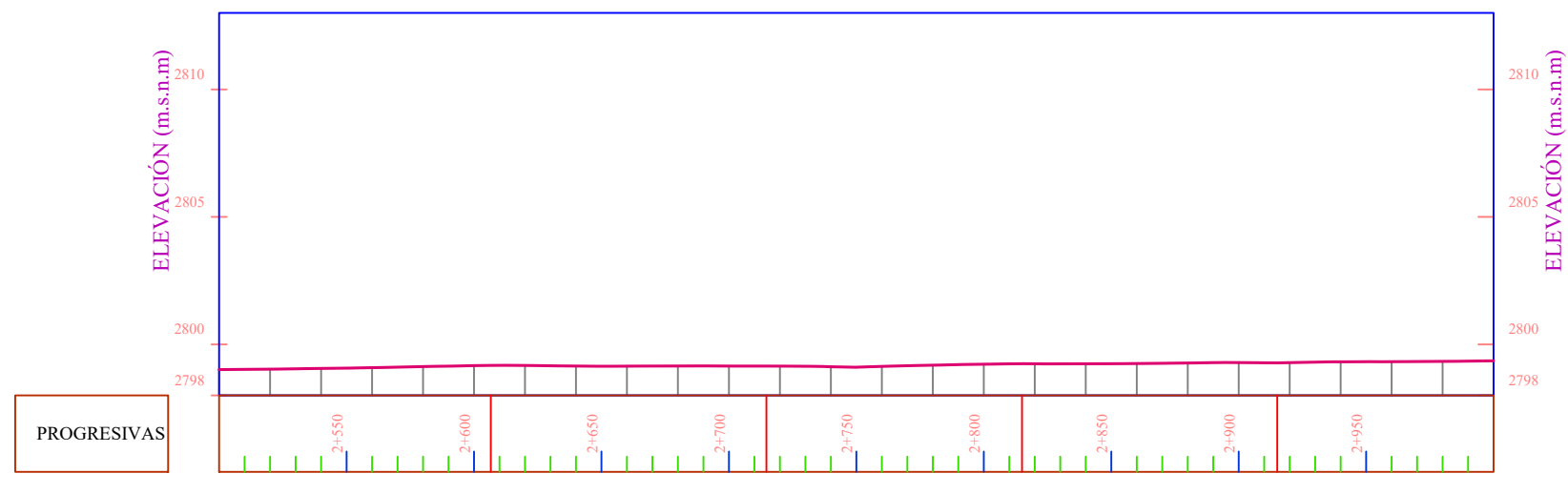
ASESOR: **DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ**

FECHA: 28/06/2023

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 2+500 - 3+000)



MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

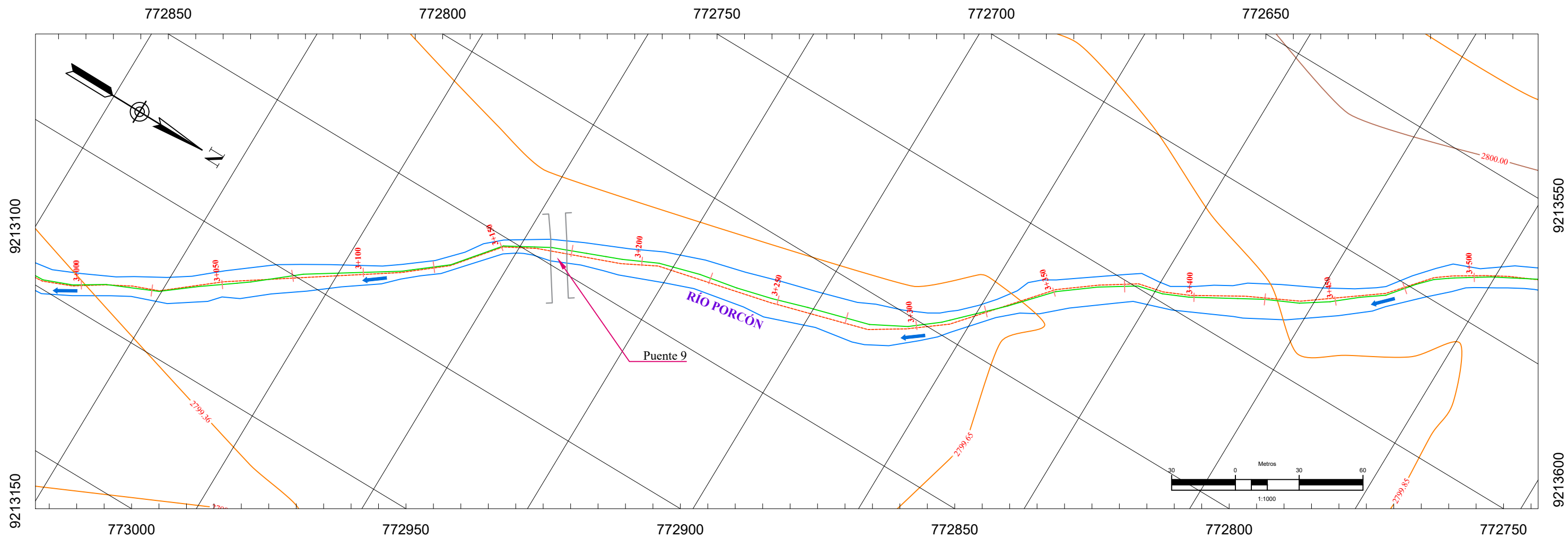
---

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

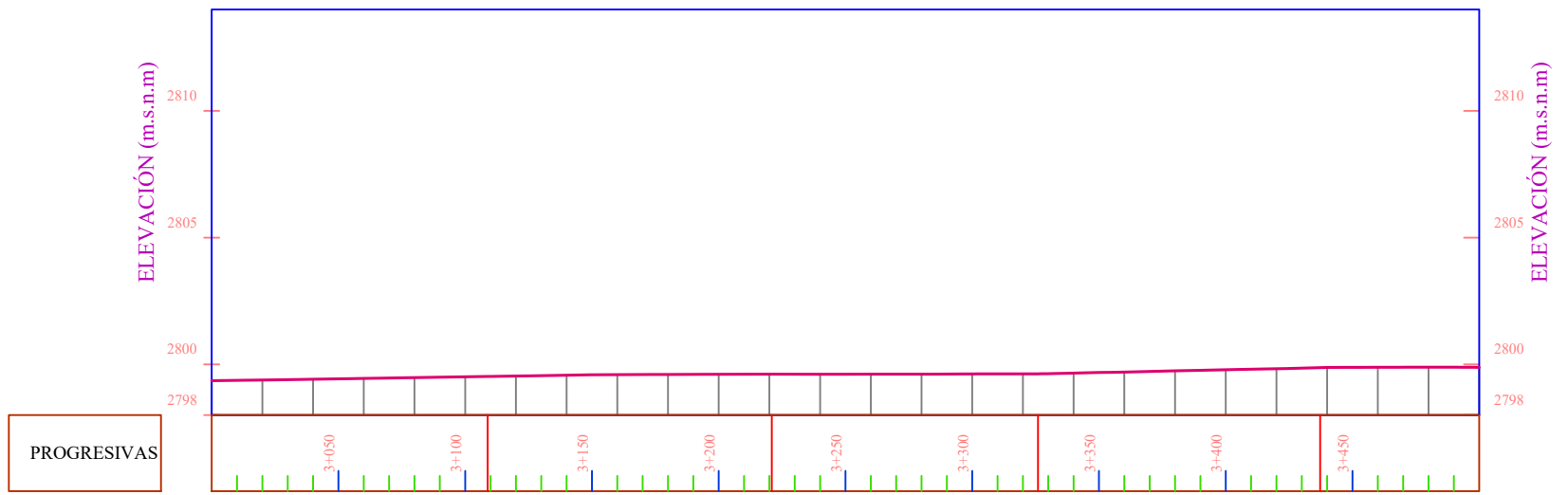
---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	<b>11</b>
ASESOR: <b>DR.ING. LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 3+000 - 3+500)



MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES

ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN

DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN

LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN

ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO

TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ

ESCALA: 1/1000

LAMINA:

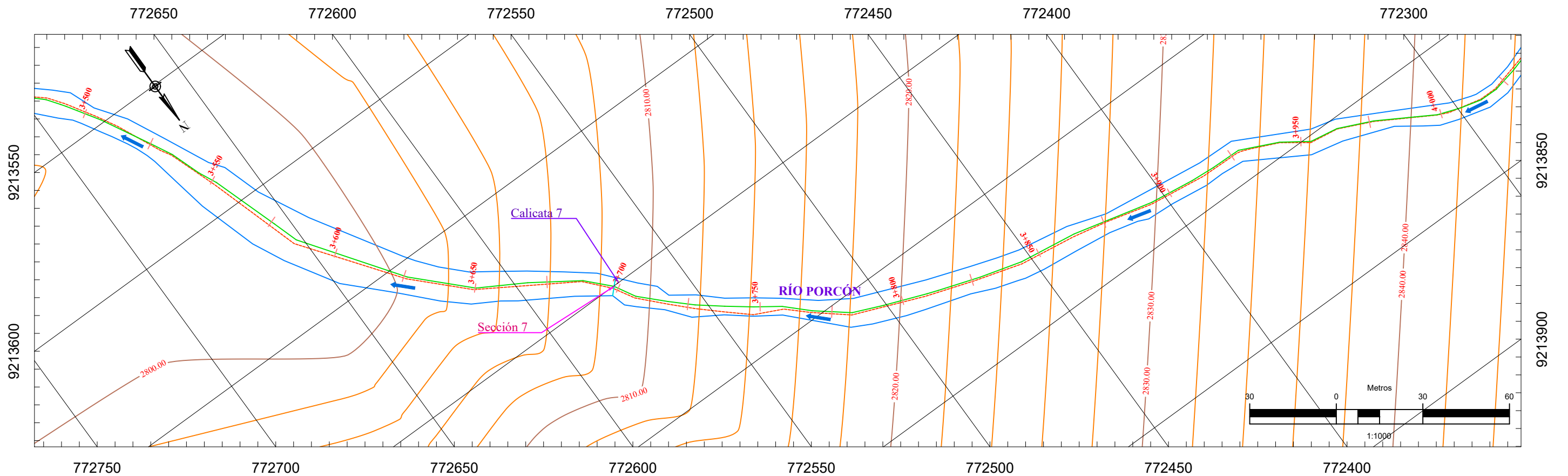
ASESOR: DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ

FECHA: 28/06/2023

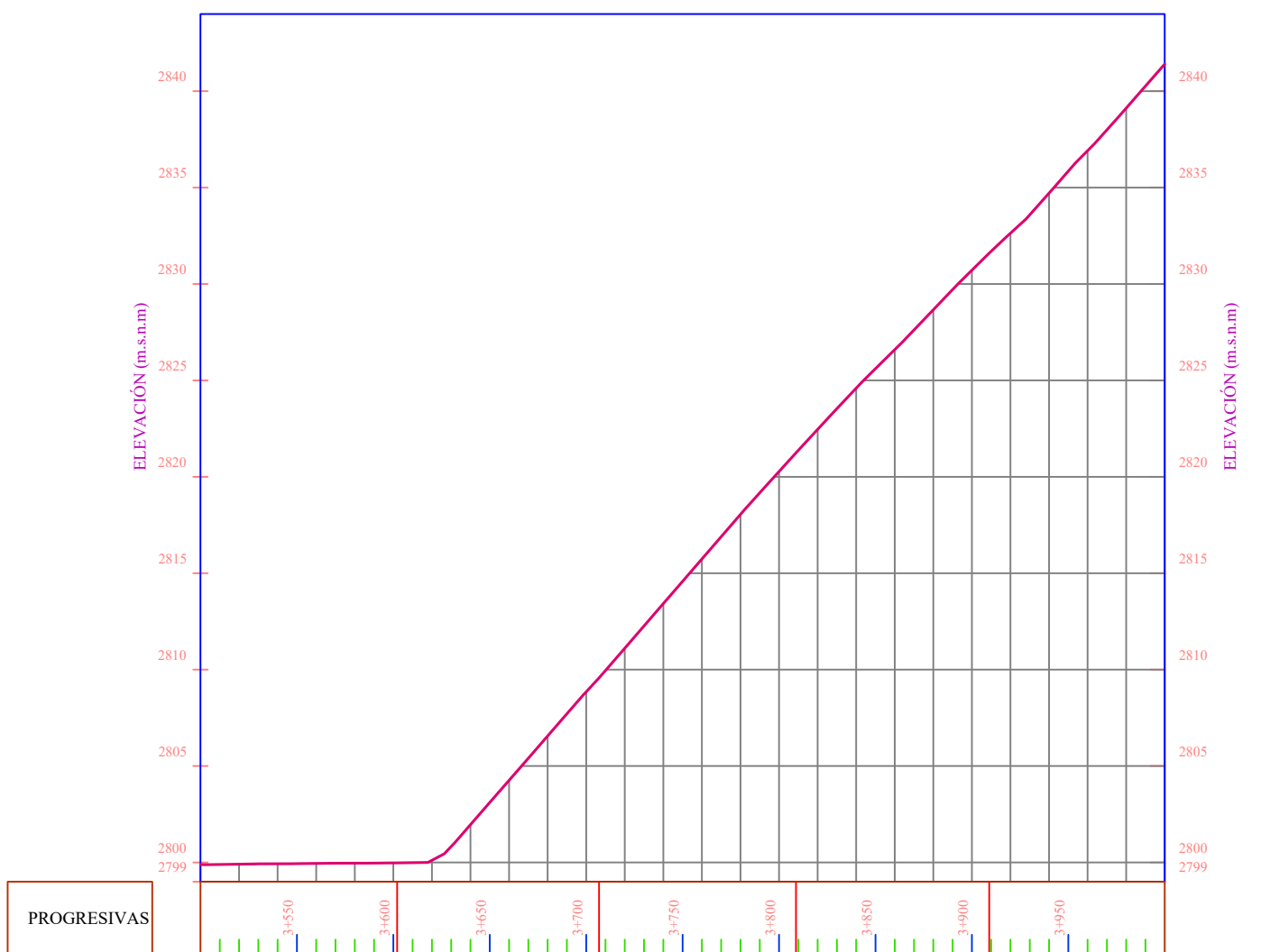
12



PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM:3+500 - 4+000)



TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL			614.89	m	

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

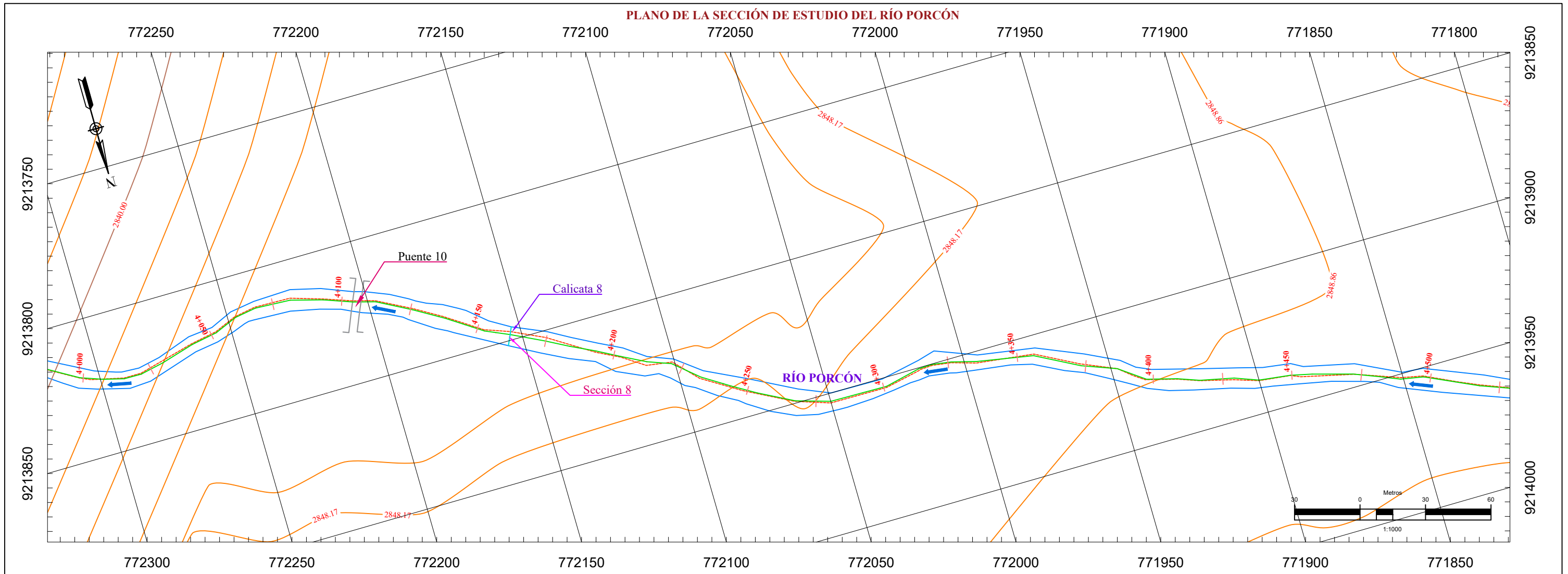
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"

---

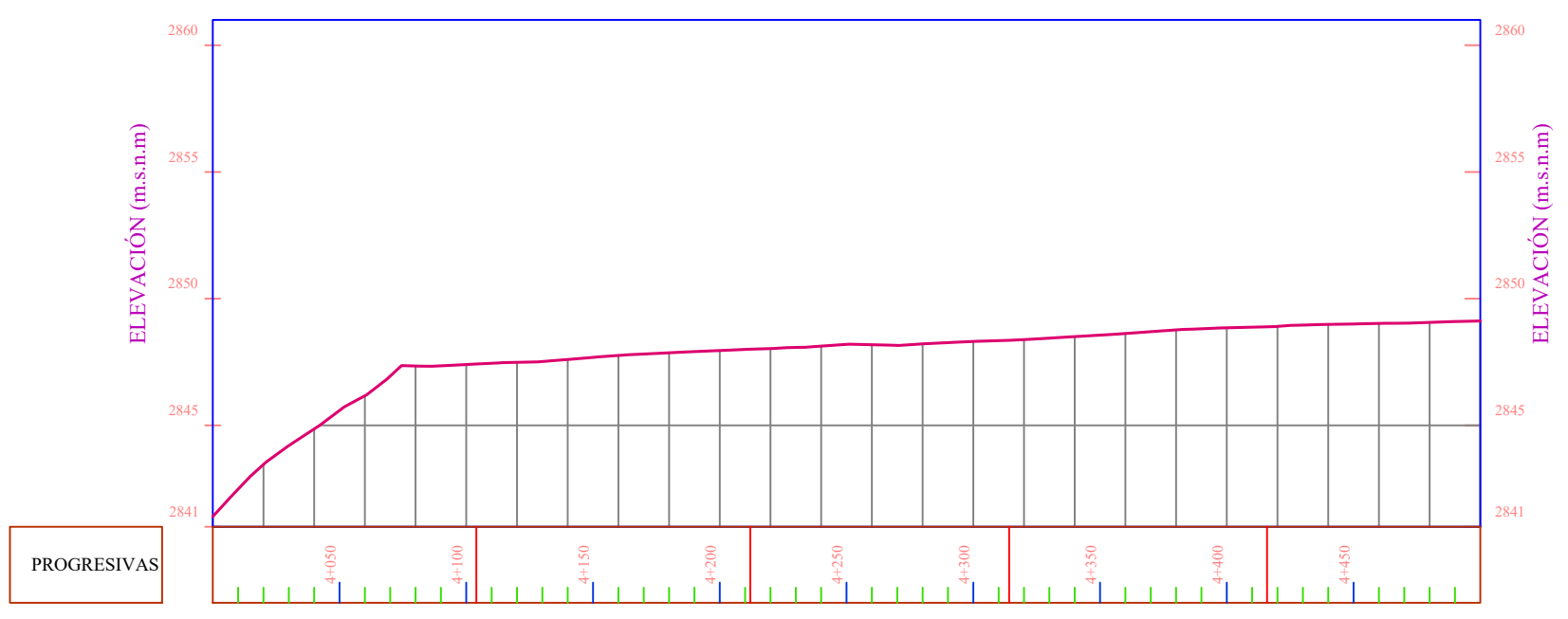
**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	LAMINA: <b>13</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	



**PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 4+000 - 4+500)**



DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
73479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
<b>LONGITUD TOTAL</b>				614.89	m

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

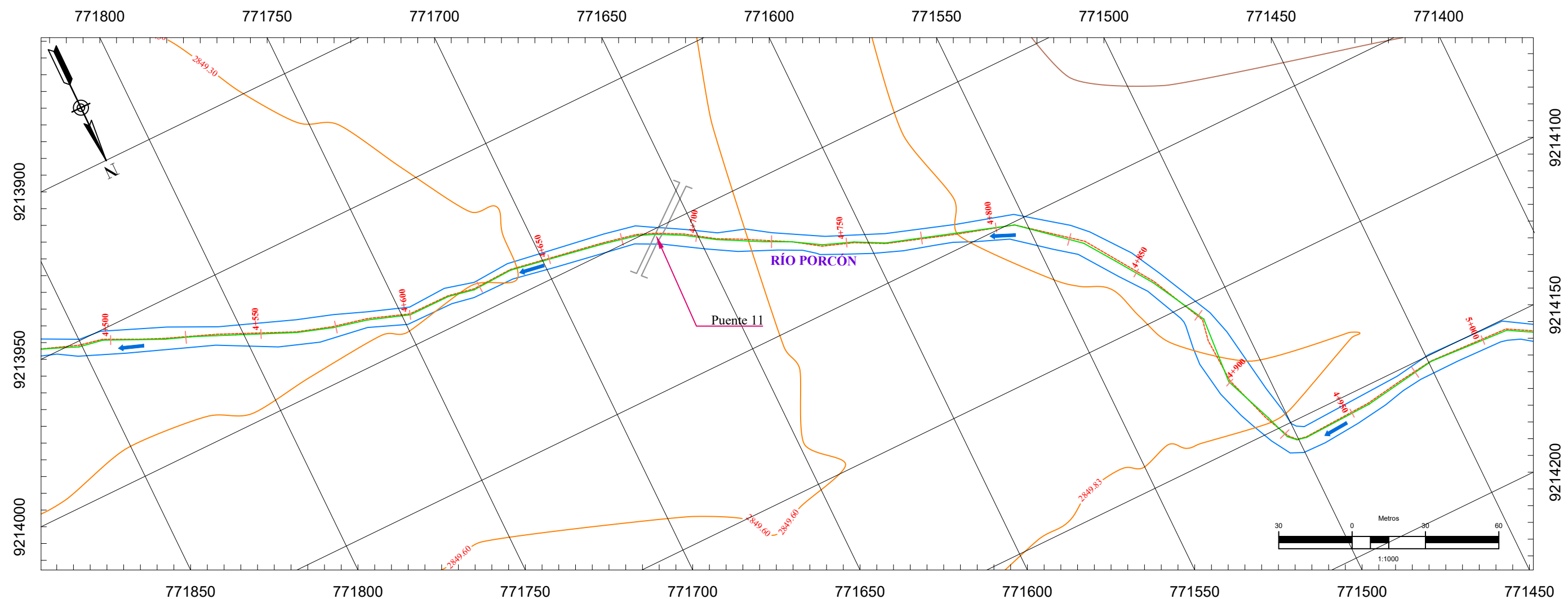
---

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

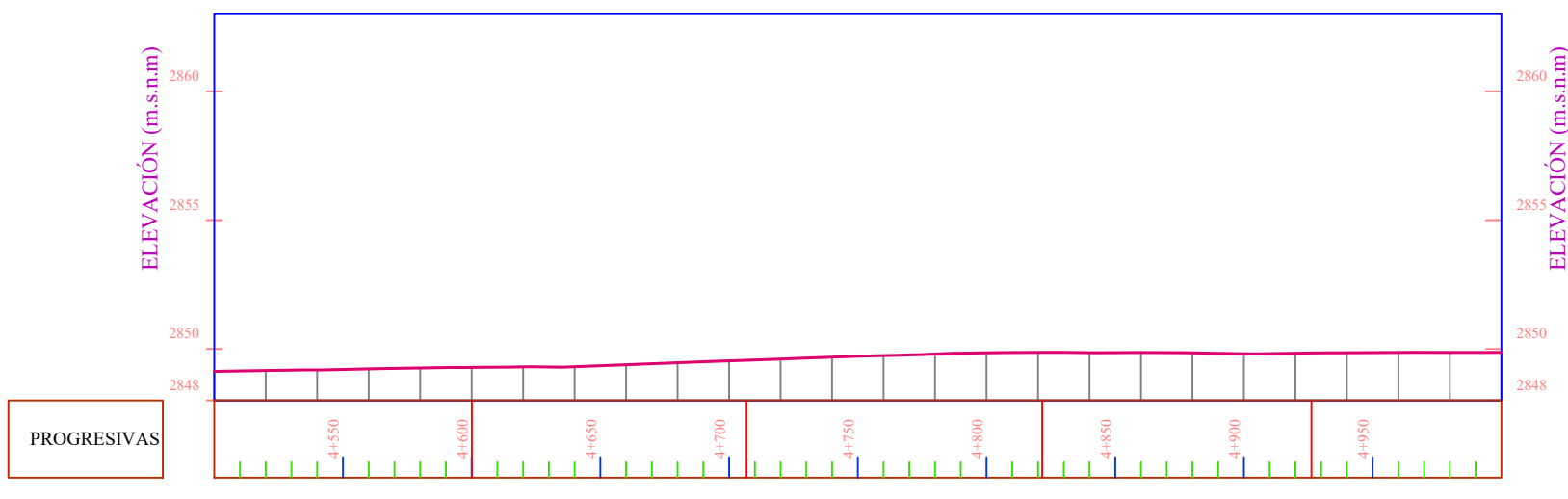
---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	<b>14</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 4+500 - 5+000)



SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
<b>LONGITUD TOTAL</b>				<b>614.89</b>	<b>m</b>

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES

ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

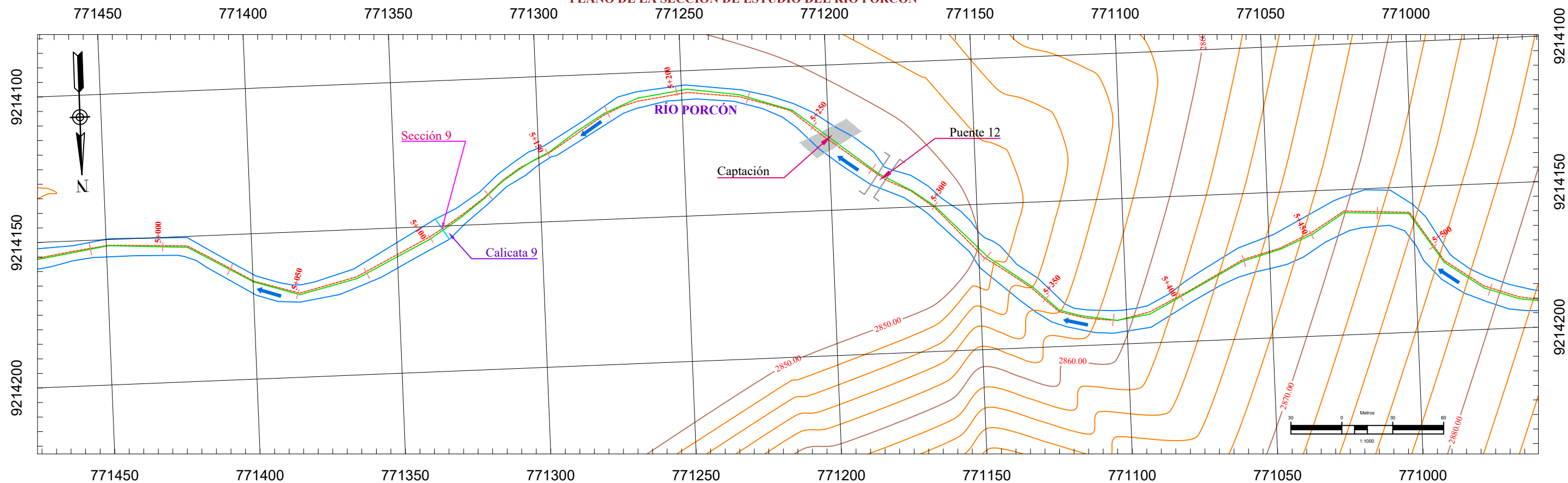
PLANO: **PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ      ESCALA: 1/1000

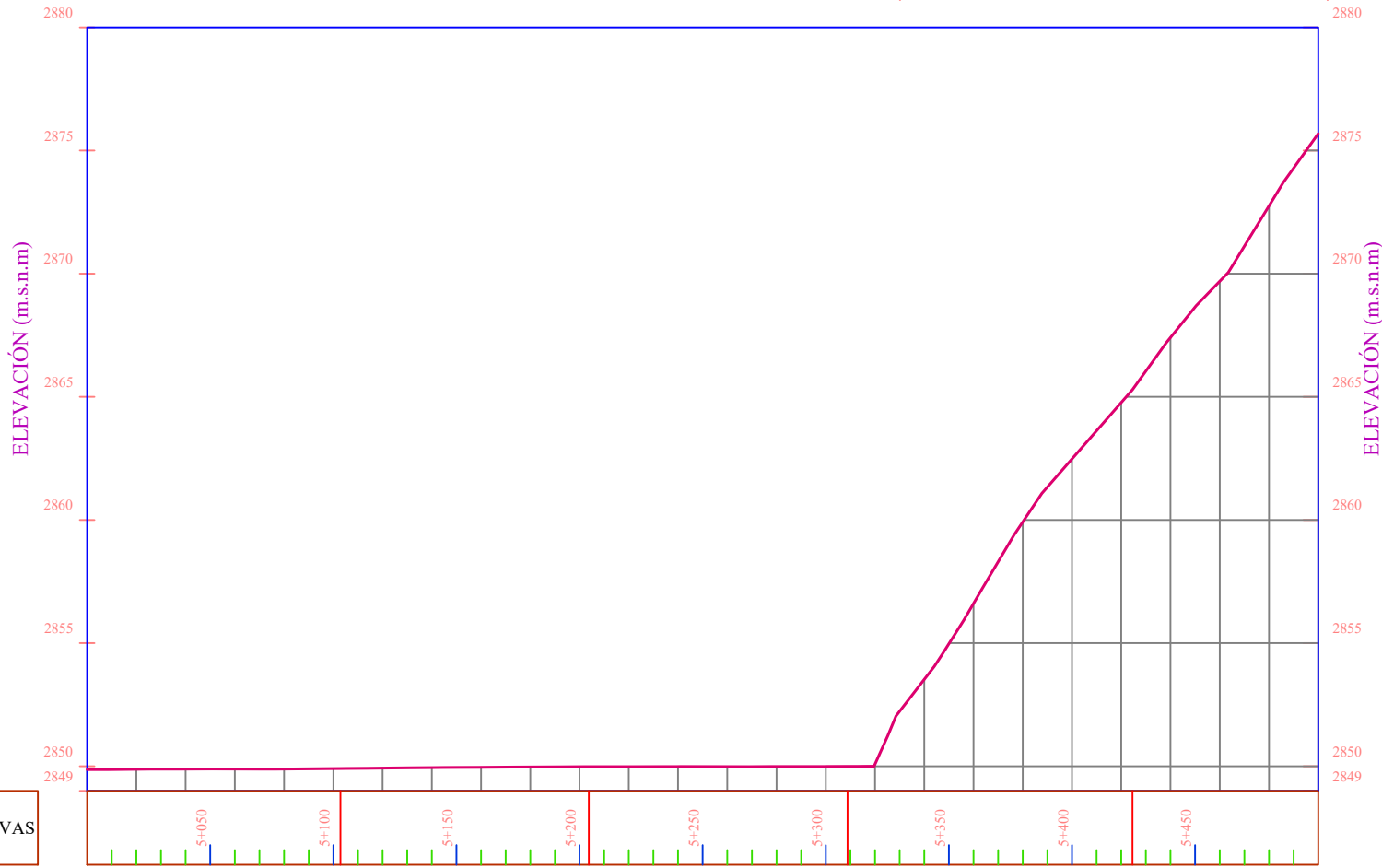
ASESOR: DR. ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ      FECHA: 28/06/2023

LAMINA: **15**

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 5+000 - 5+500)



SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA: **BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ**

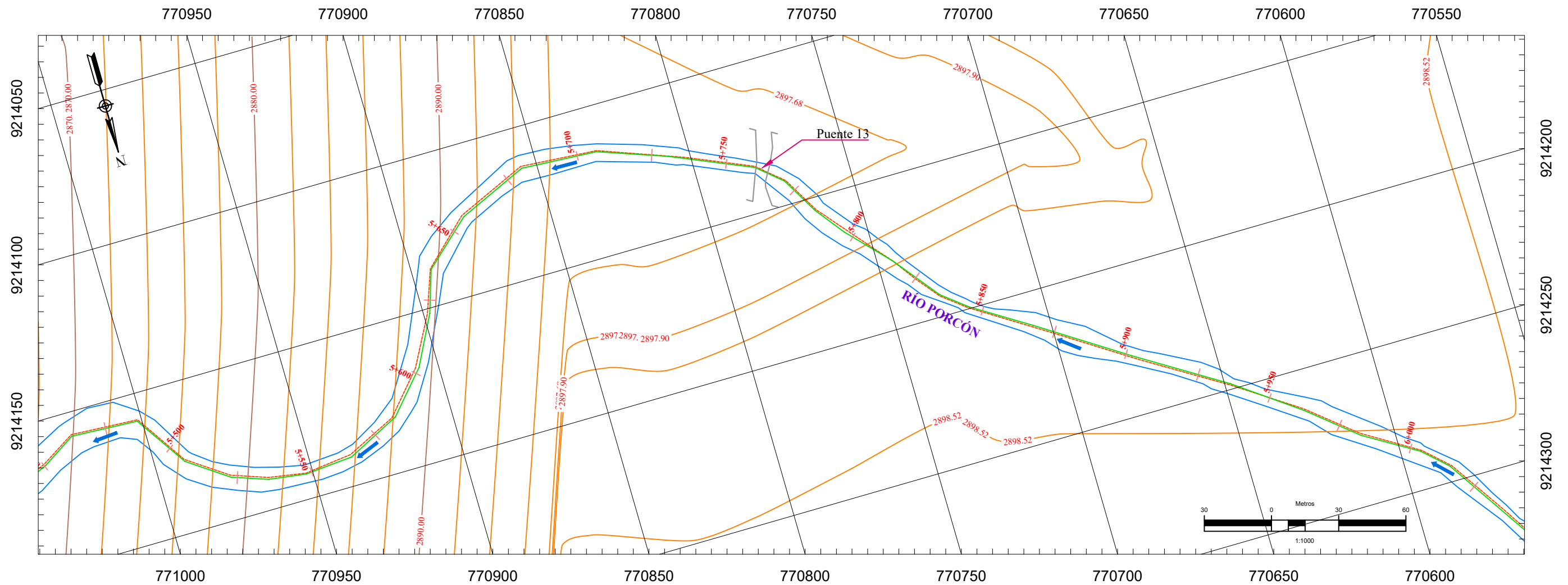
ESCALA: 1/1000

LAMINA: **16**

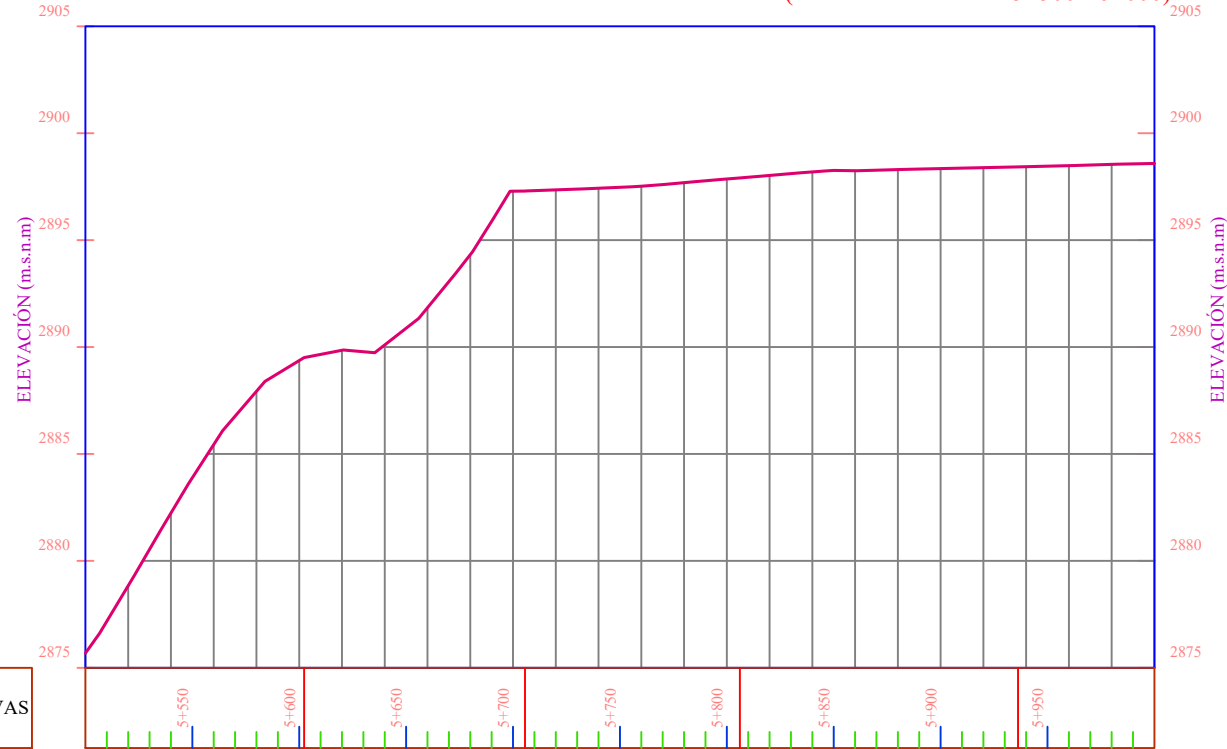
ASESOR: **DR. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**

FECHA: 28/06/2023

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 5+500 - 6+000)



PROGRESIVAS

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	921044.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN

DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

PUNTES

ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"

PLANO:

PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO

TESISTA: BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ

ESCALA: 1/1000

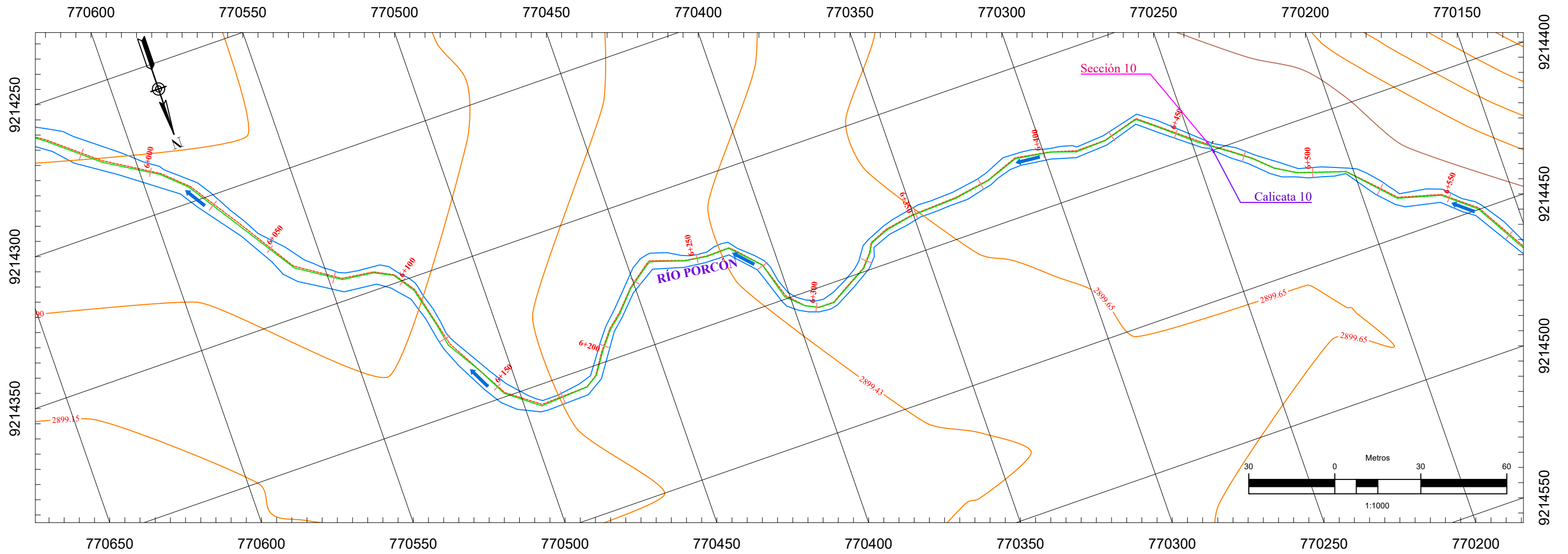
LAMINA:

ASESOR: DR. LUIS VASQUEZ RAMIREZ

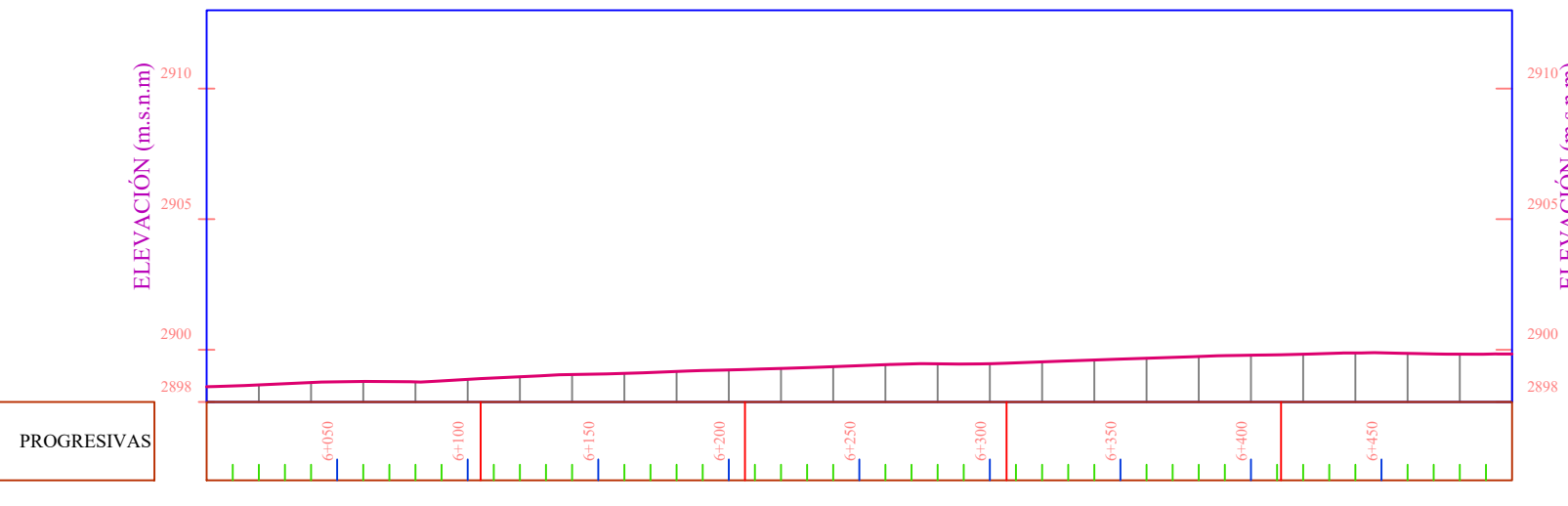
FECHA: 28/06/2023

17

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 6+000 - 6+500)



PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"

**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

TESISTA: **BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ**

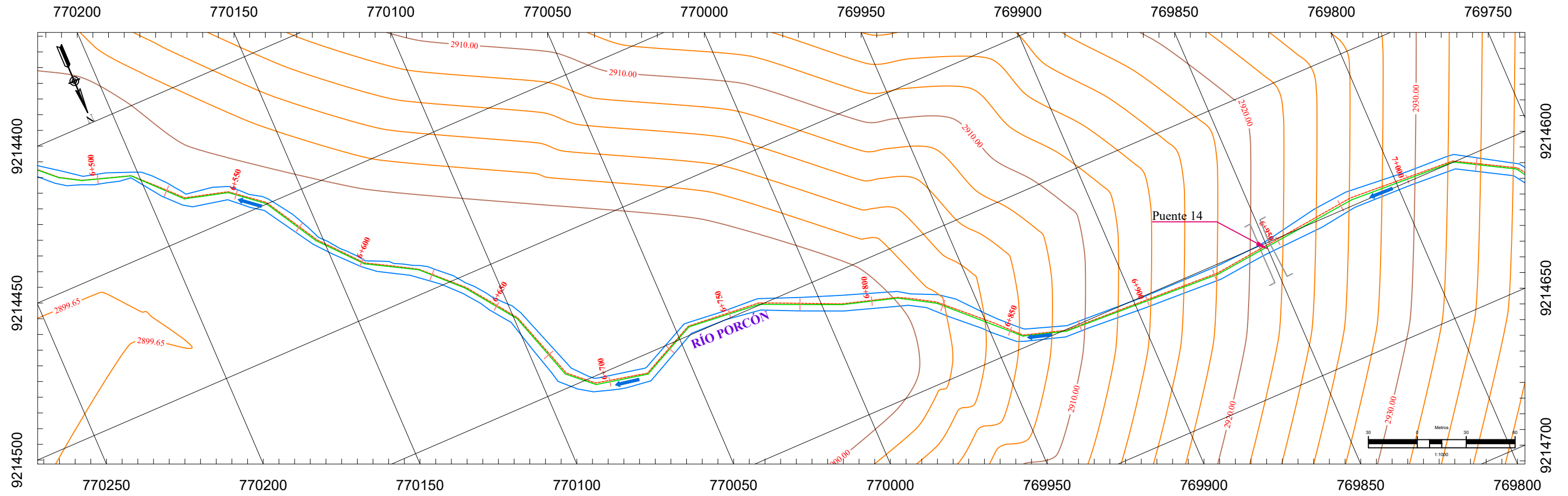
ESCALA: 1/1000

LAMINA: **18**

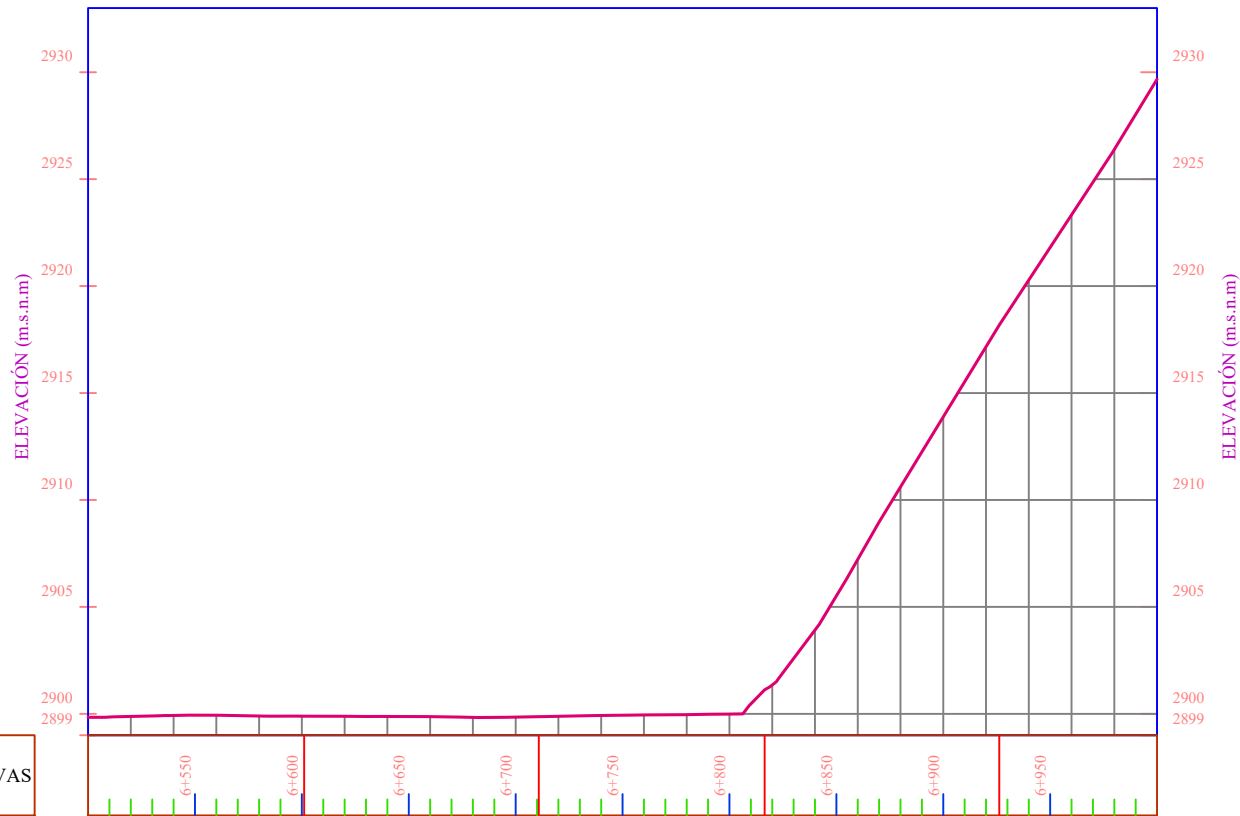
ASESOR: **DR.ING. LUIS VASQUEZ RAMIREZ**

FECHA: 28/06/2023

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 6+500 - 7+000)



MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN

LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN

ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN

DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

PUENTES

ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

PLANO:

PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO

TESISTA:

BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ

ESCALA:

1/1000

LAMINA:

19

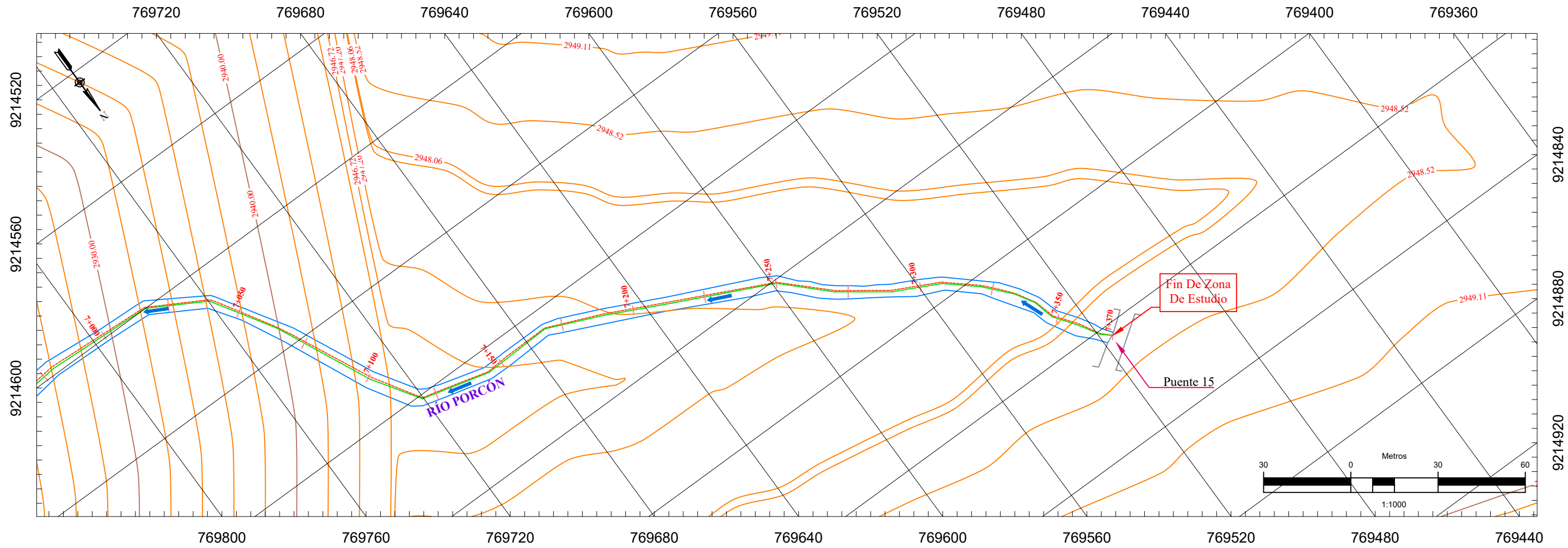
ASESOR:

DR. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ

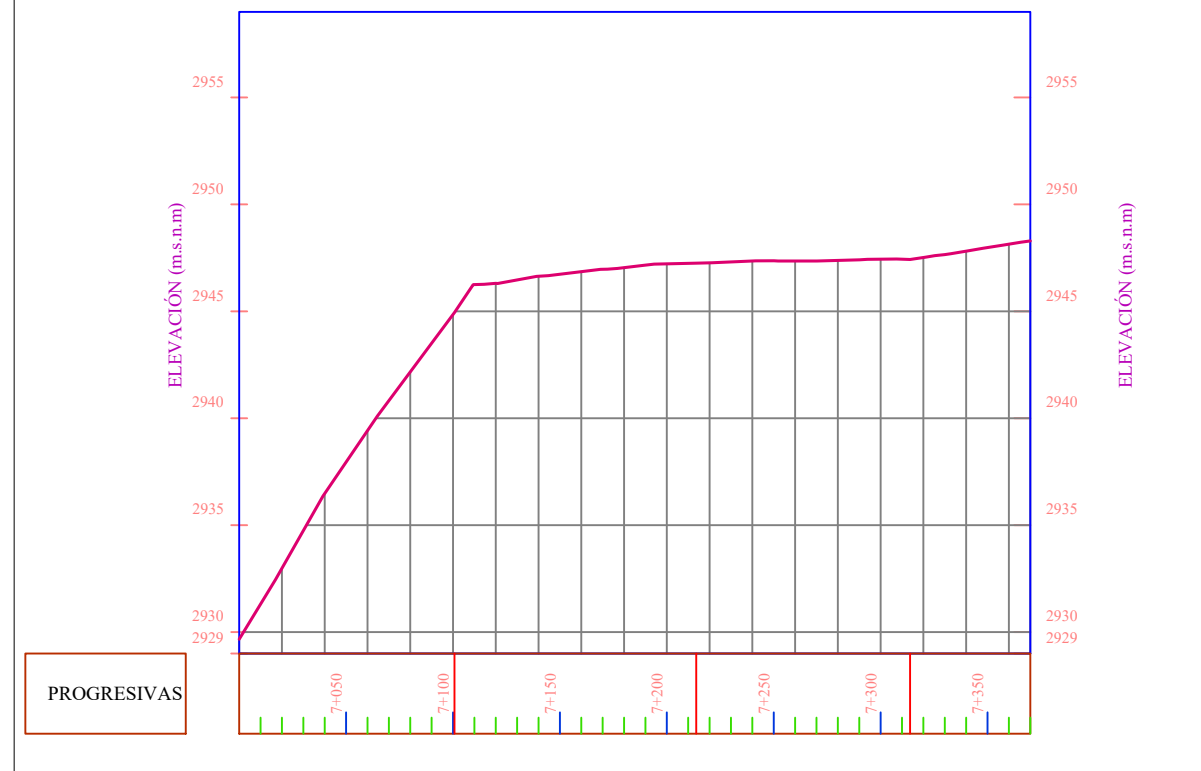
FECHA:

28/06/2023

PLANO DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN



PERFIL LONGITUDINAL TRAMO DE ESTUDIO DEL RÍO PORCÓN (PROGRESIVA KM: 7+000 - 7+370)



PUENTES			
ESTE	NORTE	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN
773479.00	9210449.00	0+000	Puente 1
773438.07	9210890.45	0+452.56	Puente 2
773573.21	9211777.45	1+435.34	Puente 3
773543.95	9211893.13	1+556.27	Puente 4
773469.60	9212073.33	1+755.51	Puente 5
773310.56	9212320.58	2+071.11	Puente 6
773199.83	9212472.35	2+260.57	Puente 7
773123.56	9212778.46	2+583.11	Puente 8
772843.58	9213262.33	3+170.51	Puente 9
772203.67	9213821.54	4+105.51	Puente 10
771661.56	9214002.21	4+687.38	Puente 11
771181.85	9214138.93	5+279.43	Puente 12
770778.16	9214136.91	5+762.56	Puente 13
769850.50	9214601.39	6+945.23	Puente 14
769516.00	9214804.00	7+370.00	Puente 15

DIMENSIÓN DEL RÍO PORCÓN			
LONGITUD	ANCHO DEL RÍO		UNIDAD
	MÁXIMO	MÍNIMO	
7370.000	19.2	5.0	m

TRAMO DE ESTUDIO RÍO PORCÓN				
ESTE	NORTE	ALTITUD	PROGRESIVA (PK)	DESCRIPCIÓN
773479.000	9210449.000	2732 m	0+000	INICIO DE TRAMO
769516.000	9214804.000	2940 m	7+370	FIN DE TRAMO

SECCIONES DEL RÍO PORCÓN					
DESCRIPCIÓN	E	N	PROGRESIVA (PK)	TRAMO	UNIDAD
Sección 1	773483	9210491	0+42.26	68.93	m
Sección 2	773436	9210966	0+525.61	80.63	m
Sección 3	773667	9211495	1+124.72	68.60	m
Sección 4	773431	9212188	1+876.50	65.32	m
Sección 5	773156	9212577	2+371.36	76.87	m
Sección 6	772967	9213037	2+904.54	30.58	m
Sección 7	772577	9213705	3+698.44	59.20	m
Sección 8	772150	9213839	4+162.00	70.60	m
Sección 9	771459	9214157	5+105.18	45.24	m
Sección 10	771122	9214173	6+462.76	48.92	m
LONGITUD TOTAL				614.89	m

MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO			
DESCRIPCIÓN	E	N	Altitud
Calicata 1	773495	9210488	2729
Calicata 2	773448	9210962	2744
Calicata 3	773677	9211496	2727
Calicata 4	773423	9212222	2772
Calicata 5	773159	9212577	2763
Calicata 6	772951	9213045	2774
Calicata 7	772554	9213698	2796
Calicata 8	772156	9213846	2814
Calicata 9	771451	9214158	2834
Calicata 10	771134	9214171	2847



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA**

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023 "

---

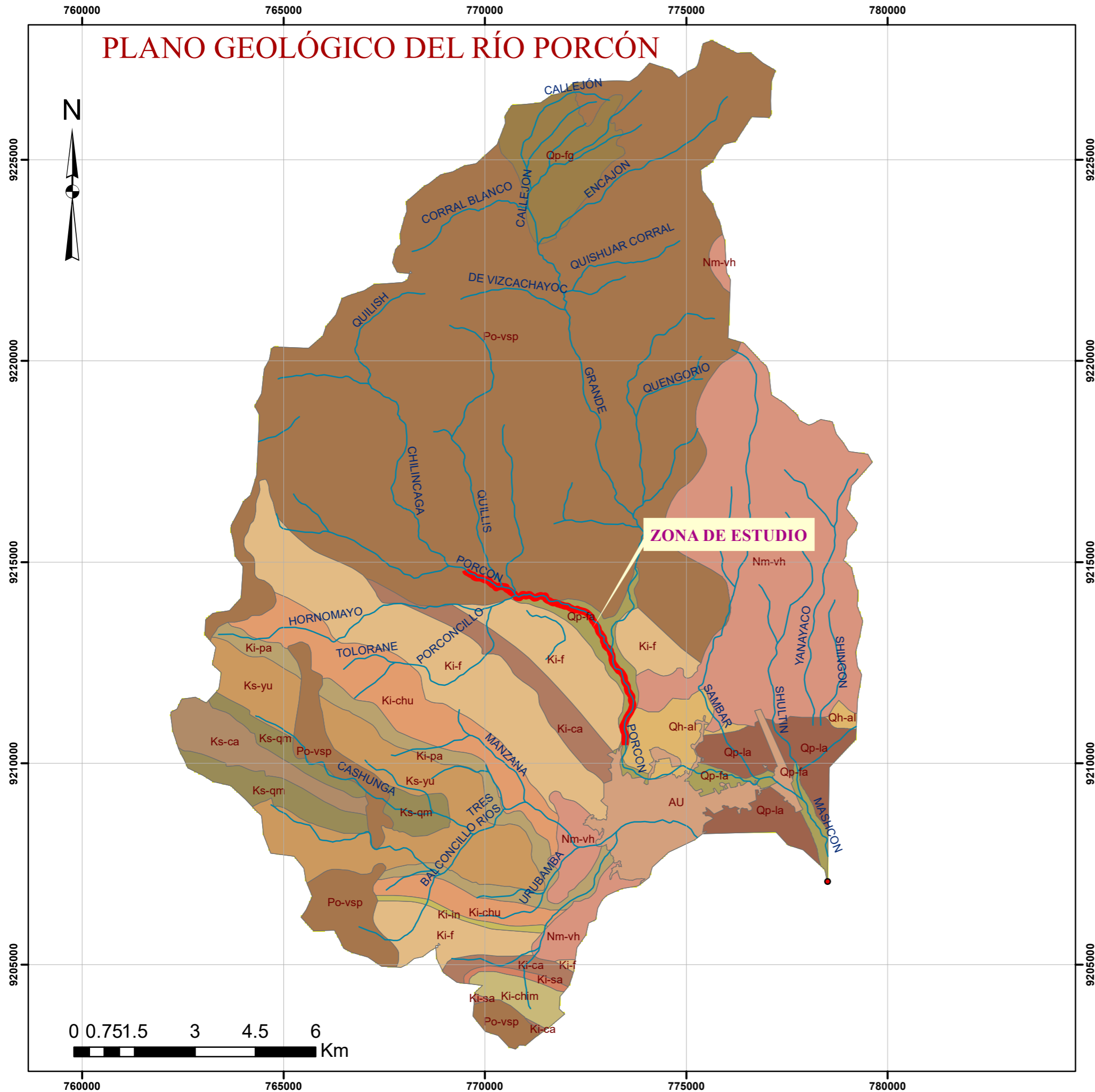
**PLANO PLANTA Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

---

TESISTA: <b>BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ</b>	ESCALA: 1/1000	<b>20</b>
ASESOR: <b>DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ</b>	FECHA: 28/06/2023	



# PLANO GEOLÓGICO DEL RÍO PORCÓN



**LEYENDA**

— RIOS

**Tramo de Estudio**

—

**FORMACIONES GEOLÓGICAS**

**Tipo de formación**

- AU
- Ki-ca
- Ki-chim
- Ki-chu
- Ki-f
- Ki-in
- Ki-pa
- Ki-sa
- Ks-ca
- Ks-qm
- Ks-yu
- Nm-vh
- Po-vsp
- Qh-al
- Qp-fa
- Qp-fg
- Qp-la

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL INGENIERÍA HIDRÁULICA

TESIS:  
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING ESTIMADO EN CAMPO CON LOS ESTIMADOS APLICANDO 4 METODOLOGÍAS EMPÍRICAS EN EL LECHO DEL RÍO PORCÓN, CAJAMARCA 2023"

PLANO:	PLANO GEOLÓGICO DE LA CUENCA	LAMINA:	<b>21</b>
TESISTA:	BACH. ANA EDITH LINARES SÁNCHEZ		
ASESOR:	DR.ING.LUIS VASQUEZ RAMIREZ		
ESCALA:	1:100.000	FECHA:	