



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO
DEL RÍO AMBATO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL
SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+00 AL
KM 12+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO”**

Autora: Clara Cecilia Salguero Pérez

Tutor: Ing. Mg. Aníbal Geovanny Paredes Cabezas

AMBATO - ECUADOR

Enero – 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniera Civil, con el tema: **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO”**, elaborado por la Srta. **Clara Cecilia Salguero Pérez**, portadora de la cedula de ciudadanía: C.I. 1804722518, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



Ing. Mg. Aníbal Geovanny Paredes Cabezas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Clara Cecilia Salguero Pérez**, con C.I. 1804722518 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Enero 2021



Clara Cecilia Salguero Pérez

1804722518

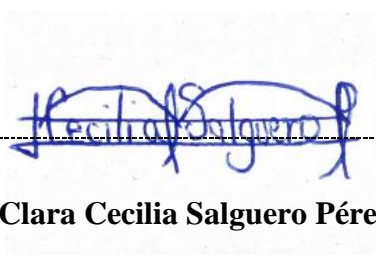
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Enero 2021



Clara Cecilia Salguero Pérez

1804722518

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Clara Cecilia Salguero Pérez de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: “CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO”.

Ambato, Enero 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Fabián Rodrigo Morales Fiallos
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narváez
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a Dios, la Virgen María y Santa Lucía por darme la fortaleza para salir adelante cada día y cumplir mi gran sueño, el de graduarme como Ingeniera Civil.

A mis padres Luis Salguero y Martha Pérez, en especial a mi mamá por todo el apoyo, cariño y comprensión para cumplir este gran sueño. Por estar conmigo en todo momento, muchas gracias por los consejos y por confiar en mi mamita querida.

A mi abuelita Matilde Silva por apoyarme en todo momento, por los valores, el cariño, el amor y por los consejos para salir adelante cada día.

A mis hermanos Hernán Pérez, Pilar Salguero y Estefanía Salguero por estar siempre conmigo, por darme palabras de aliento y hacerme reír cuando estaba triste y con estrés.

A mis tíos Jaime Pérez, Vicente Pérez, Nery Pérez, Fernando Pérez y Teresa Pérez por las enseñanzas, las palabras de aliento y el afecto para cumplir esta gran carrera.

A mis primos por ayudarme en las buenas y en las malas, por explicarme cosas que no entendía.

A mi novio por enseñarme, cuidarme, por todos los consejos y por estar conmigo en todo momento.

A mis amigos muchas gracias por su amistad, por la ayuda y todas las risas durante todo este periodo universitario.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que es como mi segundo hogar. También a los profesores de la carrera de Ingeniería Civil por los conocimientos, los valores y las herramientas que me servirán para mi vida profesional y el bienestar de la sociedad.

Agradezco a los ingenieros: Lenin Maldonado, Geovanny Paredes, Juan Carlos Mena y Juan Pablo Pérez por la paciencia, la ayuda y los consejos brindados para la ejecución del presente proyecto.

Agradezco al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, en especial al Departamento de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental y al Municipio de Ambato por los datos para el desarrollo del estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACION.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xx
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xxiii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xxiii
RESUMEN	xxiv
ABSTRACT	xxv
CAPITULO I.....	26
1.1 Antecedentes Investigativos	26
1.1.1 Antecedentes.....	26
1.1.2 Justificación.....	28
1.1.3 Fundamentación Teórica	31
• HIDRÁULICA FLUVIAL	31
o Clasificación de ríos.....	31
o Clasificación en base a la edad de los Ríos	31
o Clasificación Morfológica de los Ríos	32
o Geomorfología fluvial.....	33
o Bancos de inundación	33
• HIDROLOGÍA	34
o Precipitación.....	34
o Intensidad de Precipitación	37
o Periodo de Retorno (Tr)	39
o Riesgo Admisible.....	39
o Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF).....	40
o Escorrentía Superficial	43

• CAUDALES MÁXIMOS	43
o Método Racional	44
o Hidrogramas.....	45
• FLUJO EN CANALES ABIERTOS	48
o La fórmula de Chezy	49
o Ecuación de Manning.....	50
o Energía específica	53
o Curva de energía específica.....	54
o Número de Froude.....	55
• ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA.....	57
o Variable aleatoria	57
o Media aritmética.....	58
o Desviación estándar	59
o Criterio de Chauvenet	60
o Método de Gumbel (Ven T. Chow)	61
• MODELOS NUMÉRICOS PARA FLUJO EN CANAL ABIERTO	66
o Modelo Matemático HEC-RAS	66
o Modelo Matemático HEC- GeoRAS.....	66
1.1.4 Hipótesis	66
1.1.5 Señalamiento de las variables de la hipótesis	66
1.2 Objetivos	67
1.2.1 Objetivo General	67
1.2.2 Objetivos Específicos	67
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	68
2.1 MATERIALES Y EQUIPOS.....	70
2.1.1 Materiales	70
2.1.2 Equipos.....	70
2.2 MÉTODOS.....	71
2.2.1 Plan de Recolección de Datos	71
• Datos del terreno.....	71
• Datos hidrométricos.....	71
• Datos de infraestructura.....	71
• Datos de riesgo, vida útil de las obras y periodos de retorno	72
2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	72
• Procesamiento de Datos del terreno.	72
• Procesamiento de Datos Hidrométricos y meteorológicos.....	72
• Modelación en el HECRAS.....	73
o Creación del modelo de terreno.	73
o Valores de coeficientes de Manning	73
o Modelación de estructuras definidas.....	73
o Ingreso de caudales	73

o	Calibración del modelo	74
•	Resultados finales del modelo	74
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		76
3.1	PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS	76
3.1.1	Descripción del objeto en estudio.....	76
3.1.2	Datos Hidrométricos.....	80
3.1.3	Infraestructura existente	81
•	Puente del sector del Socavón	82
•	Puente de la Avenida Indoamérica	83
3.2	PLAN DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	84
3.2.1	Datos de Terreno	84
3.2.2	Datos Hidrométricos.....	84
•	Caudales de la estación hidrológica Tilulún.....	84
•	Desviación estándar.....	85
•	Criterio Chauvenet.....	85
•	Probabilidad empírica.....	87
•	Probabilidad teórica.....	88
•	Método de Gumbel	89
3.2.3	Gráficas de las curvas teóricas.....	92
3.2.4	Riesgo, vida útil de la estructura y periodo de retorno	92
•	Riesgo y vida útil de la estructura	92
•	Periodo de retorno	93
3.2.5	Modelo numérico HEC-RAS.....	93
•	Parámetros del Modelo.....	93
•	Coeficientes de Manning (n')	94
•	Coeficientes de contracción y expansión de flujo	109
•	Caudales de diseño	109
•	Pendiente (S%)	110
•	Modelación en flujo continuo (Steady Flow)	110
•	Modelación de la infraestructura existente	112
•	Calibración del modelo.....	112
•	Análisis del resultado del modelo.....	116
o	Perfil Longitudinal	116
o	Secciones transversales	121
o	Número de Froude.....	133
o	Velocidad	134
o	Esfuerzo cortante.....	135
o	Curvas de descarga.....	136
3.2.6	Esquema 3D.....	139
3.3	Verificación de la hipótesis	141

3.4 Información de los planos	142
3.5 Explicación de los planos de inundación	147
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
4.1 Conclusiones.....	152
4.2 Recomendaciones	153
BIBLIOGRAFÍA	154
ANEXOS	158
ANEXOS N°1	158
ANEXOS N°2.....	182
ANEXOS N°3.....	119
ANEXOS N°4.....	120
ANEXOS N°5.....	121
ANEXOS N°6.....	122
ANEXOS N°7.....	123
ANEXOS N°8.....	124
ANEXOS N°9.....	125
ANEXOS N°10.....	126
ANEXOS N°11	127
ANEXOS N°12.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Macroproyecto entre el sector Tilulún y el sector las Viñas.	30
Figura N°2. Proyecto en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas desde el km 8+000 al 12+000	30
Figura N°3. Clasificación Morfológica de los ríos	32
Figura N° 4. Sección transversal de un río y sus unidades morfológicas asociadas	33
Figura N° 5. Forma de ascenso de la precipitación convectiva.	35
Figura N°6. Precipitación ciclónica	36
Figura N°7. Precipitación orográfica	37
Figura N° 8. Forma esquemática del pluviómetro	38
Figura N° 9. Ubicación del pluviómetro.	38
Figura N° 10. Forma esquemática del pluviógrafos.....	39
Figura N° 11. Curvas IDF	41
Figura N° 12. Curvas IDF con escala aritmética.....	42
Figura N° 13. Curvas IDF con escala logarítmica	42
Figura N° 14. Hidrograma anual.....	45
Figura N°15. Hidrograma típico.	46
Figura N°16. Separación de caudal base y de escorrentía directa.....	46
Figura N°17. Hidrograma unitario.	47
Figura N° 18. Métodos de separación.	48
Figura N° 19. Flujo en un canal abierto	49
Figura N° 20. Curva de energía específica a caudal constante	55
Figura N°21. Flujo en régimen subcrítico y supercrítico en una estructura hidráulica.	56
Figura N°22. Ubicación del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua	76
Figura N°23. Ubicación del Río Ambato en el cantón Ambato	76
Figura N°24. Macroproyecto entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas desde el km 0+000 al km 20+000	77
Figura N° 25. Proyecto entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas desde el km 8+000 al km 16+000	78
Figura N° 26. Estación Hidrométrica Tilulún	80
Figura N°27. Puente Sector el Socavón	82
Figura N°28. Puente de la Av. Indoamérica	83

Figura N° 29. Datos del Rio Ambato exportados de ArcGIS a HEC-RAS.....	94
Figura N°30. Lista de opciones de la pestaña Editar (Edit)	110
Figura N°31. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.....	111
Figura N°32. Ventana de los datos del flujo constante	111
Figura N°33. Ventana de los datos del puente	112
Figura N°34. Ventana de análisis del flujo constante	112
Figura N°35. Ventana para interpolación de secciones.....	113
Figura N°36. Ventana de datos de la geometría.....	113
Figura N°37. En la sección transversal se observa el dique.....	114
Figura N°38. Rio siguiendo el curso de su flujo en la opción RAS Mapper.....	114
Figura N°39. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	116
Figura N°40. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s	117
Figura N°41. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	118
Figura N°42. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	119
Figura N°43. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	120
Figura N°44. Sección transversal km 8+180 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	121
Figura N°45. Sección transversal km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	122
Figura N°46. Sección transversal km 8+180 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	123
Figura N°47. Sección transversal km 12+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	124
Figura N°48. Sección transversal km 8+180 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	125
Figura N°49. Sección transversal km 12+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	126
Figura N°50. Sección transversal km 8+180 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s	127
Figura N°51. Sección transversal km 12+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s	128
Figura N°52. Sección transversal km 8+180 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s	129
Figura N°53. Sección transversal km 12+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s	130
Figura N°54. Sección transversal km 8+180 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s	131
Figura N°55. Sección transversal km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s	132

Figura N°56. Número de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	133
Figura N°57. Velocidad desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	134
Figura N°58. Esfuerzo Cortante desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 140 años y QTr = 115.78 m ³ /s.....	135
Figura N°59. Curva de descarga de la sección transversal km 8+100	137
Figura N°60. Curva de descarga de la sección transversal km 12+000	138
Figura N°61. Esquema del Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000	139
Figura N°62. Esquema del Río Ambato desde el km 8+000 al km 10+000	139
Figura N°63. Esquema del Río Ambato desde el km 10+000 al km 12+000	140
Figura N°64. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	159
Figura N°65. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	160
Figura N°66. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	160
Figura N°67. Perfil longitudinal km 10+000 al km 1+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	161
Figura N°68. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s	161
Figura N°69. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	162
Figura N°70. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	163
Figura N°71. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	163
Figura N°72. Perfil longitudinal km 10+00 al km 11+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	164
Figura N°73. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 10 años y QTr = 83.93 m ³ /s	164
Figura N°74. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	165

Figura N°75. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	166
Figura N°76. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	166
Figura N°77. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	167
Figura N°78. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m ³ /s	167
Figura N°79. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s	168
Figura N°80. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s	169
Figura N°81. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s	169
Figura N°82. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s.....	170
Figura N°83. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 50 años y QTr = 103.50 m ³ /s.....	170
Figura N°84. Perfil longitudinal km 8+000 al km 12+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s.....	171
Figura N°85. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s	172
Figura N°86. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s.....	172
Figura N°87. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s.....	173
Figura N°88. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m ³ /s.....	173
Figura N°89. Numero de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m ³ /s.....	174
Figura N°90. Numero de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 10 años y QTr =83.93 m ³ /s	174

Figura N°91. Numero de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =25 años y QTr = 95.16 m3/s.....	175
Figura N°92. Numero de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =50 años y QTr =103.50 m3/s	175
Figura N°93. Numero de Froude desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =100 años y QTr =111.77 m3/s	176
Figura N°94. Velocidad del flujo desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m3/s.....	176
Figura N°95. Velocidad del flujo desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =10 años y QTr =83.93 m3/s	177
Figura N°96. Velocidad del flujo desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =25 años y QTr = 95.16 m3/s.....	177
Figura N°97. Velocidad del flujo desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =50 años y QTr =103.50 m3/s.....	178
Figura N°98. Velocidad del flujo desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =100 años y QTr = 111.77 m3/s.....	178
Figura N°99. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m3/s.....	179
Figura N°100. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr =10 años y QTr = 83.93 m3/s.....	179
Figura N°101. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 25 años y QTr = 95.16 m3/s.....	180
Figura N°102. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 50 años y QTr = 7103.50 m3/s.....	180
Figura N°103. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+000 al km 12+000 para Tr = 100 años y QTr = 111.77 m3/s.....	181
Figura N°104. Ventana de inicio del programa HEC-RAS	134
Figura N°105. Barra de opciones de la opción File	134
Figura N°106. Ventana de nuevo proyecto	134
Figura N°107. Ventana de RAS	135
Figura N°108. Ventana de inicio del programa HEC-RAS	135
Figura N°109. Barra de opciones de los datos de geometría.	135
Figura N°110. Ventana de inicio del programa del HEC-RAS.....	136

Figura N°111. Ventana para importar datos de la geometría.....	136
Figura N°112. Ventana para importar datos de la geometría.....	137
Figura N° 113. Ventana para importar datos de la geometría.....	137
Figura N°114. Ventana de datos de la geometría.....	138
Figura N°115. Opciones de Gis Tools en datos de geometría.	138
Figura N°116. Ventana para invertir la dirección del río.....	139
Figura N°117. Ventana de la opción RAS	139
Figura N°118. Ventana para importar datos de la geometría.....	140
Figura N°119. Ventana para importar datos de la geometría.....	140
Figura N°120. Ventana de datos de la geometría.....	141
Figura N°121. Ventana de la sección transversal del Río	141
Figura N°122. Lista de opciones de la opción Tools	142
Figura N°123. Ventana para visualizar la sección transversal	142
Figura N°124. Ventana para agregar diques en la sección transversal	143
Figura N°125. En la sección transversal se observa el dique.....	143
Figura N°126. Ventana de la opción RAS Mapper.....	144
Figura N°127. Lista de opciones de Tools	144
Figura N°128. Ventana para interpolación de secciones.....	145
Figura N°129. Ventana de datos de la geometría.....	145
Figura N°130. Lista de opciones de tables.....	146
Figura N°131. Ventana para ingreso de los valores de Manning (n)	146
Figura N°132. Valores de Manning en el eje y los bordes del río	147
Figura N°133. Ventana de inicio del programa HEC-RAS	147
Figura N°134. Ventana del Perfil del Río	148
Figura N°135. Ventana del Perfil del Río	148
Figura N°136. Ventana del valor de la pendiente	149
Figura N°137. Icono de la opción RAS Mapper	149
Figura N°138. Ventana de inicio del programa HEC-RAS	149
Figura N°139. Ventana de la opción RAS Mapper.....	150
Figura N°140. Lista de opciones de la pestaña Tools	150
Figura N°141. Ventana del DATUM de la zona del proyecto.....	151
Figura N°142. Ventana de las opciones de RAS Mapper	151
Figura N°143. Ventana de la opción de RAS Mapper	152

Figura N°144. Ventana para seleccionar la ortofoto completa.	152
Figura N°145. Ventana de las capas del nuevo terreno.....	153
Figura N°146. Ventana de opciones de RAS Mapper.....	153
Figura N°147. Ventana de opciones de RAS Mapper.....	154
Figura N°148. Ventana con las diferentes opciones de mapas.....	154
Figura N°149. Ventana de la opción RAS Mapper.....	155
Figura N°150. Ventana de la opción RAS Mapper.....	155
Figura N°151. Ventana de los datos de geometría.....	156
Figura N°152. Datos del puente o la alcantarilla.....	156
Figura N°153. Ventana de las opciones HEC-RAS.....	157
Figura N°154. Datos del puente o la alcantarilla.....	157
Figura N°155. Ventana de los datos del puente.....	158
Figura N°156. Datos del puente o la alcantarilla.....	158
Figura N°157. Ventana de inicio del programa HEC-RAS.....	159
Figura N°158. Ventana de vista 3D del río.....	159
Figura N°159. Ventana de vista 3D del río.....	160
Figura N°160. Lista de opciones de la pestaña Edit.....	160
Figura N°161. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.....	161
Figura N°162. Ventana de los datos del flujo constante.....	161
Figura N°163. Lista de la opción archivo (File).....	162
Figura N°164. Ventana de los datos del flujo constante.....	162
Figura N°165. Ventana de inicio del programa HEC-RAS.....	162
Figura N°166. Ventana de análisis del flujo constante.....	163
Figura N°167. Ventana de terminación del proceso de análisis.....	163
Figura N°168. Ventana de inicio del programa HEC-RAS.....	164
Figura N°169. Ventana de vista 3D del río.....	164
Figura N°170. Ventana de inicio del programa HEC-RAS.....	165
Figura N°171. Ventana con la tabla de resultados.....	165
Figura N°172. Ventana de la opción RAS Mapper.....	166
Figura N°173. Ventana de las propiedades de las capas.....	166
Figura N°71. Ventana de la opción RAS Mapper.....	167
Figura N°175. Ventana de inicio de HEC-RAS.....	167
Figura N°176. Ventana de exportación de datos ArcGIS.....	168

Figura N°177.	Ventana de ArcGIS, opción Import RAS SDF File	168
Figura N°178.	Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml	168
Figura N°179.	Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml	169
Figura N°180.	Ventana de opciones.....	169
Figura N°181.	Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml	169
Figura N°182.	Ventana de postproceso HEC-RAS para configurar la capa	170
Figura N°183.	Ventana de inicio del programa ArcGIS	170
Figura N°184.	Ventana de importación de datos de RAS	171
Figura N°185.	Ventana de inicio del programa ArcGIS	171
Figura N°186.	Ventana de la superficie TIN del agua seleccionada.....	172
Figura N°187.	Ventana de ArcGIS para las áreas de inundación del río.	172
Figura N°188.	Ventana de inicio del programa ArcGIS	173
Figura N°189.	Ventana de la delineación de llanuras de inundación.....	173
Figura N°190.	Ventana de la simulación de la delineación de llanuras de inundación.....	174
Figura N°191.	Ventana de HEC-GeoRAS	174
Figura N°192.	Ventana del programa ArcGIS, visualización del flujo del Río.	175
Figura N°193.	Ventana del programa ArcGIS, flujo del Río y superficie TIN.	175
Figura N°194.	Ventana de inicio del programa ArcGIS	176
Figura N° 195.	Ventana de Interpolación de Velocidad	176
Figura N° 196.	Ventana del mapa de velocidades	177
Figura N° 197.	Ventana de HEC-GeoRAS	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Intensidad lluvia.....	34
Tabla N° 2. Valores máximos recomendado de riesgo admisible.....	40
Tabla N° 3. Factor de fricción de la ecuación Darcy-Weisbach	50
Tabla N° 4. Valores del coeficiente Manning 'n'.....	51
Tabla N° 5. Valores del coeficiente Manning 'n'.....	52
Tabla N° 6. Coeficientes de contracción y expansión de flujo subcrítico.....	53
Tabla N° 7. Tipos régimen de un flujo.....	56
Tabla N°8. Coeficientes de Chauvenet.....	61
Tabla N° 9. Coeficientes de Gumbel.....	63
Tabla N° 10. Riesgo admisible, vida útil de la obra y periodo de retorno (años)	65
Tabla N° 11. Coordenadas UTM y cota del Macroproyecto.....	78
Tabla N° 12. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio.....	78
Tabla N° 13. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio cada 250 m desde km 8+000 al km 10+500.	79
Tabla N° 14. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio cada 250 m desde km 10+500 al km 12+000.	80
Tabla N° 15. Caudales medios diarios de las estaciones hidrométricas.....	81
Tabla N°16. Ubicacion del puente	81
Tabla N° 17. Caudales medios diarios de la estación hidrométrica Tilulún.....	84
Tabla N° 18. Desviacion estándar de los caudales de máxima crecida.....	85
Tabla N° 19. Coeficientes de Chauvenet.....	86
Tabla N° 20. Criterio de Chauvenet de los caudales de máxima crecida.....	86
Tabla N° 21. Caudales de máxima crecida aceptados.....	87
Tabla N° 22. Probabilidad empírica desde 1964 a 1968	87
Tabla N° 23. Probabilidad empírica desde 1968 a 1980	88
Tabla N° 24. Probabilidad teórica desde $Tr= 261,20$ años a 125 años.....	88
Tabla N° 25. Probabilidad teórica desde $Tr= 125$ años a 1 año	89
Tabla N° 26. Coeficientes de Gumbel.....	90
Tabla N° 27. Caudales para diferentes periodos de retorno	91
Tabla N° 28. Valores máximos recomendado de riesgo admisible, vida útil de las estructuras y periodo de retorno.....	93

Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	95
Tabla N° 30. Valores del coeficiente Manning 'n'	96
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	97
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	98
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	99
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	100
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	101
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	102
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	103
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	104
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	105
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	106
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	107
Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n'	108
Tabla N°43. Coeficientes de contracción y expansión de flujo subcrítico	109
Tabla N° 30. Caudales para diferentes periodos de retorno	109
Tabla N° 31. Pendientes en el perfil del río.	110
Tabla N° 46. Velocidad y esfuerzo cortante permitido para materiales de revestimiento	136
Tabla N° 33. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1964	101
Tabla N°34. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1965	102
Tabla N° 35. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1966	105
Tabla N° 36. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1967	106
Tabla N°37. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1968	107
Tabla N°38. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1969	108
Tabla N°39. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1970	108
Tabla N°40. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1971.....	109
Tabla N°41. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1972.....	110
Tabla N° 42. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1973.....	111
Tabla N°43. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1974	112
Tabla N° 44. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1975.....	113
Tabla N° 45. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1976.....	114
Tabla N° 46. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1977	115
Tabla N°47. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1978.....	116

Tabla N° 48. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1979.....	117
Tabla N° 49. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1980.....	118

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica N°1. Perfil longitudinal de la zona de estudio.....	79
Gráfica N°2. Caudales vs probabilidades.....	92

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Paso del cauce del Río Ambato por el sector del Tilulún abscisa 8+300 km .	128
Fotografía N° 2. Puente ubicado cerca al complejo turístico “El Socavón”	128
Fotografía N°3. Vista longitudinal del puente ubicado cerca al complejo turístico “El Socavón”	129
Fotografía N°4. Puente de la avenida Indoamérica sobre el Río Ambato	129
Fotografía N°5. Vista de los elementos estructurales del Puente de la avenida Indoamérica...	130
Fotografía N° 6. Cultivos y vegetación a lo largo del Río Ambato	130
Fotografía N° 7. Cauce del Río Ambato por la abscisa 10+00 km.....	131
Fotografía N° 8. Invernaderos y otros cultivos cerca al río Ambato	131
Fotografía N°9. Población cerca al Río Ambato.....	132
Fotografía N° 10. Cauce del Río Ambato por la parroquia la Península en la abscisa 11+00 km	132

RESUMEN

En la provincia de Tungurahua, en el cantón Ambato, se ubica el río Ambato uno de los principales afluentes a nivel nacional, su agua se emplea para diversas actividades como: riego e industrias, etc. Esta afluente presenta una variación de volumen en sus aguas dependiendo la época del año, con periodos de sequías y crecidas de agua. Además, existen obras civiles a lo largo del río, por ello fue relevante un estudio del comportamiento hidráulico del Río Ambato.

El estudio de este río se realizó en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas desde el km 8+00 al km 12+00, considerando una longitud de 4 km. En el desarrollo de este proyecto se ejecutó diversas actividades para la recolección de datos topográficos e hidrológicos. Después se procesó la información en los softwares: ArcGIS, HEC-GeoRAS y HEC-RAS. En el último programa se efectuó la simulación del flujo en el Río en base a un modelo matemático, donde se estudiaron los diferentes escenarios.

Este proyecto mostró algunos resultados, por ejemplo; el comportamiento del flujo en el Río para diferentes periodos de retorno(años); con esto se analizaron los lugares con zonas de inundación, donde es necesario la construcción de obras almacenamiento y control de aguas. También se evaluó las características principales del río, la velocidad, los números de Froude y esfuerzos cortantes etc. Además, se encontraron los problemas en las estructuras aledañas como: puentes y con esto se aplicarán medidas de seguridad para mantenimiento y preservación de las mismas.

Palabras claves: Comportamiento hidráulico, modelo matemático, números de Froude, esfuerzos cortantes, HEC-GeoRAS, HEC-RAS.

ABSTRACT

In Tungurahua province, in Ambato canton, Ambato river is located, one of the main Tributaries to national level, its water is used for various activities such as: irrigation and industries, etc. This Tributary presents a volume variation in its waters depending on the time of year, with periods of drought and water floods. Also, there are civil works along the river, for these a study of the hydraulic behavior of the Ambato River was relevant.

The study of this river was carried out in the section between the Tilulún sector and the Las Viñas sector from km 8+00 to km 12+00, considering a length of 4 km. In the development of this project, various activities were carried out to collect: topographic and hydrological data. The information was then processed in the softwares: ArcGIS, HEC-GeoRAS and HEC-RAS. In the last program, the simulation of the flow in the River was carried out based on a mathematical model, where the different scenarios were studied.

This project showed some results, for example; the behavior of the flow in the River for different return periods (years); with this, the places with flood zones were analyzed, where the construction of water storage and control works is necessary. The main characteristics of the river, the speed, the numbers of Froude and shear forces etc. were also evaluated. In addition, problems were found in the surrounding structures such as: bridges and with these, security measures will be applied to maintain and preserve them.

Keywords: Hydraulic behavior, mathematical model, Froude numbers, shear forces, HEC-GeoRAS, HEC-RAS.

CAPITULO I

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

El río Ambato es uno de los ríos más importantes de la provincia de Tungurahua, se origina en la Cordillera de los Andes debido a los deshielos de algunos nevados como: el Carihuayrazo y el Chimborazo, circula desde el páramo varios kilómetros, después su flujo va paralelo a la quebrada Casigana, desde el Arenal en el Chimborazo, pasando por la zona de Tilulún y Miraflores, convirtiéndose también en uno de los ríos principales para la zona centro del país, posteriormente sus aguas desembocan al Río Patate y posteriormente al Río Chambo, convirtiéndose en afluentes del Río Pastaza y finalmente formando parte de uno de los ríos más grandes del mundo como es el Río Amazonas.[1]. El estudio realizado por Mendoza y col. en el 2016, indicó que el río Ambato posee cerca de 131.710 Ha, las cuales representan cerca del 41% del área de la provincia. Además, que el agua de este río es utilizada principalmente para riego con 13.254 Ha, que son aproximadamente un 91% del total de agua, el 8% es destinado para el consumo humano (181.345 hab) y el 1% es empleado para actividades industriales, piscicultura y abrevaderos.[2]

Además, a lo largo de este río se encuentran importantes estructuras como: puentes, canales, tuberías, acequias, represas y plantas de tratamiento. Este afluente durante las diferentes estaciones del año y cambios de clima experimenta una variación en su flujo; se pueden observar épocas en la que hay poca cantidad de agua y otras en que se evidencia una elevada cantidad de agua en este río. Esto ocasiona problemas muy graves para la población, animales, vegetación y obras aledañas al río, por ejemplo: cambios en el comportamiento de la masa de agua, zonas inundadas, crecidas de agua, sequías, y fuentes de contaminación, etc. Por eso, es recomendable realizar la caracterización del comportamiento hidráulico de los ríos. Por eso, varios investigadores como: Espinoza col., Rincón y col., Ramos y col. recomiendan realizar la caracterización del comportamiento hidráulico de los ríos.

Por ejemplo; Espinoza y col. indican que para el Río Calabí, ubicado en la provincia de los Ríos, se va a realizar una derivación del mismo en base a la construcción de una obra

de toma. Para comprobar que esta obra es válida y factible se ha realizado un estudio de la caracterización del comportamiento hidráulico de este afluente en el punto de toma. En ese estudio se determinaron datos topográficos, hidrológicos e hidráulicos para la calibración del modelo matemático en el programa HEC-RAS, en donde se puede simular el comportamiento del flujo, con esto se establecerá las afectaciones para la obra de toma, se tomarán medidas de seguridad y con ello se va a realizar un excelente diseño[3]

Rincón y col. efectuaron una evaluación hidráulica de ríos en el sector de la quebrada La Guardia, Venezuela, que poseen obras importantes como puentes con el software HEC-RAS, con esto se evidencia que el programa, es una herramienta muy relevante para la simulación de ríos con geometría simple y con este tipo de obras civiles, debido a que se pueden ingresar los datos: físicos, hidráulicos y topográficos de forma fácil y se obtienen resultados seguros en poco tiempo[4]

Ramos y col. exponen en su análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca de Río Frío, que usaron los programas HEC-RAS y HEC HMS para la simulación del flujo del río con diferentes escenarios, y cuando analizaron los resultados encontraron problemas de tipo hidráulico e hidrológico en algunas zonas del río, debido a los cambios en la configuración geométrica del calado del río, las actividades agrícolas y ganaderas, se ocasionó un cambio en la estructura del suelo y se elevó la escorrentía para el río, con esta información tomaron soluciones para modificar el comportamiento hidrológico e hidráulico del río, y prevenir futuras inundaciones que causan daños a la población, que se encuentran a lo largo de este afluente.[5]

En base a estos investigadores se establece que la caracterización del comportamiento hidráulico de un río es muy relevante, porque con esto se determinó como el flujo del río afectará a la población y a las obras ubicadas en esos puntos, etc. También, que obras son las adecuadas para la regulación y control del flujo de este afluente.

El presente estudio desde el Km 8+00 a 12+00, que comprende desde el Sector el Socavón hasta la Parroquia la Península, es parte del Macroproyecto del Río Ambato, el cual considera una longitud de aproximadamente de 20 km, desde el sector Tilulún y el sector las Viñas.

1.1.2 Justificación

El cambio climático a nivel mundial es provocado por diversos factores, pero el principal es la elevada presencia de gases de invernadero en la atmósfera (CO₂), los cuales son producidos por actividades del ser humano, al usar combustibles fósiles y la deforestación de los ecosistemas. Este fenómeno actualmente tiene consecuencias muy negativas en la biosfera como: cambios en los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos del planeta, pérdida de nieve en la superficie terrestre, modifica los procesos fisiológicos de las plantas, cambios en la precipitación, la nubosidad y la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos. Además, este cambio climático podría generar la extinción de algunas especies de animales y plantas, con esto se podría considerar a estos factores como desastres naturales. [6]

Las consecuencias más relevante para este estudio, son la variación en las precipitaciones, la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos, que generan desastres naturales como: las inundaciones por las crecidas de los ríos y los periodos de sequía, afectando tanto social como económicamente a la población.[2] Además, Sedano reporta que a nivel mundial, se considera que el 96% de los desastres naturales son de tipo hídrico.[7]

En América Latina se evidenciaron grandes inundaciones en algunos países, por ejemplo: Colombia y México. Según la ONU y el Banco Mundial indican que Colombia es el cuarto país con mayor riesgo climático a nivel mundial. Colombia posee un ciclo hidrológico muy variable por estar en el trópico y la zona de confluencia intertropical, lo que causa cambios muy bruscos en la precipitación, el clima y la temperatura. Respecto a su topografía posee tres cordilleras y superficies de llanura inundable. La superficie inundable es 10.8 millones de hectáreas, que es aproximadamente el 9.4 % del país, por eso los desastres más habituales son las inundaciones.[7]

Este fenómeno es producido en Colombia por el incorrecto uso del recurso hídrico, por la deforestación, ya que Colombia es el noveno país con elevada deforestación a nivel mundial, por el deterioro de la cobertura vegetal, las propiedades del suelo, crecimiento demográfico y el incorrecto ordenamiento territorial. Además, en este país las obras civiles de encauzamiento de los ríos, control y regulación del agua y protección de las riberas del

afluente son limitadas y en algunos casos inexistentes. Debido a estos problemas se ocasionan inundaciones a lo largo del afluente afectando a la población, construcciones aledañas, cultivos y animales. Por ejemplo, en el 2010 y el 2011 debido a la época de elevadas lluvias y el fenómeno de La Niña se registraron pérdidas económicas, 445 muertos y 3 219 493 damnificados. [7]

En México debido a las elevadas precipitaciones y las escorrentías registradas en el 2003 varios ríos ubicados en el estado de Guanajuato tuvieron crecidas, afectando a varias obras civiles como las presas: Allende y Solís y causando inundaciones muy graves. Este suceso generó pérdidas sociales y económicas. Se evidenciaron 19000 damnificados, 8 muertos y las pérdidas económicas fueron más de 910 millones de pesos.[8]

El Ecuador tiene dos periodos lluviosos cada año, las lluvias elevadas entre marzo-abril y octubre- noviembre.[9] Esto ocasiona crecidas en los ríos que luego producen inundaciones muy severas que traen varios problemas para la población, el sector agrícola y la red vial. Los sectores más afectados estos últimos años son: Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Loja, y el Cañar. En el 2012 a nivel nacional la Secretaria Nacional de Gestión del Riesgo indica que hubieron 52 inundaciones, 61 deslizamientos y 30 daños a obras civiles, 8403 personas afectadas y 14 muertos.[10] Para disminuir las inundaciones y las consecuencias negativas para la población, es necesario tomar medidas de seguridad y prevención como: estudios previos del comportamiento hidrológico e hidráulico de las cuencas y sus sistemas de drenaje.

En Tungurahua, en la ciudad de Ambato, se encuentra el río Ambato. Este afluente es muy importante para la zona centro porque su agua es utilizada para actividades industriales y agrícolas, etc. Durante todo el año, se evidencian épocas en la que hay elevadas y pequeñas cantidades de agua en el río, esto causa problemas y riesgos para la población aledaña, cultivos y animales, mientras que para las obras civiles causa daños y patologías. Para solucionar estas dificultades fue necesario efectuar una caracterización del comportamiento hidráulico de este afluente en base a un modelo matemático, donde se analizaron los diferentes escenarios.

El Macroproyecto se realizó en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas, con una longitud de cerca de 20 km, como se puede ver en la figura N°1, pero para este proyecto se estudió el tramo 3 comprendido entre el sector del Socavón y la parroquia la Península, que consta de 4 km, a partir de la abscisa 8+00 km a 12+00 km, como se puede ver en la figura N°2.

Figura N° 1. Macroproyecto entre el sector Tilulún y el sector las Viñas.



Fuente: Capturada de imagen realizada por C. Salguero.

Figura N°2. Proyecto en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas desde el km 8+00 al 12+00



Fuente: Capturada de imagen realizada por C. Salguero.

Este estudio hidrológico es importante porque evalúa las características principales del río, la velocidad, el número de Froude, el esfuerzo cortante (shears) y las curvas de descarga, etc. Además, determina las posibles zonas de inundación y las estructuras afectadas. Posteriormente, en base a estos datos como medidas de seguridad y aprovechamiento del flujo del río, es necesario la construcción de obras de regulación y control de agua como: presas, embalses, obras de toma y tanques reservorios, etc.

1.1.3 Fundamentación Teórica

- **HIDRÁULICA FLUVIAL**

La Hidráulica se define como una parte de la Física, la cual se basa en el estudio del comportamiento y el movimiento de los fluidos, en especial del agua. Se divide en dos partes: hidrostática, la cual analiza los fluidos sin movimiento y en hidrodinámica, la cual analiza cuando los fluidos están en movimiento. [11]

La hidráulica fluvial se convierte en una ciencia muy amplia, que se encuentra entre dos campos, los cuales son: la Hidráulica General y la Hidráulica de Canales.[12] Esta ciencia estudia como el hombre actúa frente a las diferentes situaciones que experimentan los ríos, pues se encarga del diseño y construcción de obras hidráulicas como: represas, bocatomas, canales de riego y tanques de almacenamiento, etc. para dar un buen uso al agua y evitar problemas de: inundación y sequias que afectan: la población, los animales y los cultivos. Además, se encarga del estudio y construcción de estructuras como: puentes y obras viales sobre el río para permitir el desarrollo y comercio de un lugar. [13]

- **Clasificación de ríos**

Existen varias formas para clasificar los ríos. Por ejemplo:

- a) Ríos sin áreas de inundación
- b) Ríos con áreas de inundación[12]

- **Clasificación en base a la edad de los Ríos**

- a) **Ríos Jóvenes:** Se denomina al curso inicial de un río. Se caracterizan por ser irregulares y tener una forma de V, generalmente cambian de curso y los niveles de lecho por los procesos de degradación y agradación

- b) **Ríos Maduros:** Se caracterizan por tener una sección transversal muy grande y una pendiente pequeña. Se encuentran en estado de equilibrio. Se evidencian planicies de inundación muy pequeñas.

c) **Ríos Viejos:** Son ríos encauzados y confinados en donde a medida que se reduce la pendiente del afluente se eleva su ancho.[12]

o **Clasificación Morfológica de los Ríos**

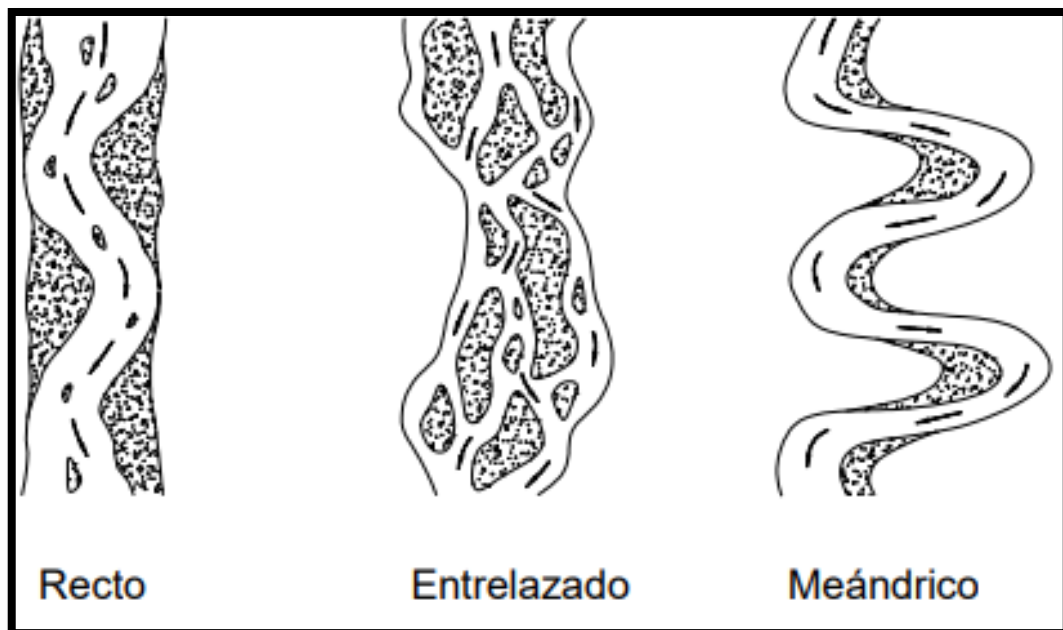
Desde el punto de vista morfológico hay tres grandes grupos de ríos. Ellos son: rectos, entrelazados y meándricos,

a) **Ríos Rectos:** Un río no tiene forma recta, pero en algunos casos debido a un encauzamiento recto y la presencia de diques en este, el caudal se ubica en toda la sección transversal, esto ocasiona que tenga el río un comportamiento casi recto.[14]

b) **Ríos Entrelazados:** Se definen a ríos muy anchos, con pendiente muy grandes, que causan pequeños calados, y que el comportamiento del flujo del río circule con forma de canales o brazos que rodean islas.[14]

c) **Ríos Meándricos:** Se caracterizan porque en su forma tienen secuencias muy curvas y por estar siempre en movimiento, debido a su naturaleza fluvial y no a las propiedades del suelo.[12]

Figura N°3. Clasificación Morfológica de los ríos



Fuente: Introducción a la Hidráulica Fluvial[12]

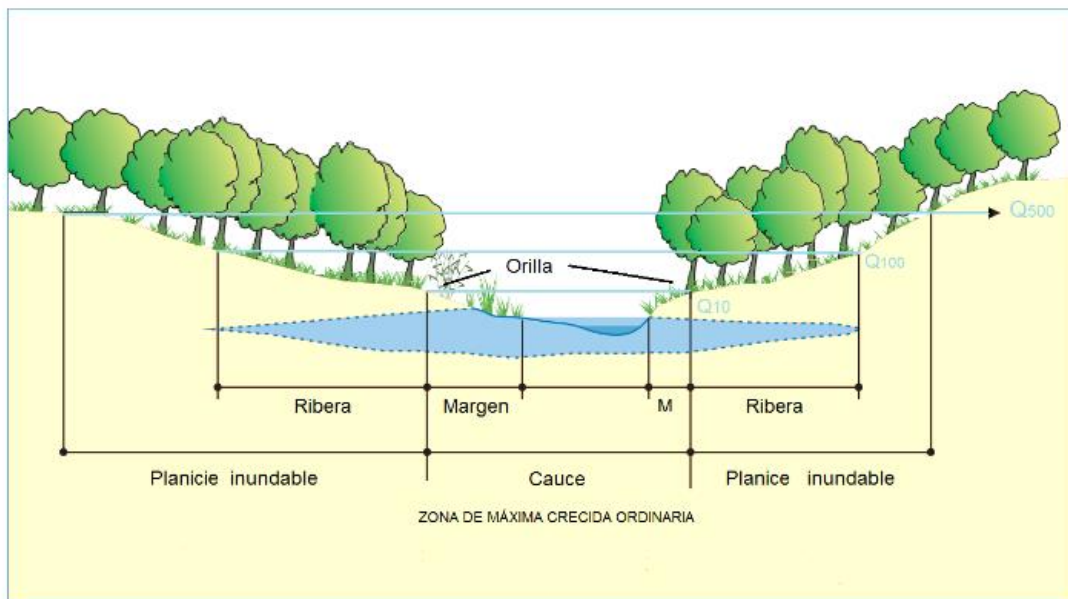
- **Geomorfología fluvial**

La geomorfología estudia el comportamiento y la forma de los cauces de un río desde su origen, los cuales pueden ser fluviales y fluvio lacustres en base al lecho del afluente. Dentro de la forma de origen fluvial se encuentran: cauce en movimiento, lecho mayor, islas fluviales y planicies fluviales, etc. En la forma de origen fluvio lacustre se ubican: las masas de agua de lagunas y llanuras de inundación, etc.[15]

- **Bancos de inundación**

Se define como un lecho muy grande donde el cauce de un río ubica mayor cantidad de agua y el flujo permanece por un periodo determinado de tiempo, después se produce el desborde del agua del lecho menor debido a periodos de agua muy elevados como la máxima crecida histórica. Posee perfiles transversales muy irregulares, debido a una topografía poco inclinada. También, es considerado un relieve producido por una corriente fluvial para una época de crecidas, generalmente presenta una topografía plana y cóncava y algunas veces cuando el flujo del río es bajo se torna convexo como se puede ver en la figura N°4 [16]

Figura N° 4. Sección transversal de un río y sus unidades morfológicas asociadas



Fuente: Herrera, 2013. Modificado[16]

- **HIDROLOGÍA**

Dingman indicó en 1994, que la hidrología es la ciencia que estudia el ciclo hidrológico y sus diferentes procesos, también se considera como una geociencia porque analiza:

- Los cambios del agua en tiempo y espacio en la fase terrestre, oceánica y atmosférica de un sistema hídrico.[17]
- La circulación del agua en la superficie terrestre y los procesos químicos, biológicos y físicos que genera el cauce del flujo.[17]

- **Precipitación**

Se define como el agua meteórica que se presenta sobre la superficie terrestre en diferentes estados como: sólido y líquido, se mide en función de su equivalencia en agua. La precipitación se determina en función a la altura que el agua experimenta sobre la superficie y se expresa en (mm).[18]

- **En función de la forma que caen a la superficie terrestre se clasifican en:**

- ❖ **Lluvia:** Precipitación en forma de gotas de agua, con un radio mayor o igual a 1 mm y con una velocidad mayor a 2m/s.[19]

En base a las intensidades se establecen:

Tabla N° 1. Intensidad lluvia

Tipo	Descripción de caída
Ligera	Hasta 2,4 mm/h
Moderada	Desde 2,4-7,6 mm/h
Fuerte	Mayor de 7,6 mm/h

Fuente: Hidrología I[19]

- ❖ **Llovizna:** Precipitación más pequeña en comparación a la lluvia, en donde las gotas tienen un radio menor a ¼ de mm. Se caracterizan por ser muy dispersas y en mayor cantidad.[19]

- ❖ **Aguacero:** Precipitaciones en estado líquido o sólido, de mayor intensidad que duran poco tiempo[19]

- ❖ **Nieve:** Precipitación que debido a grupos de hielo forman las estrellas hexagonales y algunas veces los copos de nieve. Se origina a una temperatura superior de -10.5 °C y tiene una densidad de 0.11 g/m³. [19]

❖ **Rocío:** Precipitación que se presenta en forma de gotas de agua, las cuales se producen por la condensación del vapor de aire y el enfriamiento debido a la radiación en la noche.[19]

❖ **Granizo:** Precipitación en forma de granos de hielos debido a nubes convectivas, los cuales tienen una forma esférica e irregular, con una densidad de 0.82 gr/m³ y radio entre 2.5-25 mm.[19]

▪ **De acuerdo al mecanismo de formación:**

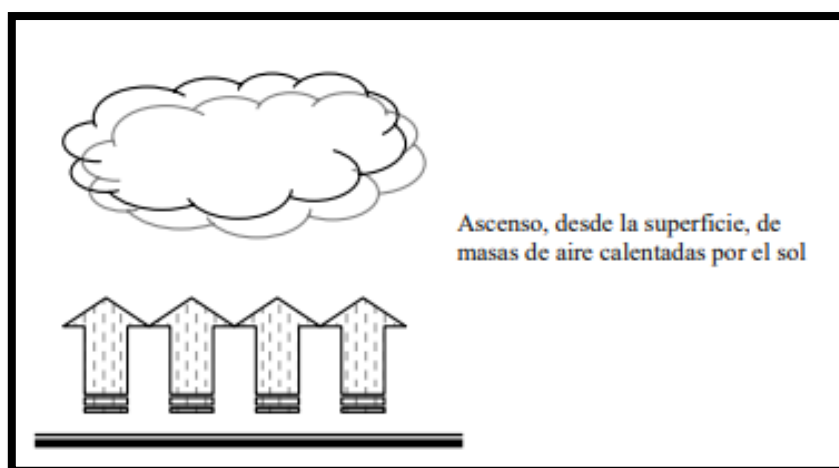
❖ **Precipitación convectiva:**

Esta precipitación se produce cuando se elevan las masas de aire por un bajo valor de densidad, y ocasiona que se caliente la superficie. Mientras, que si la elevación de estas masas de aire es por flotación se origina que la superficie se caliente de forma desigual.[20]

La precipitación convectiva puede aparecer en forma de aguaceros con mayores intensidades y con la presencia de Truenos y relámpagos y otras veces se encuentra como lloviznas ligeras hasta lluvias con vientos muy fuertes.[20]

Se produce en zonas con pequeñas superficies durante un periodo de tiempo muy corto, ya que el tiempo que se puede mantener esta precipitación es inferior a 2 horas y su intensidad esta entre 10-50 mm/h.[20]

Figura N° 5.Forma de ascenso de la precipitación convectiva.



Fuente: Tesis realizada por A.Cahuex[20]

❖ Precipitación ciclónica

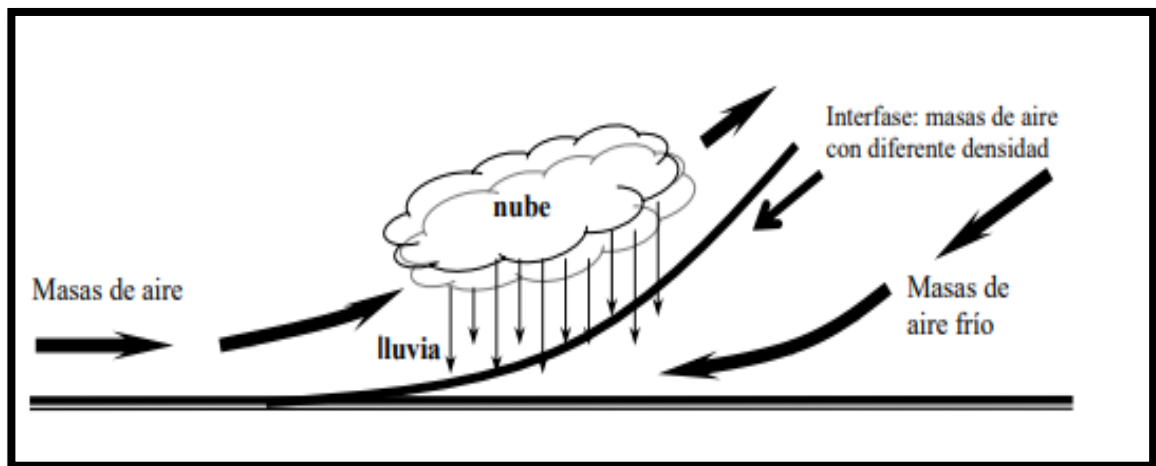
Esta precipitación se produce cuando hay caída de las masas de aire, las cuales poseen distintos valores de densidad y por los cambios de temperatura.[20]

La precipitación ciclónica se evidencia de dos formas: frontal y no frontal. La precipitación frontal se puede producir en base a una depresión barométrica, a causa de la convergencia de masas de aire que llenan la zona de menor presión. En cambio, la precipitación frontal está relacionada a un frente frío o cálido.[21]

Los frentes fríos indican que el aire cálido se mueve de forma brusca a la parte superior debido al aire frío, lo que ocasiona nubosidad con chubascos muy intensos, como: tormentas y granizos. Además, la precipitación del frente frío es tormentosa, mostrándose antes del frente.[21]

En cambio en los frentes cálidos, se presenta la elevación de aire cálido de forma suave encima de la parte fría con poca pendiente, ocasionando nubosidad, luego aparece en forma de lluvias y lloviznas continuas y prolongadas, de pequeña intensidad.[21]

Figura N°6. Precipitación ciclónica



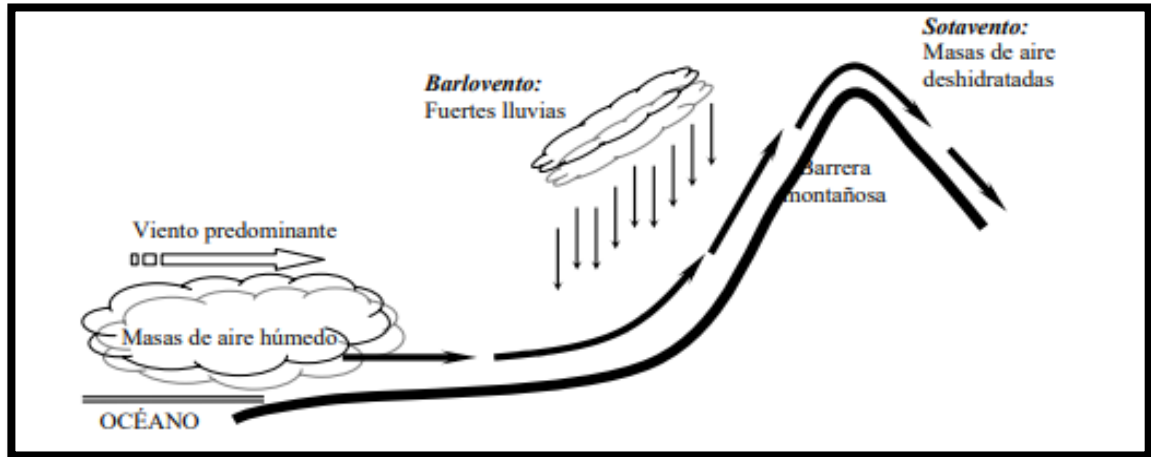
Fuente: Tesis realizada por A.Cahuex[20]

❖ Precipitación Orográfica

Este tipo de precipitación se evidencia cuando hay la elevación de cuerpos de aire debido a barreras físicas como: las montañas, las cuales coinciden en el recorrido de estos cuerpos. Se caracteriza por aparecer con lluvias fuertes en el barlovento, que es la parte

donde se elevan los cuerpos de aire, en cambio en el sotavento los cuerpos de aire aparecen sin agua (deshidratadas) debido a una precipitación leve produciendo las “sombras de lluvia”. [20]

Figura N°7. Precipitación orográfica



Fuente: Tesis realizada por A.Cahuex [20]

○ **Intensidad de Precipitación**

Se define como el valor de agua que se evidencia sobre una superficie en función de una unidad de tiempo. Además, establece la velocidad con la que circula o se almacena la lluvia en una superficie específica. Esta variable se expresa en (mm/h). También, la intensidad indica si el evento es de mayor o pequeña duración. [22]

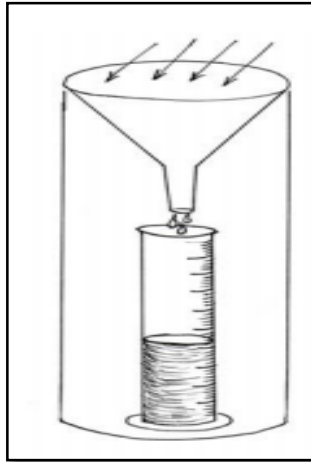
▪ **Formas de medición:**

Para determinar las precipitaciones caídas en una determinada zona, se utilizan algunos instrumentos o aparatos, donde se mide la cantidad de agua acumulada. [23]

Por ejemplo:

- ❖ **Pluviómetros:** En este instrumento se almacena el agua en una bureta con una área inferior a la boca del pluviómetro como se muestra en la figura N°8, la lectura se realiza una vez al día, con un error de ± 0.1 mm. [23]

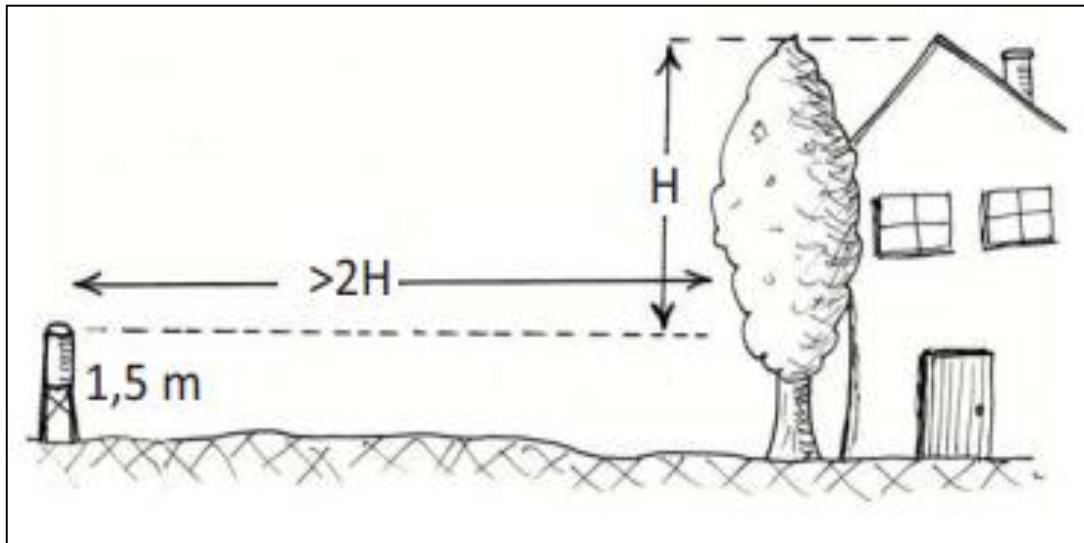
Figura N° 8. Forma esquemática del pluviómetro



Fuente: Las precipitaciones de J. Sánchez[23]

El pluviómetro se ubica lejos de árboles y estructuras altas, a una distancia mayor a dos veces la altura del obstáculo como se puede ver en la figura N° 9.

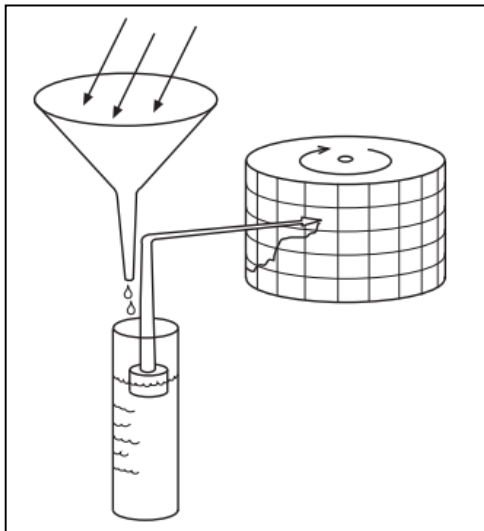
Figura N° 9. Ubicación del pluviómetro.



Fuente: Las precipitaciones de J. Sánchez[23]

❖ **Pluviógrafos:** Este aparato indica el avance de la precipitación en función del tiempo mediante tinta, papel o de forma digital. Algunos pluviógrafos poseen un flotador, que eleva la plumilla para establecer el llenado del recipiente en un periodo de tiempo. En cambio, otros pluviógrafos modernos registran los datos de forma electrónica, y los guardan directamente en la memoria digital.[23]

Figura N° 10. Forma esquemática del pluviógrafo



Fuente: Las precipitaciones de J. Sánchez[23]

○ **Periodo de Retorno (Tr)**

Se define como el tiempo promedio, se expresa en años, donde el caudal pico o precipitación es igualado o mayor una vez cada “Tr” años.[24]

También, se conoce el periodo de retorno (Tr) como al resultado de realizar el inverso de la probabilidad de excedencia para un determinado evento .[25]

$$P = \frac{1}{Tr} \times 100$$

Nomenclatura:

P = Probabilidad de excedencia

Tr = Periodo de retorno

Cuando se escoge el periodo de retorno para el diseño de una determinada obra se establece la relación entre la probabilidad de excedencia del evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible. Además, se toman en cuenta los aspectos económicos, técnicos, etc.[24]

○ **Riesgo Admisible**

Es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente, durante la vida útil de la estructura. Además, está en función del período de retorno y vida útil de la obra.[24]

La Norma NEVI-12, establece la siguiente fórmula para determinar el riesgo de falla admisible:[26]

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n$$

Nomenclatura:

R: riesgo tomado para la estructura (%)

Tr: periodo de retorno (años)

n: vida útil (años) [26]

El periodo de retorno se despejó de la fórmula de riesgo, obteniendo:

$$Tr = \frac{1}{1 - 10^{\left(\frac{\log(1 - R)}{n}\right)}}$$

En la tabla N°2 se puede observar el tipo de obra, su porcentaje de riesgo, su vida útil y su periodo de retorno.

Tabla N° 2.Valores máximos recomendado de riesgo admisible

Tipo de Obra	Riesgo (%)	n (años)	Tr (años)
Puentes	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de aguade cunetas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Sub drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140
Planta de Tratamiento	25	35	122
Planta de Tratamiento + Puentes	25	75	261

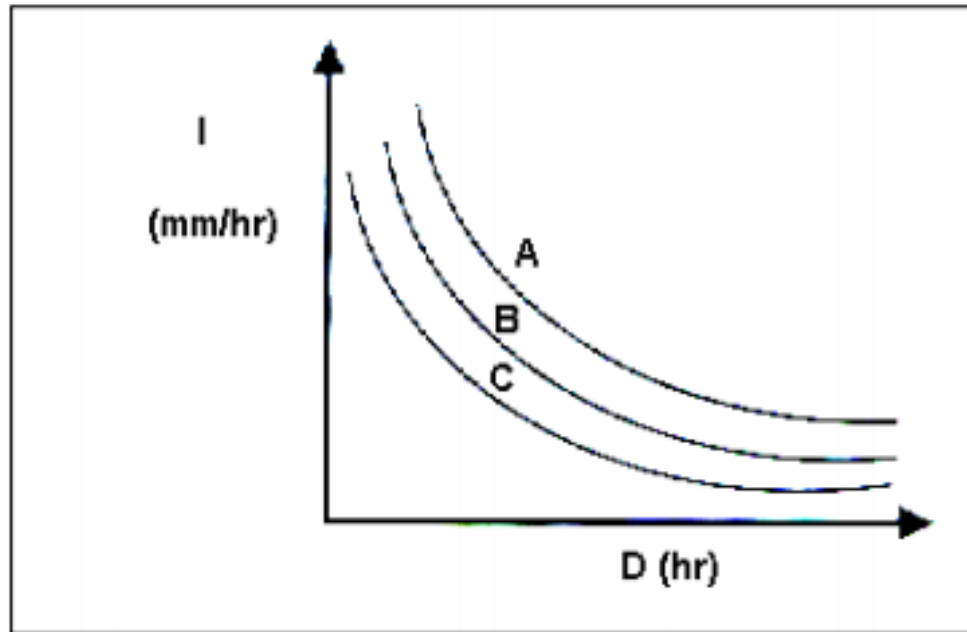
Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje[24]

○ **Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF)**

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) son gráficas que muestran la relación entre la intensidad y la duración de un evento crítico y que se relacionan con el periodo de retorno o frecuencia. Cada curva de esta representación gráfica tiene su determinado periodo de retorno como se muestra en la figura N°11. En cambio, Témez

indicó en 1978, que estas curvas IDF se obtienen de unir los puntos de la intensidad media, en grupos que tengan distinta duración y una igual frecuencia.[27]

Figura N° 11.Curvas IDF



Fuente: Curvas P. Flores[28]

Nomenclatura:

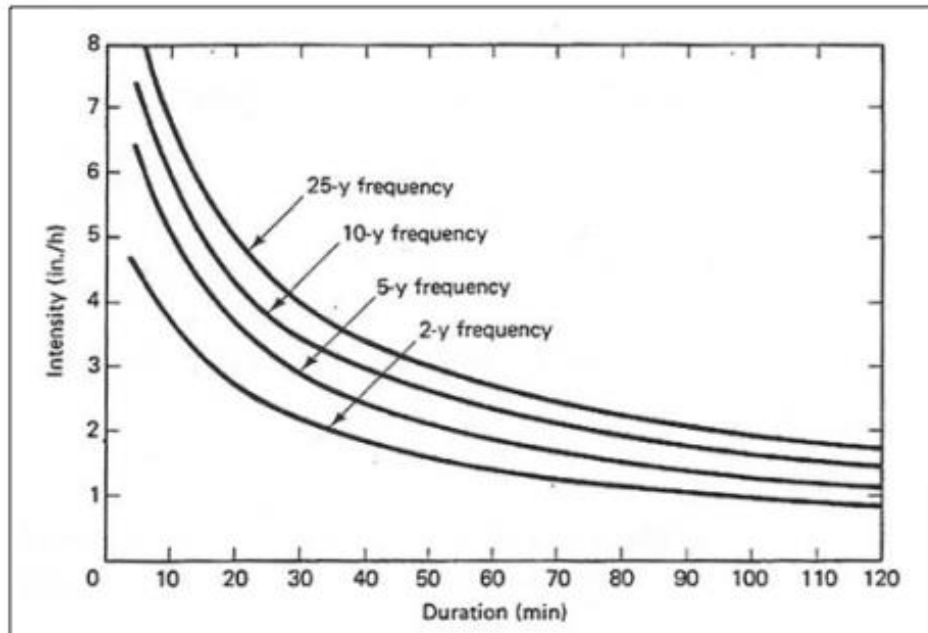
D = Duración en horas.

I = Intensidad de precipitación en mm/h

A, B y C representan distintos períodos de retorno en años.[28]

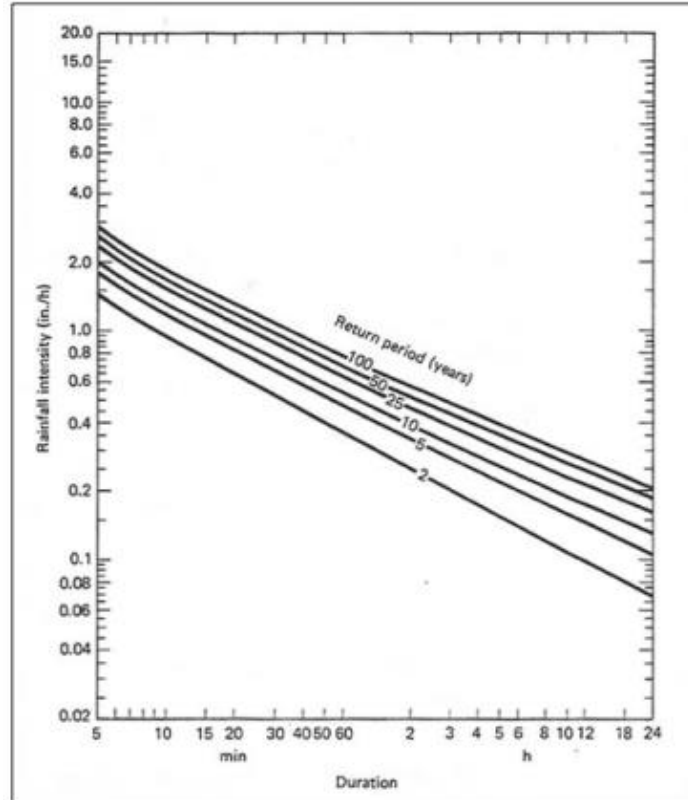
Según Mintegui y López en 1990, las Curvas IDF muestran que la duración está en el eje de las abscisas y la intensidad de precipitación en el eje de las ordenadas. También, que las curvas indican su respectiva frecuencia o periodo de retorno, y la intensidad media para intervalos de distinta duración y cada uno de los puntos que conforman cada curva tienen un mismo periodo de retorno. En las figuras N°12 y N°13, se indica de forma gráfica la relación teórica entre la intensidad, la duración y la frecuencia, en donde se evidenció que la intensidad disminuye a mayor duración y que, para un evento de cualquier duración, se tiene más intensidad a mayor periodo de retorno.[27]

Figura N° 12. Curvas IDF con escala aritmética



Fuente: Curvas Intensidad Duración Frecuencia para las regiones Metropolitana , Maule y Biobío.[27]

Figura N° 13. Curvas IDF con escala logarítmica



Fuente: Curvas Intensidad Duración Frecuencia para las regiones Metropolitana , Maule y Biobío.[27]

Las curvas IDF son muy importantes para el diseño hidrológico de caudales máximos, en base a los modelos lluvia-escorrentía presente en los hidrogramas unitarios y en el método racional. Después, al empezar el diseño de los proyectos hidrológicos se utiliza la relación de la mayor precipitación esperada para un determinado periodo de retorno y se establecen las dimensiones del proyecto.[27]

- **Escorrentía Superficial**

La escorrentía superficial se define como la precipitación que no se infiltra en la superficie del suelo y que se dirige a la red de drenaje por la acción de la gravedad. En este tipo de escorrentía el agua no se acumula en las depresiones de la superficie y no forma parte de la evapotranspiración. El movimiento del agua sobre la superficie del suelo es causado cuando la capacidad de infiltración es menor a la intensidad de la lluvia. A más de la gravedad, otros factores que influyen en la escorrentía superficial son: la pendiente del terreno, las irregularidades del terreno y la vegetación..[29]

- **CAUDALES MÁXIMOS**

El caudal máximo de un afluente o río se define al valor que indica si el riesgo es el mismo o es mayor para determinada zona de estudio, y si se ocasionaran inundaciones que afecten a la población, animales y vegetación. Estos problemas pueden ser solucionados mediante obras de control y regulación para el agua, que ayudan al escurrimiento. Además, en base al caudal máximo se establece el estudio, diseño y ejecución de dichas obras.[30]

Según Villela y Mattos en 1975 indican que las inundaciones presentan un caudal de escurrimiento muy grande y son evidentes cuando hay un desbordamiento de las aguas de la obra hidráulica.[30]

Para el cálculo de los caudales máximos se utilizan métodos empíricos, semiempíricos y estadísticos y matemáticos.[31]

Dentro de los **métodos empíricos** están:

- Método de Creager
- Método de Lowry[31]

En los **métodos semiempíricos** se encuentran:

- Método Racional
- Método de Horton
- Método de SCS
- Caudal de crecida SCS
- Método del Hidrograma Unitario Sintético[31]

Los **métodos estadísticos** son:

- Gumbel
- Log Normal
- Log Pearson tipo III [31]

Dentro de los **Modelos Matemáticos** están:

- Modelo HEC HMS[31]
- **Método Racional**

Es uno de los métodos más fáciles, el cual determina el caudal máximo en base a la intensidad de precipitación y las características de la cuenca. Además, se utiliza en superficies que sean menores a 20 Ha, con superficie urbana mayor al 70% y con un tiempo de concentración de 15 min .[32]

Se apoya en las siguientes premisas:

- La precipitación es igual en toda el área de la cuenca y periodo de tiempo.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para la cuenca.[32]

El caudal de escorrentía provocado en una cuenca se calcula en función de la siguiente fórmula:[33]

$$Q = 0.278 * CIA$$

Nomenclatura:

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de diseño (mm/h)

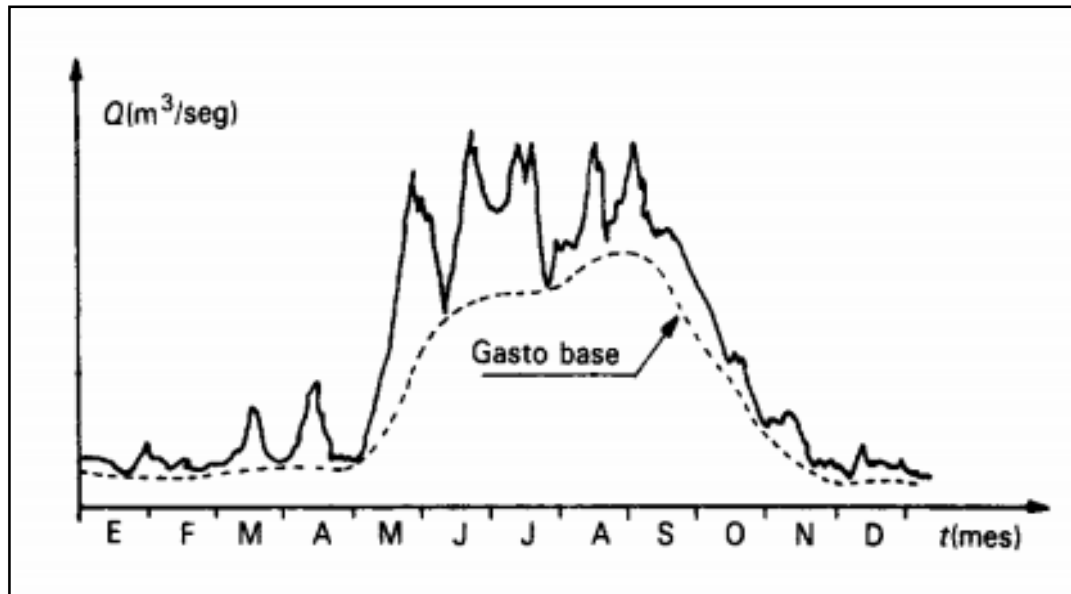
A = área de drenaje (km²)

El coeficiente de escorrentía C está en base a : la forma del área de la cuenca, propiedades del terreno, acumulación y otras características de detención.[33]

- **Hidrogramas**

Un hidrograma es una representación gráfica, se utiliza para secciones transversales de un río, indica el caudal que fluye por un cauce en determinados intervalos de tiempo, como se puede observar en la figura N°14 [34].

Figura N° 14. Hidrograma anual



Fuente: Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial[34]

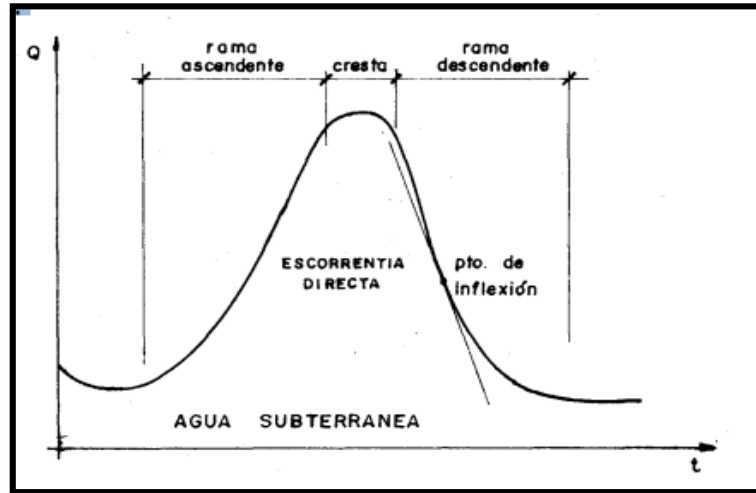
- **Caudal de corriente**

El caudal de corriente está formado por dos elementos, las cuales son: el flujo base y la escorrentía directa; el flujo base se obtiene de las aguas subterráneas y la escorrentía directa se origina de las lluvias.[35]

- **Hidrograma típico**

Un hidrograma típico posee una parte ascendente, una cresta y una parte descendente para un determinado evento como se puede ver en la figura N°15.[35]

Figura N°15. Hidrograma típico.

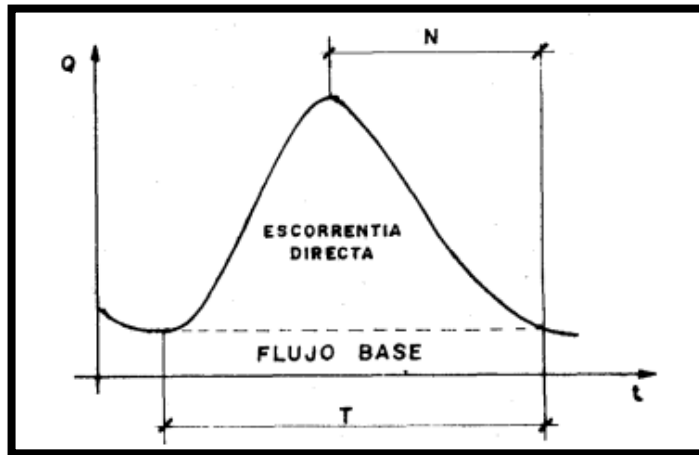


Fuente: Hidrología Segunda parte [35]

▪ **Separación en el hidrograma**

Se deben separar el flujo base y la escorrentía directa para determinar el hidrograma de crecida, y para realizar este proceso se emplean algunos métodos arbitrarios.[35]

Figura N°16. Separación de caudal base y de escorrentía directa

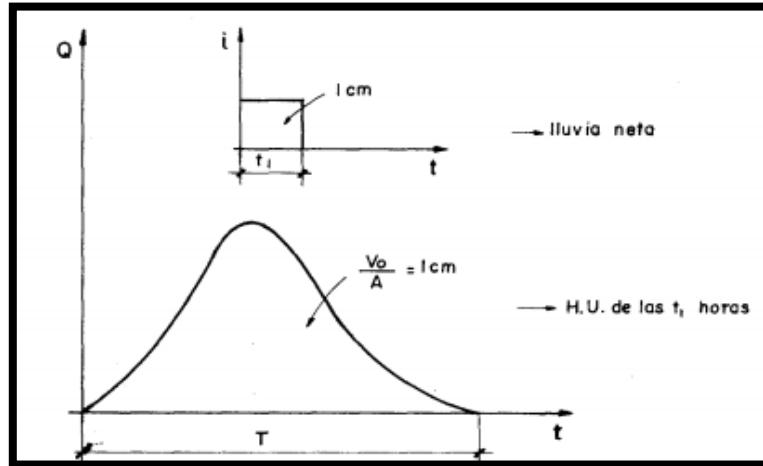


Fuente: Hidrología Segunda parte [35]

▪ **Hidrograma unitario**

El hidrograma unitario de las t_1 horas para una cuenca es el hidrograma de escorrentía directa que indica que 1 cm de la lluvia neta caída en un periodo de t_1 horas, producido en la superficie de la cuenca en una determinada tasa constante, como se observa en la figura N°17.[35]

Figura N°17. Hidrograma unitario.



Fuente: Hidrología Segunda parte [35]

▪ Método

Este primer método consiste en acabar la escorrentía directa en un tiempo después del punto más alto del hidrograma, para esto se emplea la siguiente fórmula:

$$N = a * A^b$$

Donde:

N = Tiempo en días

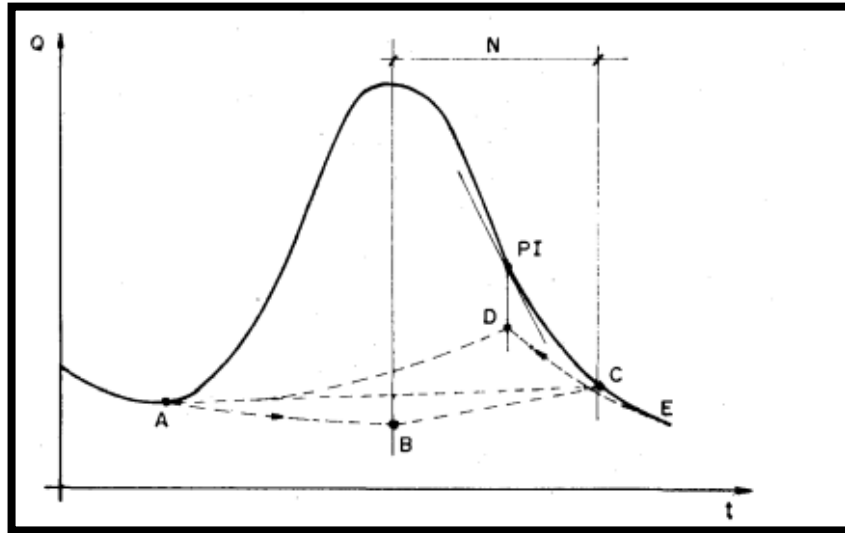
A =Área de la cuenca (km^2)

a, b = Coeficientes empíricos para una región

Algunos autores recomiendan aumentar N en un 50 % para hoyas largas y angostas y disminuir N en un 10 % para cuenca empinadas.[35]

Después de alargar la recesión a la tormenta hacia un punto ubicado en la parte inferior del pico de hidrograma AB , y luego unir este punto en base a una línea con el que está encima del hidrograma ubicado N días después del pico (punto C), como se puede ver en la figura N°18.[35]

Figura N° 18. Métodos de separación.



Fuente: Hidrología Segunda parte [35]

Otro proceso se basa en trazar la recta AC, la diferencia en el valor del flujo base por estos dos métodos es menor.[35]

Finalmente, un tercer método de separación se realiza en base a la recta ADE. Se basa en que la línea de recesión se prolonga hasta el punto de inflexión de la rama descendente, luego se traza una línea ascendente desde A hasta la recesión anteriormente prolongada. Este método es útil cuando hay mayor cantidad de agua subterránea y circula a la corriente con mucha velocidad.[35]

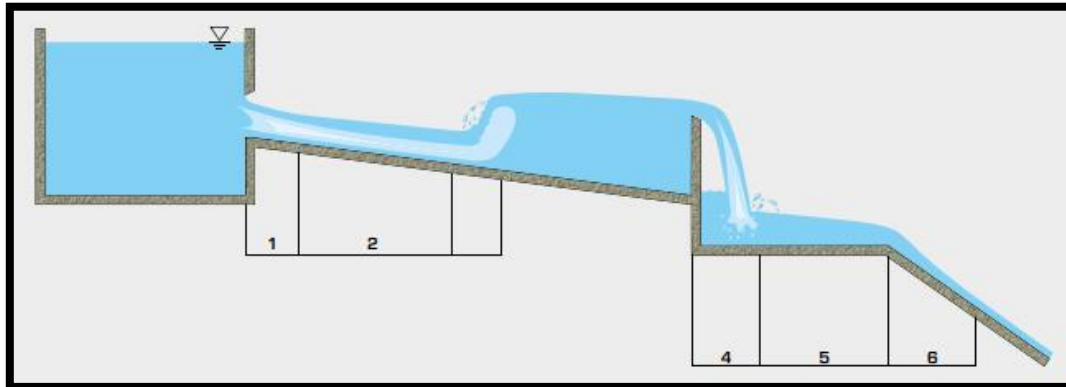
• FLUJO EN CANALES ABIERTOS

Los flujos en canales abiertos se observan en ríos, canales, zanjas de drenaje y cunetas, etc. [36]

Se caracteriza este flujo en canales abierto porque:

- a) Posee una superficie libre, que es variable.
- b) El calado del flujo, el caudal y las pendientes del fondo del canal y de la superficie libre son interdependientes.
- c) Un canal tiene cualquier forma y se modifica en función del tiempo.
- d) La rugosidad del canal cambia en función de la ubicación de la superficie libre.[37]

Figura N° 19. Flujo en un canal abierto



Fuente: Manual Ingeniería hidráulica de R. Mott .[36]

○ **La fórmula de Chezy**

La fórmula de Chezy (1769), considerada como la primera ecuación del flujo uniforme en canales, es muy importante porque a partir de esta se derivan todas las fórmulas modernas para el cálculo del flujo uniforme.[38]

Su expresión es la siguiente:

$$v = C * \sqrt{R * i_s}$$

Para el cálculo del caudal:

$$Q = C * A * \sqrt{R * i_s}$$

Nomenclatura:

v = Velocidad del fluido

Q = Caudal que circula por el canal

A = área hidráulica del canal

i_s = pendiente de la solera del canal

C = coeficiente de Chezy

R = radio hidráulico[38]

Coeficiente de Chezy

Conocido también como factor de resistencia de Chézy. Este coeficiente tiene valores entre 30 y 50. Se calcula en base a la siguiente ecuación:[38]

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}}$$

Nomenclatura:

f= coeficiente de resistencia de superficie

El coeficiente de resistencia de superficie se determina en base a la tabla N° 3 y al tipo de régimen.[38]

Tabla N° 3. Factor de fricción de la ecuación Darcy-Weisbach

Régimen	Fórmula	Autor	Ecuación
<i>Pared lisa</i>	$\frac{1}{f} = 2\log\left(\text{Re}\sqrt{f}\right) - 0,8$	Prandtl	(1)
<i>Pared de transición-régimen turbulento</i>	$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{k}{14,8R} + \frac{2,51}{\text{Re}\sqrt{f}}\right)$	Colebrook y White	(2)
<i>Pared rugosa</i>	$\frac{1}{f} = 2\log\left(\frac{4R}{2k}\right) + 1,74$	Nikuradse	(3)

Fuente: Diseño de canales Abiertos de P. Gallardo.[38]

Nomenclatura:

g= gravedad

Re = número de Reynolds

R = radio hidráulico

k = rugosidad de Nikuradse[38]

Expresiones empíricas

Se establece la siguiente igualdad $C = f(k, Re, R)$.[38]

Esto se aplica cuando el flujo posee números de Reynolds altos, que es un régimen turbulento, en el cual el coeficiente C ya no está en función de este, sino de $C = f(k, R)$ [38]

○ **Ecuación de Manning**

Robert Manning igualo la fuerza impulsadora con la fuerza que se opone, determinando una fórmula para el cálculo de la velocidad promedio del flujo uniforme:[39]

$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} S^{1/2}$ Sistema Internacional

$V = \frac{1.49}{n} * R^{2/3} S^{1/2}$ Sistema Inglés[39]

Nomenclatura:

V= velocidad del flujo

R= radio hidráulico

S= pendiente del canal

n= coeficiente de Manning

Al remplazar la velocidad por $V=Q/A$, se obtiene la fórmula del caudal o descarga.[39]

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

$$Q = \frac{1.49}{n} * R^{2/3} S^{1/2} A \quad \text{Sistema Inglés}[39]$$

Coficiente de Manning (n): Este coeficiente indica la resistencia al movimiento del flujo de agua en cauces naturales o artificiales. Este valor es muy inconstante porque está en base a diferentes parámetros como: la vegetación, irregularidad, obstrucciones, nivel, caudal, régimen de circulación, etc.[40]

En las tablas N°4 y N°5 se observan los **valores de Manning** para corrientes naturales.[41]

Tabla N° 4. Valores del coeficiente Manning 'n'

VALORES DEL COEFICIENTE MANNING 'n'				
	Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Corrientes naturales				
1. Canales principales				
	a. Limpio, recto, lleno, sin grietas o pozos profundos	0.025	0.030	0.033
	b. Igual que el anterior, pero más piedras y malezas.	0.030	0.035	0.040
	c. Limpio, sinuoso, algunos pozos y bancos de arena.	0.033	0.040	0.045
	d. Igual que el anterior, pero algunas malezas y piedras	0.035	0.045	0.050
	e. Igual que el anterior, etapas más bajas, pendientes y secciones más ineficaces	0.040	0.048	0.055
	f. Igual que "d" pero más piedras	0.045	0.050	0.060
	g. Alcances lentos, maleza, pozos profundos	0.050	0.070	0.080
	h. Tramos con mucha maleza, pozos profundos o inundaciones con grandes masas de madera y matorrales.	0.070	0.100	0.150

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0[41]

Tabla N° 5. Valores del coeficiente Manning 'n'

VALORES DEL COEFICIENTE MANNING 'n'				
	Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Corrientes naturales				
2. Llanuras de inundación				
a. Pasto sin maleza				
	1. Hierba corta	0.025	0.030	0.035
	2. Hierba alta	0.030	0.035	0.050
b. Zonas cultivadas				
	1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
	2. Cultivos en hileras maduras	0.025	0.035	0.045
	3. Cultivos de campo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales				
	1. Matorrales dispersos, Matorrales pesados	0.035	0.050	0.070
	2. Matorrales ligeros y árboles, en invierno.	0.035	0.050	0.060
	3. Matorrales ligeros y árboles, en verano.	0.040	0.060	0.080
	4. Matorrales medianos a densos, en invierno.	0.045	0.070	0.110
	5. Matorrales medianos a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles				
	1. Tierra despejada con tacos de árboles, sin brotes	0.030	0.040	0.050
	2. Igual que el anterior, pero brotes pesados	0.050	0.060	0.080
	3. Soporte pesado de madera, pocos árboles caídos, poca maleza, flujo debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
	4. Igual que el anterior, pero con flujo hacia las ramas.	0.100	0.120	0.160
	5. Sauces densos, verano, rectos	0.110	0.150	0.200
3. Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, bancos generalmente empinados, con árboles y matorrales en bancos sumergidos				
	a. Fondo: gravas, guijarro y pocas rocas.	0.030	0.040	0.050
	b. Fondo: guijarro con grandes rocas	0.040	0.050	0.070

Fuente: Hydraulic Reference Manual Version 5.0[41]

Coeficientes de contracción y expansión de flujo

Tabla N° 6. Coeficientes de contracción y expansión de flujo subcrítico

	Contracción	Expansión
Sin pérdida de transición calculada	0.0	0.0
Transiciones graduales	0.1	0.3
Secciones de un puente típico	0.3	0.5
Transiciones abruptas	0.6	0.8

Fuente: Hydraulic Reference Manual Version 5.0[42]

○ **Energía específica**

La energía específica es la cantidad de energía por unidad de peso para una sección, se determina en base al fondo de un canal abierto y el calado del flujo.[43]

Se calcula en función de la siguiente fórmula:

$$E = y + \frac{v^2}{2g}$$

Nomenclatura:

E: energía específica

y: profundidad

v: velocidad promedio del flujo

g: gravedad

En función de caudal la energía específica se establece en base a la siguiente fórmula:

$$E = y + \frac{Q^2}{2g * A^2}$$

Nomenclatura:

E: energía específica

y: profundidad

v: velocidad promedio del flujo

g: gravedad

A: área[43]

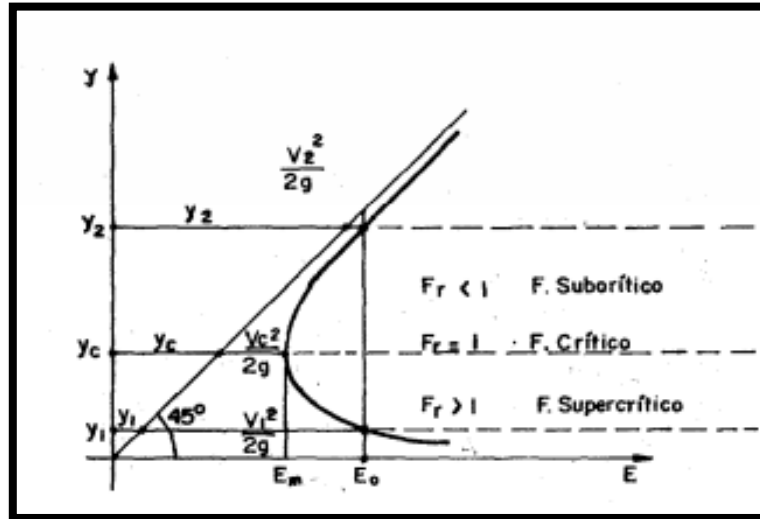
○ **Curva de energía específica**

Es la representación gráfica entre el régimen y el estado de flujo de un canal, en donde se entiende que varía la energía en función de la profundidad.[44]

En la figura N°20, se observa la curva de energía específica a caudal constante, donde se cumplen las siguientes características:

- a) La parte superior de la curva indica el flujo subcrítico debido a que el número de Froude es inferior a uno, $F_R < 1$, y el calado normal es mayor que al calado crítico ($Y_N > Y_C$)[44]
- b) El punto de inflexión en la curva indica el estado crítico del flujo, que se produce cuando el número de Froude es igual a la unidad $F_R = 1$. [44]
- c) La parte inferior de la curva muestra el estado supercrítico del flujo, en donde el número de Froude es superior a la unidad, $F_R > 1$, y el calado normal es inferior que el calado crítico ($Y_N < Y_C$)[44]
- d) Cada caudal tiene su propia curva de energía específica, entonces la curva se mueve.[44]
- e) Si hay proporcionalidad entre el calado del flujo y la energía específica, se genera una recta a 45° y el estado de flujo subcrítico se vuelve asintótico a esta recta.[44]
- f) La recta tiene dos ramales, en donde hay un asintótico para el eje de las x o de las abscisas y el segundo asintótico para una recta que produce un ángulo de 45° en función de la horizontal.[44]
- g) Se produce flujo subcrítico, siempre que se eleve el calado del flujo, la energía específica se elevará y viceversa. [44].
- h) Se produce flujo supercrítico, siempre que se eleve el calado del flujo, la energía específica reducirá y viceversa.[44]

Figura N° 20. Curva de energía específica a caudal constante



Fuente: Capítulo sobre Energía Específica.[45]

○ **Número de Froude**

Es la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales, el cual establece el tipo de régimen de flujo en un canal. Se calcula en base a la siguiente fórmula.[46]

$$F_R = \frac{V}{\sqrt{g * L_c}}$$

Nomenclatura:

V: velocidad promedio en una sección transversal

g: gravedad (9.81 m/s²)

Lc: profundidad de flujo.[46]

▪ **Tipos régimen de un flujo**

Además, el número de Froude indica el régimen de un flujo en un canal abierto.

Si el número de Froude es menor a 1 (**Fr < 1**) el flujo se encuentra en un régimen **subcrítico**, el cual se caracteriza por velocidades y pendientes bajas, las ondas tienen una dirección hacia aguas arriba, las fuerzas inerciales son menores que las fuerzas gravitacionales, la profundidad de la lámina de agua es mayor que la que se presentan en el flujo supercrítico. Se evidencia un aumento de energía lo cual indica una mayor profundidad de la lámina de agua.[46]

Si el número de Froude es mayor a 1 (**Fr >1**) el flujo se encuentra en un régimen **supercrítico**, en donde las velocidades y las pendientes son altas, las perturbaciones

(ondas) son arrasadas por la velocidad de flujo en dirección aguas abajo, las fuerzas inerciales son mayores a las fuerzas gravitacionales. Este flujo causa un aumento en la cantidad de energía que produce una reducción de la profundidad de la lámina de agua. En este régimen de flujo se originan resaltos hidráulicos, los cuales elevan su capacidad de disipación de energía y generan la mayor capacidad para flujos con Froude mayores a 9.[46]

Si el número de Froude es igual a 1 ($Fr=1$) el flujo se encuentra en un régimen **crítico**, se caracteriza porque la energía específica es mínima, su cantidad es en base a la geometría del canal y la velocidad de descarga. No es recomendable usar este valor para el diseño de obras hidráulicas. Además, no hay presencia de resaltos hidráulicos.[46]

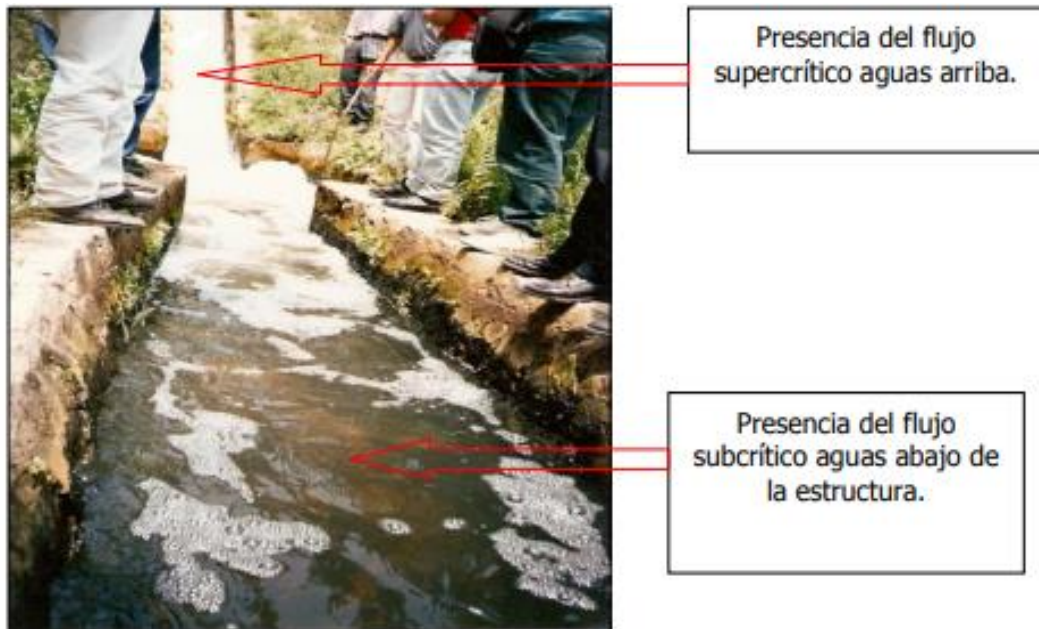
Tabla N° 7. Tipos régimen de un flujo

	$Fr < 1$	$Fr = 1$	$Fr > 1$
Régimen del flujo	Subcrítico	Crítico	Supercrítico

Fuente: Realizada por C. Salguero

En la figura N°21 se observa los casos de flujo en régimen subcrítico y supercrítico.

Figura N°21. Flujo en régimen subcrítico y supercrítico en una estructura hidráulica.



Fuente: Libro Hidráulica II de Rodríguez [47]

- **ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA**
 - Es una herramienta muy importante, la cual permite que gran cantidad de datos como: precipitaciones y caudales sean aprovechados mediante un proceso adecuado para obtener resultados que contribuyan al diseño de obras hidráulicas, de infraestructura, de regulación y control de aguas para el bienestar de la población, animales y cultivos.[48]

La estadística aplicada en hidrología ha avanzado en dos ramas:

- a) **Estadística Descriptiva:** Este tipo de estadística consiste en recolectar todos los datos en base a un ordenamiento para después realizar clasificaciones en tablas, procesar y generar archivos en softwares computacionales, etc.[48]
- b) **Estadística Matemática:** Es una herramienta más compleja porque permite analizar los datos en base a modelos probabilísticos teóricos. [48]

Importancia en Hidrología

La estadística en hidrología es muy importante, ya que mediante los datos obtenidos de las estaciones hidrométricas a lo largo de los cauces principales de los ríos, se pueden realizar procesos estadísticos para analizar el comportamiento del flujo y los problemas para la población y las estructuras.[48]

Los datos hidrológicos y su correcto orden estadístico permiten realizar el estudio, diseño y construcción de obras de control del agua como: embalse, represas, canales, obras de conducción y centrales hidroeléctricas, etc. de forma más real.[48]

El régimen hidrológico de un río analiza los caudales pasados y en base a los estadística se puede hacer proyecciones de los caudales futuros, con esto se tomarán medidas de seguridad ,si el caudal proyectado podría causar en la zona de estudio.[48]

○ **Variable aleatoria**

Una variable aleatoria es aquella que no se establece con certeza, se basa en las leyes de probabilidades, las cuales establecen a la variable mediante procesos probabilísticos sus respectivos valores o rangos de ocurrencia.[49]

Existen dos tipos de variables aleatorias, las cuales son: discretas y continuas.

Una variable aleatoria es **discreta**, cuando considera solo valores específicos. **Ejemplo:** Se considera que S indica los días más secos del mes de junio y se determina que S representa una variable aleatoria discreta.[49]

Una variable aleatoria es **continua**, cuando selecciona todos los valores en un rango de ocurrencia. **Por ejemplo:** P indica el valor de las precipitaciones diarias de la estación hidrométrica “Tilulún” ubicada cerca del río Ambato, se considera que P puede tomar cualquier valor y que es una variable aleatoria continua.[49]

El caudal que es obtenido de las estaciones hidrométricas, es una variable hidrológica aleatoria porque al realizar un cálculo no se puede predecir con certeza y sus cálculos se realizan mediante leyes de estadísticas y probabilidades como: Media aritmética, Desviación estándar, Criterio de Chauvenet, Distribución de Gumbel y Probabilidad empírica, para la obtención de los caudales para los diferentes periodos de retorno.[50]

o **Media aritmética**

Es una medida de tendencia central, conocida también como promedio. Su proceso de cálculo consiste en sumar un conjunto de datos, después se divide ese total para el número total de elementos.[51]

El promedio de un conjunto de datos x_1, x_2, \dots, x_n es el cociente entre la adición de los datos y el número de estos. Se representa con una variable \bar{x} si la media aritmética es para una muestra y con esta variable μ si la media aritmética es para una población.[51]

a. Para datos no agrupados:

Media muestral: $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$; n = tamaño de la muestra.

Media poblacional: $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_N}{N} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N}$; N = tamaño de la población.

b. Para datos agrupados:

Cuando los datos están ordenados en tablas de frecuencia, el promedio se determinan mediante las siguientes fórmula y según el caso si es muestra o población:[51]

Muestra

$$\bar{x} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_m f_m}{f_1 + f_2 + \dots + f_m} = \sum_{i=1}^m \frac{x_i f_i}{n}$$

Población

$$u = \sum_{i=1}^m \frac{x_i f_i}{N}$$

Nomenclatura:

x_i = marca de clase del intervalo i-ésimo

f_i = frecuencia del intervalo i-ésimo

n = número de datos de la muestra y

N = número de datos de la población

m = número de intervalos[51]

○ **Desviación estándar**

Se define como la raíz cuadrada positiva del promedio de las diferencias entre cada valor del grupo de elementos y la media aritmética del grupo, elevados al exponente 2 o al cuadrado.[51]

Se representa con la variable **S** para una muestra y se indica con la variable σ para una población.[51]

a) Datos no agrupados

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad x_i \text{ significa los datos de la muestra.}[51]$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - u)^2}{N-1}} \quad x_i \text{ significa los datos de la población.}[51]$$

b) Datos agrupados

Muestra

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 f_i}{n-1}}$$

Población

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_i - u)^2 f_i}{N-1}}$$

Nomenclatura:

x_i = marca de clase [51]

○ Criterio de Chauvenet

Cuándo un dato es el adecuado o se debe descartar de un grupo de datos se utiliza el Criterio de Chauvenet. [52] Este criterio consiste en determinar la relación (r) de la desviación para la desviación estándar de cada dato para después este valor compararlo con el coeficiente de Chauvenet, (k_n) que está en base al número de datos, estableciendo que si r es mayor o igual a (k_n) el valor es aceptado, sino el valor es excluido.[53]

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$r = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\sigma} \leq k_n$$

Nomenclatura:

r = relación de la desviación para la desviación estándar

($x_i - \bar{x}$) = cada valor menos la media aritmética de la serie

σ = desviación estándar de la serie

k_n = coeficiente de Chauvenet

Proceso:

- Se calcula la media aritmética y su desviación estándar de los datos en base a las siguientes fórmulas:[52]

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- Se determina las desviaciones que consiste en obtener el valor absoluto de cada variable de análisis menos la media aritmética de los datos involucrados en base a la siguiente fórmula:

$$S = |X_i - \bar{x}|$$

- Se resuelve la relación de la desviación para la desviación estándar mediante la siguiente fórmula: $r=S/ \sigma$
- Se selecciona el coeficiente de Chauvenet en base al número de datos según la tabla N°8.

Tabla N°8. Coeficientes de Chauvenet

n	k(n)	n	k(n)	n	k(n)
2	1,15	11	2,00	20	2,24
3	1,38	12	2,04	25	2,33
4	1,54	13	2,07	30	2,40
5	1,65	14	2,10	40	2,48
6	1,73	15	2,13	50	2,57
7	1,8	16	2,15	100	2,81
8	1,86	17	2,18	300	3,14
9	1,92	18	2,20	500	3,29
10	1,96	19	2,22	1000	3,48

Fuente: Artículo sobre desarrollo de un sensor móvil para la medición de ruido ambiental[53]

- Se compara la relación (r) con el coeficiente de Chauvenet (kn), si r es menor o igual a el kn, el valor es aceptado caso contrario el valor es excluido[52]

- Después se realiza una tabla con los valores aceptados.

○ **Método de Gumbel (Ven T. Chow)**

Es una distribución que se ajusta mejor a las crecidas de los ríos.

Ven T. Chow indica que esta distribución se calculan en base a la siguiente fórmula :[54]

$$Q_T = \bar{x} + k\sigma$$

Nomenclatura:

Q_T =caudal o gasto con cierta probabilidad

\bar{x} = promedio de conjunto de elementos de caudales pico

σ = desviación estándar del conjunto de elementos

k = factor de frecuencias para su respectiva distribución, y que está en base al nivel de probabilidad de x . [54]

○ **Método de Gumbel para el cálculo de caudales para un periodo de retorno dado**

La distribución probabilística de Gumbel, consiste en tomar los datos entregados por una estación hidrométrica, y en base a estos valores calcular el caudal de diseño de un periodo de retorno determinado. [26]

La distribución de Gumbel está definida por la siguiente fórmula:

$$P_{(x \leq x_i)} = 1 - e^{-e^{-y_i}}$$

Nomenclatura:

$P_{(x \leq x_i)}$ = probabilidad que un valor crítico sea inferior a un valor (x_i)

e = base de los logaritmos neperianos

y_i = variable reducida o coeficiente de ayuda [26]

$$y_i = a(x_i - x_f)$$

$$a = \frac{\sigma_n}{\sigma_i}$$

$$x_f = \bar{x} - \sigma_i * \frac{y_n}{\sigma_n}$$

Nomenclatura:

\bar{x} = media aritmética o promedio del conjunto de caudales

σ_i = desviación estándar del conjunto de caudales

x_i = datos del conjunto de caudales, empezando con $i=1$ hasta n

y_n & σ_n = en función del número de años de registros de los caudales, e indican la media y la desviación estándar del coeficiente de ayuda como se muestra en la tabla N°9 [26]

Tabla N° 9. Coeficientes de Gumbel.

N° datos	yn	σn	N° datos	yn	σn	N° datos	yn	σn
1	0,36651	0	35	0,54034	1,12847	69	0,55453	1,1844
2	0,40434	0,49838	36	0,54105	1,13126	70	0,55477	1,18535
3	0,42859	0,64348	37	0,54174	1,13394	71	0,555	1,18629
4	0,4458	0,73147	38	0,54239	1,1365	72	0,55523	1,1872
5	0,45879	0,79278	39	0,54302	1,13896	73	0,55546	1,18809
6	0,46903	0,83877	40	0,54362	1,14131	74	0,55567	1,18896
7	0,47735	0,87493	41	0,5442	1,14358	75	0,55589	1,18982
8	0,48428	0,90432	42	0,54475	1,14576	76	0,5561	1,19065
9	0,49015	0,92882	43	0,54529	1,14787	77	0,5563	1,19147
10	0,49521	0,94963	44	0,5458	1,14989	78	0,5565	1,19227
11	0,49961	0,96758	45	0,5463	1,15184	79	0,55669	1,19306
12	0,5035	0,98327	46	0,54678	1,15373	80	0,55689	1,19382
13	0,50695	0,99713	47	0,54724	1,15555	81	0,55707	1,19458
14	0,51004	1,00948	48	0,54769	1,15731	82	0,55726	1,19531
15	0,51284	1,02057	49	0,54812	1,15901	83	0,55744	1,19604
16	0,51537	1,0306	50	0,54854	1,16066	84	0,55761	1,19675
17	0,51768	1,03973	51	0,54895	1,16226	85	0,55779	1,19744
18	0,5198	1,04808	52	0,54934	1,1638	86	0,55796	1,19813
19	0,52175	1,05575	53	0,54972	1,1653	87	0,55812	1,1988
20	0,52355	1,06282	54	0,55009	1,16676	88	0,55828	1,19945
21	0,52522	1,06938	55	0,55044	1,16817	89	0,55844	1,2001
22	0,52678	1,07547	56	0,55079	1,16955	90	0,5586	1,20073
23	0,52823	1,08115	57	0,55113	1,17088	91	0,55876	1,20135
24	0,52959	1,08646	58	0,55146	1,17218	92	0,55891	1,20196
25	0,53086	1,09145	59	0,55177	1,17344	93	0,55905	1,20256
26	0,53206	1,09613	60	0,55208	1,17467	94	0,5592	1,20315
27	0,53319	1,10054	61	0,55238	1,17586	95	0,55934	1,20373
28	0,53426	1,1047	62	0,55268	1,17702	96	0,55948	1,2043
29	0,53527	1,10864	63	0,55296	1,17816	97	0,55962	1,20486
30	0,53622	1,11237	64	0,55324	1,17926	98	0,55976	1,20541
31	0,53713	1,11592	65	0,55351	1,18034	99	0,55989	1,20596
32	0,53799	1,11929	66	0,55378	1,18139	100	0,56002	1,20649
33	0,53881	1,12249	67	0,55403	1,18242	101	0,56015	1,20701
34	0,53959	1,12555	68	0,55429	1,18342			

Fuente: Tesis de A. Ruiz[26]

Se usan las fórmulas de cálculo de frecuencias de Ven Te Chow, para calcular los caudales proyectados:

$$Q_T = \bar{x} + k\sigma$$

Reemplazando valores:

$$k = \frac{(y_i - \bar{y}_n)}{\sigma_n}$$

Al sustituir el coeficiente k en la ecuación del caudal, se obtiene la siguiente formula:

$$Q_{Tr} = \bar{x} + \sigma * \frac{(y - \bar{y}_n)}{\sigma_n}$$

Nomenclatura:

Q_{Tr} = variable Q que representa el caudal para un período de Retorno (Tr) dado.

\bar{x} = media aritmética de todos los valores de caudales.

σ = desviación estándar de todos los valores de caudales.

y_i = coeficiente de ayuda para cada valor de caudal.

\bar{y}_n = coeficiente de Gumbel en base a la tabla N° 9 y al número de datos de análisis.

σ_n = coeficiente de Gumbel en base a la tabla N° 9 y al número de datos de análisis.[26]

○ **Probabilidad esperada**

Se considera que hay una relación entre la probabilidad de excedencia del caudal a ser pronosticado y el período de retorno. Se establece la siguiente fórmula:[32]

$$P_{(x)} = 1 - P_{(x \leq x_i)} = \frac{1}{T_r}$$

Nomenclatura:

$P(x)$ = probabilidad de que un evento se produzca en base a un período determinado.

$P(x \leq x_i)$ = probabilidad de que un valor crítico sea inferior a un cierto valor xi

T_r = Período de retorno[26]

Al realizar un ajuste a la fórmula original de Gumbel se obtiene la siguiente expresión:

$$P_{(x)} = 1 - e^{-e^{-y_i}}$$

Nomenclatura:

$P(x)$ = probabilidad de que se produzca un evento en base a un período determinado.

e = base del logaritmo neperiano

y_i = Coeficiente de ayuda[26]

Al despejar el coeficiente de ayuda (y_i), se determina la fórmula para el caudal pronosticado:

$$y_i = -I_n(-I_n(1 - p))$$

En base a la igualdad, hay la probabilidad de que se produzca un caudal pico para un período de retorno dado y el inverso del período de retorno.[26]

$$P_{(x)} = \frac{1}{T_r}$$

Se puede realizar un gráfico en base a los diferentes pronósticos y los periodos de retorno, para poder ver la tendencia de la distribución probabilística.[26]

Se determina la probabilidad empírica, en base a la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{m}{n + 1} \times 100$$

Nomenclatura:

Pe = Probabilidad empírica.

m= Orden.

n= Número de datos[26]

NORMA NEVI-12

Tabla N° 10. Riesgo admisible, vida útil de la obra y periodo de retorno (años)

Tipo de Obra	Riesgo (%)	n (años)	Tr (años)
Puentes	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de aguade cunetas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Sub drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140
Planta de tratamiento	25	35	122
Planta de tratamiento + Puentes	25	75	261

Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje[24]

- **MODELOS NUMÉRICOS PARA FLUJO EN CANAL ABIERTO**

Los modelos numéricos son aquellos que permiten resolver de forma fácil un problema en base a un dominio discretizado (no continuo) ,el ingreso de datos físicos y topográficos, para analizar los diferentes escenarios aplicando las ecuaciones del flujo para fluidos y con el objetivo de obtener resultados óptimos como los parámetros de flujo (calados y velocidades)[55]

- **Modelo Matemático HEC-RAS**

El software unidimensional HEC-RAS es una excelente herramienta realizada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, permite de una forma fácil y sencilla ingresar los datos, para obtener resultados seguros en poco tiempo. Se utiliza para simular puentes con cierta geometría y con estructuras. Se pueden efectuar cálculos hidráulicos para cauces naturales o artificiales.[4]

- **Modelo Matemático HEC- GeoRAS**

HEC-GeoRAS es un programa realizado por el Centro de Ingenieros Hidrológicos de Estados Unidos, consiste en un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades ,que permiten procesar la información mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el software ArcGIS, y en base a una interface gráfica, la cual ayuda a tener lista la información necesaria para ejecutar una simulación hidráulica en HECRAS.[56]

1.1.4 Hipótesis

Los datos topográficos e hidrométricos del Río Ambato en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas, desde el km 8+00 al km 12+00 contribuyen a la determinación de los caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno y las características principales del río: velocidad, numero de Froude, esfuerzo cortante y curva de descarga.

1.1.5 Señalamiento de las variables de la hipótesis

Variable Independiente: Los datos topográficos e hidrométricos.

Variable Dependiente: Caudales de diseño para los periodos de retorno y las características principales del río.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar la caracterización del comportamiento hidráulico del Río Ambato en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas, desde el km 8+00 al 12+00 mediante un modelo matemático.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Efectuar un análisis hidrológico en el lugar de estudio.
- Procesar la información geográfica HEC-GeoRAS para el modelo numérico HEC-RAS.
- Analizar diferentes escenarios en el modelo calibrado.
- Determinar las zonas de inundación y posibles estructuras afectadas.
- Elaborar un manual de usuario para la elaboración de modelos numéricos fluviales.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

La **investigación bibliográfica** se caracteriza por ser la base introductoria para todo proyecto y las ramas de indagación científica, ya que genera conocimiento a los investigadores mediante la formulación de preguntas, teorías, hipótesis y experimentos para conseguir resultados.[57]

Según Salgado indica que esta investigación utiliza fuentes escritas como: libros, revistas académicas, artículos científicos, tesis, libros electrónicos, documentos de internet y otros, etc.[58]

Este proyecto de titulación se realizó en base a una investigación bibliográfica, ya que se investigó información sobre: Hidráulica Fluvial, Hidrología, Estadística hidrológica, Caudales máximos, Flujo en canales abiertos y Modelos numéricos para el estudio de flujo en canal abierto en fuentes confiables como: libros, artículos científicos, normas y documentos en internet. Además, se empleó sitios web confiables como: Science Direct, Researchgate y Google Academic.

Los datos hidrométricos de la estación de Tilulún se obtuvieron de anuarios, instituciones públicas y tesis.

Las ortofotos y los modelos digitales del terreno DTM desde el Sector El Tilulún hasta el Sector de las Viñas se consiguieron de instituciones públicas y de páginas web.

Los datos de riesgo, la vida útil de las obras y los periodos de retorno se encontraron en normas.

La **investigación de campo** se basa en recolectar los datos de la realidad donde se producen los hechos, sin controlar ninguna variable.[59]

Este estudio se ubica en la investigación de campo porque se realizaron las siguientes actividades; Se efectuaron varias visitas de campo donde se observó las características de las capas del terreno en el eje y en los bordes del río, con esto se determinaron los datos del terreno; Además, se enumeró, se tomó coordenadas UTM y se evidenció en qué condiciones se encuentran las diferentes estructuras hidráulicas como: puentes, tuberías, canales, acequias, obras de toma, represas, etc., con esto se obtuvieron los datos de

infraestructuras; También se observó el comportamiento del flujo y se midió el ancho del río en algunos puntos del río.

La **investigación explicativa** consiste en analizar porque se producen los hechos o acontecimientos considerando las relaciones causa-efecto.[59]

Se encuentra en esta investigación porque se realizaron algunas actividades, por ejemplo; en el Modelo HEC-RAS se ingresaron los datos topográficos e hidrométricos donde se analizó el comportamiento del flujo, las posibles zonas de inundación y los problemas que experimentaron las estructuras. En base a esto se busca explicar porque se producen estos cambios y problemas en el río.

Además, se aplicó la Estadística Hidrológica para el cálculo de los caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno en base a los caudales medios diarios de la estación hidrométrica Tilulún desde el año 1964 al año 1980, con un periodo de 16 años.

La **investigación descriptiva** se basa en indicar las características de un hecho o fenómeno para la determinación de su estructura o comportamiento.[59]

Este estudio se ubica en este tipo de investigación porque según las características del eje y los bordes de río se indicó los valores de coeficientes de Manning, para los 4 km de la zona de estudio.

También, porque a partir de los resultados que se obtuvieron en el programa HEC-RAS se evaluaron las características principales del río, las velocidades, el número de Froude, shears y las posibles zonas de inundación, etc.

La **investigación experimental** analiza cómo actúa una cosa o un grupo de individuos a determinadas situaciones o estímulos (variable independiente) con el objetivo de determinar sus reacciones y su comportamiento (variable dependiente).[59]

Al realizar la simulación del río Ambato en el Modelo HEC-RAS, donde se ingresaron los diferentes caudales para los periodos de retorno(años) se obtuvieron resultados donde se evidenciaron los efectos del flujo en la zona de estudio, en la población y en las estructuras.

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1 Materiales

- Laptop
- Impresora
- Formatos A2
- Fuentes bibliográficas, etc.
- Materiales de oficina
- Ortofotos y modelos DTM
- Hojas de cálculo
- Hojas de papel bond
- Calculadora

2.1.2 Equipos

En este trabajo de titulación no se usaron equipos, se utilizaron los siguientes programas computacionales:

- Google Earth Pro es una aplicación que posee bastante información de acceso público como: gran cantidad de datos geospaciales, imágenes de alta resolución, navegación 3D de lugares, mapas, imágenes de calles, ciudades y patrones climáticos. Proporciona gran material para documentos, presentaciones y afiches. Permite exportar información a programas con ARCGIS y HEC-RAS para realizar mapas. Se puede simular visitas personalidades con la opción Movie Maker.[60]
- Microsoft Excel es un programa computacional que permite el procesamiento de datos, mediante hojas de cálculo, en donde se pueden ejecutar operaciones aritméticas, labores contables, cálculos, gráficas y análisis de datos.[61]
- ArcGIS se define un sistema de información geográfica (SIG), según Deuker y col. como "Un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra"[62]
- El modelo HEC-GeoRAS está formado por procedimientos, herramientas y utilidades para realizar un proceso en los datos geospaciales en ArcGIS en base

a una interfaz gráfica de usuario conocida como (GUI), la cual ayuda a importar datos geométricos en HEC-RAS y analiza los resultados en base a una simulación, exportados desde HEC-RAS.[63]

- El modelo HEC-RAS es una programa que ejecuta un flujo constante unidimensional, permite efectuar cálculos en flujo inestable en una y dos dimensiones, transporte de sedimentos, lecho móvil y modelado en la temperatura de agua y calidad de agua.[64]

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Plan de Recolección de Datos

Se recolectaron datos del terreno, datos hidrométricos, datos de infraestructura, datos de riesgo, vida útil de las obras y periodos de retorno en diferentes fuentes confiables, por ejemplo:

- **Datos del terreno**

Las ortofotos desde el Sector El Tilulún hasta el Sector de las Viñas fueron obtenidas del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, del servicio WMS de Sigtierras y Open Street Map.

Los modelos digitales del terreno DTM se adquirieron del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, del Instituto Geográfico Militar (IGM).

- **Datos hidrométricos**

Los datos hidrométricos de la estación del Tilulún se obtuvieron de la Tesis de A. Ruiz sobre: “Análisis de Vulnerabilidad ante eventos provocados por caudales fluviales extremos, procedentes de avenidas pluviales del río Ambato, del Sector las Viñas Shina, entre el Paso Lateral de Ambato y la Vía a las Viñas; Parroquia Izamba; Cantón Ambato; Provincia Tungurahua”[26]

- **Datos de infraestructura**

La identificación, ubicación, el número y las características de las estructuras como: puentes, canales y alcantarillas, etc. se determinaron en base a las visitas de campo a lo largo del río y la observación en las ortofotos de la zona de estudio.

- **Datos de riesgo, vida útil de las obras y periodos de retorno**

Los datos de riesgo, la vida útil de las obras y los periodos de retorno se encontraron en la norma ecuatoriana vial (NEVI -12) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador

2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.

- **Procesamiento de Datos del terreno.**

Se abrieron los modelos digitales del terreno DTM desde el Sector El Tilulún hasta el Sector de las Viñas en el software ArcGIS. Después se generaron las curvas de nivel y la superficie TIN de la zona de estudio. Posteriormente se abrieron las ortofotos, en base a estas, se digitalizó el eje, los bordes derecho e izquierdo a 100 m a partir del eje del río y los bancos de inundación del río Ambato con polilíneas. Después se generaron las secciones transversales de río cada 20 m.

- **Procesamiento de Datos Hidrométricos y meteorológicos**

De los datos hidrométricos de la estación Tilulún se tomaron como datos: los caudales mínimos, los caudales medios, los caudales máximos y los caudales de máxima crecida desde el año 1964 hasta el año 1980, con esto se obtuvieron los caudales iniciales para la zona del proyecto.

Después se determinó la desviación estándar de los caudales de máxima crecida desde para cada año. A continuación, se aplicó el Criterio de Chauvenet, donde se estableció el coeficiente de Chauvenet en base al número de datos. Luego si la relación de la desviación para la desviación estándar es menor o igual para el coeficiente de Chauvenet, el caudal de máxima crecida por año es aceptado caso contrario es excluido.

Después los caudales de máxima crecida aceptados se ordenaron de mayor a menor, luego se determinó su probabilidad teórica para cada año y se expresaron en porcentajes.

Según el tipo de estructuras cerca y sobre el río, se determinó en las tablas de Riesgo Máximo Admisible de la Norma NEVI-12, el riesgo, la vida útil de las estructuras y el periodo de retorno inicial. A continuación, se calcularon los demás periodos de retorno y sus valores de probabilidad empírica para cada año y se expresaron en porcentajes. En seguida se calcularon los valores de caudales para los periodos de retorno. Finalmente se

graficaron los caudales de máximas crecidas vs las probabilidades teóricas y empíricas (porcentaje).

- **Modelación en el HECRAS**

- **Creación del modelo de terreno.**

La herramienta HEC-GeoRAS permitió exportar: el eje, los bordes derecho e izquierdo, los bancos de inundación y las secciones transversales del río Ambato a el software HEC-RAS. En la opción RAS Mapper se estableció el DATUM de la zona de estudio y en base a los modelos digitales del terreno DTM se generó la superficie TIN.

- **Valores de coeficientes de Manning**

Según las visitas de campo, donde se observó la topografía, el suelo y las características de la zona y el manual de HEC-RAS se escogieron los coeficientes de Manning para el eje y los bordes derecho e izquierdo de la zona de estudio. Después se ingresaron en el programa HEC-RAS en los datos de geometría estos valores desde el km 8+00 a el km 12+00 cada 20 m.

- **Modelación de estructuras definidas**

Se determinó la ubicación, el tipo y el número de estructuras en las visitas de campo, en este caso se encontraron puentes para tráfico vehicular. En el programa HEC-RAS para su modelación se estableció el punto de ubicación y entre que secciones transversales están las estructuras. Después en datos de geometría se escogió el tipo de estructura entre puentes y alcantarillas, en este caso se seleccionó puentes. Posteriormente, se estableció las dimensiones de los elementos estructurales del puente como: pilas, tablero y estribos. Finalmente, en 3D se observó modelado el puente.

- **Ingreso de caudales**

Se ingresaron los caudales calculados por el método de Gumbel para los diferentes periodos de retorno en el programa HEC-RAS en la opción Steady Flow Data. Además, también se registraron las pendientes aguas arriba y agua abajo, que se obtuvieron en base al perfil de la zona de estudio. Después se guardaron los caudales para la simulación. Este tipo de modelación es en flujo continuo (Steady Flow) debido a que se escogió el mismo tipo de régimen de flujo a lo largo de todo el tramo de río estudiado.

- **Calibración del modelo**

Después de ingresar los datos topográficos e hidrométricos, se seleccionó el flujo supercrítico y se simuló el río. Posteriormente se observó en la opción RAS Mapper el comportamiento del flujo para los diferentes caudales y periodos de retorno. Se verificó que el flujo de agua siga el curso natural del río, pero en algunas partes del río esto no sucedió entonces se utilizaron algunas soluciones, por ejemplo; Se interpolaron más secciones transversales en el río y; Se agregaron diques (leves) en algunas secciones transversales para indicar hasta qué punto debe llegar el flujo ya que el río no tenía anchos muy grandes, con esto se pudo encauzar el río, y este siguió su curso natural.

- **Resultados finales del modelo**

- **Evaluación de las características principales del río, velocidad, número de Froude, shear, etc.**

Se analizó para los caudales de diseño y los diferentes periodos de retorno $Tr= 5, 10, 25, 50, 100$ y 140 años, como se muestra en la tabla N°30, las características principales del Río, la velocidad, el número de Froude, el esfuerzo cortante (shear) y curva de descarga. Se observó el comportamiento del perfil longitudinal del proyecto del Río Ambato, comprendido desde el sector “El Tilulún” hasta el sector “Las Viñas”, desde el km $8+00$ al km $12+00$, determinando que hay puntos donde la altura del flujo muestra picos que suben y bajan, esto está en función de la topografía de la zona, entendiendo si existen tramos rectos o con curvas a lo largo del Río.

Se analizaron las diferentes secciones transversales, entendiendo el comportamiento de sus diferentes medidas hidráulicas como: calado normal, calado crítico y la línea de energía.

Se analizó los números de Froude y la velocidad en el tramo de estudio, entendiendo que estas dos variables tienen relación directa. El número de Froude indica en qué régimen se encuentra el flujo, que ocurre con las medidas hidráulicas de la sección transversal del Río Ambato y si los valores de velocidad suben o bajan.

El esfuerzo cortante determinado en el tramo de estudio permitió determinar valores que fueron comparados con los rangos máximos y mínimos del Manual Nacional de Ingeniería del Departamento de Agricultura de U.S para determinar si en el Río, en algunas partes existen procesos erosivos y en otras no.

La curva de descarga se obtuvo para cada sección transversal y todos los periodos de retorno, esta característica hidráulica en base a la cota o elevación permitió determinar el caudal, entendiendo que varía el caudal en función a la elevación.

- **Posibles zonas de inundación.**

Se observó el comportamiento del flujo a lo largo del tramo estudiado para los diferentes periodos de retorno para el análisis y la determinación de las posibles zonas de inundación que afectan a la población aledaña, los cultivos y las obras hidráulicas como: puentes y alcantarillas.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1.1 Descripción del objeto en estudio

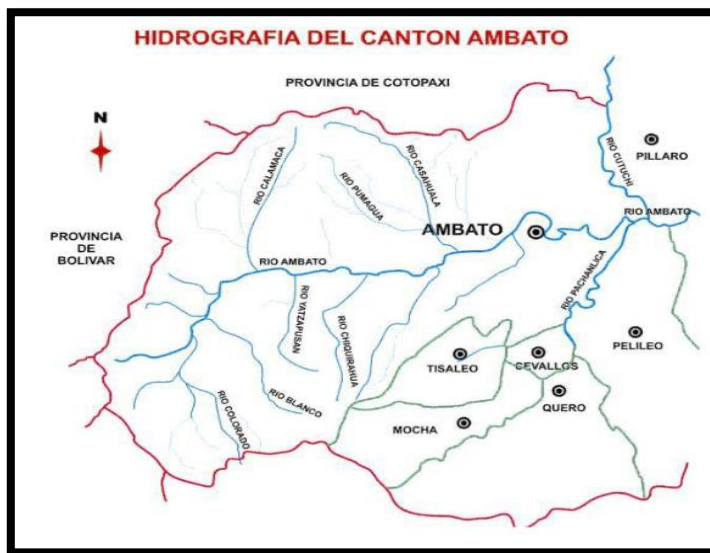
En la provincia de Tungurahua se ubica el cantón Ambato, donde se encuentra uno de los ríos más importantes a nivel nacional conocido como Río Ambato, el cual recorre la zona rural y urbana de la ciudad como se muestra en las figuras N°22 y N°23.

Figura N°22.Ubicación del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua



Fuente: Universidad Técnica de Ambato[65]

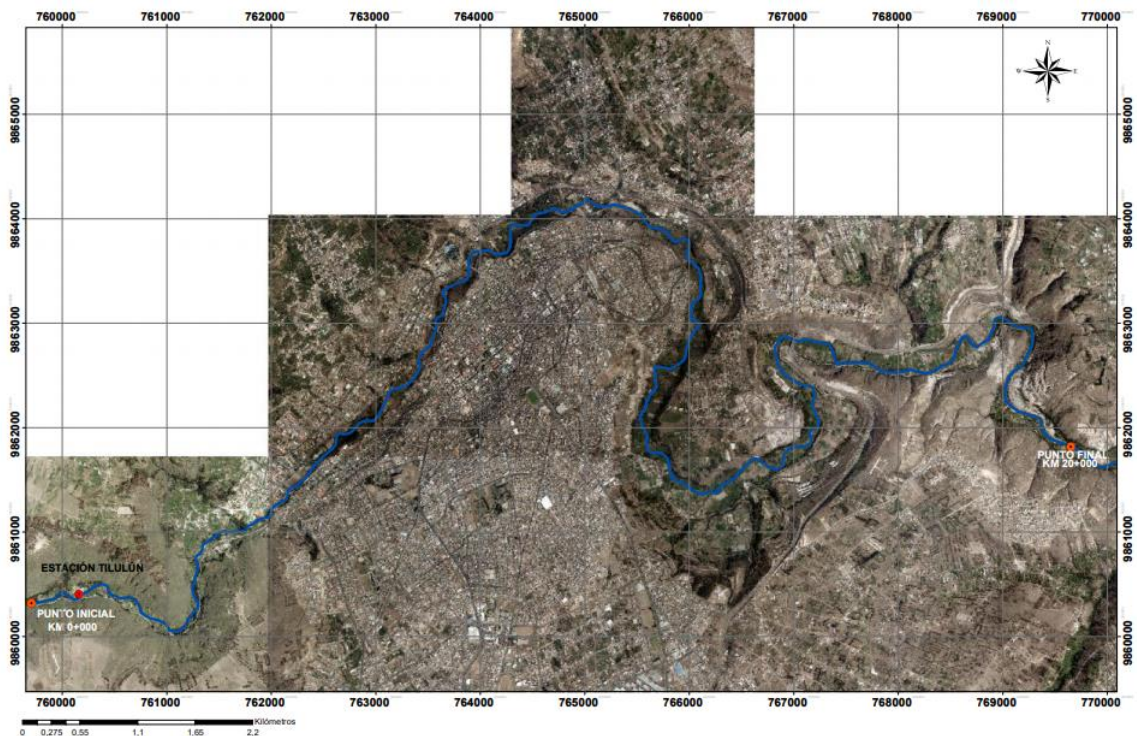
Figura N°23.Ubicación del Río Ambato en el cantón Ambato



Fuente: Tesis de F. Zamora[66]

Se realizó el Macroproyecto de la Caracterización del comportamiento hidráulico del Río Ambato en el tramo comprendido entre el Sector Tilulún ubicado en la coordenada UTM: Este: 759887, Norte: 9860356 y una elevación de 2685 y el Sector Las Viñas ubicado en la coordenada UTM: Este: 769651, Norte: 9861807 y una elevación de 2337 mediante un modelo matemático, el cual comprende aproximadamente 20 km como se muestra en la figura N°24 y en el plano N°1.

Figura N°24. Macroproyecto entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas desde el km 0+000 al km 20+000



Fuente: Elaborado por C. Salguero

El presente proyecto se estudió desde el km 8+00 con la siguiente coordenada UTM, Este: 764723, Norte: 9864095 y una elevación de 2493 al km 12+00, con la coordenada UTM, Este: 765609, Norte: 9861780 y una elevación de 2426 que considera desde el Sector El Socavón hasta la parroquia la Península como se indica en la figura N°25 y en el plano N°2.

Figura N° 25. Proyecto entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas desde el km 8+00 al km 12+00



Fuente: Elaborado por C. Salguero

Tabla N° 11. Coordenadas UTM y cota del Macroproyecto.

Abscisa km	Este m	Norte m	Cota m.s.n.m
0+000	759887	9860356	2685
20+000	769651	9861807	2337

Fuente: Google Earth Pro

Tabla N° 12. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio.

Abscisa km	Este m	Norte m	Cota m.s.n.m
8+00	764723	9864095	2493
12+00	765609	9861780	2426

Fuente: Google Earth Pr

La topografía del canal principal del río Ambato en base al perfil longitudinal como se puede ver en la gráfica N°1, indica que la zona de terreno por donde pasa el afluente va desde las cotas 2493 a la 2426, es decir de un punto alto a un punto bajo para que circule el flujo del río a gravedad, también se observa pequeñas curvas y tramos casi rectos en la trayectoria del perfil y las pendientes medidas tanto aguas arriba $S\% = 2.46\%$ como aguas abajo $S\% = 1\%$, cuyos valores son inferiores al 3.5% [67], indican que la zona de estudio presenta una topografía en algunas partes casi plana y en otras con ciertas ondulaciones. Además las pendientes son suaves definidas como planicies altas o bajas. [68]

Gráfica N°1. Perfil longitudinal de la zona de estudio



Fuente: Captura de Google Earth Pro

En las tablas N°13 y N°14 se observan las coordenadas UTM y la elevación del eje del río y de punto central de las secciones transversales cada 250 m.

Tabla N° 13. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio cada 250 m desde km 8+000 al km 10+500.

Abscisa km	Este m	Norte m	Cota m.s.n.m
8+000	764723	9864095	2493
8+250	764976	9864149	2481
8+500	765188	9864120	2474
8+750	765414	9864104	2472
9+000	765653	9863906	2470
9+250	765862	9863785	2465
9+500	766011	9863672	2468
9+750	766103	9863450	2464
10+000	766019	9863127	2455
10+250	766081	9862985	2444
10+500	766002	9862851	2440

Fuente: Google Earth Pro

Tabla N° 14. Coordenadas UTM y cota de la zona de estudio cada 250 m desde km 10+500 al km 12+000.

Abscisa km	Este m	Norte m	Cota m.s.n.m
10+500	766002	9862851	2440
10+750	765917	9862622	2447
11+000	765654	9862577	2439
11+250	765682	9862402	2425
11+500	765584	9862191	2428
11+750	765560	9861994	2423
12+000	765609	9861780	2426

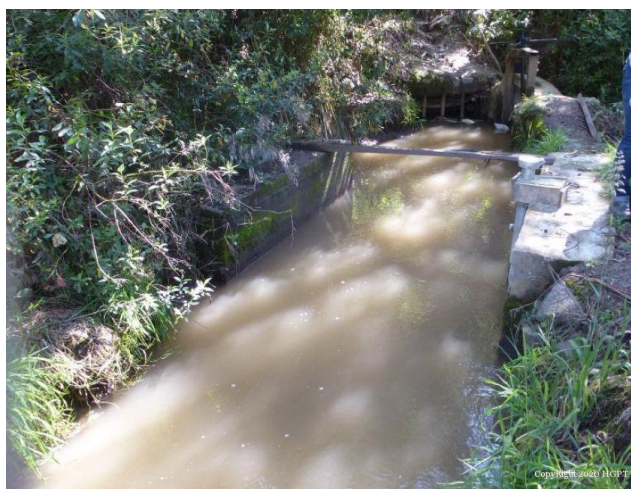
Fuente: Google Earth Pro

3.1.2 Datos Hidrométricos

Los caudales de diseño obtenidos para los diferentes periodos de retorno se determinaron en base a los registros de los caudales medios diarios de la estación hidrométrica Tilulún del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI) desde el año 1964 al año 1980. [26]

La estación Tilulún está ubicada en Ambato en la parroquia Quisapincha como se indica en el plano N°1 presenta el siguiente código dispuesto por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua: HGPT_SN_32, es de tipo hidrométrica, ubicada en la coordenada UTM Este: 760245,Norte: 9860490 y una elevación: 2708 m.s.n.m.[69]

Figura N° 26. Estación Hidrométrica Tilulún



Fuente: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua

En la tabla N°15 se observan los datos de caudales anuales de la estación hidrométrica Tilulún.

Tabla N° 15. Caudales medios diarios de las estaciones hidrométricas

AÑO	Q min. (m3/s)	Q med. (m3/s)	Q máx. (m3/s)	Q mc. (m3/s)
1964	1,02	5,95	47,42	67,38
1965	0,87	5,54	22,48	44,06
1966	1,23	5,2	37,83	50,78
1967	2,14	6,6	49,62	70,14
1968	1,54	4,89	44,85	66,14
1969	1,45	5,57	38,87	51,77
1970	1,01	9,27	46,23	68,79
1971	0,96	6,73	38,22	61,73
1972	2,5	7,48	45,67	92,75
1973	0,31	4,96	41,62	68,79
1975	3,49	9,58	49,47	74,31
1976	0,74	7,28	77,06	101,33
1977	0,38	4,57	41,84	65,4
1978	0,43	5,37	30,52	51,05
1979	0,33	2,11	23,11	64,19
1980	0,33	4,32	27,45	52,84

Fuente: Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)

3.1.3 Infraestructura existente

A lo largo del tramo estudiado Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00, se encuentran dos puentes importantes como: el puente del Sector Socavón y el puente de la avenida Indoamérica, los cuales son de hormigón armado H.A y se encuentran en las coordenadas UTM y elevación de la tabla N° 16.

Tabla N°16.Ubicacion del puente

CÓDIGO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.s.n.m)	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	ANOTACIÓN
PT-1	9864117	764925	2527	Puente del socavón H.A.	LD	ancho de río=10.3m
	9864126	764919	2503		LI	
PT2	9863922	765603	2485	Puente de avenida Indoamérica H.A.	LD	ancho de río=10.5m
	9863925	765602	2486		LI	

Fuente: Elaborado por C. Salguero

Nomenclatura:

PT-#: Código del puente

LD: Lado derecho

LI: Lado izquierda

- **Puente del sector del Socavón**

Es un puente vehicular de hormigón armado (H.A), con una luz de aproximadamente 12 m tiene dos carriles de 3.65m cada uno. Dentro de sus elementos no estructurales posee: barandas de hormigón de 0.5 m de alto, aceras de 0.3m ancho y un espesor de 0.25 m y muy poca señalética. En sus elementos estructurales posee un tablero con las siguientes dimensiones de 8 x 12 x 0.35 m³, tiene vigas acarteladas, donde su parte curva tiene un diámetro de 4 m y dos estribos en el punto inicial y final de esta estructura de 2 x 8 x 4 m³ como se observa en la figura N°27. El puente se encuentra en estado regular y los elementos estructurales como: los estribos se ven afectados por el agua del río y la vegetación en sus bases.

Figura N°27. Puente Sector el Socavón



Fuente: Captura en Google Earth Pro por C. Salguero

- **Puente de la Avenida Indoamérica**

Es un puente de hormigón armado (H.A) con una luz de aproximadamente 15 m, de cuatro carriles de 3.65m cada uno. En sus elementos estructurales tiene un tablero con las siguientes dimensiones: 15 x 17 x 0.4 m³, posee vigas de sección transversal de 0.35 x 0.4 m² y un largo de 15 m, dos estribos de 2 x 16 x 5 m³ y una pila circular de 5m de alto ubicada en el centro del puente. En los elementos no estructurales se observan: barandas metálicas de 1.10 m de alto, aceras de 0.6m de ancho y un espesor de 0.25 m, un parterre de 1.2 m de ancho y un espesor de 0.25 m y muy poca señalética. El puente se encuentra en estado regular, sus estribos y la pila circular central se ven afectados por la vegetación de la zona y el paso del agua del río, como se observa en la figura N°28.

Figura N°28. Puente de la Av. Indoamérica



Fuente: Captura en Google Earth Pro por C. Salguero

3.2 PLAN DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

3.2.1 Datos de Terreno

Los modelos digitales del terreno DTM desde el km 8+00 al km 12+00 permitieron la determinación de las curvas de nivel, la superficie TIN y el perfil longitudinal, en base a estos datos se obtuvo la topografía de la zona. Las ortofotos ayudaron a digitalizar el eje, los bordes, y los bancos de inundación del Río Ambato. Se generó las secciones transversales cada 20 m con una distancia a cada lado de 100m como se puede ver en el plano N°5.

3.2.2 Datos Hidrométricos

- **Caudales de la estación hidrológica Tilulún**

Los datos hidrométricos de la estación hidrométrica Tilulún desde el año de 1964 a 1980, se usaron para el cálculo de los caudales medios diarios como se observa en la tabla N°17.

Tabla N° 17. Caudales medios diarios de la estación hidrométrica Tilulún

AÑO	Q min. (m3/s)	Q med. (m3/s)	Q máx. (m3/s)	Q mc. (m3/s)
1964	1,02	5,95	47,42	67,38
1965	0,87	5,54	22,48	44,06
1966	1,23	5,2	37,83	50,78
1967	2,14	6,6	49,62	70,14
1968	1,54	4,89	44,85	66,14
1969	1,45	5,57	38,87	51,77
1970	1,01	9,27	46,23	68,79
1971	0,96	6,73	38,22	61,73
1972	2,5	7,48	45,67	92,75
1973	0,31	4,96	41,62	68,79
1975	3,49	9,58	49,47	74,31
1976	0,74	7,28	77,06	101,33
1977	0,38	4,57	41,84	65,4
1978	0,43	5,37	30,52	51,05
1979	0,33	2,11	23,11	64,19
1980	0,33	4,32	27,45	52,84

Fuente: Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INHAMI)

- **Desviación estándar**

Se calculó la desviación estándar de los caudales de máxima crecida desde el año 1964 al año 1980 como se indica en la tabla N°18.

Tabla N° 18.Desviacion estándar de los caudales de máxima crecida

AÑO	Q min. (m3/s)	Q med. (m3/s)	Q máx. (m3/s)	Q mc. (m3/s)	(Xi-x)	(Xi-x)^2
1964	1,02	5,95	47,42	67,38	1,66	2,77
1965	0,87	5,54	22,48	44,06	-21,66	468,97
1966	1,23	5,2	37,83	50,78	-14,94	223,07
1967	2,14	6,6	49,62	70,14	4,42	19,58
1968	1,54	4,89	44,85	66,14	0,42	0,18
1969	1,45	5,57	38,87	51,77	-13,95	194,48
1970	1,01	9,27	46,23	68,79	3,07	9,45
1971	0,96	6,73	38,22	61,73	-3,99	15,89
1972	2,5	7,48	45,67	92,75	27,03	730,86
1973	0,31	4,96	41,62	68,79	3,07	9,45
1975	3,49	9,58	49,47	74,31	8,59	73,86
1976	0,74	7,28	77,06	101,33	35,61	1268,38
1977	0,38	4,57	41,84	65,4	-0,32	0,10
1978	0,43	5,37	30,52	51,05	-14,67	215,08
1979	0,33	2,11	23,11	64,19	-1,53	2,33
1980	0,33	4,32	27,45	52,84	-12,88	165,78
		Media	41,39	65,72	Suma:	3400,23
					σ :	15,06

Fuente: Calculado por C. Salguero

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{3400,23}{16 - 1}}$$

$$\sigma = 15,06$$

- **Criterio Chauvenet**

Coefficiente de Chauvenet

Se escogió el coeficiente de Chauvenet en base al número de datos, se consideraron los caudales desde el año 1964 hasta el año 1980, que es un periodo de 16 años, por lo tanto, el kn = 2.15 como se puede ver en la Tabla N°19.

Tabla N° 19. Coeficientes de Chauvenet

n	k(n)	n	k(n)	n	k(n)
2	1,15	11	2,00	20	2,24
3	1,38	12	2,04	25	2,33
4	1,54	13	2,07	30	2,40
5	1,65	14	2,10	40	2,48
6	1,73	15	2,13	50	2,57
7	1,8	16	2,15	100	2,81
8	1,86	17	2,18	300	3,14
9	1,92	18	2,20	500	3,29
10	1,96	19	2,22	1000	3,48

Fuente: Artículo sobre desarrollo de un sensor móvil para la medición de ruido ambiental[53]

Se verificó que se cumpla la siguiente relación:

$$r = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\sigma} \leq k_n$$

Tabla N° 20. Criterio de Chauvenet de los caudales de máxima crecida

Q min. (m3/s)	Q med. (m3/s)	Q máx. (m3/s)	Q mc. (m3/s)	(Xi-x)	(Xi-x) ²	Xi-x /σ	Verificación
1,02	5,95	47,42	67,38	1,66	2,77	0,11	Bien
0,87	5,54	22,48	44,06	-21,66	468,97	1,44	Bien
1,23	5,2	37,83	50,78	-14,94	223,07	0,99	Bien
2,14	6,6	49,62	70,14	4,42	19,58	0,29	Bien
1,54	4,89	44,85	66,14	0,42	0,18	0,03	Bien
1,45	5,57	38,87	51,77	-13,95	194,48	0,93	Bien
1,01	9,27	46,23	68,79	3,07	9,45	0,20	Bien
0,96	6,73	38,22	61,73	-3,99	15,89	0,26	Bien
2,5	7,48	45,67	92,75	27,03	730,86	1,80	Bien
0,31	4,96	41,62	68,79	3,07	9,45	0,20	Bien
3,49	9,58	49,47	74,31	8,59	73,86	0,57	Bien
0,74	7,28	77,06	101,33	35,61	1268,38	2,37	Excluir
0,38	4,57	41,84	65,4	-0,32	0,10	0,02	Bien
0,43	5,37	30,52	51,05	-14,67	215,08	0,97	Bien
0,33	2,11	23,11	64,19	-1,53	2,33	0,10	Bien
0,33	4,32	27,45	52,84	-12,88	165,78	0,86	Bien

Fuente: Calculado por C. Salguero

No todos los caudales cumplieron con la verificación del Criterio de Chauvenet. En la tabla N°21 se observan solo los caudales de máxima crecida aprobados.

Tabla N° 21.Caudales de máxima crecida aceptados

No.	AÑO	Q mc. (m3/s)
1	1964	67,38
2	1965	44,06
3	1966	50,78
4	1967	70,14
5	1968	66,14
6	1969	51,77
7	1970	68,79
8	1971	61,73
9	1972	92,75
10	1973	68,79
11	1975	74,31
12	1977	65,4
13	1978	51,05
14	1979	64,19
15	1980	52,84

Fuente: Calculado por C. Salguero

- **Probabilidad empírica**

Se calculó la probabilidad empírica para los caudales de máxima crecida como se puede ver en las tablas N°22 y N°23.

Datos

n= 15 y **m=** cada dato

Tabla N° 22.Probabilidad empírica desde 1964 a 1968

No.	AÑO	Q mc. (m3/s)	(Xi-x)	(Xi-x)^2	Qor.	Probabilidad empírica	
						Decimal	(%)
1	1964	67,38	4,04	16,31	92,75	0,06	6,25
2	1965	44,06	-19,28	371,77	74,31	0,13	12,50
3	1966	50,78	-12,56	157,79	70,14	0,19	18,75
4	1967	70,14	6,80	46,22	68,79	0,25	25,00
5	1968	66,14	2,80	7,83	68,79	0,31	31,25

Fuente: Calculado por C. Salguero

Tabla N° 23. Probabilidad empírica desde 1968 a 1980

No.	AÑO	Q mc. (m3/s)	(Xi-x)	(Xi-x)^2	Qor.	Probabilidad empírica	
						Decimal	(%)
5	1968	66,14	2,80	7,83	68,79	0,31	31,25
6	1969	51,77	-11,57	133,90	67,38	0,38	37,50
7	1970	68,79	5,45	29,69	66,14	0,44	43,75
8	1971	61,73	-1,61	2,60	65,40	0,50	50,00
9	1972	92,75	29,41	864,87	64,19	0,56	56,25
10	1973	68,79	5,45	29,69	61,73	0,63	62,50
11	1975	74,31	10,97	120,31	52,84	0,69	68,75
12	1977	65,4	2,06	4,24	51,77	0,75	75,00
13	1978	51,05	-12,29	151,08	51,05	0,81	81,25
14	1979	64,19	0,85	0,72	50,78	0,88	87,50
15	1980	52,84	-10,50	110,28	44,06	0,94	93,75
	\bar{x} :	63,34	Suma:	2047,28			
			σ :	12,09			

Fuente: Calculado por C. Salguero

$$P_e = \frac{m}{n + 1} \times 100$$

$$P_e = \frac{1}{15 + 1} \times 100$$

$$P_e = 6,25 \%$$

- **Probabilidad teórica**

Se calculó los periodos de retorno y la probabilidad teórica como se muestra en las tablas N°24 y N°25.

Tabla N° 24. Probabilidad teórica desde Tr= 261,20 años a 125 años

Tr (años)	Probabilidad	
	Decimal	(%)
261,20	0,0038	0,38
10000,00	0,0001	0,01
1000,00	0,0010	0,10
200,00	0,0050	0,50
140	0,007143	0,71
125	0,008	0,80

Fuente: Calculado por C. Salguero

Tabla N° 25. Probabilidad teórica desde Tr= 125 años a 1 año

Tr (años)	Probabilidad	
	Decimal	(%)
125	0,008	0,80
100,00	0,0100	1,00
71	0,014085	1,41
50,00	0,0200	2,00
35	0,028571	2,86
30	0,033333	3,33
25,00	0,0400	4,00
20,00	0,0500	5,00
10,00	0,1000	10,00
5,00	0,2000	20,00
4,00	0,2500	25,00
3,00	0,3333	33,33
2,50	0,4000	40,00
2,00	0,5000	50,00
1,67	0,6000	60,00
1,43	0,7	70,00
1,25	0,8	80,00
1,11	0,9000	90,00
1,05	0,9500	95,00
1,01	0,9900	99,00
1,00	0,9990	99,90

Fuente: Calculado por C. Salguero

- **Método de Gumbel**

Según Ven T Chow

$$Q_T = \bar{x} + \sigma * \frac{(y - \bar{y}_n)}{\sigma_n}$$

Se determinaron los coeficientes de Gumbel en base a la tabla N°26 y el número de caudales de máxima crecida, como son 15 datos, se emplearon: $y_n = 0,51284$ & $\sigma_n = 1.02057$.

Tabla N° 26. Coeficientes de Gumbel.

N° datos	yn	σn	N° datos	yn	σn	N° datos	yn	σn
1	0,36651	0	35	0,54034	1,12847	69	0,55453	1,1844
2	0,40434	0,49838	36	0,54105	1,13126	70	0,55477	1,18535
3	0,42859	0,64348	37	0,54174	1,13394	71	0,555	1,18629
4	0,4458	0,73147	38	0,54239	1,1365	72	0,55523	1,1872
5	0,45879	0,79278	39	0,54302	1,13896	73	0,55546	1,18809
6	0,46903	0,83877	40	0,54362	1,14131	74	0,55567	1,18896
7	0,47735	0,87493	41	0,5442	1,14358	75	0,55589	1,18982
8	0,48428	0,90432	42	0,54475	1,14576	76	0,5561	1,19065
9	0,49015	0,92882	43	0,54529	1,14787	77	0,5563	1,19147
10	0,49521	0,94963	44	0,5458	1,14989	78	0,5565	1,19227
11	0,49961	0,96758	45	0,5463	1,15184	79	0,55669	1,19306
12	0,5035	0,98327	46	0,54678	1,15373	80	0,55689	1,19382
13	0,50695	0,99713	47	0,54724	1,15555	81	0,55707	1,19458
14	0,51004	1,00948	48	0,54769	1,15731	82	0,55726	1,19531
15	0,51284	1,02057	49	0,54812	1,15901	83	0,55744	1,19604
16	0,51537	1,0306	50	0,54854	1,16066	84	0,55761	1,19675
17	0,51768	1,03973	51	0,54895	1,16226	85	0,55779	1,19744
18	0,5198	1,04808	52	0,54934	1,1638	86	0,55796	1,19813
19	0,52175	1,05575	53	0,54972	1,1653	87	0,55812	1,1988
20	0,52355	1,06282	54	0,55009	1,16676	88	0,55828	1,19945
21	0,52522	1,06938	55	0,55044	1,16817	89	0,55844	1,2001
22	0,52678	1,07547	56	0,55079	1,16955	90	0,5586	1,20073
23	0,52823	1,08115	57	0,55113	1,17088	91	0,55876	1,20135
24	0,52959	1,08646	58	0,55146	1,17218	92	0,55891	1,20196
25	0,53086	1,09145	59	0,55177	1,17344	93	0,55905	1,20256
26	0,53206	1,09613	60	0,55208	1,17467	94	0,5592	1,20315
27	0,53319	1,10054	61	0,55238	1,17586	95	0,55934	1,20373
28	0,53426	1,1047	62	0,55268	1,17702	96	0,55948	1,2043
29	0,53527	1,10864	63	0,55296	1,17816	97	0,55962	1,20486
30	0,53622	1,11237	64	0,55324	1,17926	98	0,55976	1,20541
31	0,53713	1,11592	65	0,55351	1,18034	99	0,55989	1,20596
32	0,53799	1,11929	66	0,55378	1,18139	100	0,56002	1,20649
33	0,53881	1,12249	67	0,55403	1,18242	101	0,56015	1,20701
34	0,53959	1,12555	68	0,55429	1,18342			

Fuente: Tesis de A. Ruiz[26]

En la tabla N°27 se muestran los caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno.

Tabla N° 27.Caudales para diferentes periodos de retorno

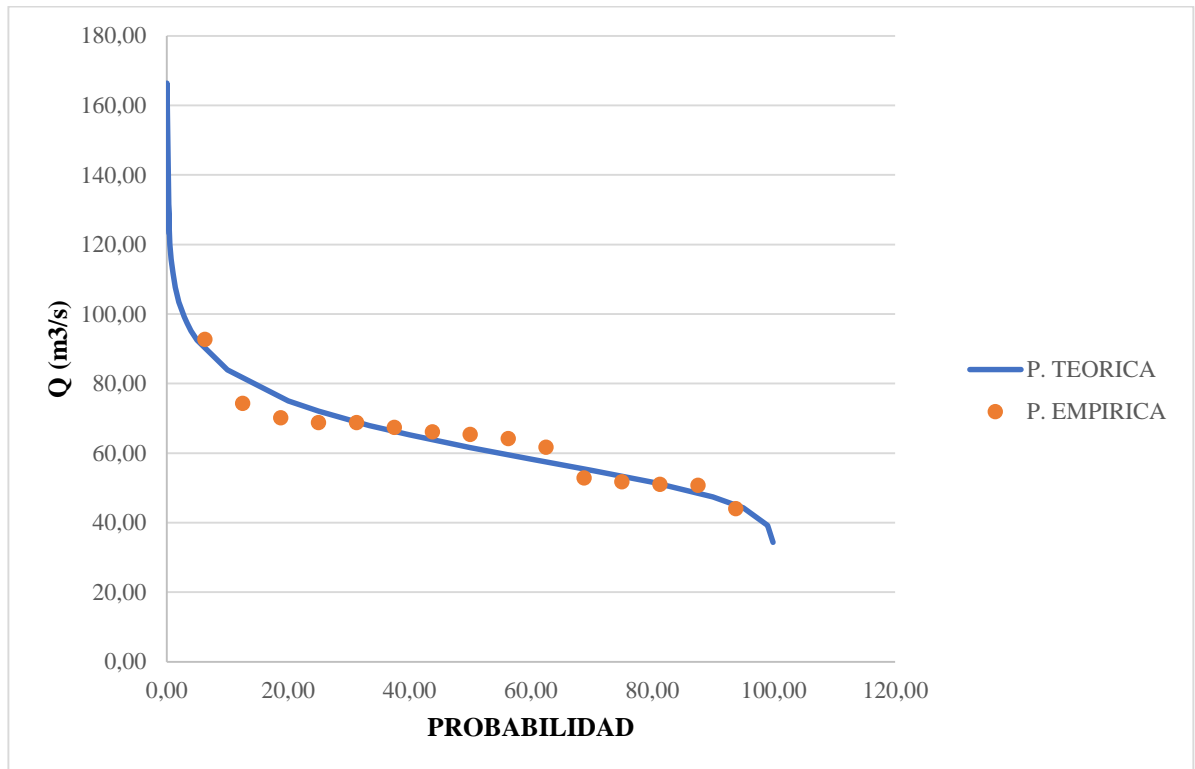
Tr (años)	Probabilidad		yi	QTr (m3/s)
	Decimal	(%)		
261,20	0,0038	0,38	5,56	123,19
10000,00	0,0001	0,01	9,21	166,40
1000,00	0,0010	0,10	6,91	139,11
200,00	0,0050	0,50	5,30	120,01
140	0,007143	0,71	4,94	115,78
125	0,008	0,80	4,82	114,43
100,00	0,0100	1,00	4,60	111,77
71	0,014085	1,41	4,26	107,69
50,00	0,0200	2,00	3,90	103,50
35	0,028571	2,86	3,54	99,22
30	0,033333	3,33	3,38	97,37
25,00	0,0400	4,00	3,20	95,16
20,00	0,0500	5,00	2,97	92,46
10,00	0,1000	10,00	2,25	83,93
5,00	0,2000	20,00	1,50	75,04
4,00	0,2500	25,00	1,25	72,03
3,00	0,3333	33,33	0,90	67,96
2,50	0,4000	40,00	0,67	65,22
2,00	0,5000	50,00	0,37	61,61
1,67	0,6000	60,00	0,09	58,30
1,43	0,7	70,00	-0,19	55,07
1,25	0,8	80,00	-0,48	51,63
1,11	0,9000	90,00	-0,83	47,38
1,05	0,9500	95,00	-1,10	44,26
1,01	0,9900	99,00	-1,53	39,17
1,00	0,9990	99,90	-1,93	34,36

Fuente: Calculado por C. Salguero

3.2.3 Gráficas de las curvas teóricas

Se graficó los caudales para los diferentes periodos de retorno vs las probabilidades empíricas y teóricas como se muestra en la gráfica N°2.

Gráfica N°2. Caudales vs probabilidades



Fuente: Calculado por C. Salguero

3.2.4 Riesgo, vida útil de la estructura y periodo de retorno

- **Riesgo y vida útil de la estructura**

En base a la tabla N°28 de la norma NEVI-12, se determinó el porcentaje de riesgo admisible y la vida útil de las estructuras hidráulicas(n). Para este proyecto se escogió un riesgo admisible del 25%, ya que a lo largo del tramo en análisis del río se encuentran obras como: los puentes de la Avenida Indoamérica y el Sector del Socavón. También, se tomó un valor de vida útil de 40 años, ya que se consideró la vida útil de los puentes.

Tabla N° 28. Valores máximos recomendado de riesgo admisible, vida útil de las estructuras y periodo de retorno.

Tipo de Obra	Riesgo (%)	n (años)	Tr (años)
Puentes	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de aguade cunetas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Sub drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140
Planta de Tratamiento	25	35	122
Planta de Tratamiento + Puentes	25	75	261

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje[24]

- **Periodo de retorno**

Cálculo del periodo de retorno

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - \text{Riesgo})^{1/n}}$$

$$T_r = \frac{1}{1 - (1 - 0.25)^{1/40}}$$

$$T_r = 140 \text{ años}$$

3.2.5 Modelo numérico HEC-RAS

- **Parámetros del Modelo**

La modelación del Río Ambato se realizó en el programa HEC-RAS, pero primero los datos del terreno fueron determinados en base a los modelos DTM y a las ortofotos en ArcGIS. Luego esta información fue exportada de ArcGIS a HEC-RAS mediante la herramienta HEC-GeoRAS. Una vez en el programa se observó que se cargaran de forma correcta: la topografía de la zona, el eje, los bordes, los bancos de inundación y las secciones transversales cada 20 m. Posteriormente, se seleccionó la opción RAS Mapper donde se estableció el DATUM WGS84, la zona del proyecto 17S, se volvió a cargar el terreno y se activó en mapa satelital de la zona como se muestra en la figura N°29.

Figura N° 29.Datos del Rio Ambato exportados de ArcGIS a HEC-RAS



Fuente: Captura en el programa HEC-RAS por C. Salguero

Después en el programa HEC-RAS se ingresaron los datos topográficos e hidrométricos de la zona de estudio. Dentro de los datos topográficos se ingresaron: los coeficientes de Manning, los coeficientes de contracción y expansión de flujo y en los datos hidrométricos se registraron: los caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno.

- **Coeficientes de Manning (n')**

Los coeficientes de Manning (n') para el eje y los bordes del Río se escogieron en base a las visitas de campo a la zona de estudio donde se observó las características del suelo y la topografía de la zona y a las tablas N°4 y N°5 proporcionadas por el Manual de HEC-RAS 5.0.7.

Desde la tabla N°29 a la tabla N°42, se observan los coeficientes de Manning desde el km 8+00 al km 12+00 km para el borde izquierdo n#1, el eje n#2, y para el borde derecho n#3.

Tabla N° 29. Valores del coeficiente Manning 'n

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
8000	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8020	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8040	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8060	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8080	0.035	0.05	0.06	Hierba alta	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8100	0.035	0.05	0.06	Hierba alta	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8120	0.035	0.05	0.06	Hierba alta	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8140	0.06	0.05	0.06	Hierba alta	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8160	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8180	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8200	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8220	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8240	0.07	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba corta
8260	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8280	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8300	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8320	0.06	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba corta

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 30. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
8340	0.06	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba corta
8360	0.06	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba corta
8380	0.06	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba corta
8400	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8420	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8440	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8460	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8480	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8500	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8520	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8540	0.06	0.05	0.03	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8560	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8580	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8600	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8620	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8640	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8660	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 31. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
8680	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8700	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8720	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8740	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8760	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8780	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8800	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8820	0.06	0.05	0.035	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Hierba alta
8840	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8860	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8880	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8900	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8920	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8940	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8960	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
8980	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9000	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 32. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
9020	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9040	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9060	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9080	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9100	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9120	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9140	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9160	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9180	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9200	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9220	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9240	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9260	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9280	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9300	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9320	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9340	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 33. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
9360	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9380	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9400	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9420	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9440	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9460	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9480	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9500	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9520	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9540	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9560	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9580	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9600	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9620	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9640	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9660	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9680	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 34. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
9700	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9720	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9740	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9760	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9780	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9800	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9820	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9840	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9860	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9880	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9900	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9920	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9940	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9960	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
9980	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10000	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10020	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10040	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 35. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
10060	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10080	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10100	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10120	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10140	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10160	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10180	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10200	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10220	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10240	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10260	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10280	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10300	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10320	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10340	0.06	0.05	0.06	Árboles con brotes pesados	Fondo: guijarro con grandes rocas	Árboles con brotes pesados
10360	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10380	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 36. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
10400	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10420	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10440	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10460	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10480	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10500	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10520	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10540	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10560	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10580	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10600	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 37. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
10620	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10640	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10660	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10680	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10700	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10720	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10740	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10760	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10780	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10800	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10820	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 38. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
10840	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10860	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10880	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10900	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10920	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10940	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10960	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
10980	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11000	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11020	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11040	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 39. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
11060	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11080	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11100	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11120	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11140	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11160	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11180	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11200	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11220	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11240	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11260	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11280	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 40. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
11300	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11320	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11340	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11360	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11380	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11400	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11420	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11440	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11460	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11480	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11500	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11520	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 41. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
11540	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11560	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11580	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11600	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11620	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11640	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11660	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11680	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11700	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11720	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11740	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11760	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

Tabla N° 42. Valores del coeficiente Manning 'n'

Estación del Río	n#1	n#2	n#3	n#1	n#2	n#3
11780	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11800	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11820	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11840	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11860	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11880	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11900	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11920	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11940	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11960	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
11980	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros
12000	0.04	0.05	0.04	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros	Fondo: guijarro con grandes rocas	Zonas cultivadas: cultivos de campo maduros

Fuente:Hydraulic Reference Manual Version 5.0 5.0[41]

- **Coefficientes de contracción y expansión de flujo**

Los **coeficientes de contracción y expansión de flujo** se escogieron en base a la tabla N°43 proporcionada por el Manual de HEC-RAS 5.0.7, tomando los valores de 0.1 para contracción y de 0.5 para expansión.

Tabla N°43. Coeficientes de contracción y expansión de flujo subcrítico

	Contracción	Expansión
Sin pérdida de transición calculada	0.0	0.0
Transiciones graduales	0.1	0.3
Secciones de un puente típico	0.3	0.5
Transiciones abruptas	0.6	0.8

Fuente: Hydraulic Reference Manual Version 5.0[42]

- **Caudales de diseño**

El periodo de retorno (Tr) calculado en base a la norma NEVI-12 fue de 140 años, el cual permitió determinar los periodos de retorno desde $Tr = 1$ años a $Tr = 140$ años y sus respectivos caudales de diseño, pero se seleccionaron como datos de ingreso para el modelo matemático HEC-RAS, los caudales de diseño y los periodos de retorno de la tabla N°44. Estos periodos de retorno se escogieron porque se analizó el comportamiento del caudal dentro de 5, 10, 50, 25, 100 y 140 años y sus consecuencias para la población, cultivos y animales. Además, un $Tr = 140$ años, porque hay puentes en el tramo de estudio, considerados como las estructuras más críticas del estudio y para este tipo de estructuras la norma NEVI-12 recomienda ese valor.

Tabla N° 44. Caudales para diferentes periodos de retorno

Tr(años)	QTr (m³/s)
5	75.04
10	83.93
25	95.16
50	103.50
100	111.77
140	115.78

Fuente: Calculado por C. Salguero

- **Pendiente (S%)**

Las pendientes medidas en el perfil longitudinal se muestran en la tabla N°45.

Tabla N° 45. Pendientes en el perfil del río.

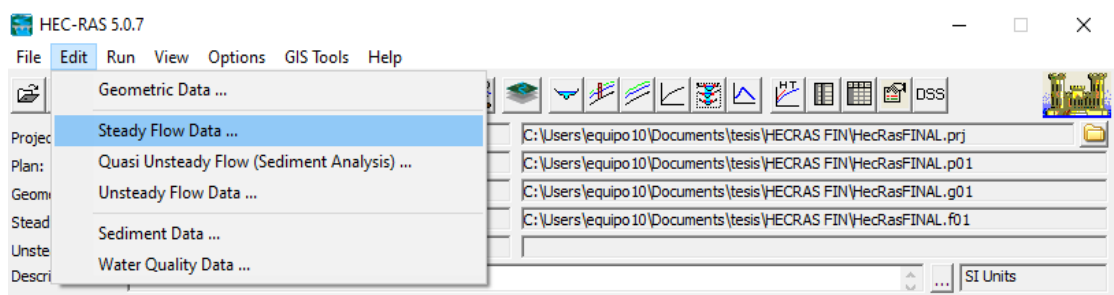
Aguas arriba	Aguas abajo
2.46%	1%

Fuente: Datos programa HEC-RAS[42]

- **Modelación en flujo continuo (Steady Flow)**

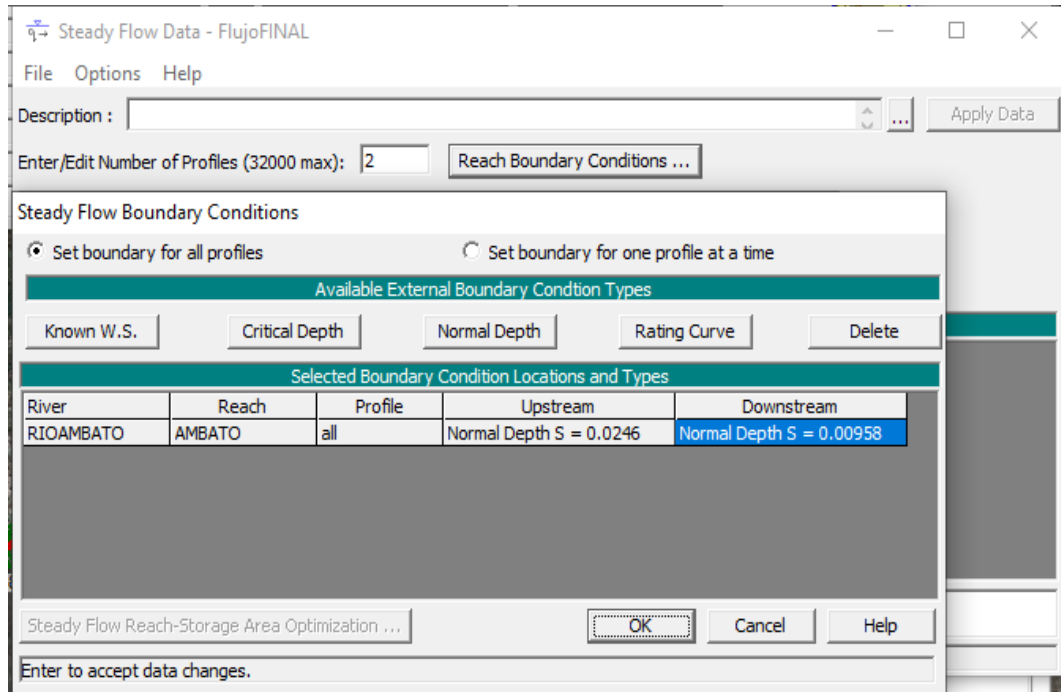
En la ventana principal de HEC-RAS se seleccionó la opción “datos de flujo continuo” (**Steady Flow Data**) como se puede ver en la figura N°30, después se abre un cuadro donde se escogió la opción “condiciones de contorno” (**Reach Boundary Conditions**), donde se registraron las pendientes aguas arriba y aguas debajo de la tabla N°45, medidas en el perfil longitudinal del Río Ambato como se observa en la figura N°31. Posteriormente se establece el número de caudales y periodos de retorno en la opción “Ingresar / editar número de perfiles” (**Enter/Edit Number of Profiles**) como se observa en la figura N°32, en este caso se ingresaron 6 diferentes periodos de retorno y caudales de diseño.

Figura N°30. Lista de opciones de la pestaña Editar (Edit)



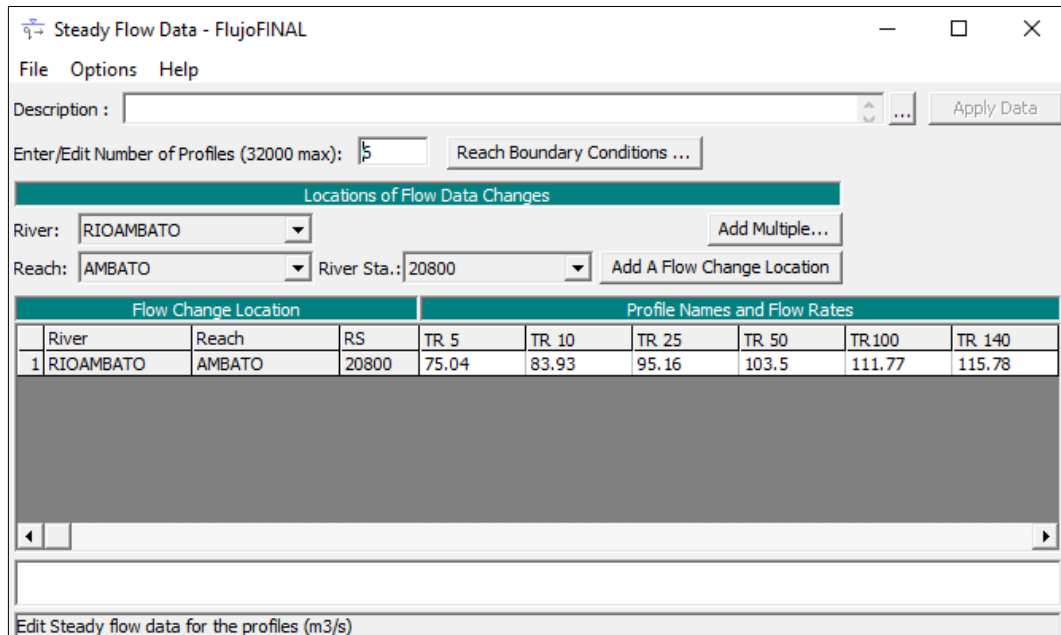
Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Figura N°31. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Figura N°32. Ventana de los datos del flujo constante



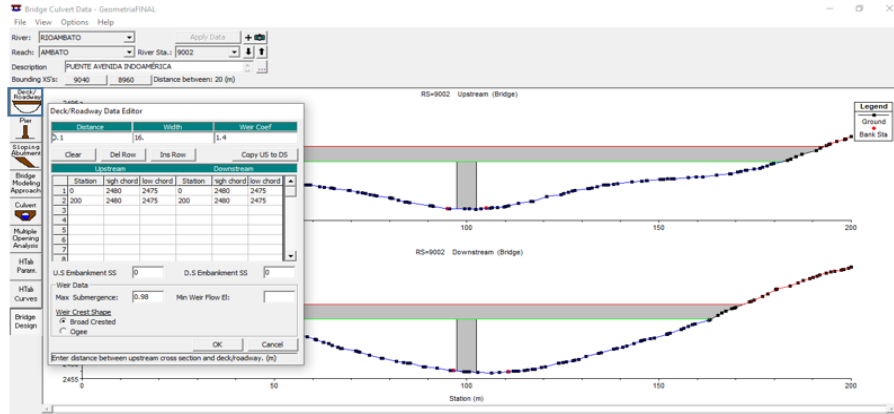
Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se guarda la modelación en flujo continuo (Steady Flow).

- **Modelación de la infraestructura existente**

Se ingresó los datos de los puentes del sector El Socavón y el de la Av. Indoamérica como se muestra en la figura N°33.

Figura N°33. Ventana de los datos del puente

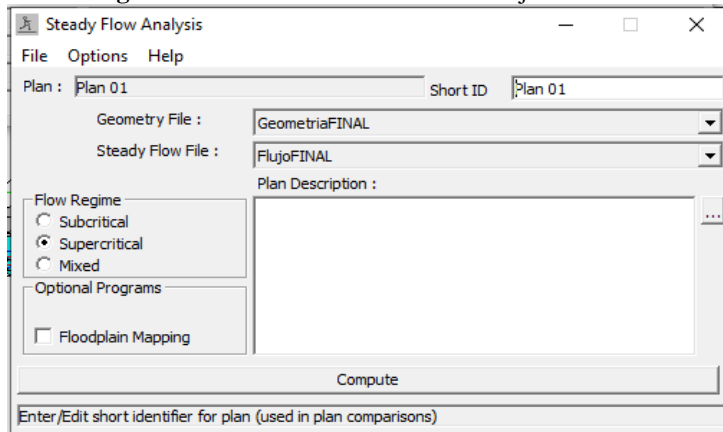


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

- **Calibración del modelo**

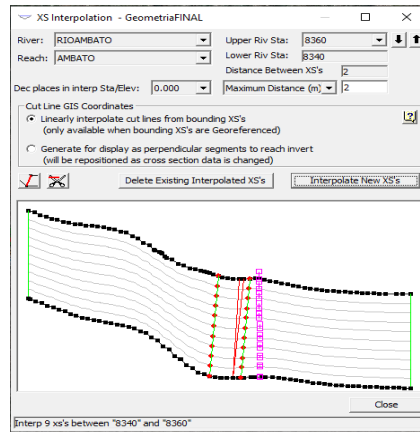
Se simuló la modelación del Río Ambato en flujo supercrítico como se muestra en la figura N°34. Luego, se observó en la opción RAS Mapper el comportamiento del flujo para los diferentes periodos de retorno, y se determinó que el flujo no seguía el curso natural del Río, como soluciones a este problema se interpolaron más secciones transversales (figura N°35 y N°36) y se ubicaron diques en las secciones transversales (figura N°37).

Figura N°34. Ventana de análisis del flujo constante



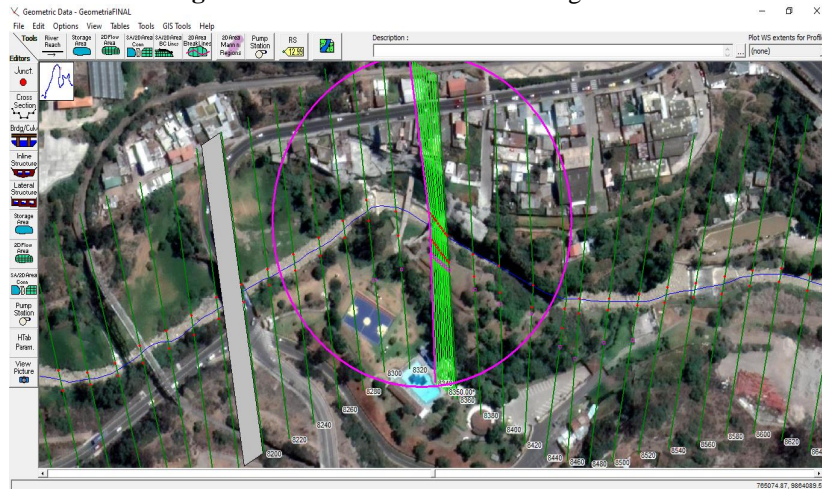
Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Figura N°35. Ventana para interpolación de secciones



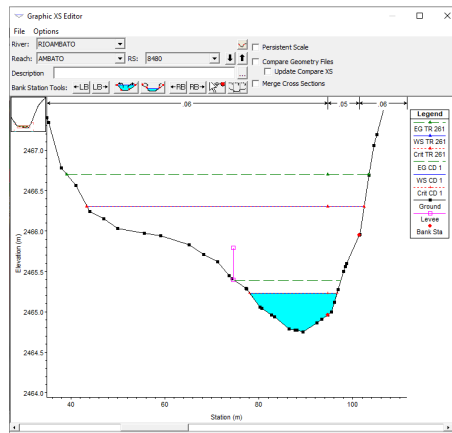
Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Figura N°36. Ventana de datos de la geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

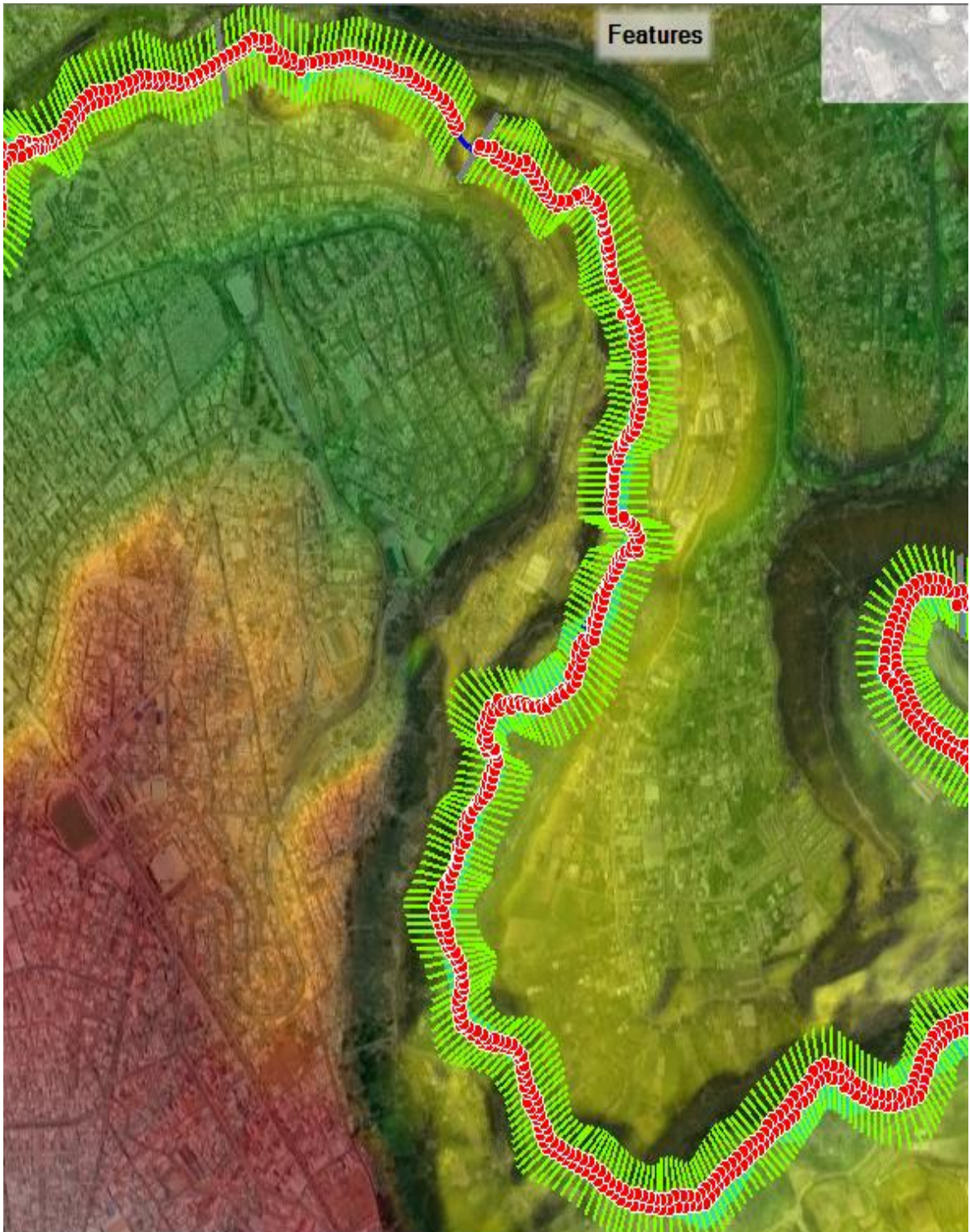
Figura N°37. En la sección transversal se observa el dique



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa que el flujo sigue el curso natural del Río Ambato en la figura N°38.

Figura N°38. Río siguiendo el curso de su flujo en la opción RAS Mapper



Fuente: Captura en RAS Mapper por C. Salguero

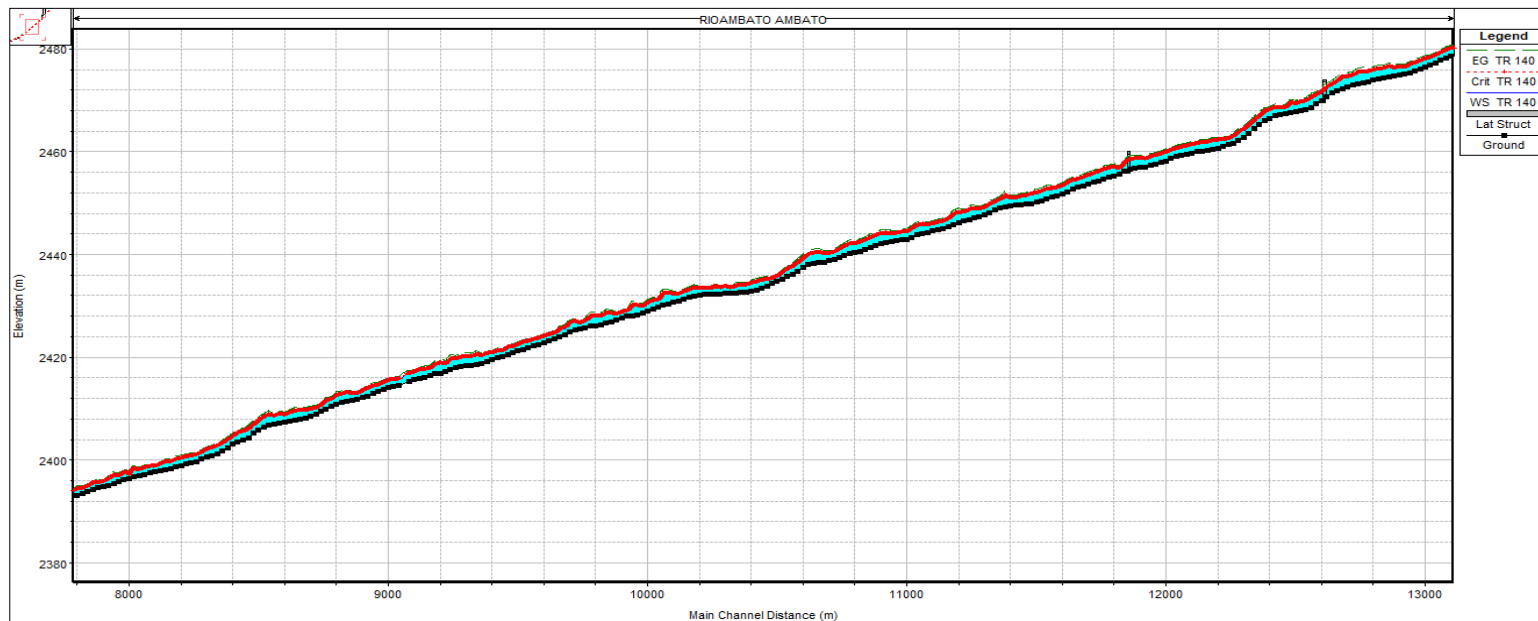
- **Análisis del resultado del modelo**

- **Perfil Longitudinal**

Se determinaron los perfiles longitudinales del Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00, comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector de Las Viñas para los diferentes periodos de retorno $Tr= 5,10, 25,50,100$ y 140 años y sus respectivos caudales como se puede ver en la tabla N°30. Se analizó el perfil longitudinal para el periodo de retorno más crítico, en este caso $Tr=140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s. Los demás perfiles longitudinales con sus respectivos periodos de retorno y caudales se encuentran en el anexo N°1.

$Tr=140$ años $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s

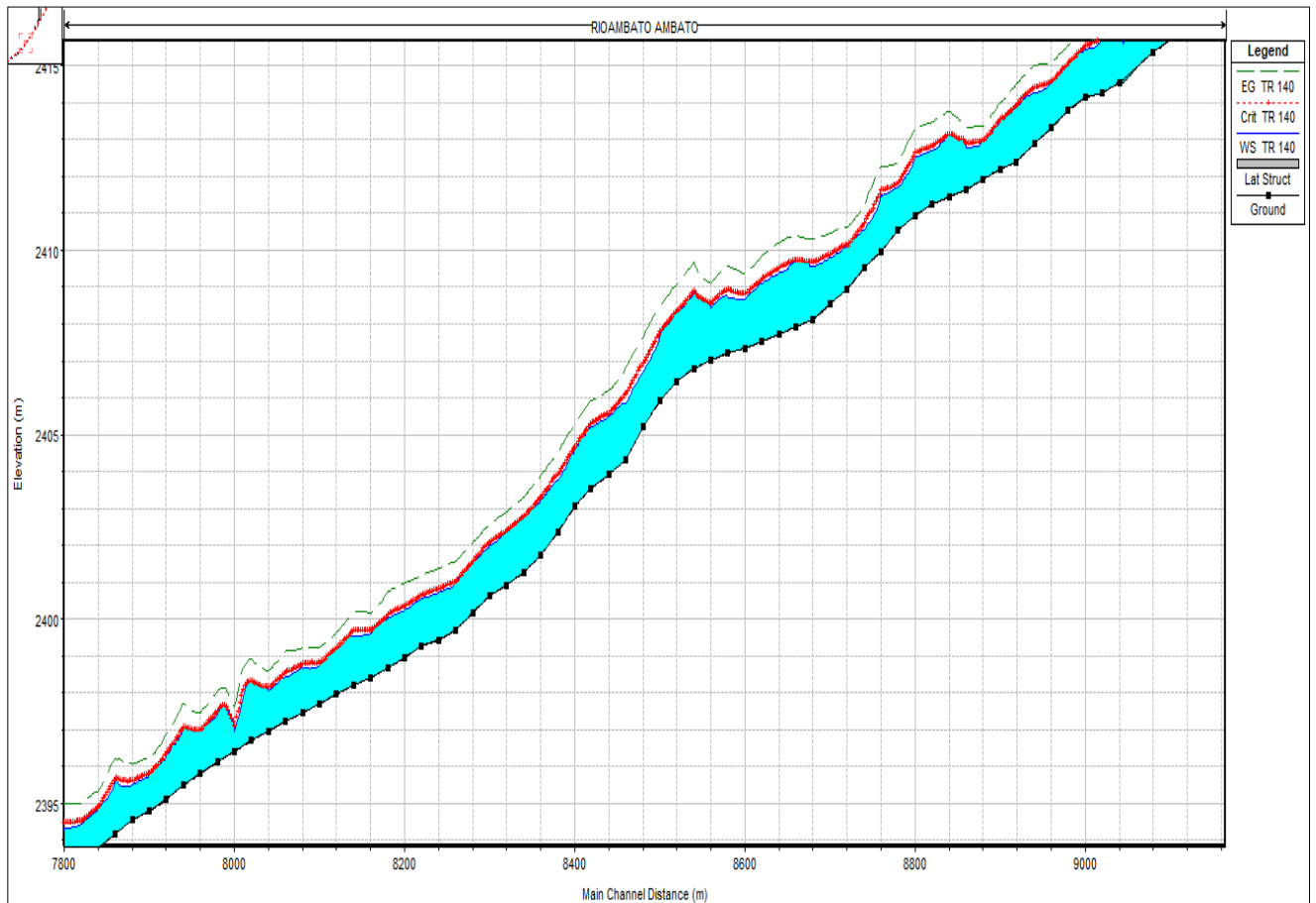
Figura N°39. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para $Tr = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del Km 8+000 al km 9+000

Figura N°40. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $T_r = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s

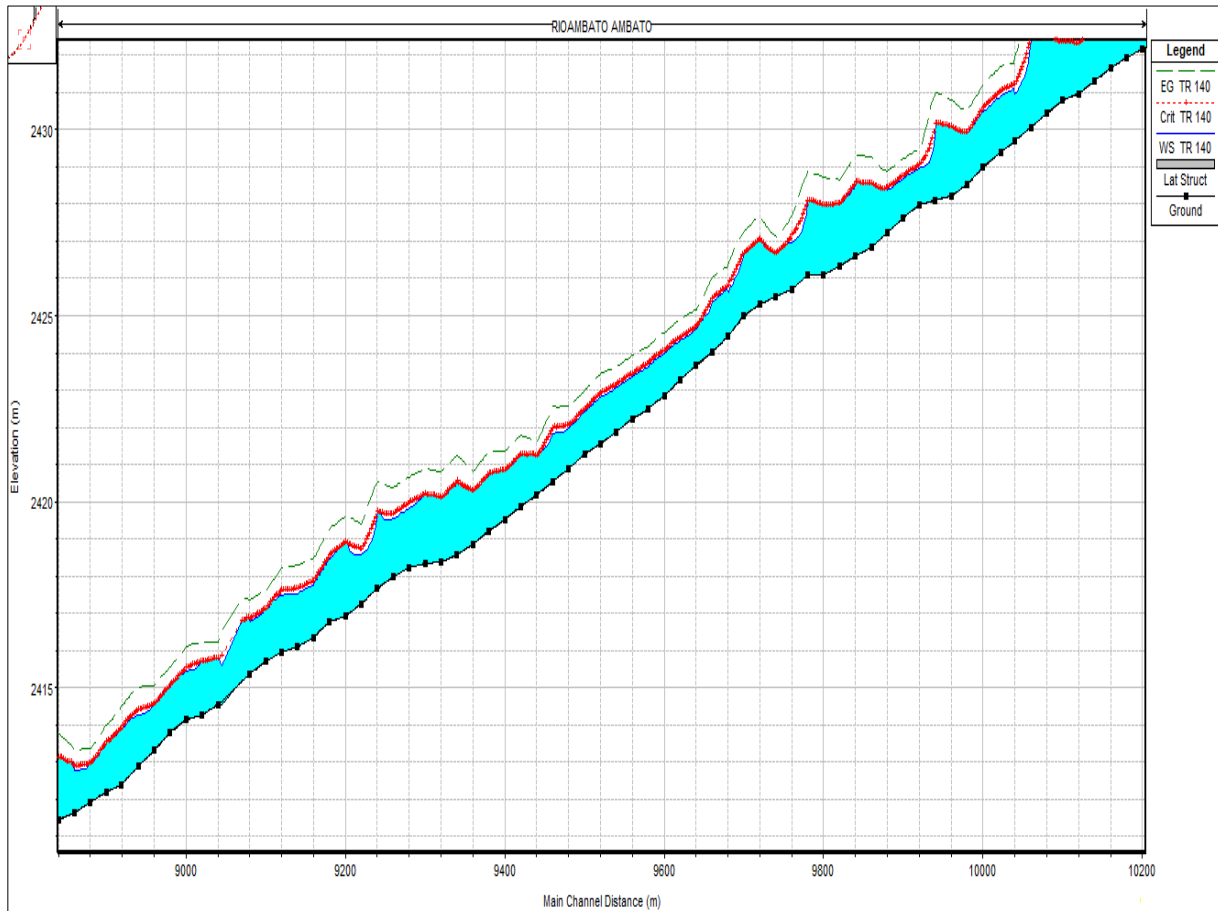


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°40 se observa la pendiente longitudinal desde el km 8+000 al km 9+000. En la trayectoria de la pendiente se presentan variaciones en el flujo con picos que suben y bajan. En el punto km 8+000 la altura de flujo en el río es muy pequeña 1 m debido a la presencia de una curva en el río, para salir de este lugar el agua del río se acelera. Luego empiezo a aumentar la altura del flujo con picos que suben y bajan debido a tramos casi rectos y con curvas hasta el km 8 + 540 donde la altura de flujo crece hasta 2 m, esto es debido a que el flujo se acumula por la presencia de un banco. Después la altura del flujo presenta picos que suben y bajan hasta el km 8+800 donde se vuelve a elevar la altura. Posteriormente se observa un tramo casi continuo con pequeños picos que bajan y suben hasta llegar al km 9+000 donde la altura del flujo se eleva a 1.4 m.

Del Km 9+000 al km 10+000 km

Figura N°41. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $T_r = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s

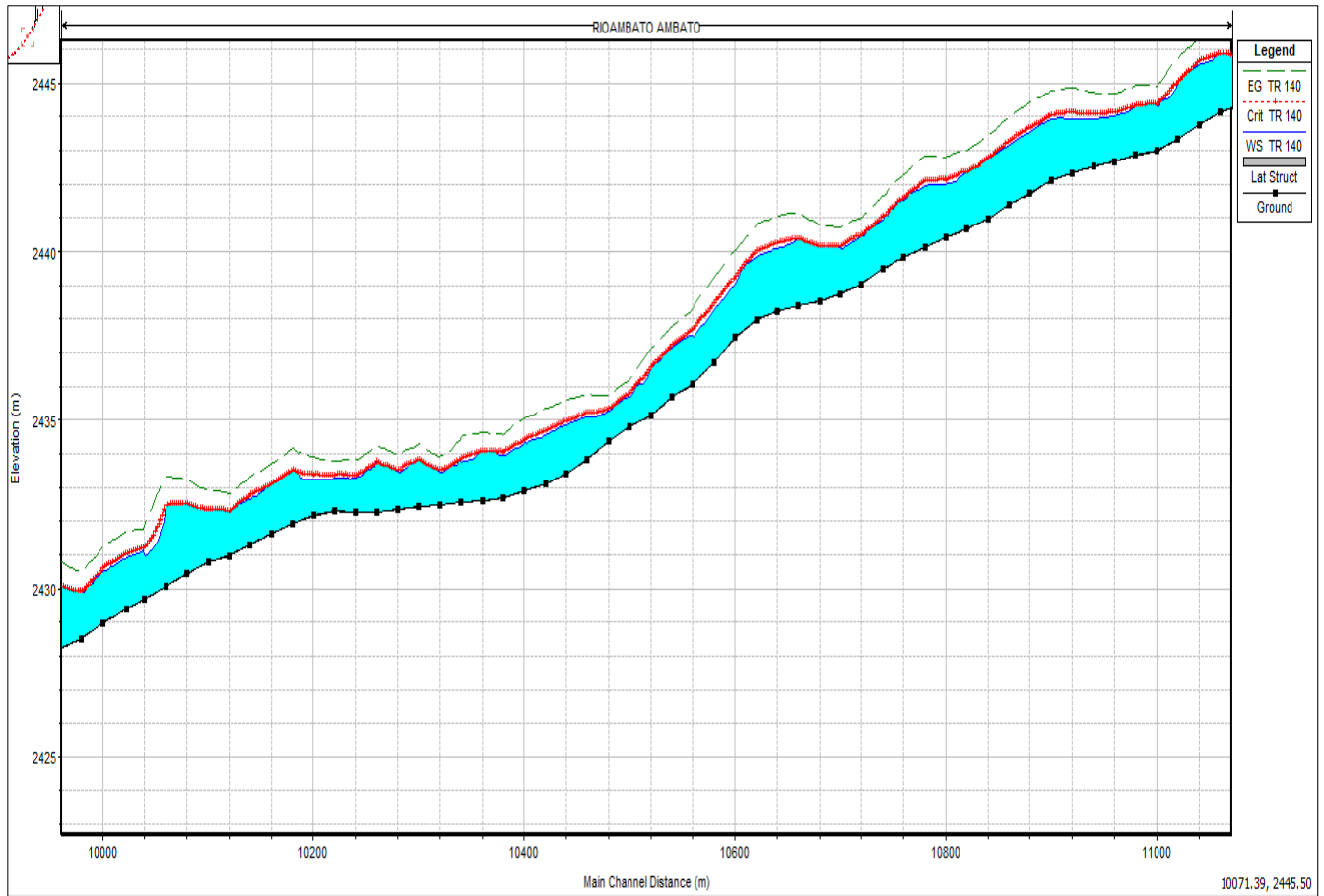


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°41 se observa el perfil longitudinal desde el km 9+000 al km 10+000, analizando un km 1+000. En el km 9+000 el flujo empieza con una altura de 1.4 m. Luego el flujo empieza a tener picos que suben y bajan con alturas grandes y pequeñas hasta el km 9 + 440 donde otra vez se reduce mucho la altura del flujo hasta 1 m y luego se eleva a 1.5 m en el km 9+450. Posteriormente la altura del flujo se mantiene uniforme hasta llegar al km 9+720 donde se eleva la altura del flujo a 2m. Después el flujo experimenta alturas con variaciones en los picos que suben y bajan de forma muy pronunciada hasta llegar al km 10+000 donde la altura de flujo es de 1.7 m.

Del km 10+000 al km 11+000

Figura N°42. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para $T_r = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s

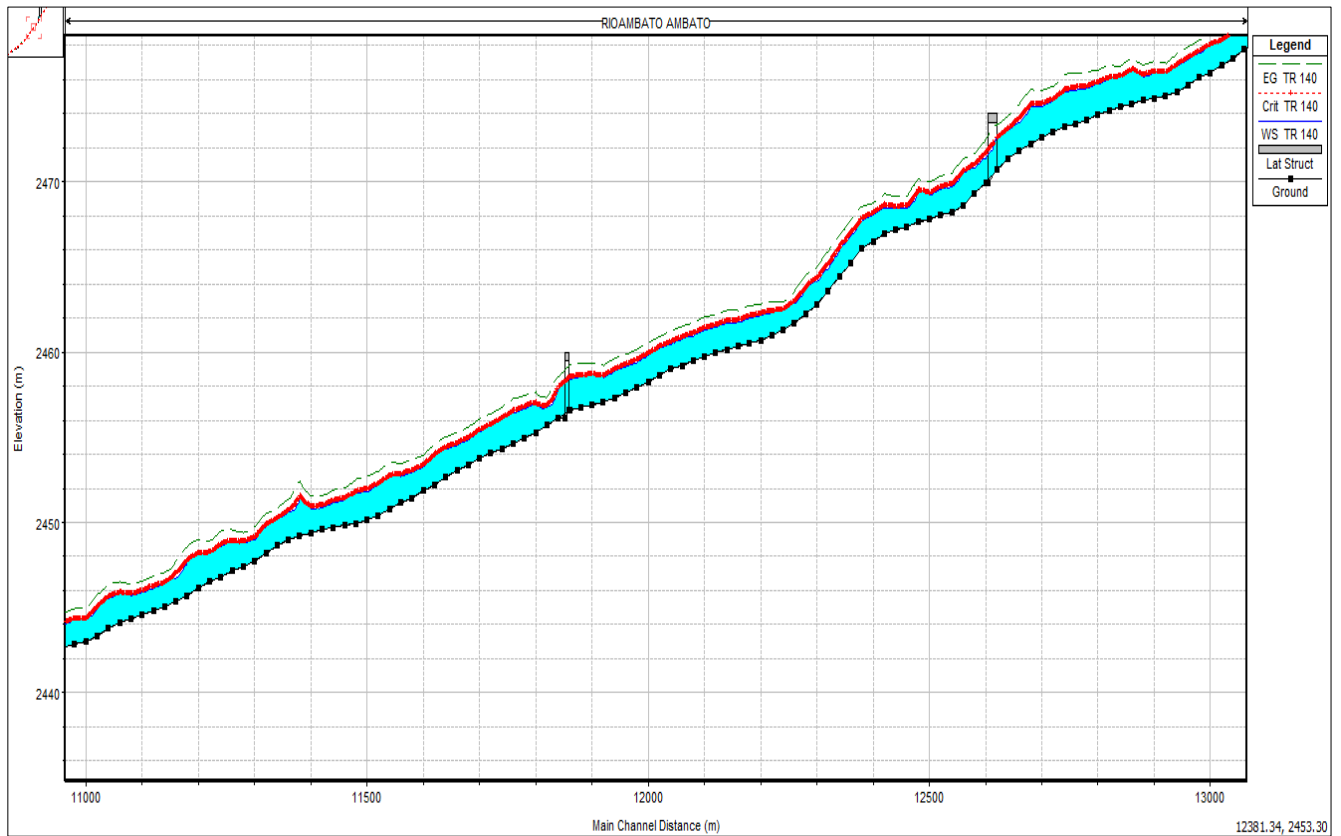


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°42 se muestra el perfil longitudinal del flujo desde el km 10+000 al km 11+000, analizando km 1+00 para un periodo de retorno de 140 años. En el km 10+000 la altura del flujo empieza en 1.7 m, luego el perfil y las alturas se mantienen casi continuos hasta llegar al km 10+040 donde la altura baja a 1m, después en el km 10+060 aumenta la altura a 2.4 m. Posteriormente se observan alturas con picos pequeños que suben y bajan hasta el km 10+600 donde el perfil y las alturas no varían mucho ya que el flujo circula por una parte del río, que vista en planta es casi recta hasta el km 10+610, esta altura es constante hasta el km 10+660. Después, se observan picos que suben y bajan hasta llegar al km 11+000 donde la altura se eleva a 2.4 m por la acumulación del flujo.

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°43. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78 \text{ m}^3/\text{s}$



Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°43 se observa el perfil longitudinal del km 11+000 al km 12+000, considerando 1 km para un periodo de retorno de 140 años. En el km 11+000 se tiene una altura de flujo de 2.4 m luego se observa alturas con picos pequeños hasta el km 11+390 donde la altura se eleva a 2.7 m. Posteriormente la zona por donde circula flujo del río es casi recta, donde se observa que el perfil y la altura son casi continuos hasta llegar al km 11+830 donde la altura baja a 0.5 después la altura es casi uniforme hasta llegar el km 12+000 en que la altura es de 1 m. Se determinó en el perfil longitudinal que cuando decrece la altura de flujo es por la presencia de curvas en el río y cuando se eleva esta altura es a causa de un obstáculo o banco que ocasiona un embalse. Además, Se observan dos puentes en el perfil, los cuales son: el puente del Sector Socavón y el puente de la Av. Indoamérica.

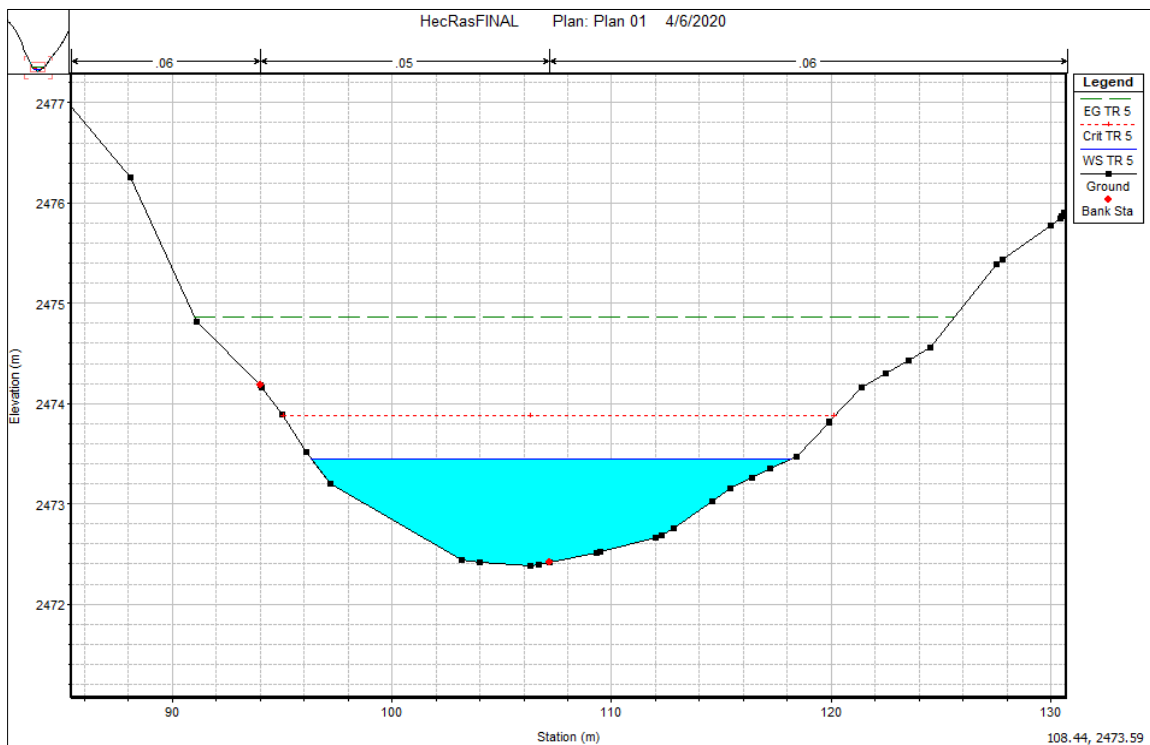
○ **Secciones transversales**

Se evaluó el comportamiento hidráulico del tramo desde el km 8+00 al km 12+00 del Río Ambato con los caudales calculados como se observa en la tabla N°46 para los diferentes periodos de retorno $Tr = 5, 10, 25, 50, 100$ y 140 años y sus respectivos caudales como se indica en la tabla N°30. Se analizaron dos secciones transversales por cada periodo de retorno.

Tr = 5 años **QTr = 75.04 m³/s**

Km 8+180

Figura N°44. Sección transversal km 8+180 para **Tr = 5 años** y **QTr = 75.04 m³/s**

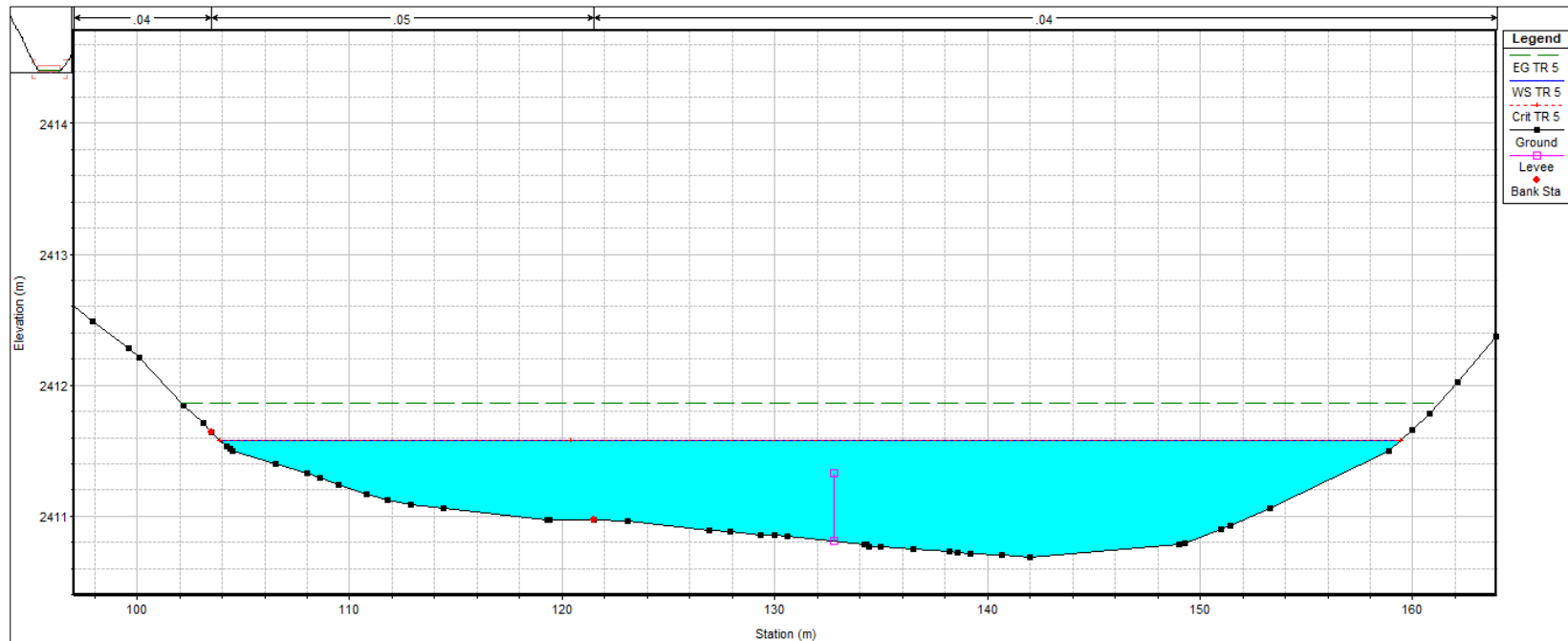


Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°44 indica una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr = 5$ años, se ubica en la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal tiene un valor de 1.10m, el calado crítico es igual a 1.50 m, el espejo de agua tiene un ancho de 22 m y está a 1.10 m desde la profundidad del río. Además, la línea de energía está a 1.40 m del espejo de agua. Se observa que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) se encuentra encima del calado normal (línea azul) determinando un flujo supercrítico.

Km 12+000

Figura N°45. Sección transversal km 12+000 para $T_r = 5$ años y $Q_{Tr} = 75.04$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

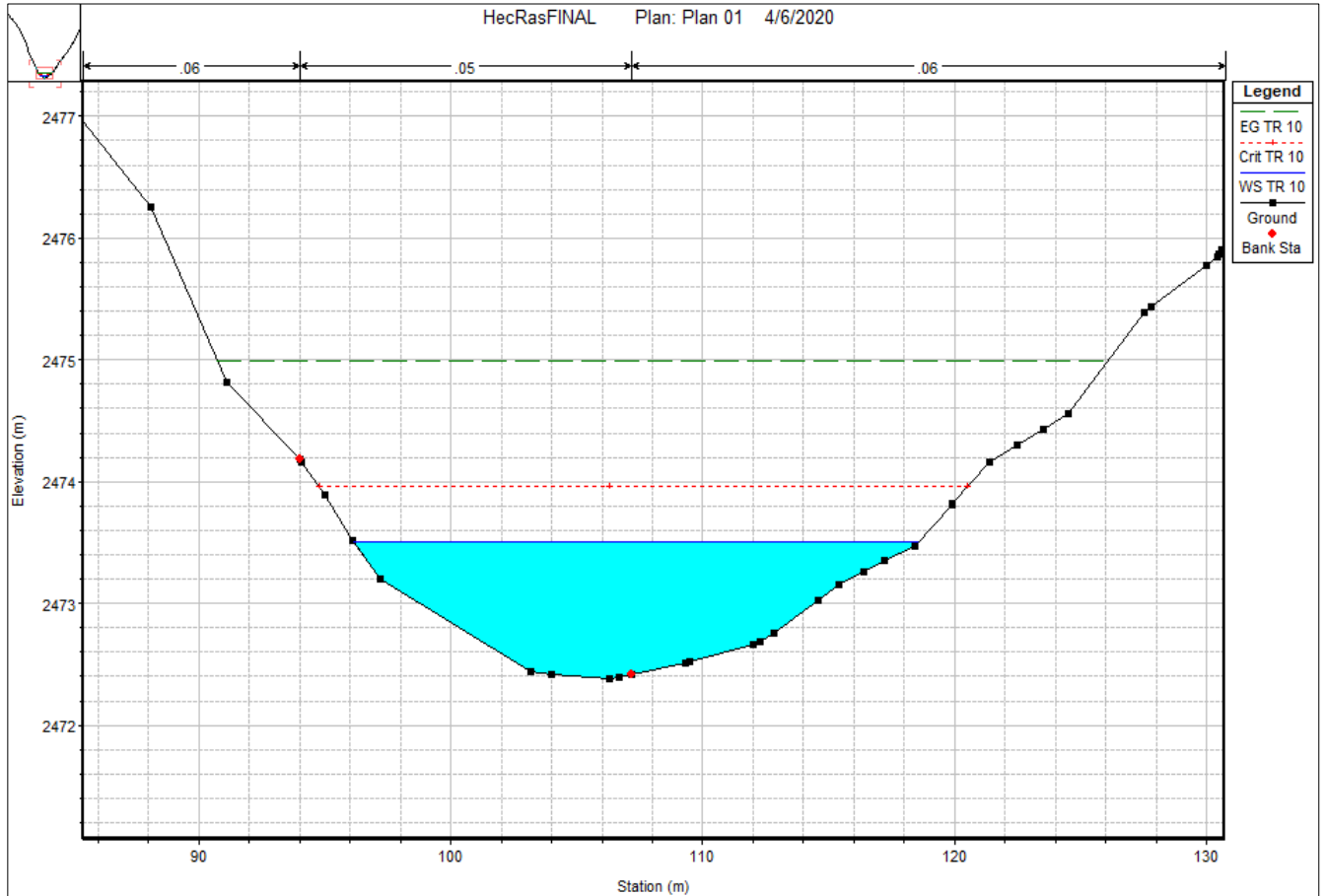
En la figura N°45 se muestra una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $T_r = 5$ años, la cual se sitúa en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. Esta sección transversal tiene ubicado un dique (levee) en la coordenada (133,2410.8), que divide el flujo en dos secciones. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$. El calado normal tiene un valor de 0.88 m, el calado crítico es igual a 0.91 m, el espejo de agua tiene un ancho de 54 m y está a 0.88 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.26 m del espejo de agua. Se determina que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) se encuentra sobre el calado normal (línea azul) estableciendo un flujo supercrítico.

Tr = 10 años

QTr = 83.93 m³/s

Km 8+180

Figura N°46. Sección transversal km 8+180 para **Tr = 10 años** y **QTr = 83.93 m³/s**

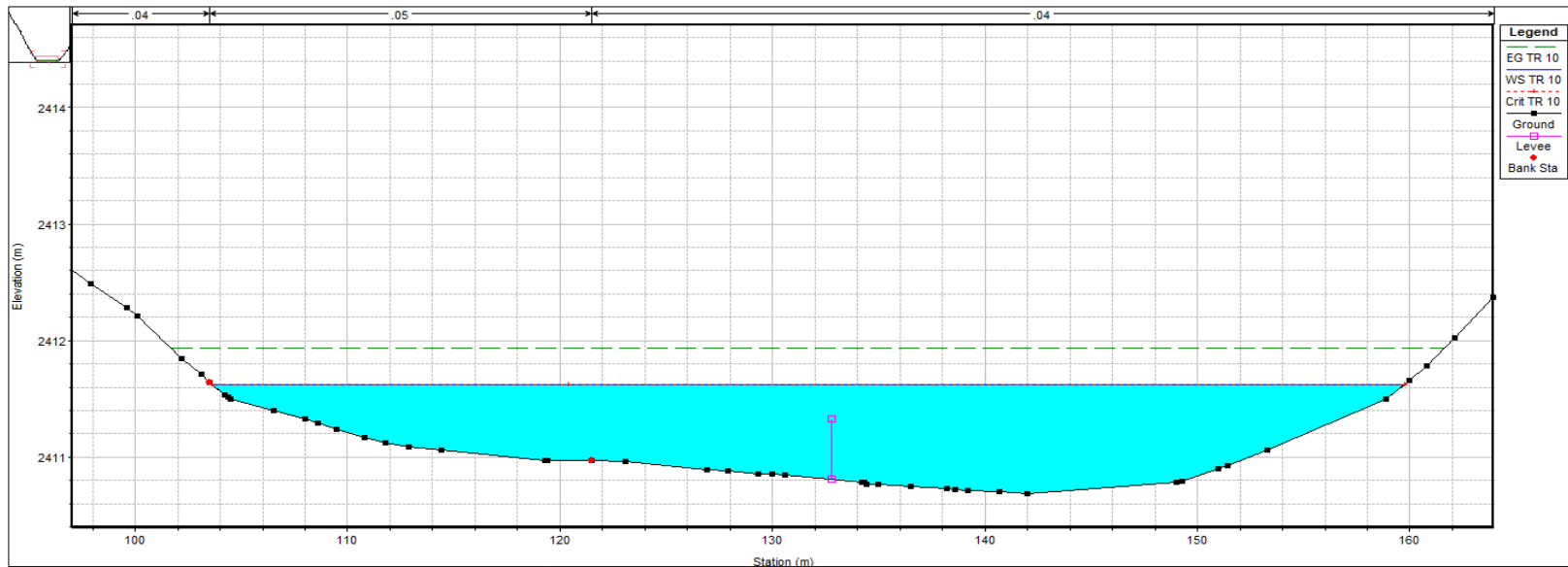


Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°46 muestra una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr = 10$ años, se ubica en la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal es igual a 1.10m, el calado crítico tiene un valor de 1.58 m, el espejo de agua tiene un ancho de 23 m y está a 1.10 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 1.50m del espejo de agua. Se observa que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) se encuentra encima del calado normal (línea azul) determinando un flujo supercrítico.

Km 12+000

Figura N°47. Sección transversal km 12+000 para $T_r = 10$ años y $Q_{Tr} = 83.93$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

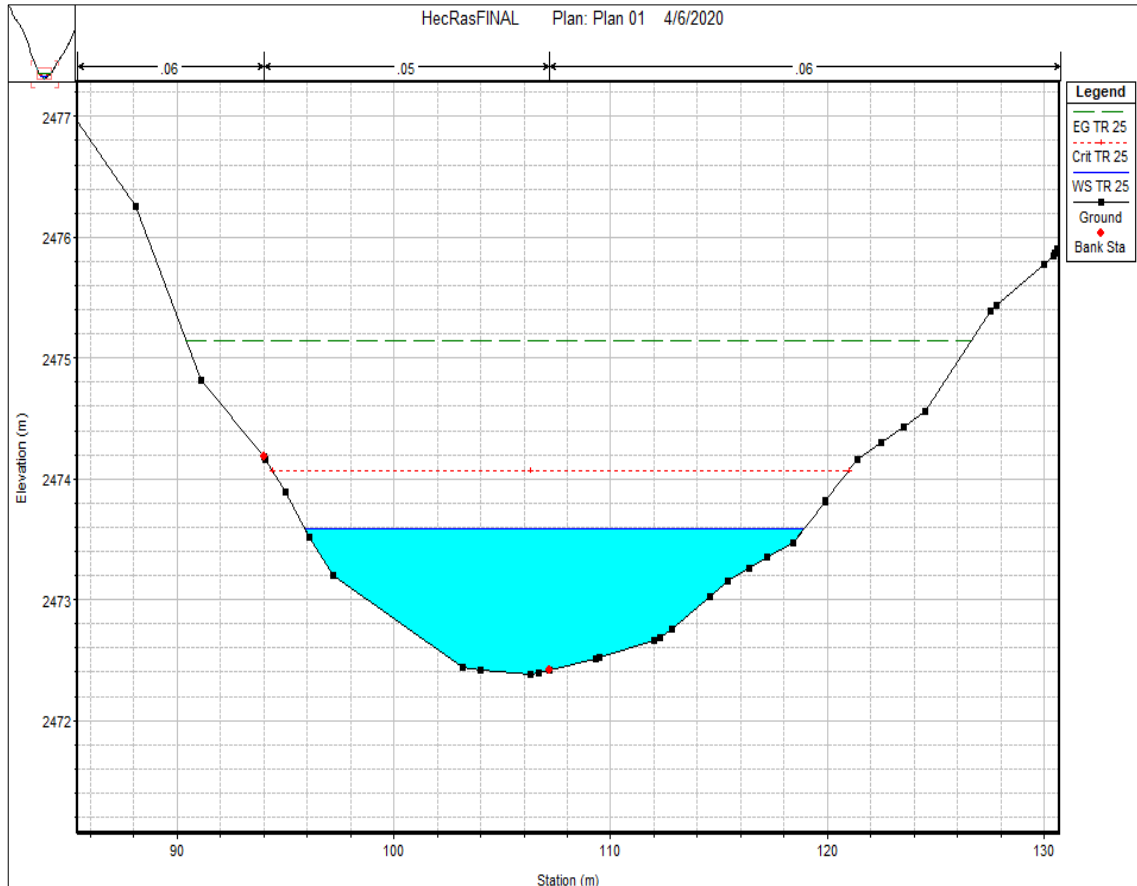
En la figura N°47 se observa una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $T_r=10$ años, la cual se encuentra en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. En la sección transversal se colocó un dique (levee) en la siguiente coordenada (133,2410.8), el cual divide el flujo en dos secciones, ya que el programa mostraba una sección muy grande. Se agregaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$. Dentro de sus características; el calado normal tiene un valor de 0.95 m, el calado crítico es igual a 0.98 m, el espejo de agua tiene un ancho de 55.6 m y está a 0.95 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.31 m del espejo de agua. El calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) verificando un flujo supercrítico en la sección.

Tr = 25 años

QTr = 95.16 m³/s

Km 8+180

Figura N°48. Sección transversal km 8+180 para **Tr = 25 años** y **QTr = 95.16 m³/s**

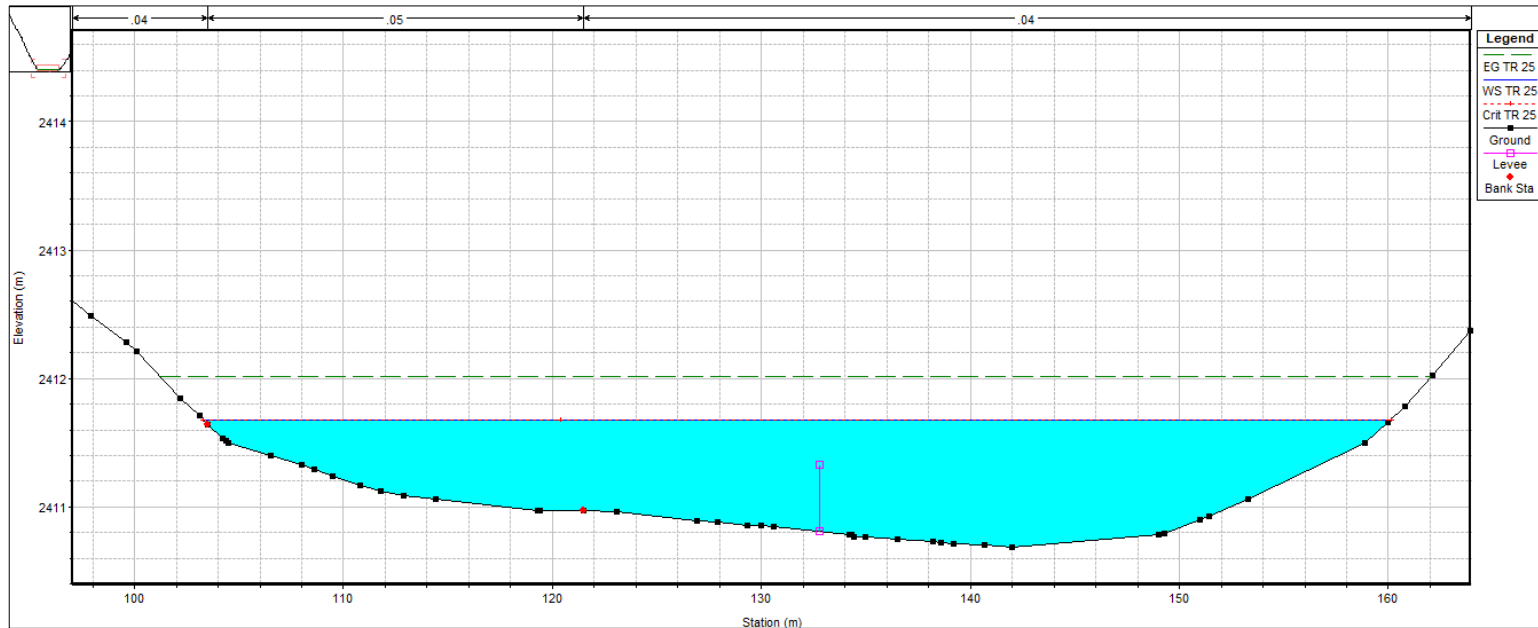


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°48 se observa una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr=25$ años, la cual corresponde a la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se colocaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal tiene un valor de 1.20 m, el calado crítico es igual a 1.75 m, el espejo de agua posee un ancho de 23.1 m y está a 1.20 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 1.55 m del espejo de agua. Se comprueba el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) se encuentra encima del calado normal (línea azul) estableciendo un flujo supercrítico.

Km 12+000

Figura N°49. Sección transversal km 12+000 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

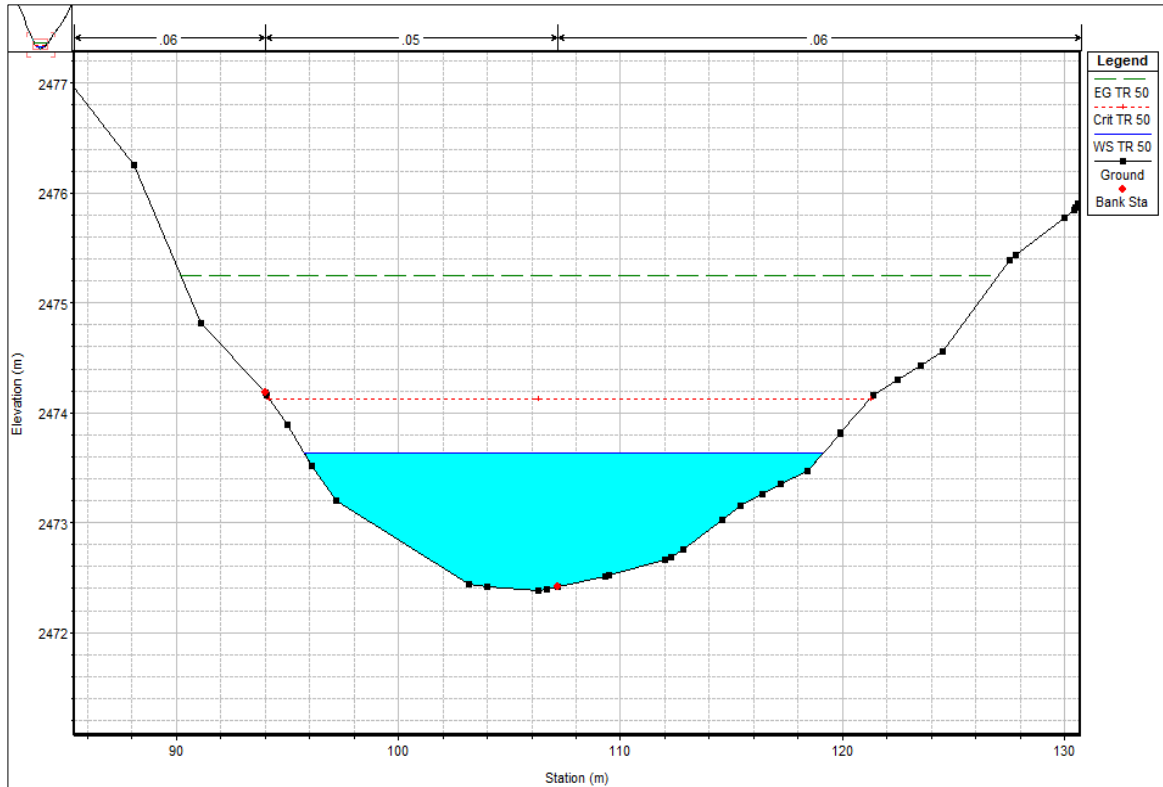
En la figura N°49 se indica una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $T_r=25$ años, la cual se ubica en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. En la sección transversal se agregó un dique (levee) en la coordenada (133,2410.8), este elemento divide el flujo en dos secciones. Se usaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$ en esta sección. Dentro de sus características; el calado normal tiene un valor de 1.05 m, el calado crítico es igual a 1.08 m, el espejo de agua tiene un ancho de 57 m y está a 1.05 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.33 m del espejo de agua. Se evidenció que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) mostrando un flujo supercrítico en la sección.

Tr = 50 años

QTr = 103.50 m³/s

Km 8+180

Figura N°50. Sección transversal km 8+180 para **Tr = 50 años** y **QTr = 103.50 m³/s**

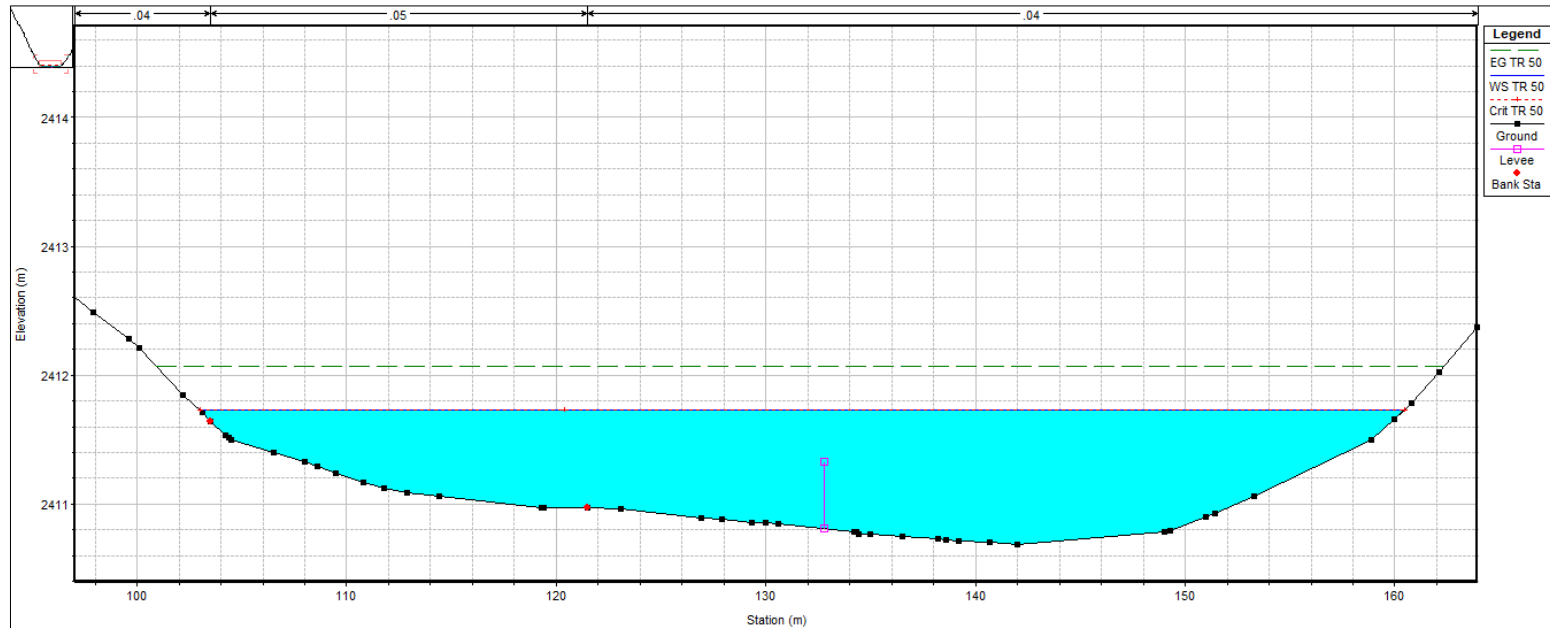


Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°50 indica una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr=50$ años, la cual se encuentra a la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para la sección transversal. cuyos valores son: el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal tiene un valor de 1.25 m, el calado crítico es igual a 1.77 m, el espejo de agua posee un ancho de 23.2 m y está a 1.25 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 1.65 m del espejo de agua. Se observó que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) obteniendo un flujo supercrítico en la sección transversal.

Km 12+000

Figura N°51. Sección transversal km 12+000 para $Tr = 50$ años y $Q_{Tr} = 103.50$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

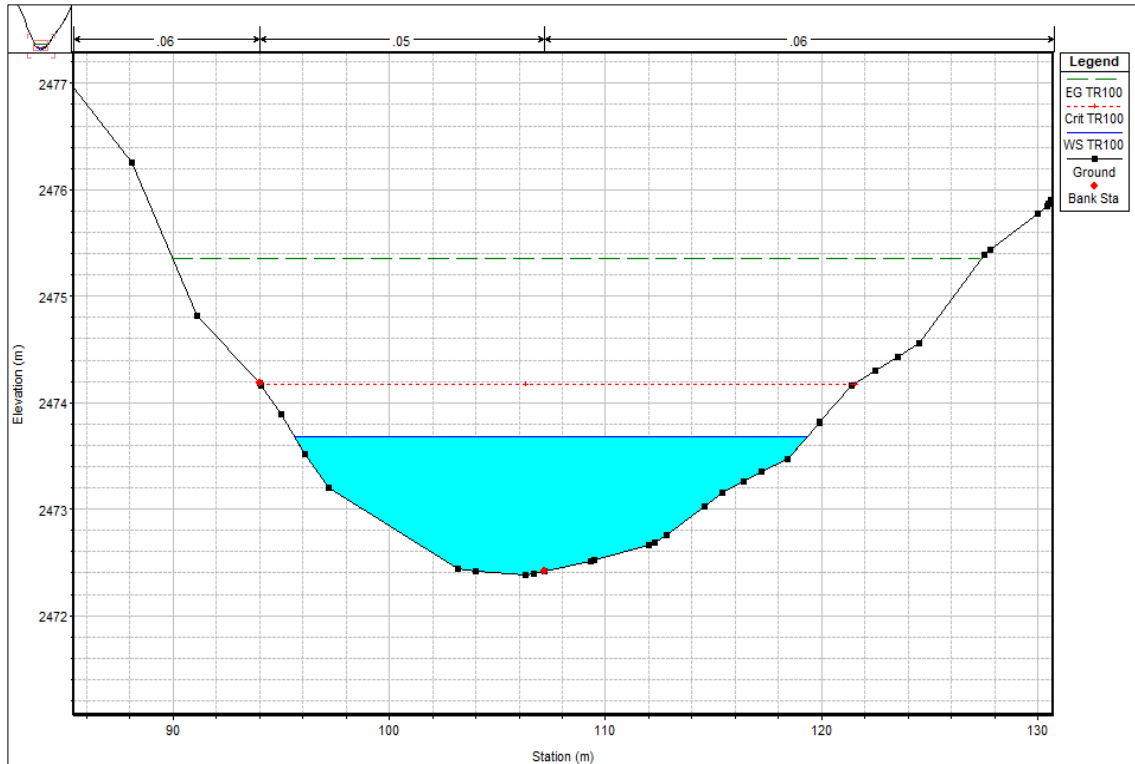
En la figura N°51 se indica una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr=50$ años, la cual se ubica en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. En la sección transversal se colocó un dique (levee) en la coordenada (133,2410.8), para dividir el flujo en dos secciones. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$ en esta sección. Dentro de sus características; el calado normal tiene un valor de 1.09 m, el calado crítico es igual a 1.11 m, el espejo de agua tiene un ancho de 57.2 m y está a 1.09 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.37 m del espejo de agua. Se evidenció que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) mostrando un flujo supercrítico en la sección.

Tr = 100 años

QTr = 111.77 m³/s

Km 8+180

Figura N°52. Sección transversal km 8+180 para **Tr = 100 años** y **QTr = 111.77 m³/s**

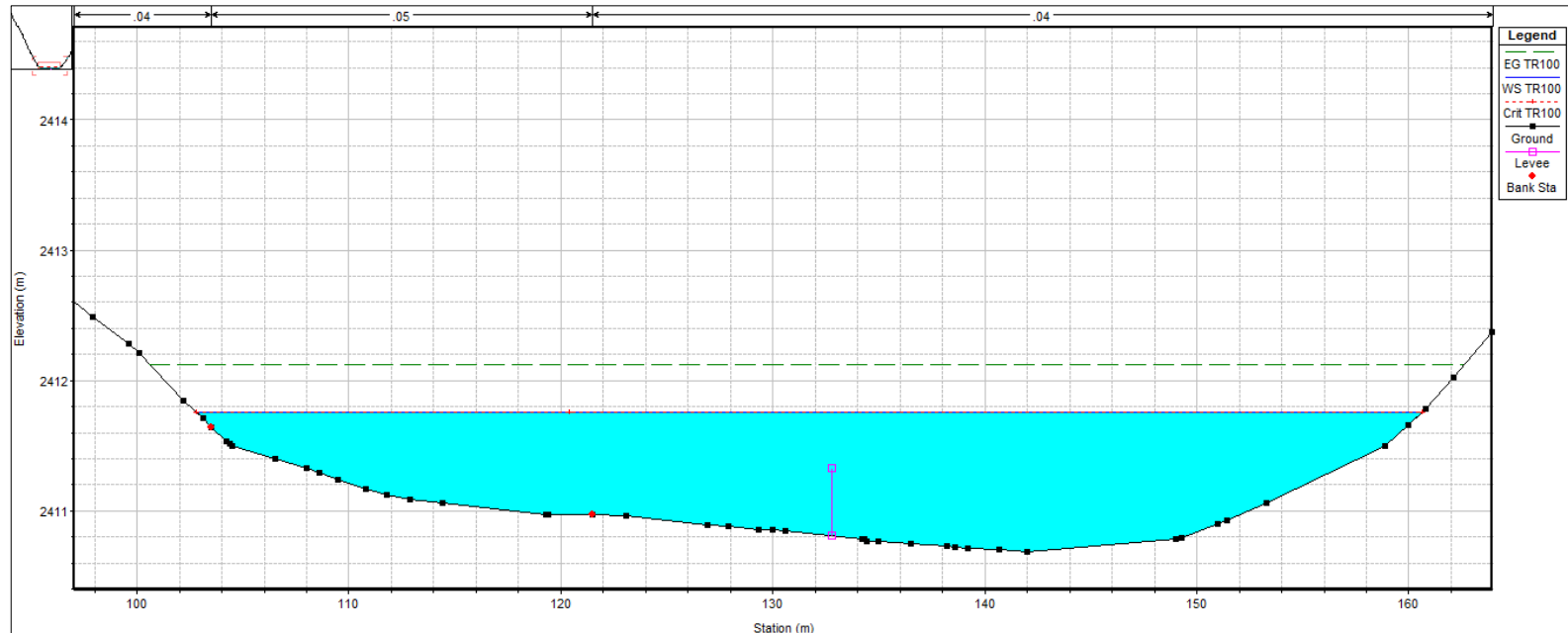


Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°52 indica una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr=100$ años, la cual se ubica en la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para la sección transversal. cuyos valores son: el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal tiene un valor de 1.32 m, el calado crítico es igual a 1.80 m, el espejo de agua posee un ancho de 24 m y está a 1.32 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 1.68 m del espejo de agua. Se observó que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) obteniendo un flujo supercrítico en la sección transversal.

Km 12+000

Figura N°53. Sección transversal km 12+000 para $Tr = 100$ años y $Q_{Tr} = 111.77$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

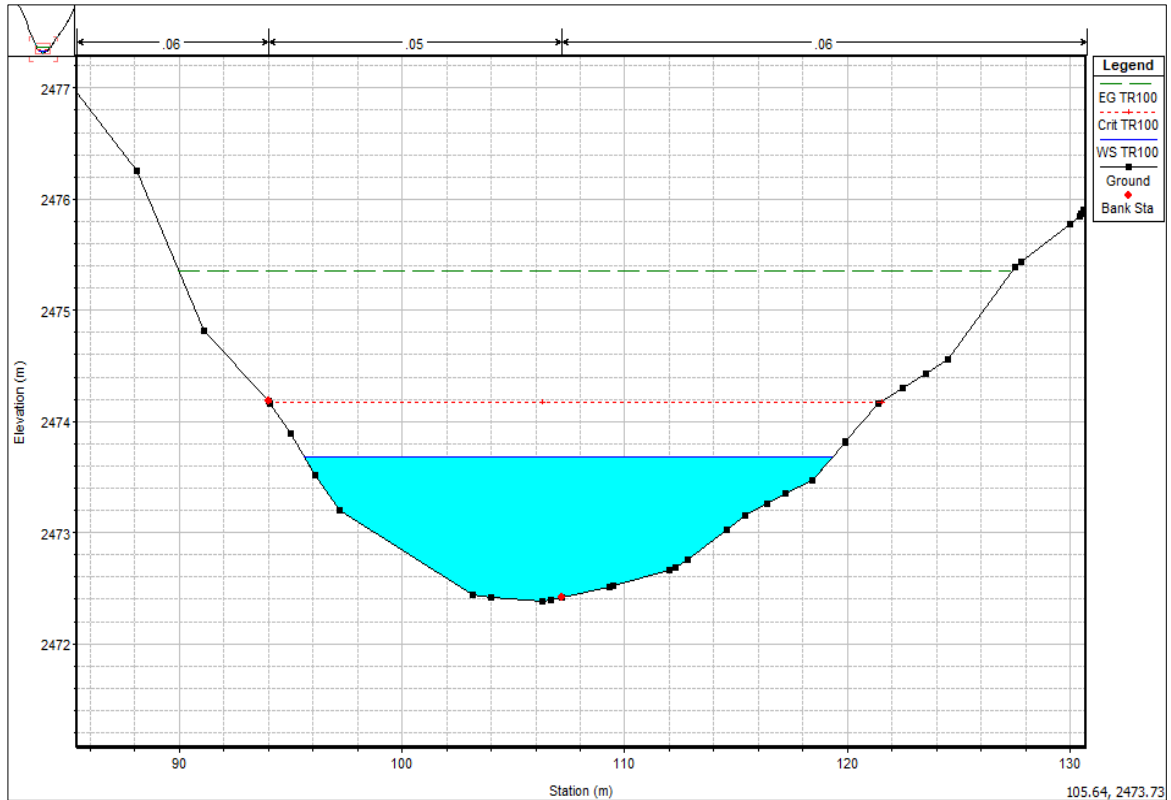
En la figura N°53 se indica una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr = 100$ años, la cual se ubica en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. En la sección transversal se colocó un dique (levee) en la coordenada (133,2410.8), para dividir el flujo en dos secciones. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$ en esta sección. Dentro de sus características; el calado normal tiene un valor de 1.16 m, el calado crítico es igual a 1.19 m, el espejo de agua tiene un ancho de 57.4 m y está a 1.16 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.39 m del espejo de agua. Se evidenció que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) mostrando un flujo supercrítico en la sección.

Tr = 140 años

QTr = 115.78 m³/s

Km 8+180

Figura N°54. Sección transversal km 8+180 para **Tr** = 140 años y **QTr** = 115.78 m³/s

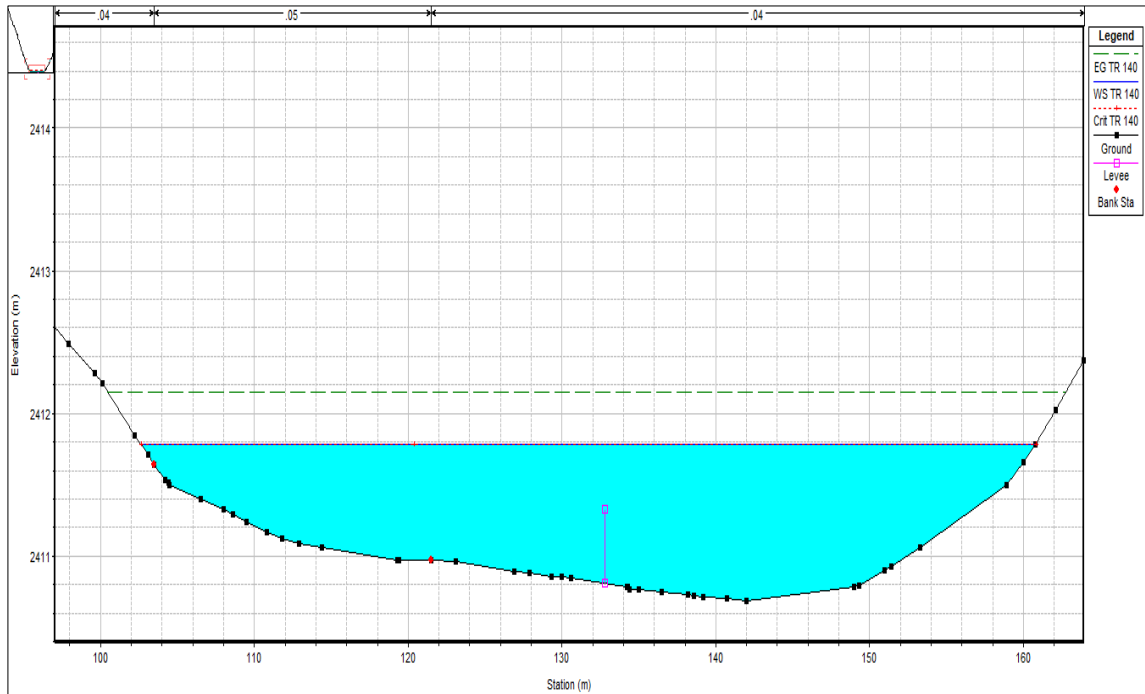


Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°54 indica una de las secciones iniciales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $Tr=140$ años, la cual se ubica en la abscisa km 8+180 en el programa HEC-RAS. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para la sección transversal. cuyos valores son: el eje $n\#1=0.06$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.06$. El calado normal tiene un valor de 1.35 m, el calado crítico es igual a 1.82 m, el espejo de agua posee un ancho de 24.1 m y está a 1.35 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 1.70 m del espejo de agua. Se observó que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) obteniendo un flujo supercrítico en la sección transversal.

Km 12+000

Figura N°55. Sección transversal km 12+000 para $T_r = 140$ años y $Q_{Tr} = 115.78$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

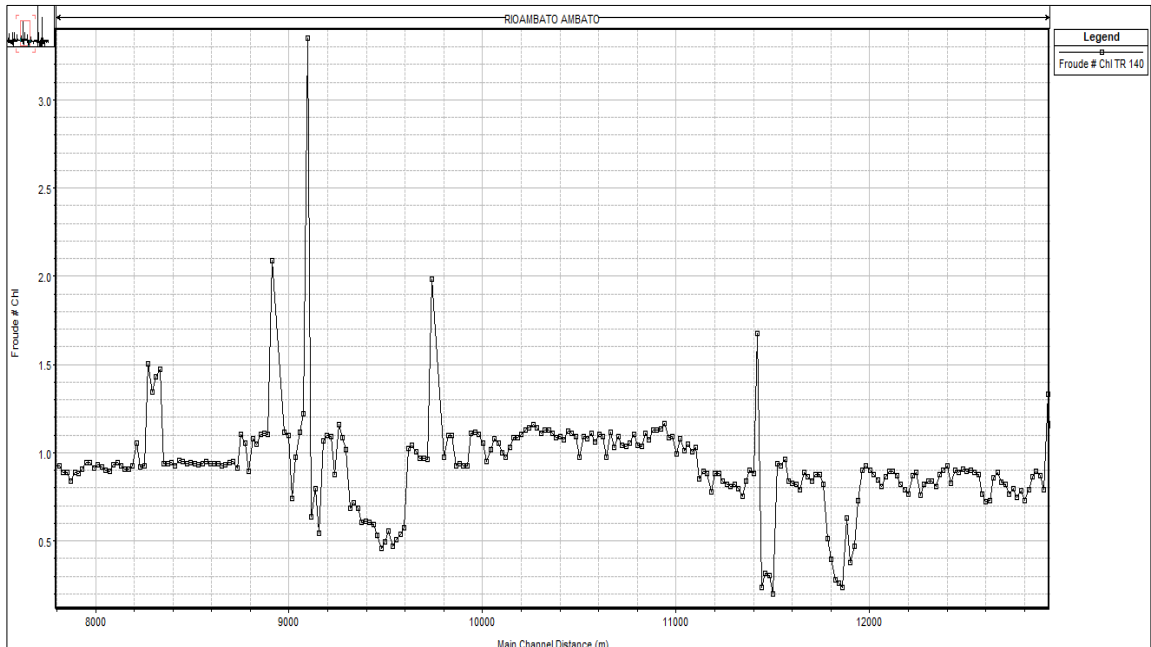
En la figura N°55 se indica una de las secciones finales del tramo estudiado del Río Ambato para un periodo de retorno $T_r=140$ años, la cual se ubica en la abscisa km 12+000 en el programa HEC-RAS. En la sección transversal se colocó un dique (levee) en la coordenada (133,2410.8), para dividir el flujo en dos secciones. Se ingresaron tres coeficientes de Manning (n') para el eje $n\#1=0.04$, el borde derecho $n\#2=0.05$ y el borde izquierdo $n\#3=0.04$ en esta sección. Dentro de sus características; el calado normal tiene un valor de 1.17 m, el calado crítico es igual a 1.20 m, el espejo de agua tiene un ancho de 59 m y está a 1.17 m desde la profundidad del río. La línea de energía está a 0.40 m del espejo de agua. Se evidenció que el calado crítico (línea entrecortada de color rojo) está sobre el calado normal (línea azul) mostrando un flujo supercrítico en la sección.

○ **Número de Froude**

Tr = 140 años

QTr = 115.78 m³/s

Figura N°56. Número de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr**= 140 años y **QTr**= 115.78 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

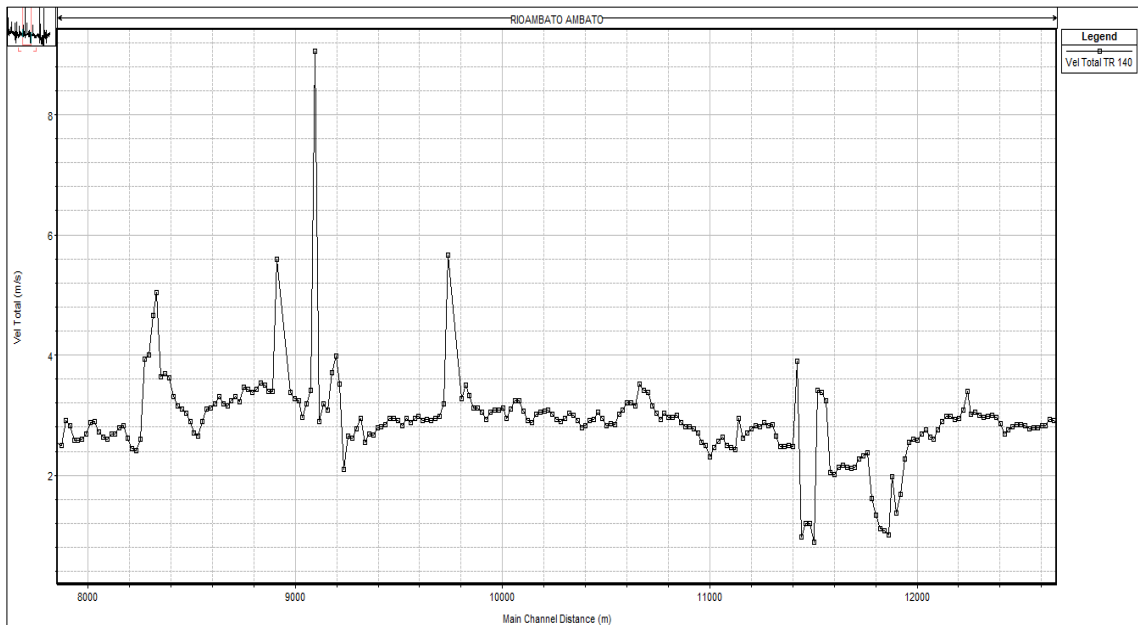
La figura N°56 indica el número de Froude en el flujo del Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00, para el periodo de retorno más crítico ($T_r=140$ años). Los valores del número de Froude se relacionan de forma directa con la velocidad a la que circula el flujo, en base a la siguiente fórmula $\left(\frac{FR}{V} = \frac{1}{\sqrt{g \cdot L}}\right)$ [70]. Se determinó un número promedio de Froude de 1.1. El máximo número de Froude fue de 3.35 en la abscisa km 9+100 y el mínimo número de Froude fue de 0.1 en la abscisa km 11+490. El valor máximo de Froude fue mayor a 1 ($3.35 > 1$) indicando que el flujo estaba en régimen supercrítico y el calado normal es inferior al calado crítico ($Y_N < Y_C$), mientras que el número de Froude fue menor a 1 ($0.1 < 1$) mostrando que el flujo estaba circulando en régimen supercrítico y que el calado normal es mayor al calado crítico en la sección transversal del Río ($Y_N > Y_C$).

○ **Velocidad**

Tr =140 años

QTr = 115.78 m³/s

Figura N°57. Velocidad desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr** = 140 años y **QTr** = 115.78 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

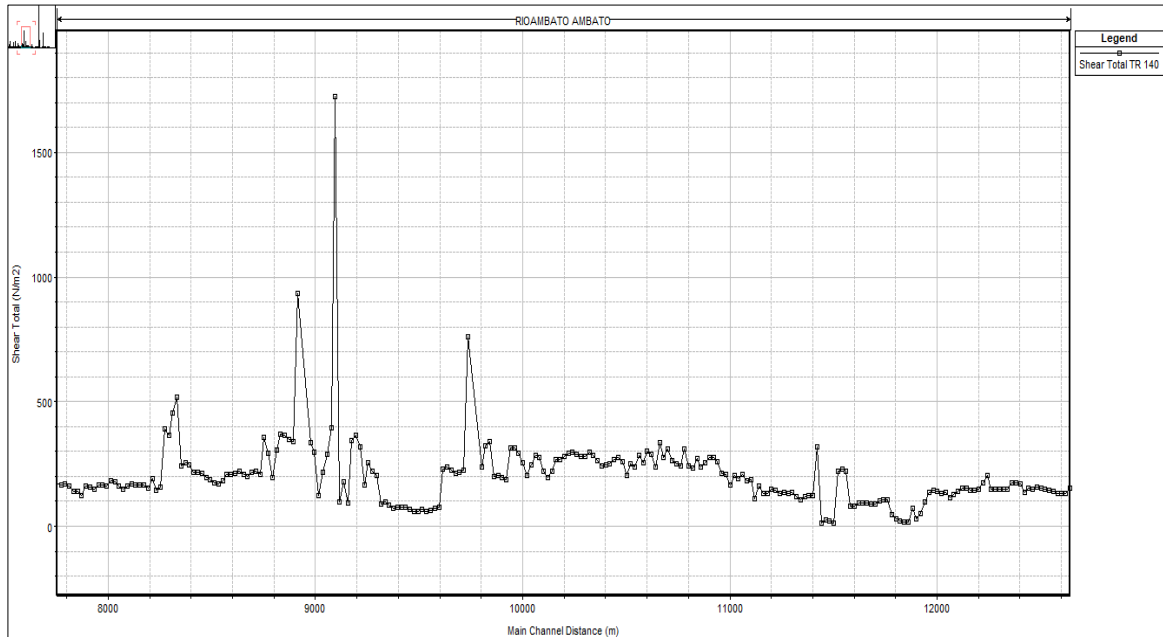
La figura N°57 muestra la velocidad del flujo del Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00, para el periodo de retorno más crítico (TR=140 años)..La velocidad máxima fue de 9.1 m/s en la abscisa km 9+100 y la velocidad mínimo fue de 0.9 m/s en la abscisa km 11+490.La velocidad se relaciona con el número de Froude, porque en base a los datos de las figuras N°63 y N°64,se determinó que con un número de Froude mayor a 1,el flujo está en régimen supercrítico y la velocidad es alta, mientras que si el número de Froude es menor a 1,el flujo está en régimen subcrítico y la velocidad es menor. Además, que si el número de Froude es alto la velocidad también y viceversa.

○ **Esfuerzo cortante**

Tr = 140 años

QTr = 115.78 m³/s

Figura N°58. Esfuerzo Cortante desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr** = 140 años y **QTr** = 115.78 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

La figura N°58 indica el esfuerzo cortante en el flujo del Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00, para el periodo de retorno más crítico ($Tr=140$ años). Se determinó un esfuerzo cortante promedio de 300 N/m². El esfuerzo cortante máximo tiene un valor de 1725 N/m² en la abscisa 9+100 y el esfuerzo cortante mínimo es igual a 0.20 N/m² en la abscisa 11+490.

Según el Manual Nacional de Ingeniería del Departamento de Agricultura de U.S. se indica en la tabla N°46, los esfuerzos cortantes permitidos según el material de revestimiento del canal, si no se cumple ese rango se produce erosión en el canal. En el tramo de estudio se estableció que el esfuerzo cortante promedio es igual a 300 N/m² y si se excede el valor de 383.04 N/m² se produce erosión en canales revestidos completamente de vegetación.

Se compararon los valores $300 \text{ N/m}^2 < 383.04 \text{ N/m}^2$, comprobando que no existe erosión en la mayoría del canal del río, pero en algunos tramos el esfuerzo cortante calculado fue mayor al esfuerzo permitido, lo que ocasiona problemas de erosión en el canal del río. Por ejemplo: El valor máximo del esfuerzo cortante fue mayor al permitido ($1725 \text{ N/m}^2 > 383.04 \text{ N/m}^2$) y ocasiona erosión en la zona del Río en la abscisa km 9+100. Además, en el puente del Sector Socavón ubicado entre las abscisas km 8+180 a km 8+220 hay un esfuerzo cortante de $390 \text{ N/m}^2 > 383.04 \text{ N/m}^2$ y en el puente de la Av. Indoamérica entre las abscisas km 8+960 a km 9+040 hay un esfuerzo cortante de $4000 \text{ N/m}^2 < 383.04 \text{ N/m}^2$, determinado que hay erosión que afecta a los elementos estructurales de los puentes como: pilas y estribos. Entre las abscisas km 8+220 a km 8+500, en el margen izquierdo del río, en sentido descendente cerca al complejo turístico “Tilulún”, se observa un muro de 1.5 m de altura de gaviones con longitud de 200 m para evitar problemas de erosión porque el esfuerzo cortante en esa zona es de $500 \text{ N/m}^2 > 383.04 \text{ N/m}^2$.

Tabla N° 46. Velocidad y esfuerzo cortante permitido para materiales de revestimiento

Velocidad y esfuerzo cortante permitida para materiales de revestimiento seleccionados					
Categoría límite	Tipo de Límite	Velocidad permitida (ft/s)	Esfuerzo cortante permitido (lb/ft²)	Esfuerzo cortante permitido (N/m²)	Citaciones
Superficies degradables temporalmente y reforzadas con productos de control de erosión (RECP)	Malla de yute	1-2,5	0,45	21,55	B,E,F
	Malla de paja	1-3	1,5-1,65	71,82-79,00	B,E,F
	Malla con fibra de coco	3-4	2,25	107,73	B,F
	Malla de fibra de vidrio	2,5-7	2	95,76	B,E,F
No degradables (RECP)	Sin vegetación	5-7	3	143,64	B,D,F
	Parcialmente estabilizado	7,5-15	4-6	191,52-287,28	B,D,F
	Totalmente vegetado	8-21	8	383,04	C,F
Superficie dura	Gaviones	1-19	10	478,80	A
	Concreto	>18	12,5	598,50	E

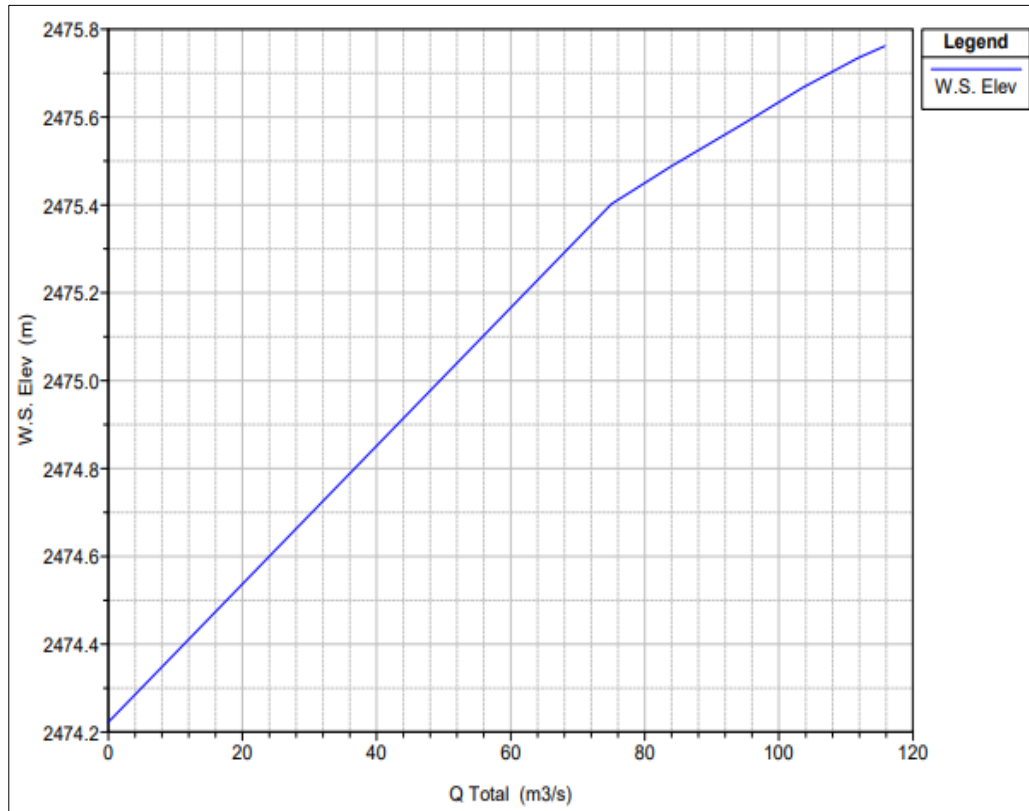
Fuente: Manual Nacional de Ingeniería del Departamento de Agricultura de U.S.[71]

○ **Curvas de descarga**

Para todos los periodos de retorno y sus respectivos caudales se consideró dos tipos de curvas de descarga en la sección km 8+180 y km 12+000.

SECCIÓN KM 8+180

Figura N°59. Curva de descarga de la sección transversal km 8+180

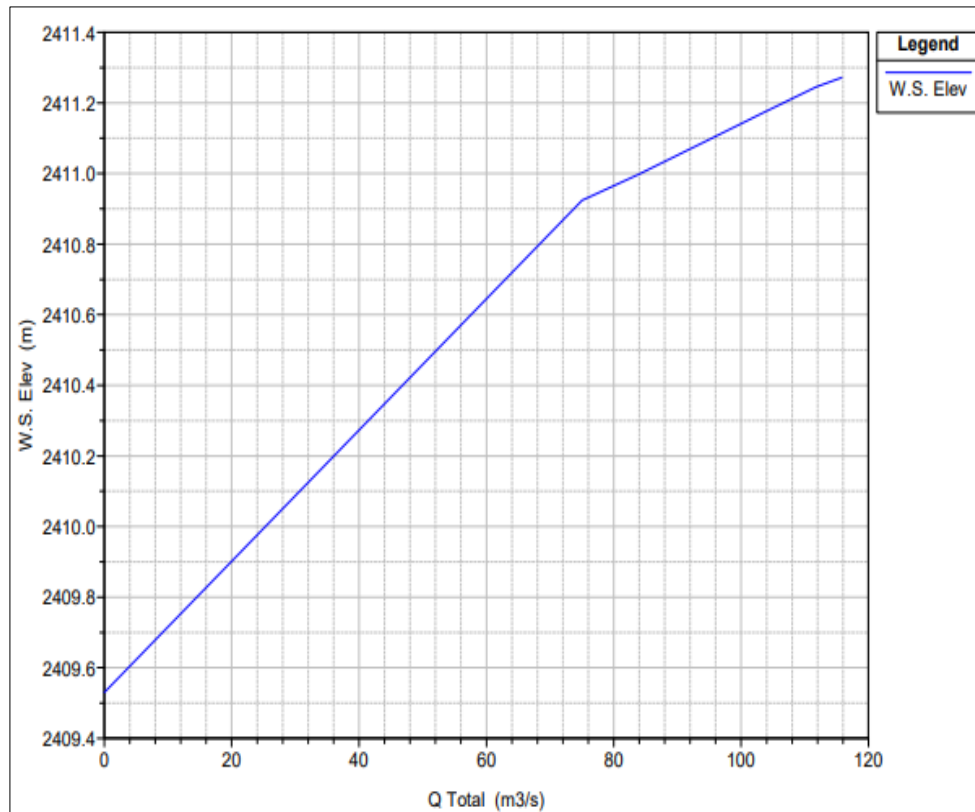


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°59 se indica la curva de descarga de la sección transversal km 8+180, en la cual se representa calado vs caudal. Se observa cómo cambia el caudal en función de los diferentes calados. La alineación es recta y tiene la misma dirección hasta el punto donde se tiene un calado 2475.4 m y un caudal de 73.5 m³/seg; después la alineación se inclina y sigue la misma dirección hasta el punto con un calado de 2475.75 m y un caudal de 112 m³/s.

SECCIÓN KM 12+000

Figura N°60. Curva de descarga de la sección transversal km 12+000

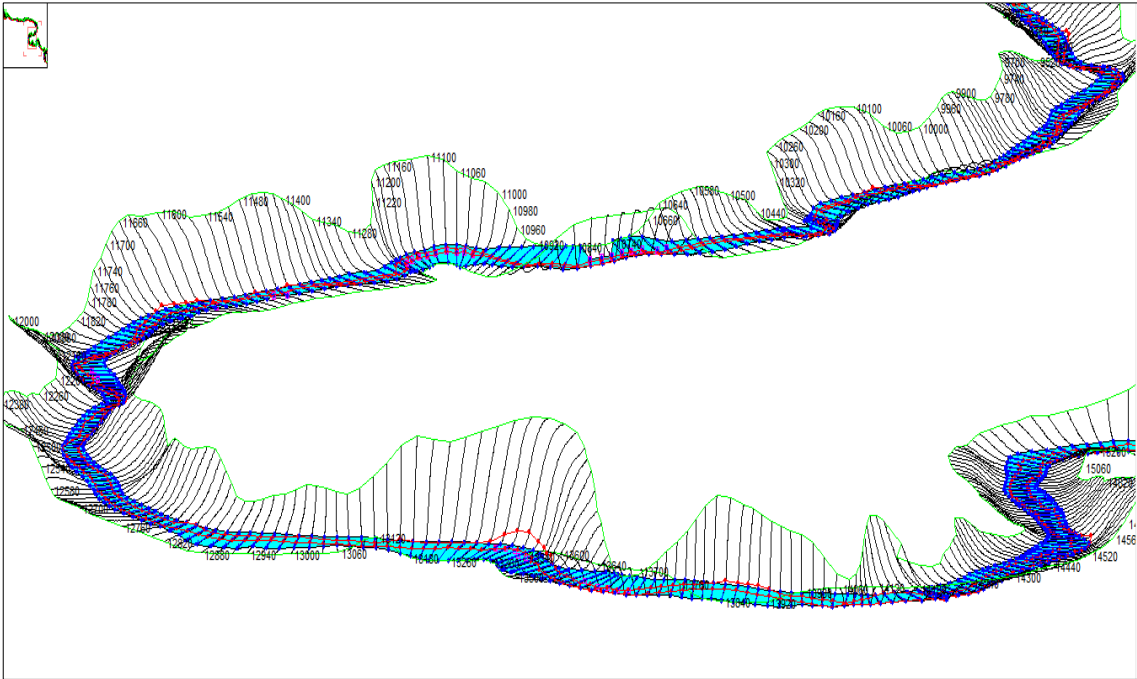


Fuente: Realizado por C. Salguero

En la figura N°60 se indica la curva de descarga de la sección transversal km 12+000, en la cual se representa calado vs caudal. El caudal cambia en función de la elevación en la presente figura. Se observa que la alineación es recta y tiene la misma dirección hasta el punto donde se tiene un calado 2410.95 m y un caudal de 75 m³/s, después la alineación se inclina y sigue la misma dirección hasta el punto donde se obtiene un calado de 2411.26 m y un caudal de 116 m³/s.

Del km 10+000 al km 12+000

Figura N°63. Esquema del Río Ambato desde el km 10+000 al km 12+000



Fuente: Realizado por C. Salguero

3.3 Verificación de la hipótesis

Los datos hidrométricos de la estación “Tilulún” como son: los caudales medios diarios desde el año 1964 al año 1980 y aplicando la estadística hidrológica ayudaron a la determinación de los caudales de diseño para los diferentes periodos de retorno $Tr=5,10,25,50,100$ y 140 años, como se puede ver en la tabla N°30, en el tramo comprendido entre el sector Tilulún y el sector las Viñas, desde el km 8+00 al km 12+00 del Río Ambato, mientras que los datos topográficos como: los modelos digitales del terreno DTM y las ortofotos proporcionadas por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, determinaron la topografía de la zona, la digitalización del río, los bordes, las secciones transversales y las zonas de inundación. Después, se realizó la simulación del tramo del Río Ambato en estudio en el programa HEC-RAS, mediante el ingreso de los caudales de diseño y los datos topografía de la zona, con esto se obtuvo los siguientes resultados como las características principales del río: velocidad, número de Froude, esfuerzo cortante y curva de descarga. Con esto se comprueba que los datos topográficos e hidrométricos son muy importantes y la base para la determinación de los caudales de diseño y las características principales del río.

3.4 Información de los planos

PLANO N°1

Número de plano: 1

Formato: A1

Escala: 1:18000

Contenido: Implantación general del Macroproyecto del Río Ambato en el tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas desde el Km 0+000 hasta el km 20+000 y la ubicación de la estación hidrométrica “Tilulún”.

PLANO N°2

Número de plano: 2

Formato: A1

Escala: 1:5000

Contenido: Implantación general del Proyecto del Río Ambato en el tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 8+00 hasta el km 12+00.

PLANO N°3

Número de plano: 3

Formato: A1

Escala: 1:3000

Contenido: Curvas de nivel del Proyecto del Río Ambato en el tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 8+000 hasta el km 10+000.

PLANO N°4

Número de plano: 4

Formato: A1

Escala: 1:3000

Contenido Curvas de nivel del Proyecto del Río Ambato en el tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 10+000 hasta el km 12+000.

PLANO N°5

Número de plano: 5

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 08+000 hasta el km 08+620 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°6

Número de plano: 6

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 08+620 hasta el km 09+280 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°7

Número de plano: 7

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 09+280 hasta el km 09+920 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°8

Número de plano: 8

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 09+920 hasta el km 10+520 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°9

Número de plano: 9

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 10+520 hasta el km 11+280 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°10

Número de plano: 10

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 11+280 hasta el km 11+820 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°11

Número de plano: 11

Formato: A1

Escala: 1:500

Contenido: Superficie del tramo comprendido entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 11+820 hasta el km 12+000 del Río Ambato para un Tr= 140 años.

PLANO N°12

Número de plano: 12

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 8+000 hasta el km 8+620 para Tr=140 años.

PLANO N°13

Número de plano: 13

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 8+620 hasta el km 9+280 para Tr=140 años.

PLANO N°14

Número de plano: 14

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 9+280 hasta el km 9+920 para Tr=140 años.

PLANO N°15

Número de plano: 15

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 9+920 hasta el km 10+520 para Tr=140 años.

PLANO N°16

Número de plano: 16

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 10+520 hasta el km 11+280 para $Tr = 140$ años.

PLANO N°17

Número de plano: 17

Formato: A1

Escala: 1:1000

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 11+280 hasta el km 11+820 para $Tr = 140$ años.

PLANO N°18

Número de plano: 18

Formato: A1

Escala: 1:500

Contenido: Modelo de inundación del comportamiento hidráulico del Río Ambato comprendido e entre el Sector Tilulún y el Sector Las Viñas, desde el Km 11+820 hasta el km 12+000 para $Tr = 140$ años.

3.5 Explicación de los planos de inundación

PLANO N° 12

Se realizó una subdivisión desde el km 8+000 al km 8+620 al tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 8120, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.38 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 5.64 m en la sección transversal 8580.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 12.66 m en la sección transversal 8480.

Se encontró una velocidad máxima de 10.70 m/s en la sección transversal 8320.

En esta subdivisión del tramo desde el km 8+000 al km 8+620 se observan zonas de inundación promedio de 6.42 m y con una profundidad de 1.21m. Dentro de las zonas afectadas se encuentran el puente del Sector Socavón y el complejo turístico “Socavón”.

El puente Socavón se encuentra entre las secciones transversales 8180 a 8220 donde hay una velocidad del flujo de 6.43 m/s con una distancia máxima de inundación de 3.42 m y una profundidad de 1.04 m. Dentro de los elementos estructurales del puente afectados se encuentran: los estribos, ya que se observó una inundación de aproximadamente 0.5 m en los estribos. Mientras que en el complejo “Socavón” una distancia máxima de inundación de 5.36 m con una profundidad de 1.38 m.

PLANO N° 13

Se realizó una subdivisión desde el km 8+620 al km 9+280 al tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 8940, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.21 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 3.93 m en la sección transversal 8840.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 8,82 m en la sección transversal 9160.

Se encontró una velocidad máxima de 4,24 m/s en la sección transversal N° 9040.

Dentro de las zonas de inundación se encuentran afectados: los Árboles grandes, los matorrales y el puente de la avenida Indoamérica. Esta obra civil se ubica entre las secciones transversales 8960 a 9040 donde el flujo circula con una velocidad máxima de 6,562 m/s. Sus elementos estructurales afectados son: la pila circular central con una altura de inundación de 0.5 m y los estribos con una altura de inundación de 0.75 m. En esta subdivisión se observa una distancia promedio de inundación de 5.14 m/s con una profundidad de 1.04 m.

PLANO N° 14

Se realizó una subdivisión desde el km 9+280 al km 9+920 al tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 9620, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.38 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 5.71 m en la sección transversal 9580

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 8.20, m en la sección transversal 9520.

Se encontró una velocidad máxima de 4.28 m/s en la sección transversal 9860.

En esta subdivisión que observa que dentro de las zonas con márgenes de inundación se encuentran las zonas con presencia de árboles grandes especialmente de eucaliptos y matorrales determinando una distancia de inundación promedio de 5.70 m con una profundidad de 1.38 m.

PLANO N° 15

Se realizó una subdivisión desde el km 9+920 al km 10+520 al tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 11440, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.73 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 15.09 m en la sección transversal 10220.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 9.78 m en la sección transversal 10360.

Se encontró una velocidad máxima de 4.11 m/s en la sección transversal 9960.

En esta subdivisión los márgenes de inundación afectaron a la vegetación aledaña del río como árboles grandes y matorrales con una distancia promedio de inundación de 8.29 m y una profundidad aproximadamente de 1.73 m.

PLANO N° 16

Se realizó una subdivisión desde el km 10+520 al km 11+280 al tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 10200, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.56 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 23.10 m en la sección transversal 11000.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 33.32 m en la sección transversal 10840.

Se encontró una velocidad máxima de 4.72 m/s en la sección transversal 10660.

Se observó que dentro de las zonas con problemas de inundación se encuentran los cultivos aledaños al río en donde se observan distancias máximas de inundación de 31.08 m a 33.18 m. con una profundidad de 1.38m.´

PLANO N° 17

Se realizó una subdivisión desde el km11+280 al km 11+820 tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 11440, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.73 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 12.70 m en la sección transversal 11300.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 10.32 m en la sección transversal 11660.

Se encontró una velocidad máxima de 3.89 m/s en la sección transversal 11480.

Se observan varios cultivos aledaños al río Ambato donde se evidenció que las distancias de inundación medidas desde el eje hacia los cultivos son grandes desde 3.83 a 12.70 m y una profundidad aproximadamente de 1.73 m, determinando que hay un grado de afectación alto en esta subdivisión de estudio, causando la perdida casi total de los cultivos, lo que afecta la economía de los agricultores.

PLANO N° 18

Se realizó una subdivisión desde el km 11+820 al km 12+000 del tramo de estudio, en una escala de 1:1000 donde se observó las zonas de inundación, el comportamiento y la velocidad del flujo.

En la sección transversal 11880, hay un nivel máximo de inundación medido desde el lecho del río de 1.38 m.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado izquierdo, en sentido descendente de 27.30 m en la sección transversal 11980.

Se determinó una distancia máxima de inundación medida desde el eje del río en función del lado derecho, en sentido descendente de 19.08 m en la sección transversal 11900.

Se encontró una velocidad máxima de 3.34 m/s en la sección transversal 11900.

Se observaron zonas de inundación muy grandes que afectan a los cultivos y a los árboles grandes ubicados a lo largo del río Ambato con distancias de inundación entre 8.41 a 27.29 m con una profundidad aproximadamente de 1.38 m, esto ocasiona grandes pérdidas económicas a los agricultores de la zona.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó un análisis hidrológico desde el km 8+00 al km 12+00, desde el sector del Socavón hasta la Parroquia de la Península, en base a los datos hidrométricos de la estación “El Tilulún”, desde 1964 a 1980 determinando los caudales de diseño y sus periodos de retorno como se indica en la tabla N°30, comprobando mediante las fórmulas estadísticas que a medida que pasa el tiempo se incrementa el caudal de diseño.
- Se procesó la información geográfica: los modelos digitales del terreno DTM y las ortofotos proporcionadas por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua mediante la herramienta HEC-GeoRAS para el modelo numérico HEC-RAS, comprobando que los datos en el programa HEC-RAS se vieron más definidos y acorde a la realidad del río, detallado en los planos del N°5 al N°18.
- Se analizó diferentes escenarios en el modelo calibrado de HEC-RAS, en base a los caudales de diseño y periodos de retorno, determinando que el caudal más alto es de 115.78 m³/s para un Tr =140 años, existiendo algunas zonas con inundaciones como se puede ver en los planos 12-18, con esta información se podrán tomar medidas de seguridad para la población, cultivos y animales.
- Se determinó las zonas de inundación en base al programa HEC-RAS, desde el km 8+00 al km 12+00, observando que en el margen izquierdo del río existen distancias de inundación mínima de 3.93 metros en la abscisa 8+840 y máxima de 27.30 metros en la abscisa 11+980 y en el margen derecho una distancia de inundación mínima de 8.20 metros en la abscisa 9+520 y máxima de 33.32 metros en la abscisa 10+840 como se puede observar en los planos del N°12 al N°18.

- Se elaboró un manual de usuario del programa HEC-RAS, el cual ayudará en el estudio de ríos y diferentes obras hidráulicas. También, determinará las zonas de inundación, el grado de afectación en las diferentes estructuras como: puentes y podrán tomar soluciones para mantenimiento y conservación de las mismas como se puede ver en los anexos N°12.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda debido a su facilidad de cálculo la Estadística Hidrológica con sus métodos: media aritmética, desviación estándar, Criterio de Chauvenet y Método de Gumbel (Ven T. Chow) y las probabilidades: empírica y teórica para la determinación de los caudales medios y los periodos de retorno.
- Se recomienda utilizar el modelo HEC-GeoRAS para exportar los datos desde el programa ArcGIS a el software HEC-RAS, ya que el perfil del terreno y las secciones transversales salen más definidas en comparación a exportar los datos desde el programa AutoCAD Civil 3D a HEC-RAS, en donde el perfil del terreno y las secciones transversales tenían formas no definidas e irregularidades.
- Se recomienda utilizar el caudal calculado más crítico con su respectivo periodo de retorno, partiendo de estos datos se puede realizar el diseño, mantenimiento y construcción de obras de regulación y control del agua para salvaguardar a la población, cultivos y animales aledaños, evitando daños futuros en lo anteriormente mencionado.
- Se recomienda realizar cualquier actividad agrícola o construcción a partir de una distancia de 28 metros en la abscisa 11+980 en el margen izquierdo y una distancia de 34 metros en la abscisa 10+840 en el margen derecho, en sentido descendente como se puede observar en los planos del N°12 al N°18.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Paredes, “1. introduccion,” pp. 1–49, 2003.
- [2] “CIEA-EA-EHA-008.pdf.” [Online]. Available: http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/quinta-ola-2/CIEA-EA-EHA-008.pdf.
- [3] P. A. Espinoza and G. E. Vintimilla, “Caracterización del comportamiento hidráulico de un tramo del río Calabí en el sector de Toma, utilizando un modelo matemático,” p. 82, 2013.
- [4] J. Rincón, M. Pérez, G. Delfín, C. Freitez, F. Martinez, and J. Carlos Rincón, “Análisis Comparativo Entre Los Modelos Hec-Ras E Iber En La Evaluación Hidráulica De Puentes Comparative Analysis Between Hec-Ras Models and Iber in the Hydraulic Assessment of Bridges,” *Rev. Gac. Técnica. Vol. Vol.*, vol. 17, no. 171, pp. 9–28, 2017, doi: 10.13140/RG.2.2.18178.68809.
- [5] J. Antonio and P. Fontalvo, “Análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Frio , municipios de Ciénaga y zona bananera , departamento del Magdalena,” vol. 9, no. 1, 2017.
- [6] M. S. Gonzalez-elizondo, “Cambio climático mundial : origen y consecuencias Universidad Autónoma de Nuevo León Universidad Autónoma de Nuevo León,” no. January 2003, 2018.
- [7] K. Sedano-cruz and Y. Carvajal-escobar, “Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia,” no. Cc.
- [8] L. Guadalupe, M. Ramírez, O. O. Orozco, M. C. Vázquez, and E. J. Ostos, “Análisis de las principales causas de las inundaciones de septiembre de 2003 en el sur del estado de Guanajuato , México Analysis of the main causes of the floods on September 2003 , in the south of the state of Guanajuato , Mexico,” no. 665, pp. 7–25, 2007.
- [9] P. De Guayas, “Hasta donde se inunda,” pp. 122–131.
- [10] O. P. de la Salud, “SITUACIÓN DE INUNDACIONES EN ECUADOR Fecha: 3 de Enero de 2012.,” 2012.
- [11] E. Hernandez, “Hidráulica.pdf,” p. 18, 2014.
- [12] A. Rocha, “Introducción a la Hidráulica Fluvial,” no. April, 2017.
- [13] O. Fluviales, “Cátedra de obras hidráulicas obras fluviales,” *Univ. Nac. Córdoba*, pp. 1–41, 2014.
- [14] M. Rueda, “Introducción a La Introducción a La Αποπτωσιξ,” *Br. J. Cancer*, vol. 3, no. April, pp. 1–25, 2003.
- [15] G. V. Cuervo, “Geología , Geomorfología y Dinámica Fluvial Aplicada a Hidráulica de Ríos,” no. August 2012, 2015.

- [16] N. Hernández Viera, “El río y su territorio. Espacio de libertad: un concepto de gestión,” *Terra. Nueva Etapa*, vol. 34, no. 56, 2018.
- [17] M. Breña, Agustín; Jacobo, “Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.”
- [18] C. Segerer and R. Villodas, “HIDROLOGIA I-UNIDAD 5: LAS PRECIPITACIONES,” 2006.
- [19] I. C. D. Segerer, I. Esp, and R. Villodas, “HIDROLOGIA I,” 2006.
- [20] A. Cahuex, “EVALUACIÓN DE CAUDALES DE CRECIDA EN LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ: MODELOS LLUVIA-ESCORRENTÍA, CON FINES DE EVALUACIÓN DE AMENAZAS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 12 Suppl 1, no. 9, pp. 1–29, 2005, doi: 10.1007/978-1-4614-7990-1.
- [21] T. Bergeron, “Precipitación,” 1971.
- [22] A. Bateman, “HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA,” *Brazilian J. Biol.*, vol. 71, no. 1 SUPPL., pp. 241–253, 2007.
- [23] J. San Ramón, “Precipitaciones,” *Colomb. Pacífico*, vol. 1, pp. 120–134, 1993.
- [24] M. de T. y C. Perú, “Manual De Hidrología , Hidráulica Y Drenaje Índice,” p. 222, 2012.
- [25] L. Bello and J. Velázquez, “CÁLCULO DE PERIODO DE RETORNO,” 1995.
- [26] A. Ruiz, “Análisis de Vulnerabilidad Ante Eventos Provocados por Caudales Fluviales Extremos, Procedentes de Avenidas Pluviales del río Ambato, del Sector las Viñas Shina, entre el Paso Lateral de Ambato y la Vía a las viñas; Parroquia Izamba; Cantón Ambato; Provin,” p. 224, 2018.
- [27] R. Pizarro and C. Sanguesa, *Curvas Intensidad Duración Frecuencia para las regiones Metropolitana , Maule y Biobío . Intensidades desde 15 minutos a 24 horas.* 2013.
- [28] R. Pizarro, P. Flores, C. Sangüesa, and E. Martínez, “CURVAS.”
- [29] Escorrentía, “Capítulo 5 ‘La Escorrentía,’” pp. 65–84.
- [30] Hidrología-Básica, “APLICACIÓN DE DATOS HIDROLÓGICOS EN SERIES HISTÓRICAS Y ESTUDIOS,” pp. 1–49.
- [31] M. Bacuilima and P. Cedillo, “Estudio Hidrologico Para una Obra de Drenaje Mayor,” vol. 6, pp. 1–72, 2015, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [32] E. Ruiz and M. Martínez, “Hidrología aplicada: Tema 5. Escorrentía,” p. 57, 2015.
- [33] N. Ávila and J. Cárdenas, “COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS RACIONAL E HIDROGRAMA UNITARIO PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES EN SECTORES HIDROLÓGICOS RURALES EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA,” vol. 97, no. 12, pp. 194–200, 2015.

- [34] A. Breña and M. Jacobo, “Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial.”
- [35] R. Springall, “HIDROGRAMA DE CRECIDA,” pp. 133–150.
- [36] R. Mott, “Flujo en Canales Abiertos,” *Mecánica de Fluidos*, pp. 443–444, 2006.
- [37] J. Arcadio, “Canales Abiertos Contenido,” p. 66, 2012.
- [38] P. Gallardo Armijos, *Diseño de canales abiertos*. 2018.
- [39] L. Portillo and C. Soto, “Flujo en Canales Abiertos,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2016, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [40] C. J. Fernández de Córdova Webster, A. J. León Méndez, Y. Rodríguez López, P. G. Martínez Ramírez, and D. M. Meneses Meneses, “Influencia del método de estimación en el coeficiente de Manning para cauces naturales,” *Ing. Hidráulica y Ambient.*, vol. 39, no. 1, pp. 17–31, 2018.
- [41] G. Brunner, “HEC-RAS 5.0 Reference Manual.” 2016.
- [42] B. Gary, “HEC-RAS 5.0 Reference Manual.pdf.” .
- [43] A. González, “ENERGIA ESPECIFICA EN CANALES,” *Inst. Univ. Politec. SANTIAGO Mar.*, pp. 1–2, 2014.
- [44] A. Barragán, R. Reyes, and E. Acosta, “Software para el diseño de canales abiertos,” 2007.
- [45] E. Especifica, “Capitulo 3 - energia especifica,” vol. 2, pp. 39–62.
- [46] C. Cadena, M. Saltos, and M. Villalta, “Comparación de tipos de flujos, para diferentes secciones de canales.,” no. January, pp. 0–17, 2018.
- [47] P. Rodríguez Ruiz, “Hidráulica II,” *Hidráulica de Canles*, vol. 33, p. 1, 2008, doi: 10.1073/pnas.0703993104.
- [48] C. Segerer and R. Villodas, “Estadística aplicada a la Hidrología,” *Hidrol. I*, 2007.
- [49] M. A. Aguilera Navarro, “Revisión De Conceptos De Estadística Y,” pp. 73–141, 2007.
- [50] M. A. Aguilera Navarro, “Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos, en la región del Maule,” p. 154, 2007.
- [51] E. Morales, “Estadística Y Probabilidades,” *Univ. Católica la Santísima Concepción*, p. 192, 2012.
- [52] A. Facchin, “Capítulo 2 – Estadística Básica Aplicada,” pp. 1–33.
- [53] J. Guzmán Luna, J. Cartagena Orrego, and J. Restrepo Duque, “Desarrollo de un sensor móvil para la medición de ruido ambiental,” *QUID Investig. Cienc. y Tecnol.*, no. 26, pp. 49–56, 2016.
- [54] R. Springall, “ELEMENTOS DE HIDROLOGIA ESTADISTICA.”

- [55] N. Merchán, “Simulación numérica experimental de un canal con un nuevo modelo de rugosidad artificial Trabajo de titulación previo a la obtención Cuenca – Ecuador Resumen :,” 2019.
- [56] Q. Esneira and D. P. Francesco, “Visualización de zonas de desborde usando HEC-GeoRAS. Microcuenca del río la Pedregosa, estado Mérida-Venezuela,” *Rev. Geogr. Venez.*, vol. 53, no. 1, pp. 77–91, 2012.
- [57] E. Naranjo, “PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.,” 2019.
- [58] E. Salgado, “GUÍA PARA REALIZAR UNA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA,” p. 25, 2005, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [59] F. G. Arias, *EL PROYECTO DE INVESTIGACION*. 1999.
- [60] M. D. G. E. Pro, “Google Earth Pro La herramienta fundamental de investigación , presentación y colaboración para información específica sobre un lugar,” 2009.
- [61] R. Rambal Juliao and L. Henao López, “Manual Básico de Excel Modelaje en excel,” *Man. Básico Excel*, p. 45, 2009.
- [62] J. Rodríguez and R. Olivella, “Introducción a los sistemas de información geográfica : conceptos y operaciones fundamentales,” *Univerisidad Oberta De Catalunya*, pp. 1–39, 2010.
- [63] A. C. of Engineers, H. E. Center, and E. S. R. Institute, “HEC-GeoRAS.” .
- [64] A. C. of Engineers, H. E. Center, and E. S. R. Institute, “HEC-RAS.” .
- [65] U. T. de Ambato, “Ambato_Map.” .
- [66] F. Zamora, “SISTEMA DE INFORMACIÓN CORPORATIVO PARA CONTINGENCIAS NATURALES EN EL CANTÓN AMBATO,” 2009.
- [67] M. Parrales, “Análisis del diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa,” 2017.
- [68] O. Contreras, “UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ASIGNATURA : FOTOGRAMETRIA FOTOINTERPRETACION Y TELEDETECCION,” pp. 1–2, 2015.
- [69] H. G. P. de Tungurahua, “Acequia Darquea Tilulum.” .
- [70] D. Salazar, “ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE CAUDAL Y COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL ÓVALO 12 AL 19 DEL CANAL DE RIEGO AMBATO-HUACHI-PELILEO, CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” vol. 5, no. 564, pp. 1–19, 2019, doi: 10.4324/9781315853178.
- [71] N. R. C. Service, Unidos, and D. de agricultura de los Estados, “Chapter 8 Threshold Channel Design,” *NEH Part 654 - Stream Restor.*, p. 50, 2007.

ANEXOS

ANEXOS N°1

RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC-RAS: PERFIL LONGITUDINAL, NÚMERO DE FROUDE, VELOCIDAD, ESFUERZO CORTANTE Y CURVAS DE DESCARGA PARA LOS PERIODOS DE RETORNO $T_r = 5, 10, 25, 50$ Y 100 AÑOS Y SUS RESPECTIVOS CAUDALES.

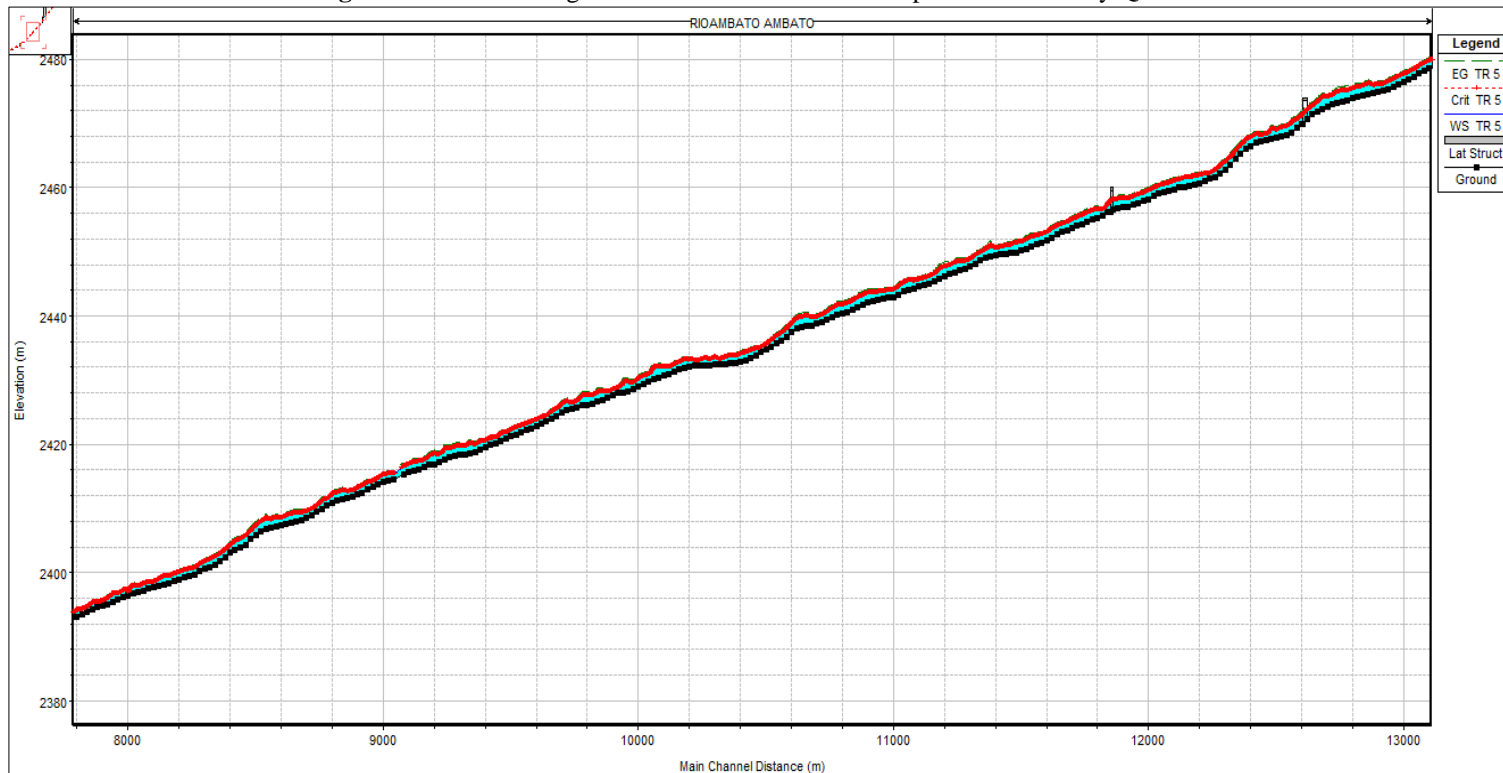
PERFIL LONGITUDINAL PARA LOS DIFERENTES CAUDALES DE DISEÑO Y PERIODOS DE RETORNO (Tr)

Tr = 5 años

QTr = 75.04 m³/s

Km 8+00 al km 12+00

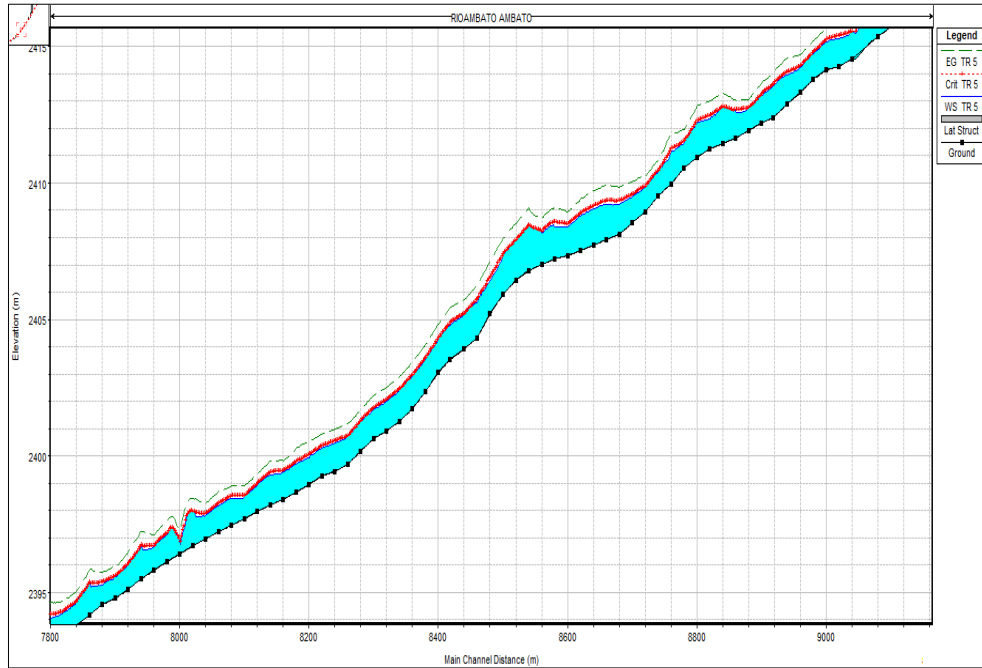
Figura N°64. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para Tr = 5 años y QTr = 75.04 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 8+000 al km 9+000

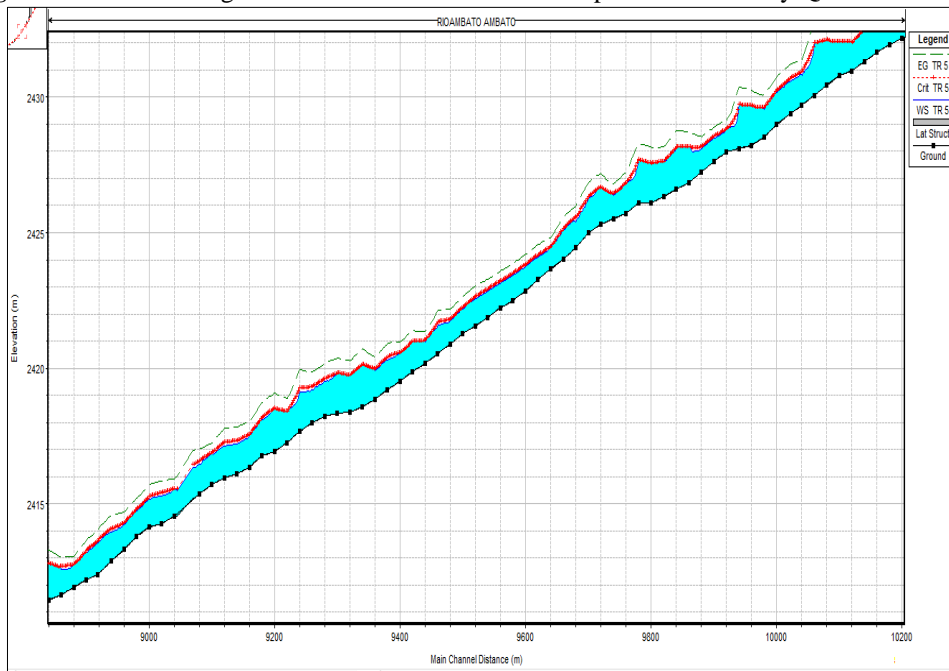
Figura N°65. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $T_r = 5$ años y $Q_{Tr} = 75.04$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 9+000 al km 10+000

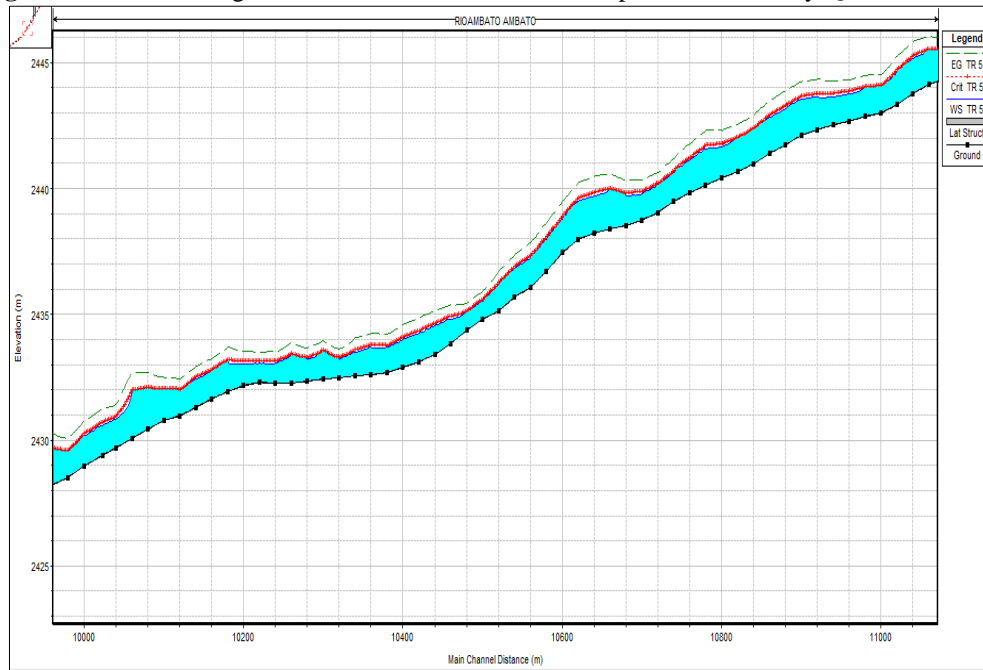
Figura N°66. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $T_r = 5$ años y $Q_{Tr} = 75.04$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 10+000 al km 11+000

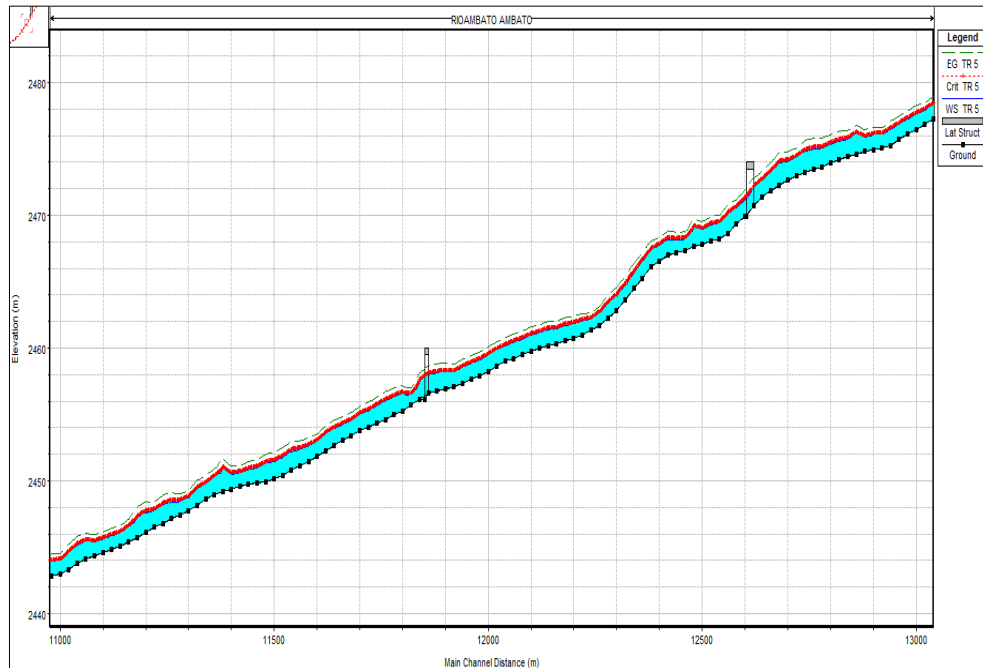
Figura N°67. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para $T_r = 5$ años y $Q_{Tr} = 75.04$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°68. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 5$ años y $Q_{Tr} = 75.04$ m³/s

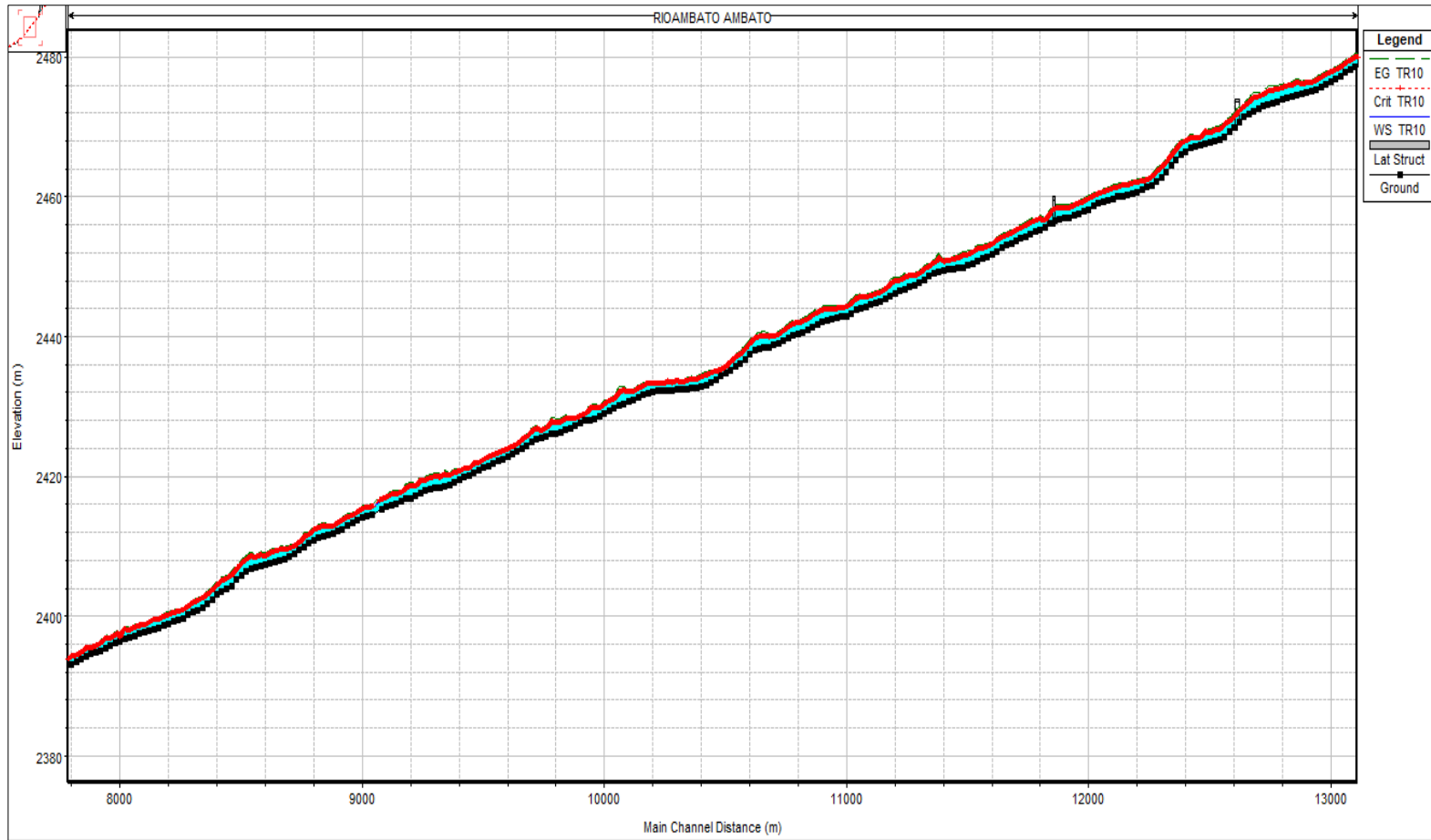


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr = 10 años

QTr = 83.93 m³/s

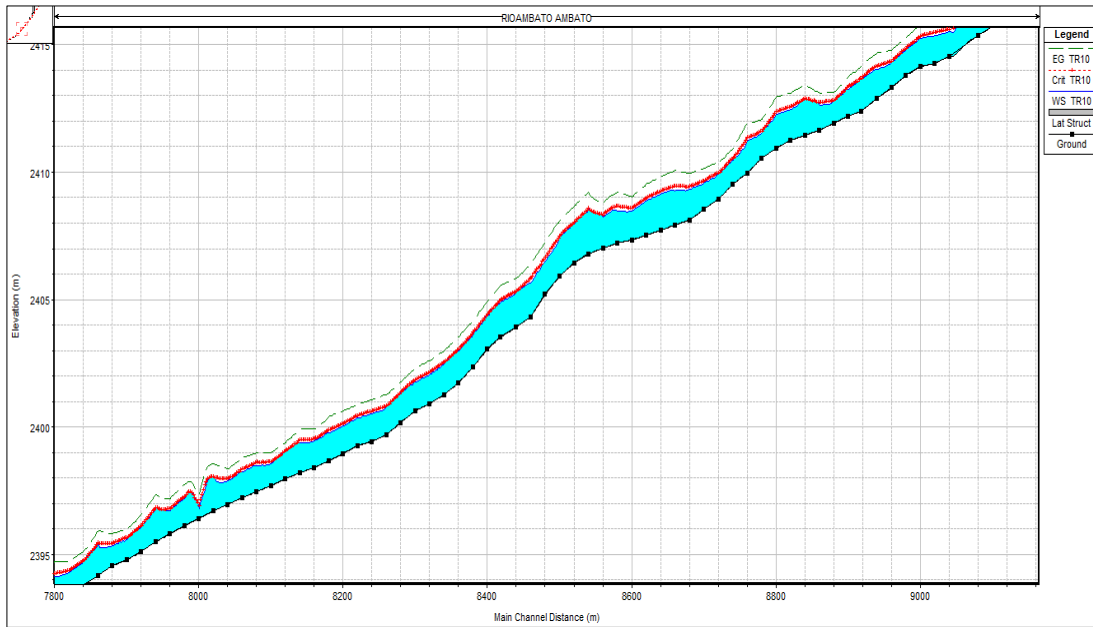
Figura N°69. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para **Tr** = 10 años y **QTr** = 83.93 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero.

Del km 8+000 al km 9+000

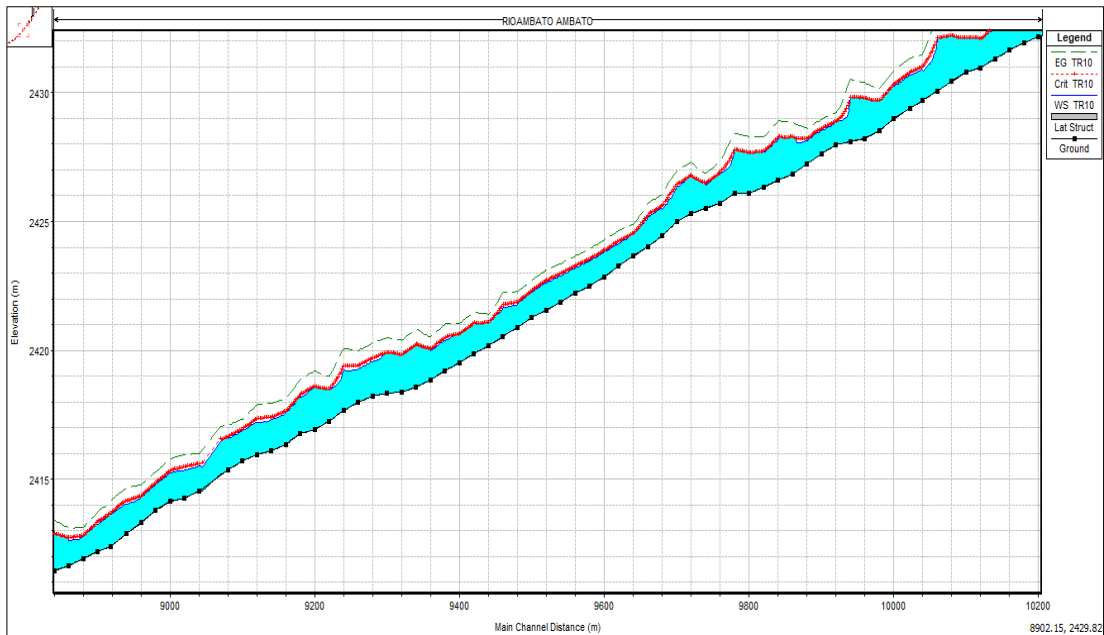
Figura N°70. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $T_r = 10$ años y $Q_{Tr} = 83.93$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 9+000 al km 10+000

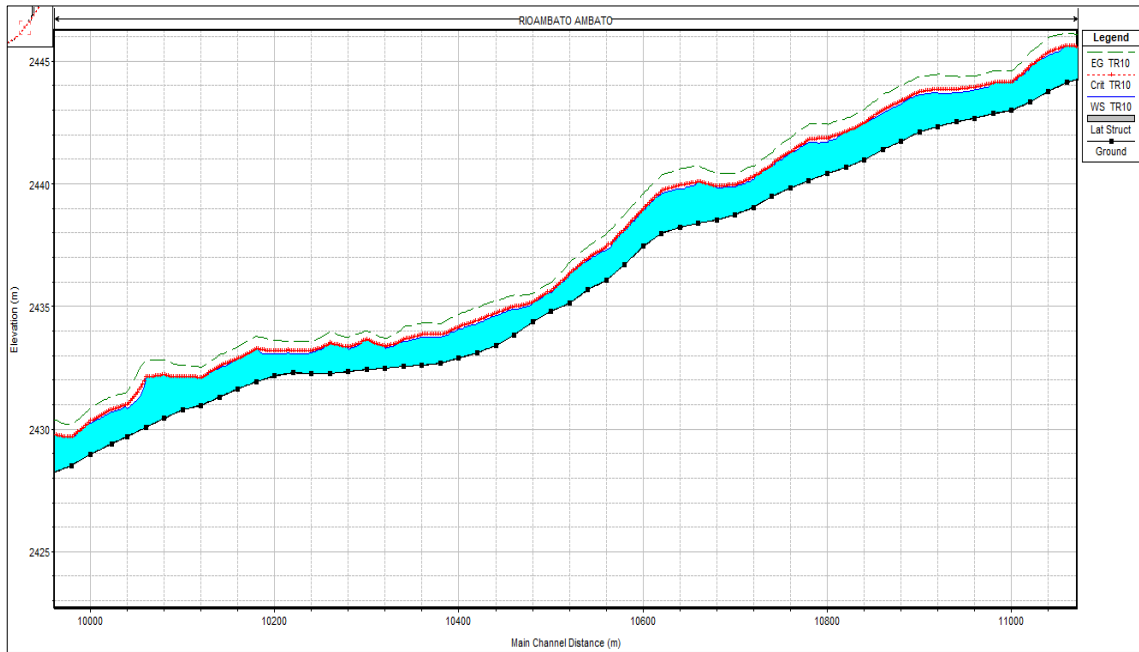
Figura N°71. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $T_r = 10$ años y $Q_{Tr} = 83.93$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 10+000 al km 11+000

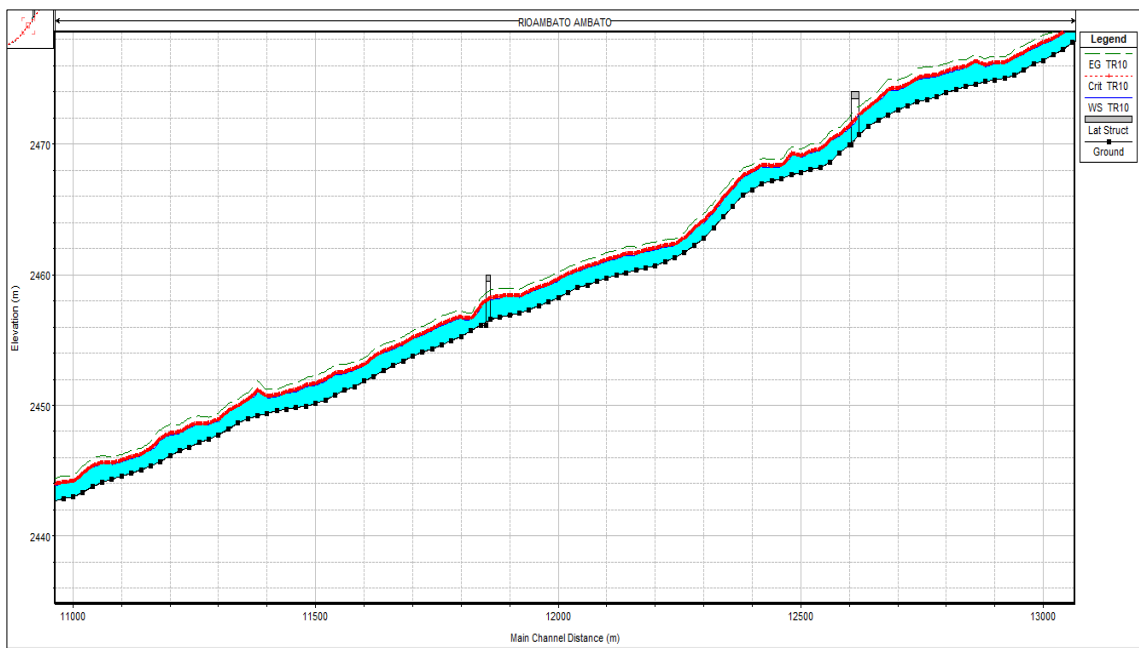
Figura N°72. Perfil longitudinal km 10+00 al km 11+000 para $T_r = 10$ años y $Q_{Tr} = 83.93$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°73. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 10$ años y $Q_{Tr} = 83.93$ m³/s

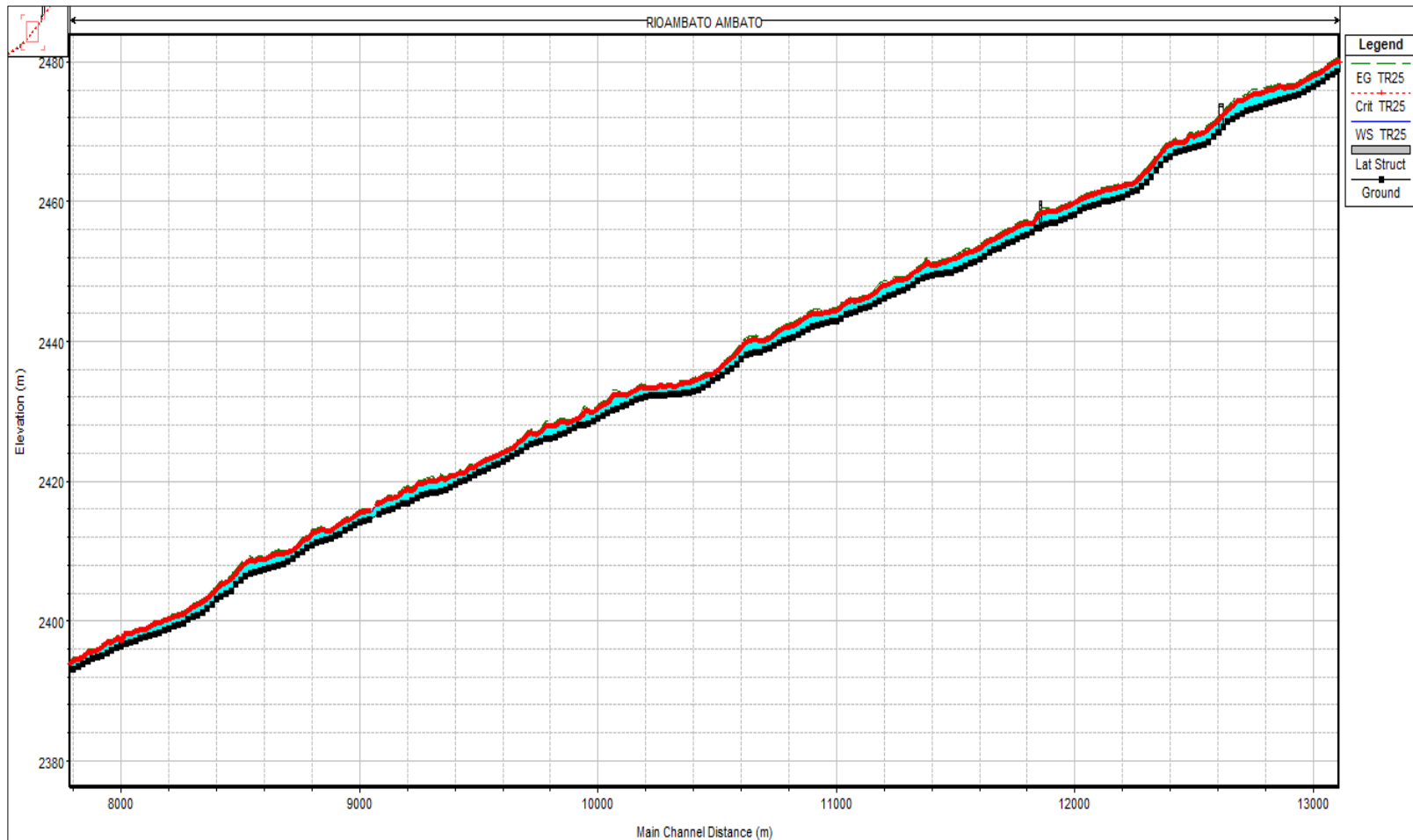


Fuente: Realizado por C. Salguero.

$T_r = 25$ años

$Q_{Tr} = 95.16$ m³/s

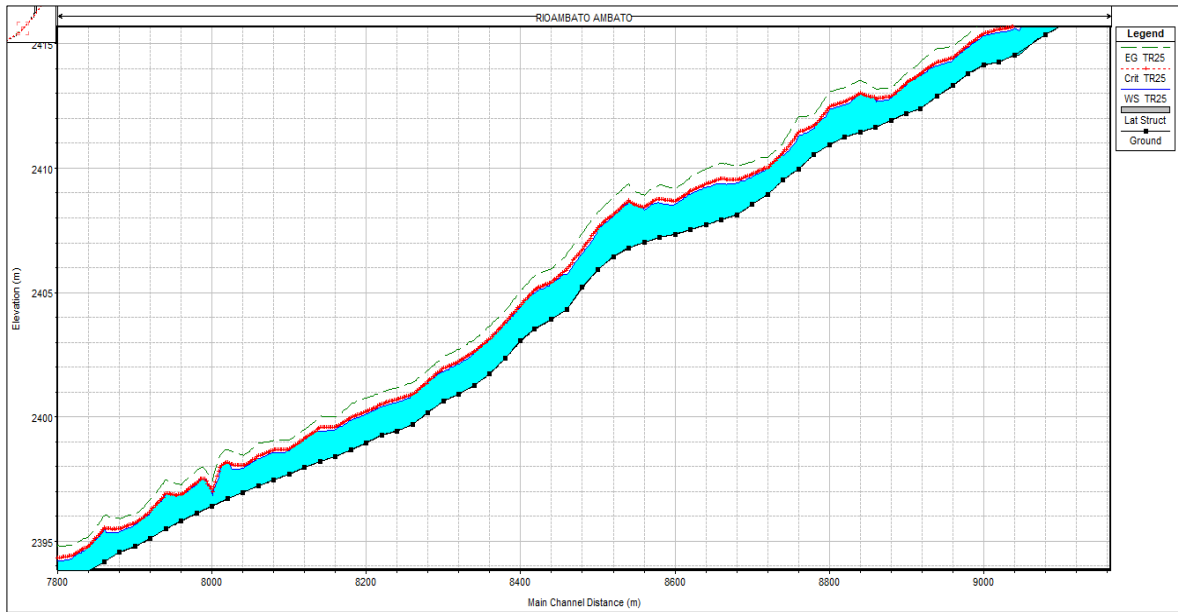
Figura N°74. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 8+000 al km 9+000

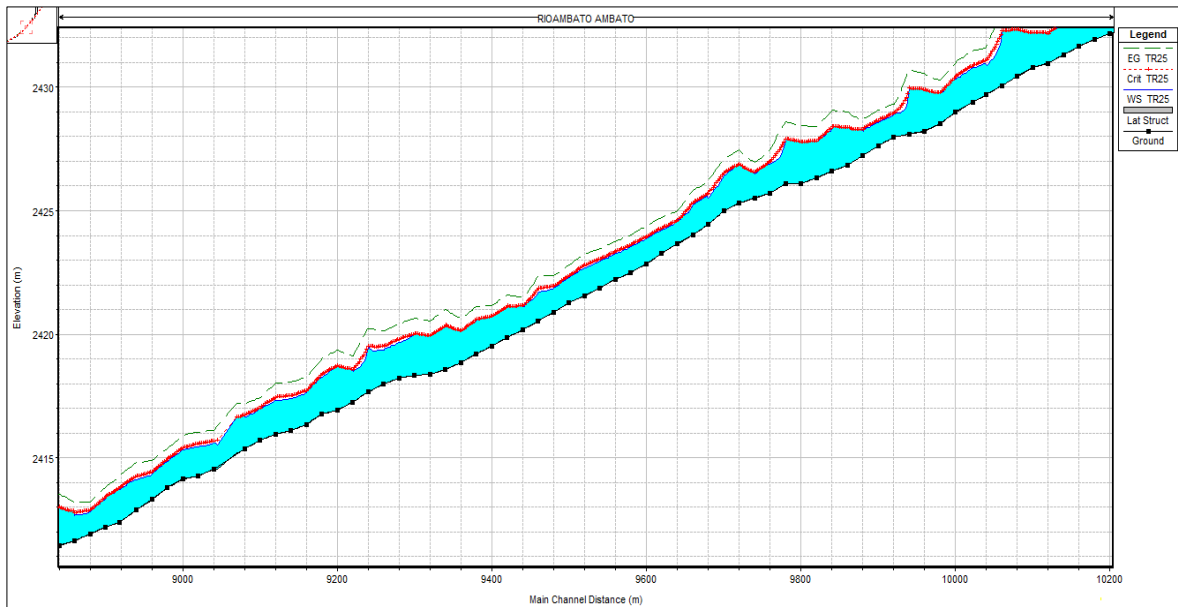
Figura N°75. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 9+000 al km 10+000

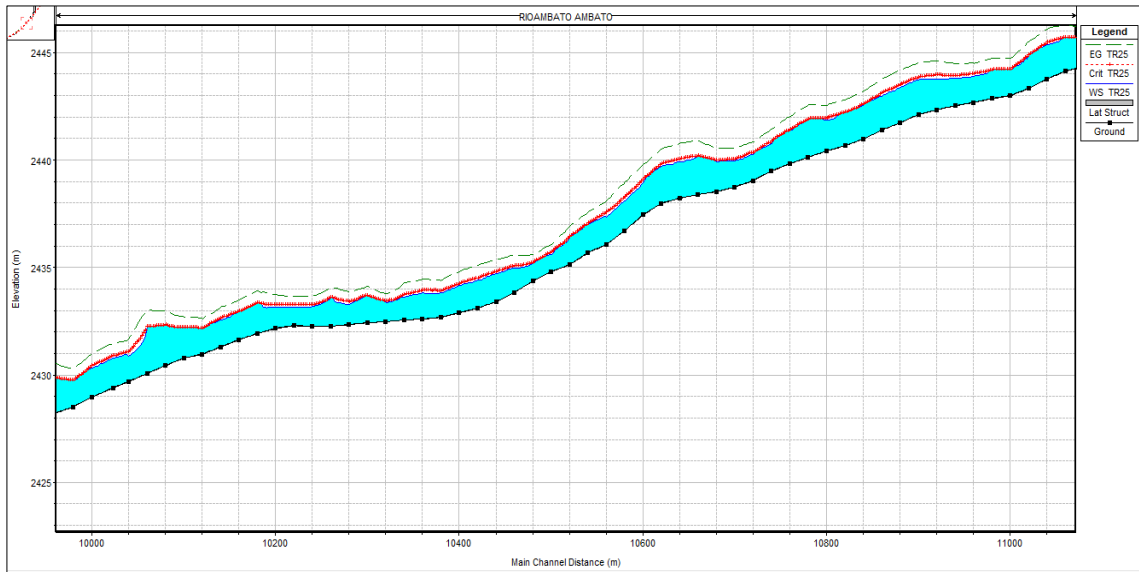
Figura N°76. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 10+000 al km 11+000

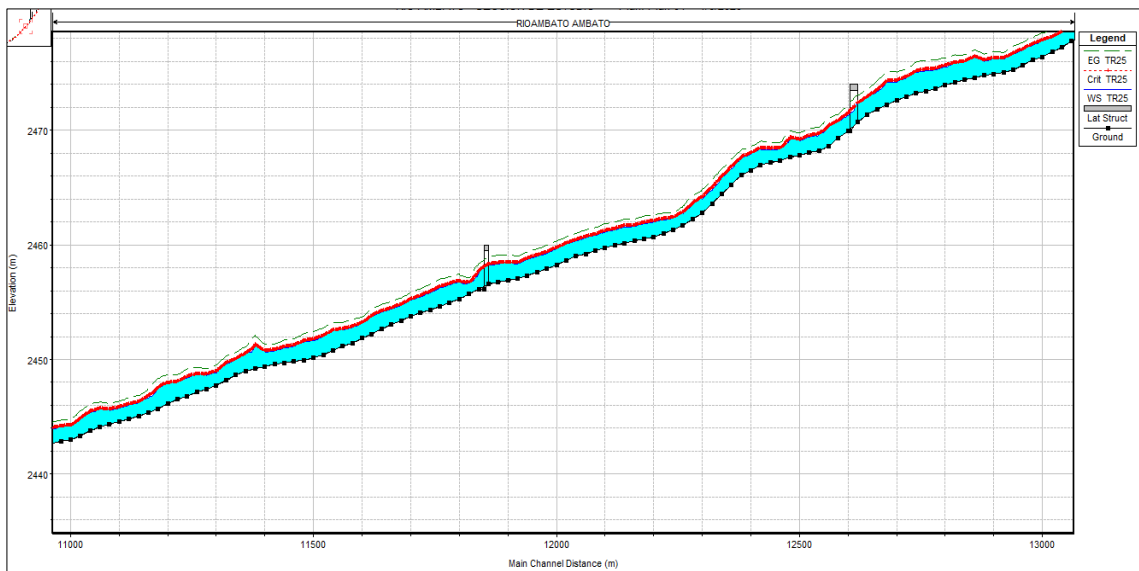
Figura N°77. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°78. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 25$ años y $Q_{Tr} = 95.16$ m³/s

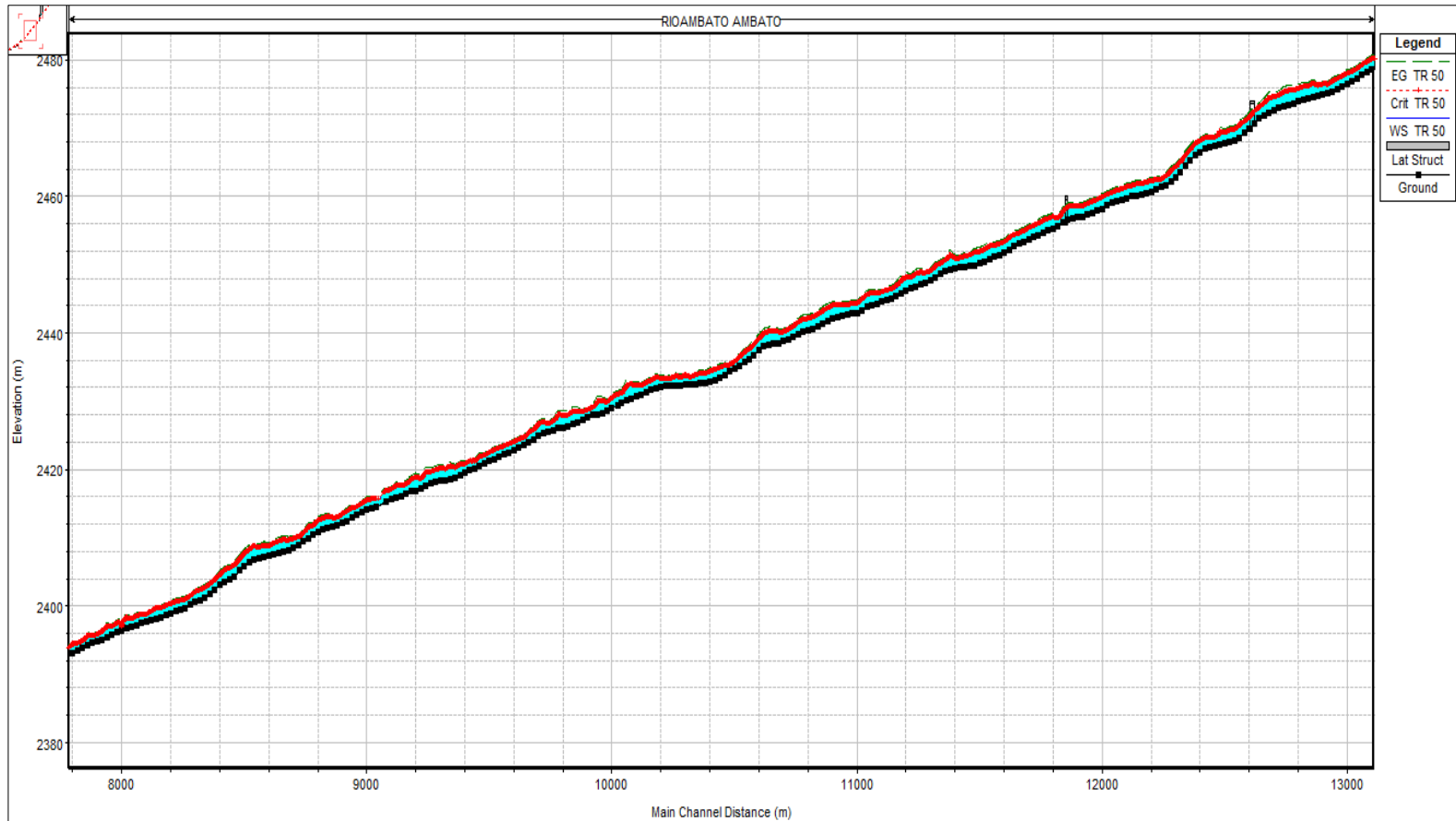


Fuente: Realizado por C. Salguero

$T_r = 50$ años

$Q_{Tr} = 103.50$ m³/s

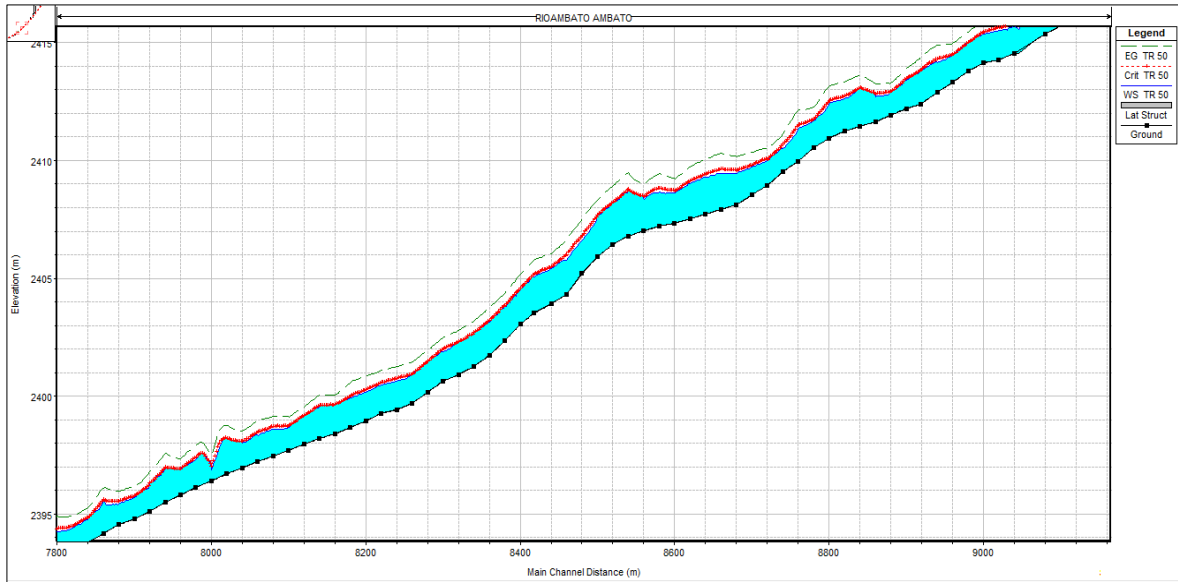
Figura N°79. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para $T_r = 50$ años y $Q_{Tr} = 103.50$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 8+000 al km 9+000

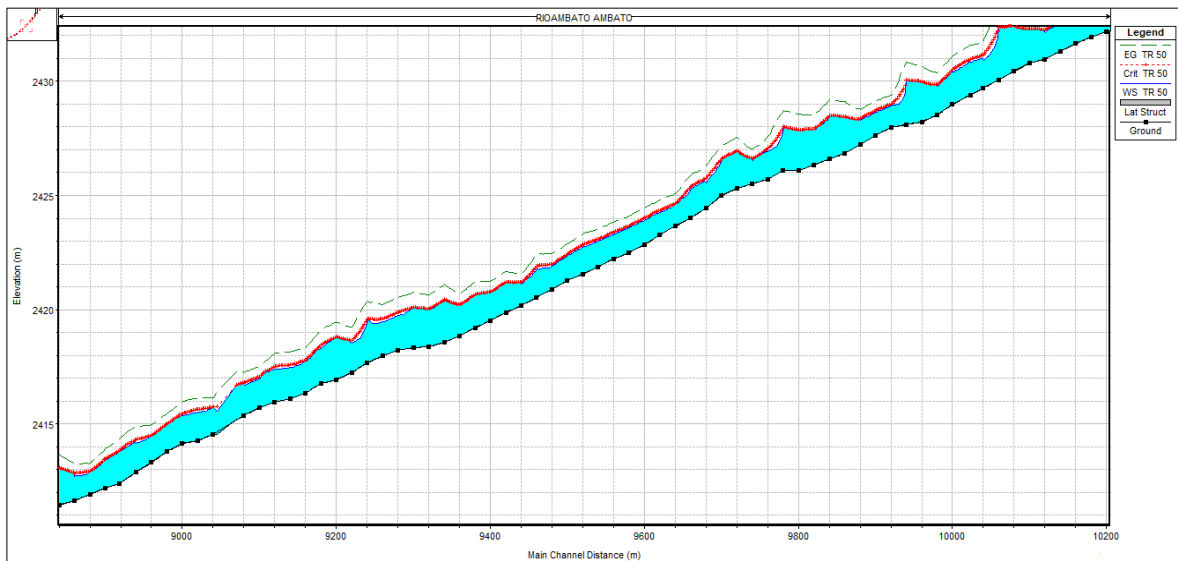
Figura N°80. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $Tr = 50$ años y $QTr = 103.50$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 9+000 al km 10+000

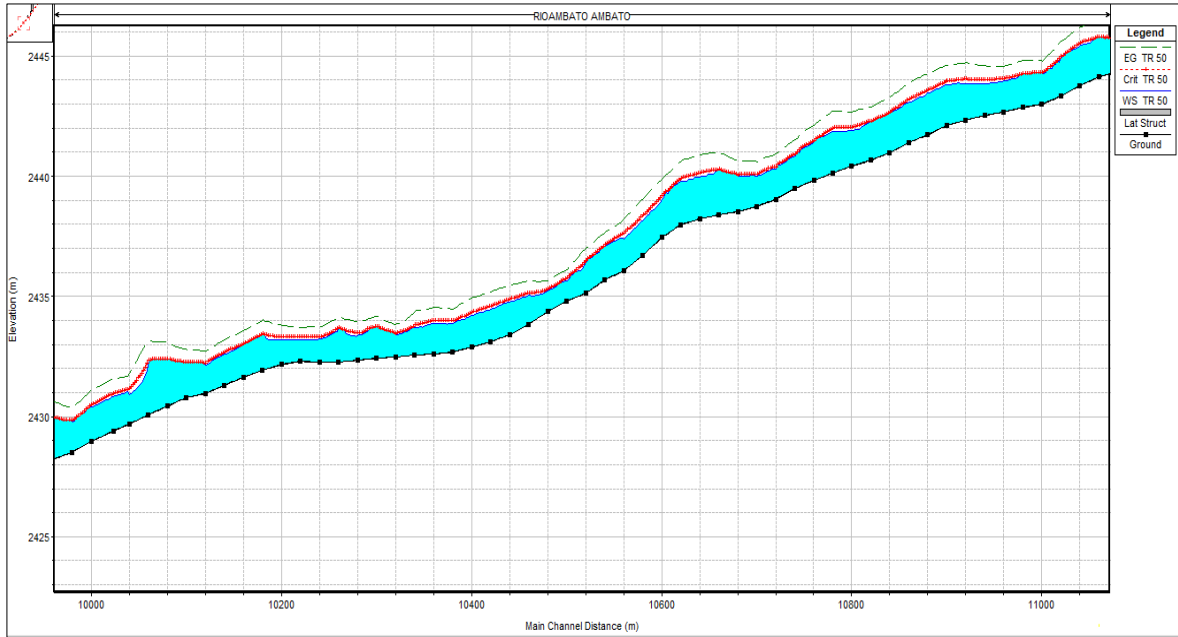
Figura N°81. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $Tr = 50$ años y $QTr = 103.50$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 10+000 al km 11+000

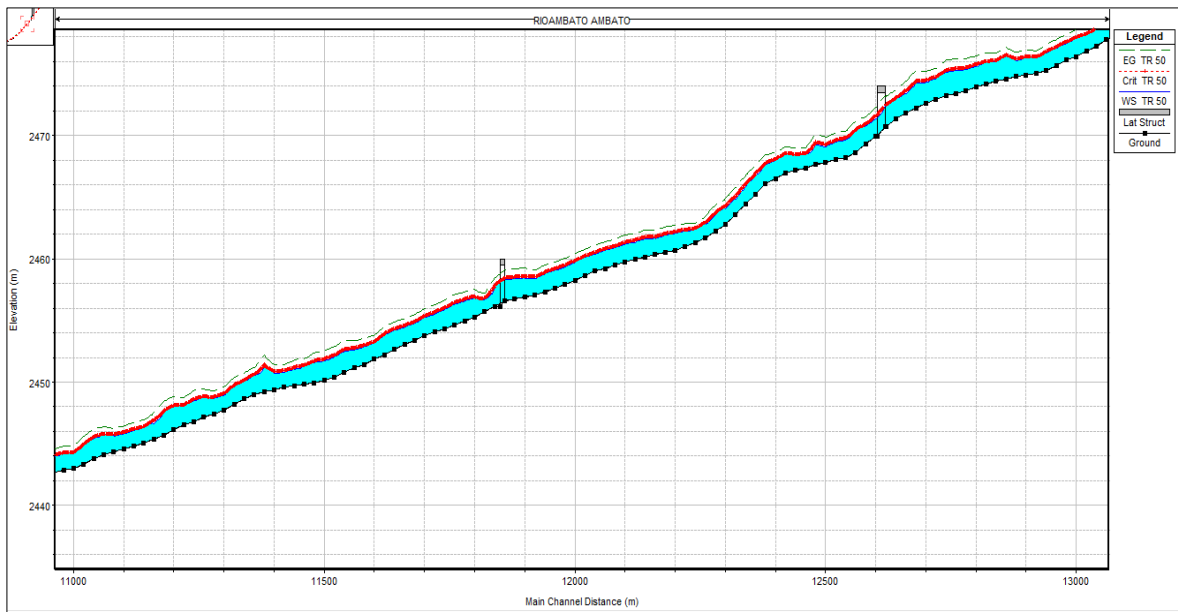
Figura N°82. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para $T_r = 50$ años y $Q_{Tr} = 103.50$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°83. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 50$ años y $Q_{Tr} = 103.50$ m³/s

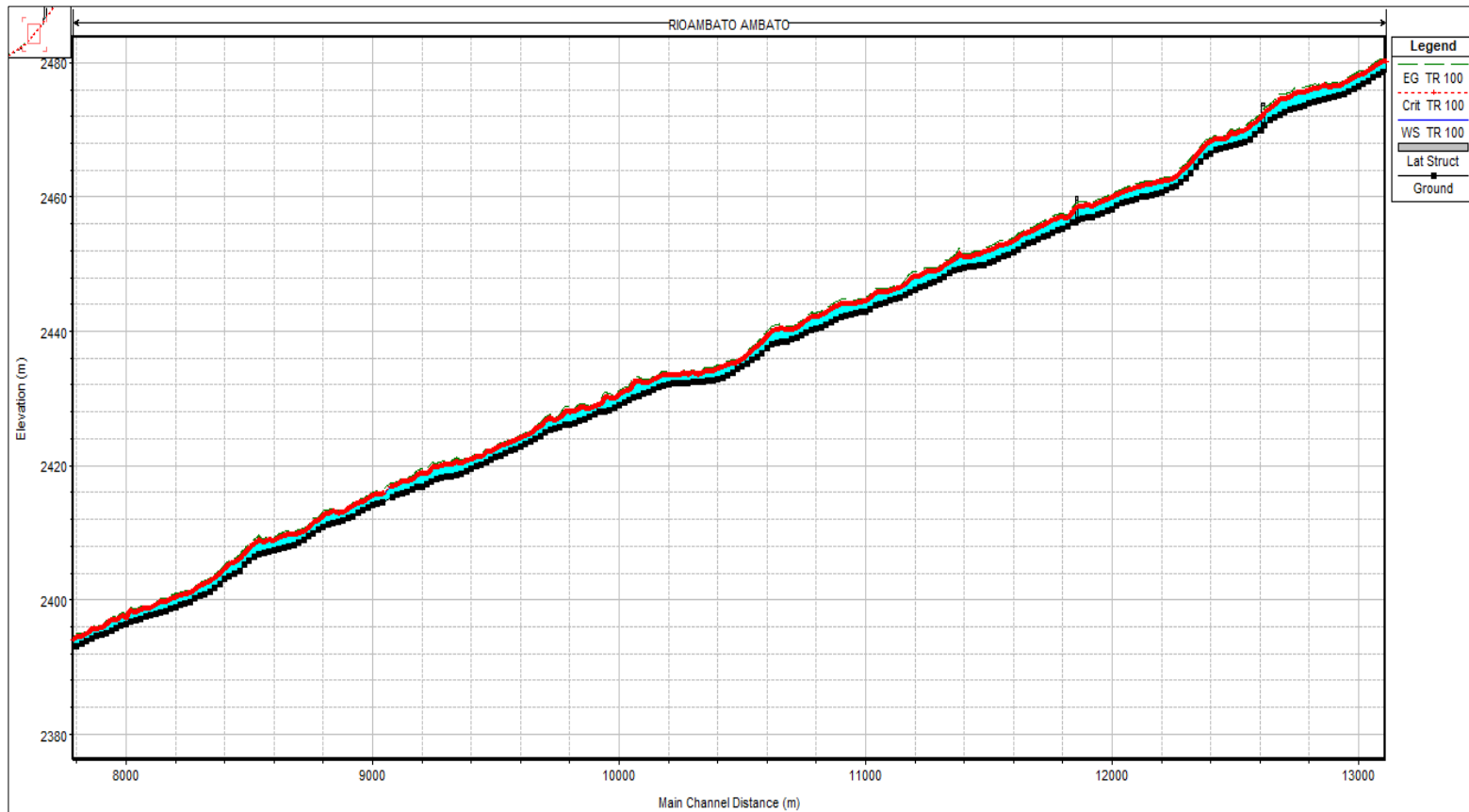


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr = 100 años

QTr = 111.77 m³/s

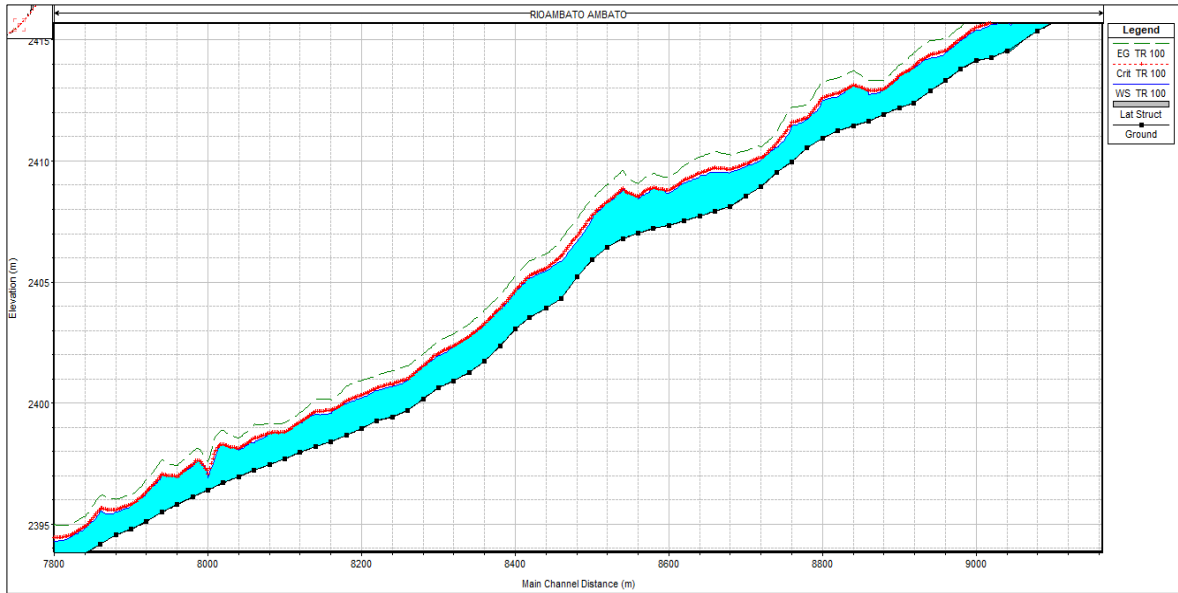
Figura N°84. Perfil longitudinal km 8+00 al km 12+00 para **Tr** = 100 años y **QTr** = 111.77 m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 8+000 al km 9+000

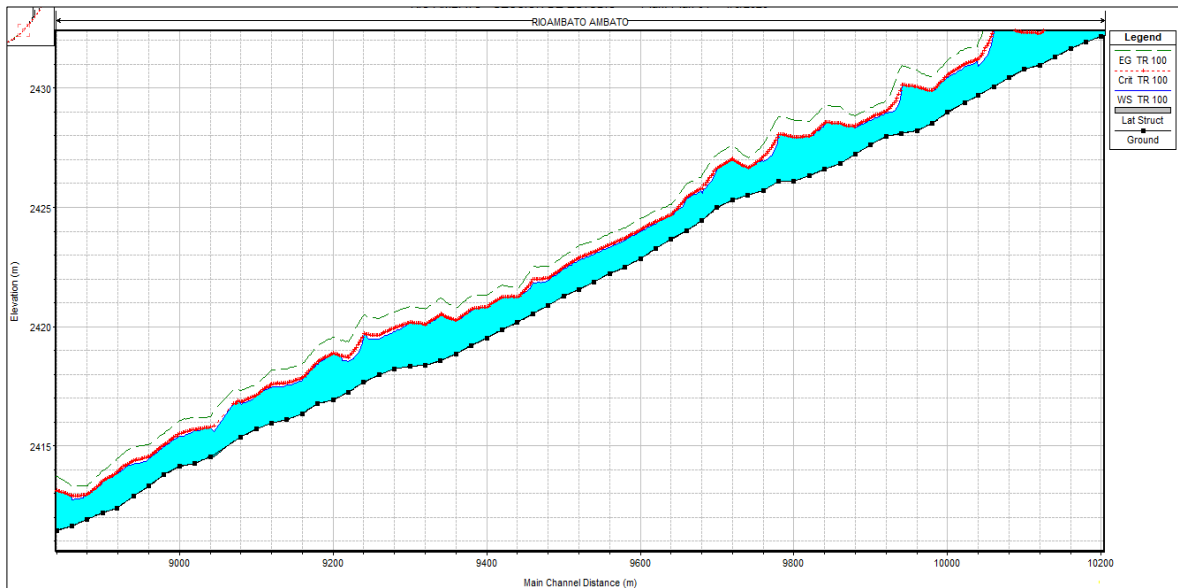
Figura N°85. Perfil longitudinal km 8+000 al km 9+000 para $Tr = 100$ años y $QTr = 111.77$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 9+000 al km 10+000

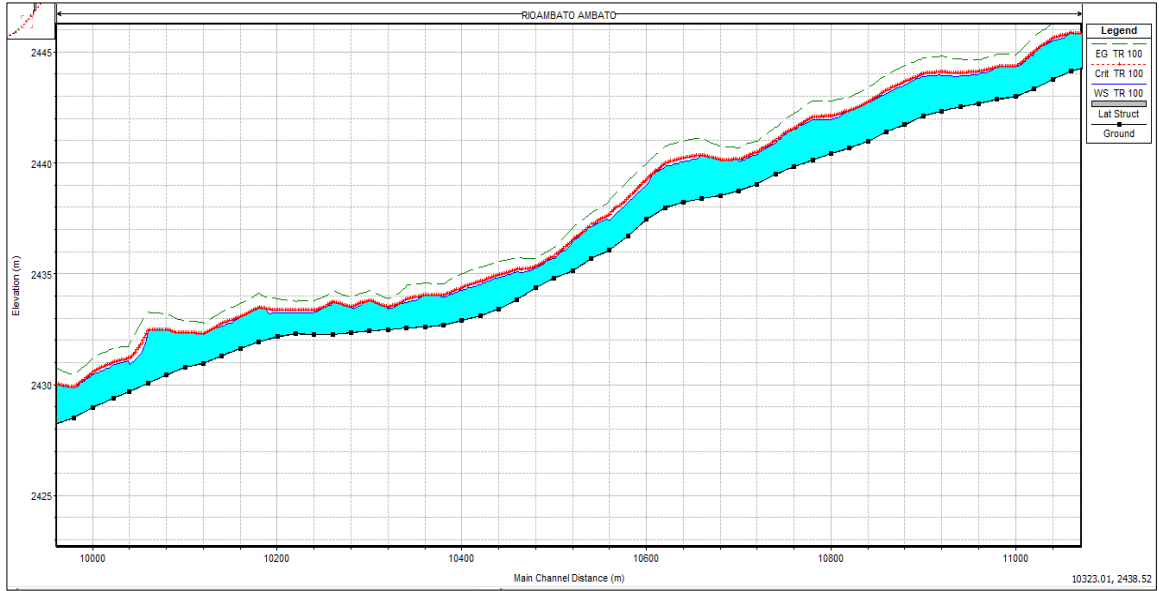
Figura N°86. Perfil longitudinal km 9+000 al km 10+000 para $Tr = 100$ años y $QTr = 111.77$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 10+000 al km 11+000

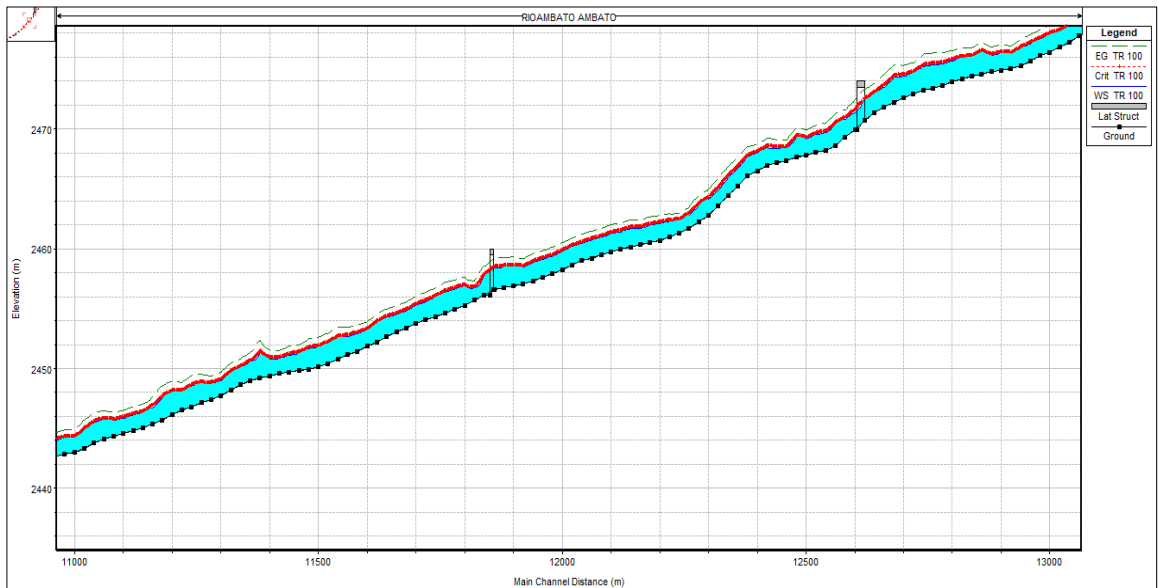
Figura N°87. Perfil longitudinal km 10+000 al km 11+000 para $T_r = 100$ años y $Q_{Tr} = 111.77$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Del km 11+000 al km 12+000

Figura N°88. Perfil longitudinal km 11+000 al km 12+000 para $T_r = 100$ años y $Q_{Tr} = 111.77$ m³/s



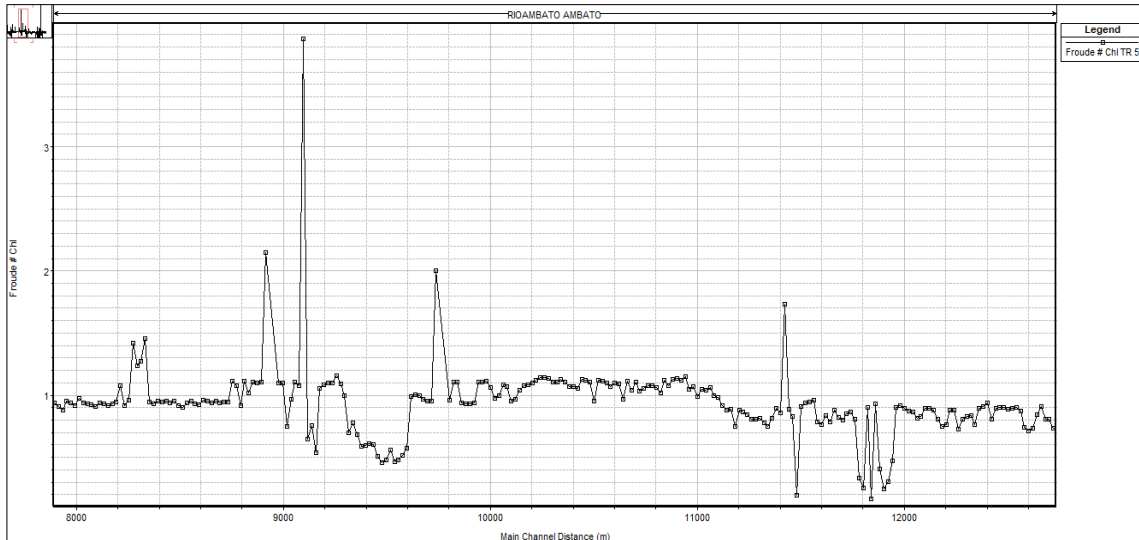
Fuente: Realizado por C. Salguero

NÚMERO DE FROUDE

$Tr = 5$ años

$QTr = 75.04$ m³/s

Figura N°89. Numero de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para $Tr = 5$ años y $QTr = 75.04$ m³/s

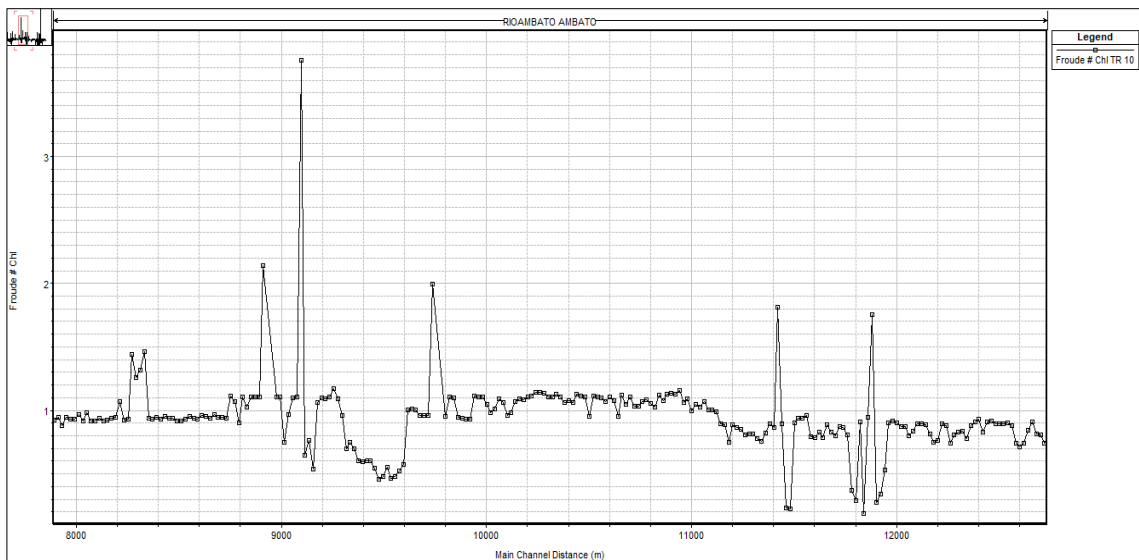


Fuente: Realizado por C. Salguero

$Tr = 10$ años

$QTr = 83.93$ m³/s

Figura N°90. Numero de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para $Tr = 10$ años y $QTr = 83.93$ m³/s

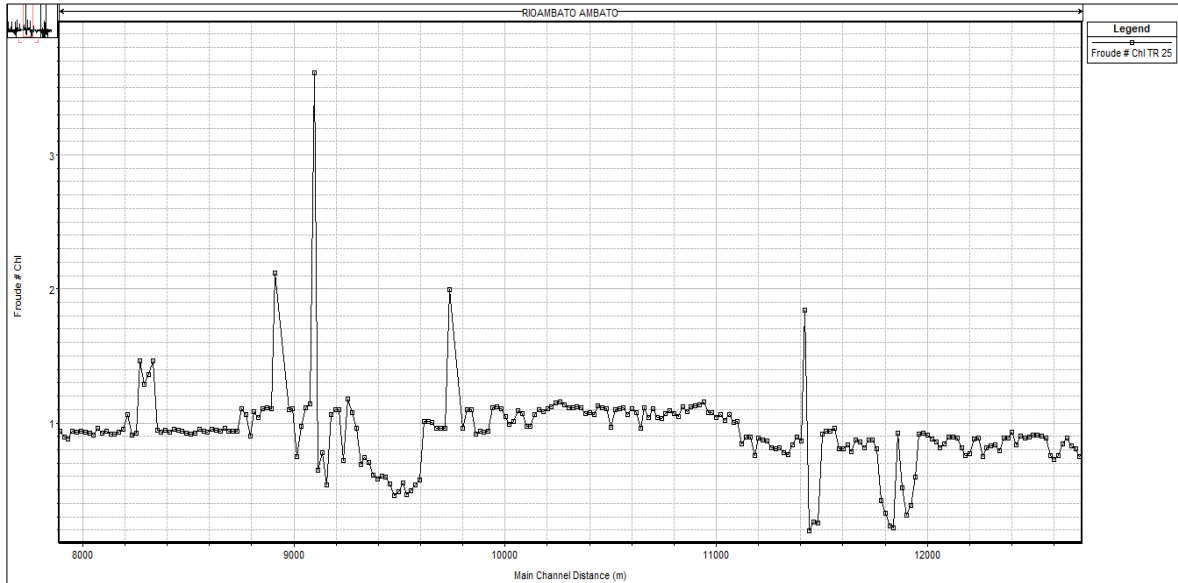


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr=25 años

QTr = 95.16 m³/s

Figura N°91. Numero de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr =25 años** y **QTr = 95.16 m³/s**

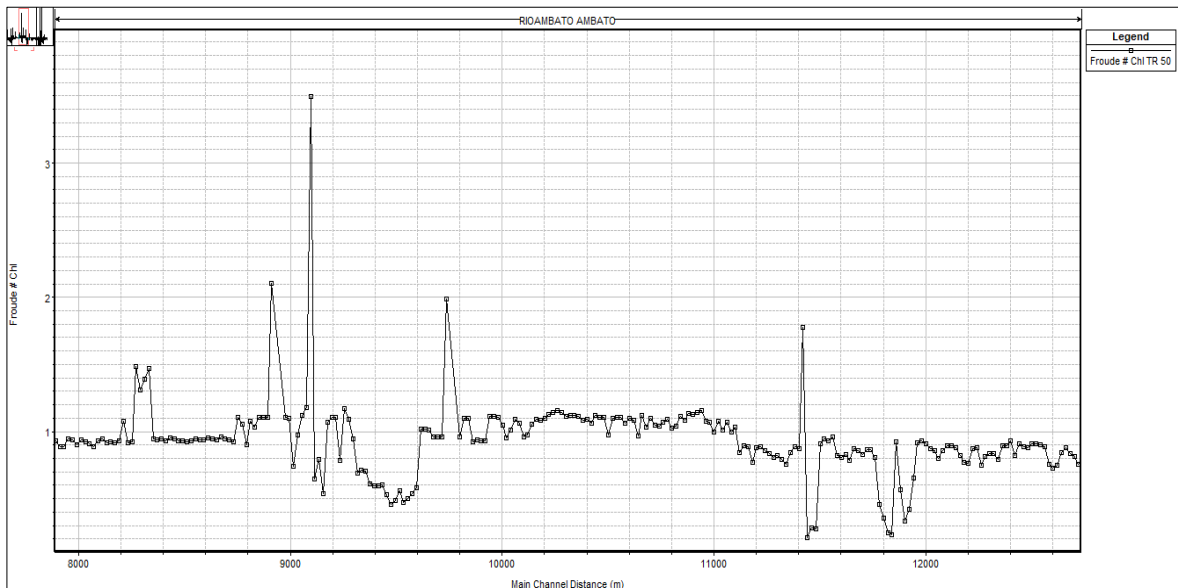


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr=50 años

QTr = 103.50 m³/s

Figura N°92. Numero de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr=50 años** y **QTr =103.50 m³/s**

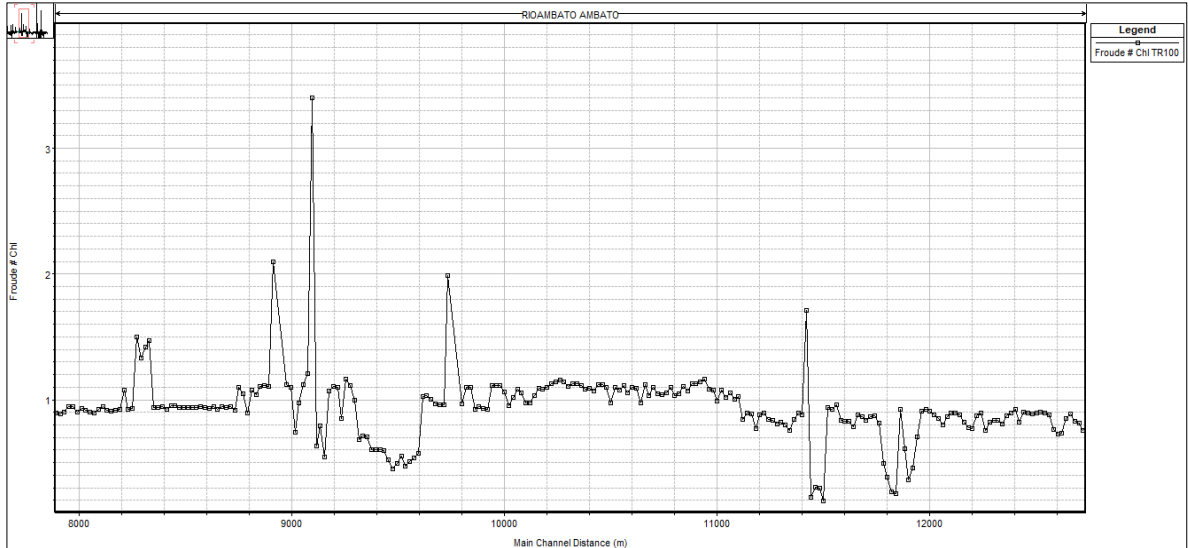


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr = 100 años

QTr = 111.77 m³/s

Figura N°93. Numero de Froude desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr** =100 años y **QTr** =111.77 m³/s



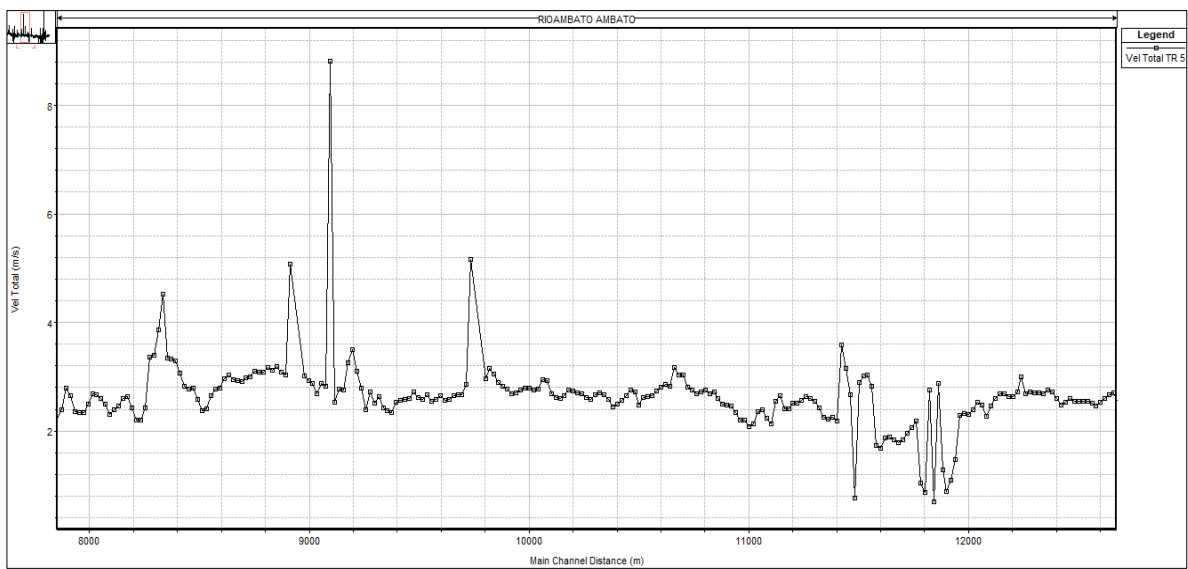
Fuente: Realizado por C. Salguero

VELOCIDAD

Tr =5 años

QTr = 75.04 m³/s

Figura N°94. Velocidad del flujo desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr** = 5 años y **QTr** = 75.04 m³/s

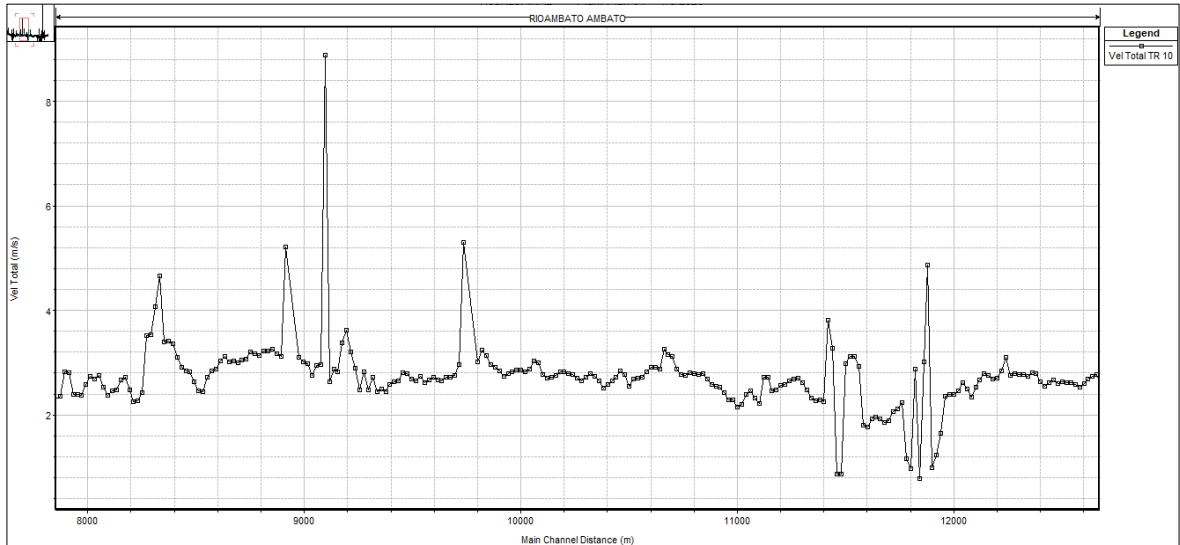


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr = 10 años

QTr = 83.93 m³/s

Figura N°95. Velocidad del flujo desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr =10 años** y **QTr =83.93 m³/s**

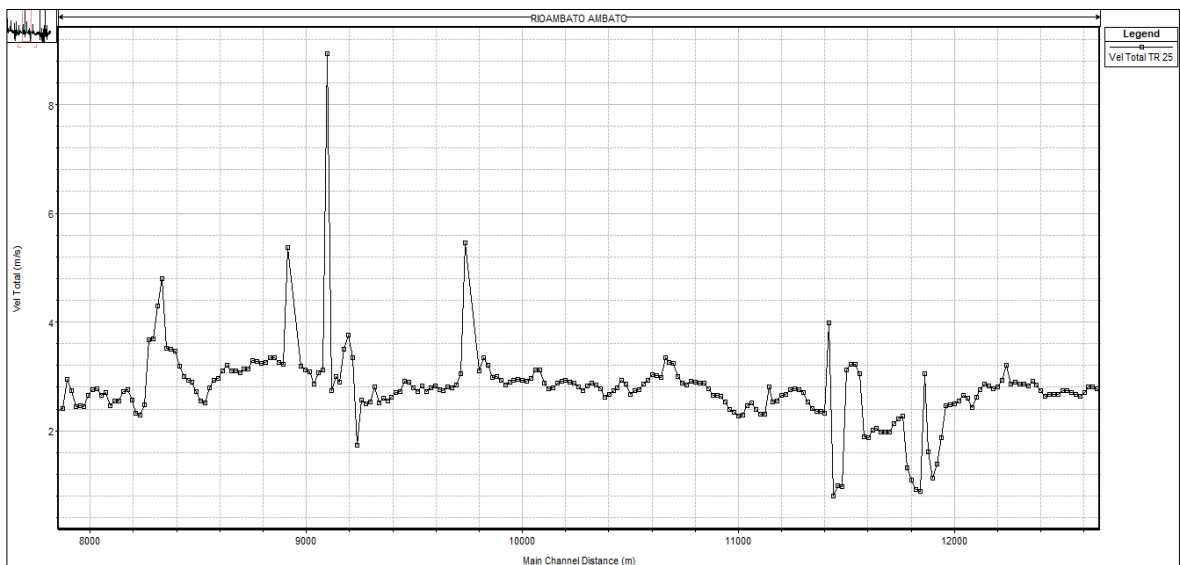


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr = 25 años

QTr = 95.16 m³/s

Figura N°96. Velocidad del flujo desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr =25 años** y **QTr = 95.16 m³/s**

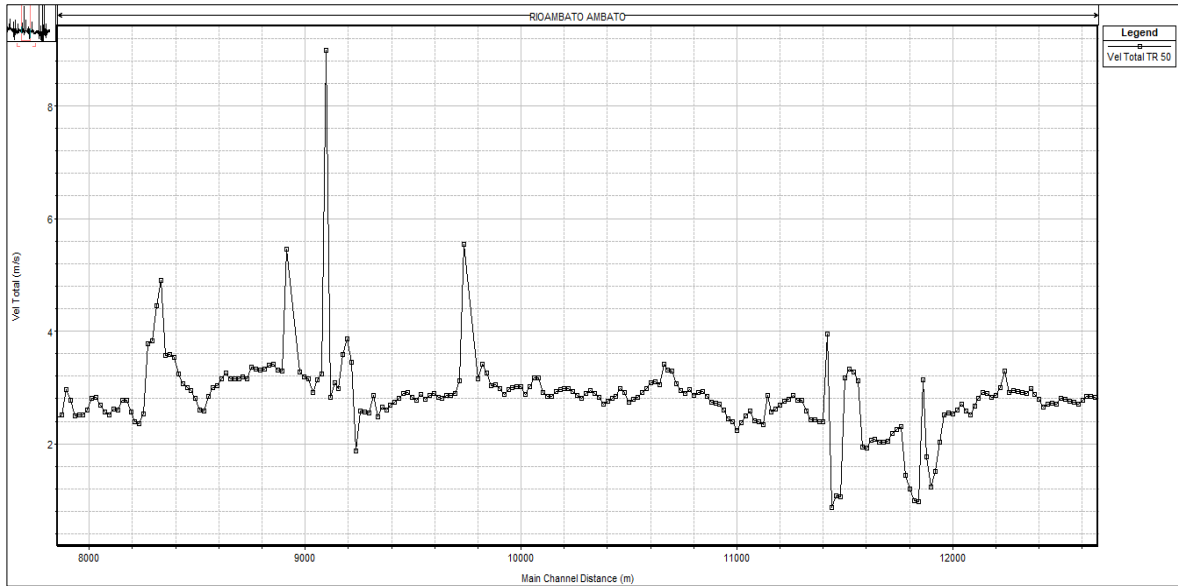


Fuente: Realizado por C. Salguero

TR= 50 años

QTr = 103.50 m³/s

Figura N°97. Velocidad del flujo desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr=50 años** y **QTr=103.50 m³/s**

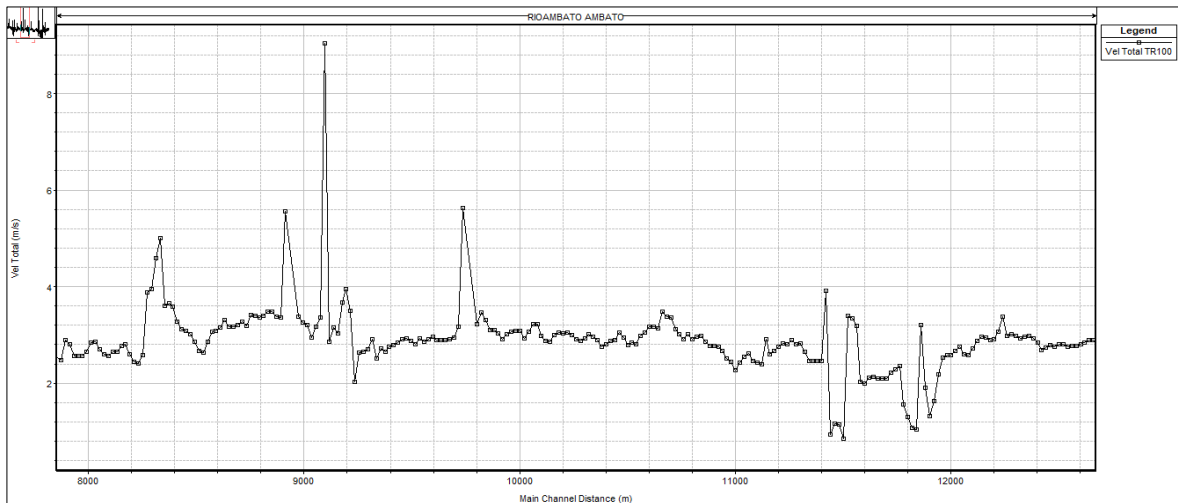


Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr =100 años

QTr = 111.77 m³/s

Figura N°98. Velocidad del flujo desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr =100 años** y **QTr = 111.77 m³/s**

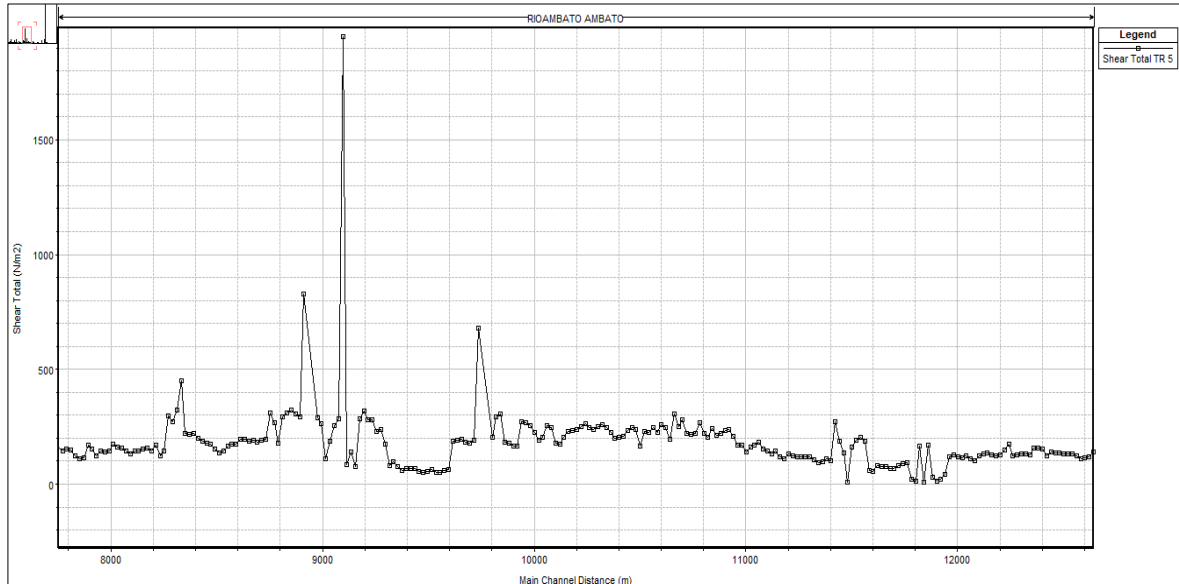


Fuente: Realizado por C. Salguero

ESFUERZO CORTANTE

$Tr = 5$ años $QTr = 75.04$ m³/s

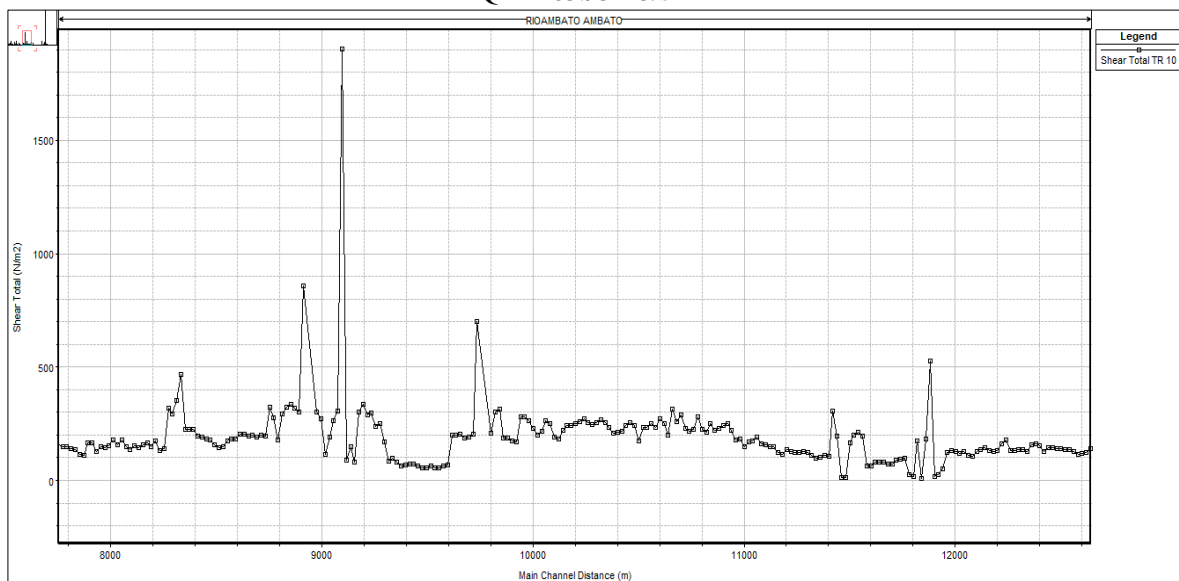
Figura N°99. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00 para $Tr = 5$ años y $QTr = 75.04$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

$Tr=10$ años $QTr= 83.93$ m³/s

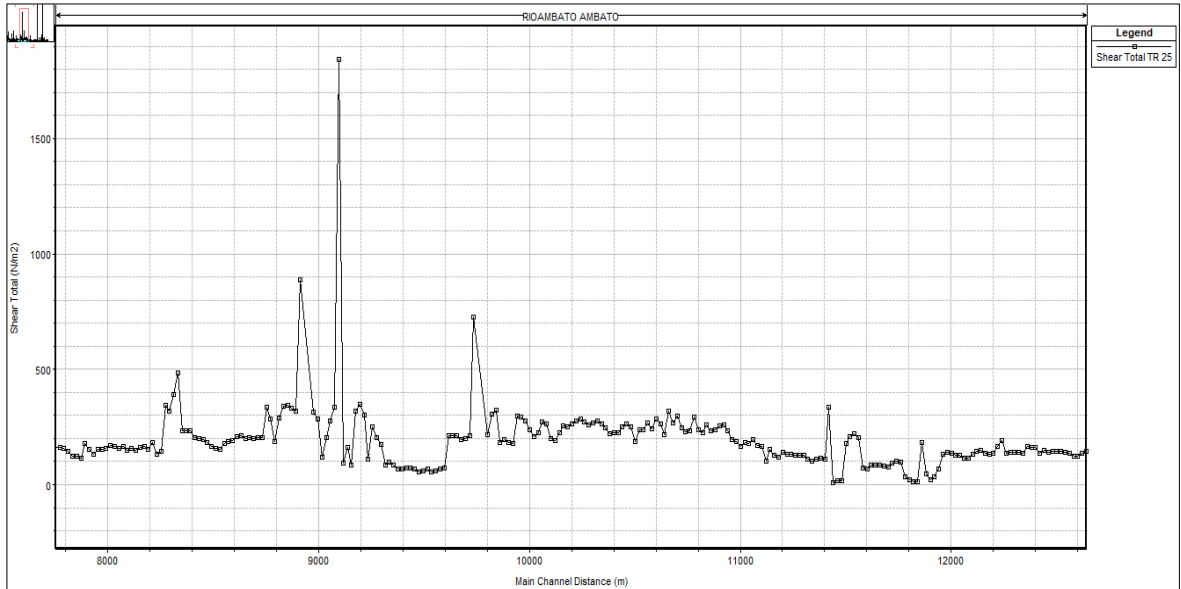
Figura N°100. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00 para $Tr =10$ años y $QTr = 83.93$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

Tr=25 años **QTr = 95.16 m³/s**

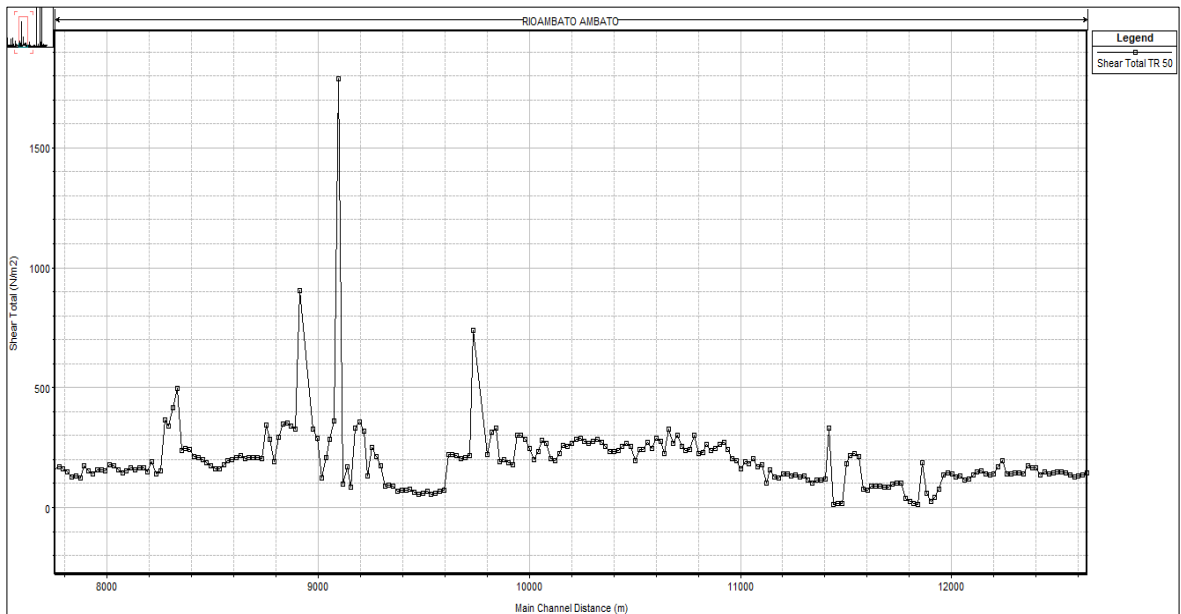
Figura N°101. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr = 25 años** y **QTr = 95.16 m³/s**



Fuente: Realizado por C. Salguero

TR=50 años **QTr = 103.50 m³/s**

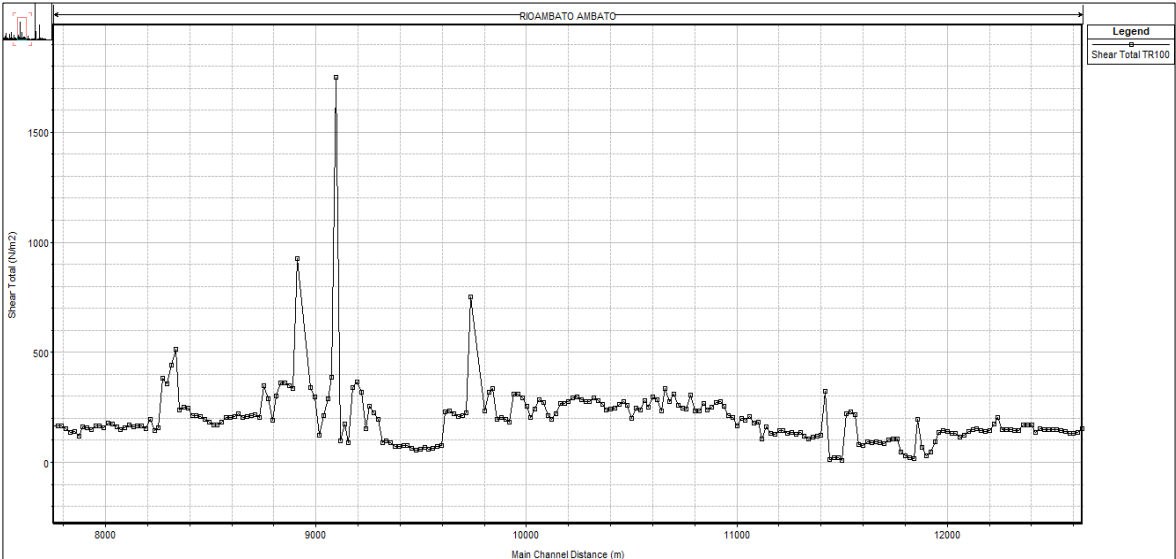
Figura N°102. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00 para **Tr = 50 años** y **QTr = 103.50 m³/s**



Fuente: Realizado por C. Salguero

$T_r = 100$ años $Q_{Tr} = 111.77$ m³/s

Figura N°103. Esfuerzo cortante en el Río Ambato desde el km 8+00 al km 12+00 para $T_r = 100$ años y $Q_{Tr} = 111.77$ m³/s



Fuente: Realizado por C. Salguero

ANEXOS N°2

**TABLAS DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS DE LA ESTACION
HIDROMÉTRICA (TILULÚN)**

Tabla N° 47. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1964

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1964

1964

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	10.44	1.36	1.14	1.65	9	5.43	9.83	2.79	5.79	4.66	2.11	1.45
2	7.92	1.22	1.1	1.65	6.15	4.98	9	3.1	8.08	5.9	2.11	1.36
3	6.4	1.18	1.02	1.76	5.66	11.11	11.2	4.12	15.21	5.2	2.05	1.4
4	5.31	1.18	1.02	2.03	5.31	23.54	9.33	3.6	11.38	3.26	2.05	2.45
5	4.77	1.18	1.02	2.87	5.09	13.02	8.37	3.97	12.27	4.26	2.87	1.45
6	4.56	1.18	1.02	2.94	4.87	8.76	7.63	3.6	13.86	4.16	2.72	1.45
7	4.56	1.18	1.02	2.37	3.78	6.4	10.4	3.1	16.33	3.78	2.94	1.55
8	4.56	1.14	1.02	4.88	3.1	4.87	11.88	2.65	16.1	3.26	2.79	1.55
9	4.46	1.14	1.1	5.58	4.26	5.31	10	12.45	13.85	3.1	2.44	1.5
10	4.45	1.1	1.1	5.66	5.43	4.45	8.68	24.96	13.85	3.1	1.99	1.5
11	4.35	1.1	1.1	6.4	4.77	4.56	7.77	36.86	18.31	3.1	1.76	1.45
12	4.26	1.14	1.14	5.2	5.54	3.97	7.2	30.89	33.81	3.1	2.24	1.45
13	3.78	1.14	1.27	4.98	6.39	3.78	7.2	23.5	42.42	3.1	1.76	1.5
14	3.1	1.14	1.45	4.77	9.66	4.89	7.2	18.57	33.19	3.1	2.3	1.5
15	2.58	1.14	3.4	4.77	9.66	6.02	6.4	14.29	25.84	3.1	2.37	1.45
16	2.24	1.14	4.77	4.77	9.33	4.77	5.43	11.82	24.87	3.1	1.76	1.45

QMIN.	1.5	1.1	1.02	1.65	3.1	3.78	3.02	2.65	4.77	2.11	1.45	1.36
QMED.	3.44	1.31	2.10	4.29	6.54	15.95	6.41	9.67	14.92	3.18	2.02	1.59
QMAX.	10.44	1.99	6.97	6.4	10.35	47.42	11.88	36.86	42.42	5.9	2.94	3.14
QMC.	13.85	2.11	8.84	8.68	12.21	67.38	16.1	44.98	53.86	6.15	3.78	4.98

Q. ANUAL.
1.02
5.95
47.42
67.38

Observaciones

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°48. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1965

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1965

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	2.37	1.18	1.27	1.36	9.95	5.43	6.8	6.15	7.2	5.09	4.77	4.77
2	1.55	1.1	1.66	2.13	5.2	4.98	7.2	5.66	5.9	3.78	4.35	4.77
3	1.27	1.18	1.45	1.92	5.43	14.28	6.4	4.77	5.66	3.43	3.97	4.56
4	1.27	1.36	1.45	1.87	8.75	21.42	6.66	4.35	6.15	2.72	3.78	4.56
5	1.27	1.45	1.45	1.35	6.9	12.41	6.15	7.24	5.66	2.58	5.95	4.56
6	1.27	1.27	1.36	4.37	8.26	17.2	6.93	5.56	4.66	2.65	7.33	4.56
7	1.18	1.18	1.36	6.62	6.15	14.29	6.66	4.47	4.16	2.51	5.43	4.56
8	1.18	1.1	1.45	3.69	16.1	15.63	5.9	4.77	3.97	2.3	5.9	4.56
9	1.18	1.1	1.86	2.79	9.66	19.67	5.66	6.01	3.78	2.37	6.93	4.35
10	1.18	1.02	2.37	2.79	6.93	20.17	5.2	7.49	3.97	2.37	10.63	4.35
11	1.36	1.02	1.99	2.79	5.9	14.73	6.77	5.66	3.6	1.99	9.26	4.35
12	1.31	0.95	1.65	2.79	6.4	15.18	10.15	6.5	3.43	1.87	8.45	4.35
13	1.55	0.87	1.45	2.94	7.49	11.07	18.07	9.11	3.43	1.99	9	4.16
14	2.11	0.91	1.55	3.7	7.2	10.71	9.66	6.4	3.26	1.99	8.91	4.16
15	3.3	1.2	1.55	4.94	5.9	12.16	8.68	5.2	2.94	1.93	9.64	4.16
16	2.37	1.45	1.55	9.8	5.43	18.57	10	4.77	2.94	4.18	8.87	3.97

QMIN.	1.18	0.87	1.14	1.35	4.77	4.98	5.20	3.60	2.65	1.87	3.78	3.26
QMED.	1.63	1.31	1.47	3.64	6.66	13.26	10.14	6.49	4.40	4.13	9.41	3.99
QMAX.	3.30	2.37	2.37	9.80	16.10	21.42	22.45	21.44	7.20	7.60	22.48	4.77
QMC.	4.77	3.43	4.98	16.10	16.10	31.69	30.96	44.06	9.66	13.85	35.52	7.49

Q. ANUAL.
0.87
5.54
22.48
44.06

Observaciones

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 49. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1966

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1966

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	6.32	2.94	4.56	37.83	9	5.61	6.46	8.61	3.18	2.79	1.54	1.54
2	6.16	2.65	4.56	25.5	5.9	6.9	6.93	13.09	3.11	8.39	1.63	1.45
3	4.77	2.37	4.35	19.63	4.77	4.56	5.66	7.49	3.04	8.34	1.63	1.41
4	4.56	2.51	5.66	16.1	4.56	4.56	4.56	6.15	3.04	4.17	1.54	1.37
5	4.56	1.99	4.56	13.12	4.98	4.35	4.77	7.2	3.04	3.65	1.54	1.77
6	4.56	2.79	4.98	11.07	4.77	4.35	4.56	7.77	2.9	3.49	1.54	2.77
7	4.35	5.9	4.56	9.66	4.35	4.16	4.56	13.02	2.9	2.97	1.59	2.63
8	4.35	8.96	4.16	9.33	4.16	4.16	4.45	11.44	2.76	2.56	1.54	2.14
9	4.16	5.9	5.9	14.03	11.06	3.97	4.45	10.35	3.76	2.44	1.45	1.93
10	4.16	5.9	5.43	12.62	8.14	3.78	5.43	8.37	2.89	2.5	1.73	1.82
11	4.16	6.66	5.43	9.66	6.66	3.78	6.28	7.77	1.93	2.38	2.26	1.78
12	3.97	7.2	5.66	8.71	6.66	3.78	6.19	8.69	1.93	2.94	2.26	1.45
13	3.78	6.93	4.56	9.59	4.98	3.6	7.98	8.37	2.03	3.63	1.68	1.45
14	3.78	6.4	4.16	7.92	4.77	3.6	18.87	7.77	2.14	4.28	1.5	1.45
15	3.78	6.15	4.35	6.93	4.77	3.6	18.37	6.66	1.98	4.36	1.45	1.68
16	3.6	5.9	3.6	7.2	5.31	3.43	12.21	5.43	1.93	3.57	1.41	1.45

QMIN.	3.43	1.99	3.43	4.77	3.60	3.43	4.45	4.35	1.78	1.54	1.29	1.37
QMED.	4.76	4.73	8.38	9.89	5.05	5.28	7.79	7.11	2.45	2.98	1.79	2.26
QMAX.	14.12	8.96	35.45	37.83	11.06	15.17	18.87	13.09	3.76	8.39	4.25	5.05
QMC.	21.86	10.71	41.37	50.78	18.06	15.17	30.24	17.56	6.52	21.63	14.27	10.03

Q. ANUAL.
1.29
5.20
37.83
50.78

Observaciones:

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 50. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1967

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-16 AÑO HIDROLÓG.: 1967

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	8.42	6.58	3.18	3.04	3.26	4.16	26.14	27.07	11.89	3.49	6.77	2.83
2	6.95	4.74	3.18	3.04	3.18	3.49	36.51	33.88	11.02	3.34	6.77	2.9
3	4.54	4.75	3.97	2.97	3.18	3.49	33.79	42.57	8.44	3.34	5.36	2.83
4	3.82	4.77	3.49	3.49	3.18	3.41	41.63	31.43	6.77	3.49	4.36	2.9
5	3.49	5.16	3.41	3.41	3.11	4.41	24.41	29.19	8.74	3.34	3.74	2.9
6	3.34	4.36	3.34	3.41	3.11	4.54	24.41	21.95	7.85	3.34	3.41	2.9
7	3.34	3.65	3.26	3.41	3.11	3.74	24.41	20.79	6.04	3.49	3.26	2.9
8	3.34	3.49	3.62	3.41	3.04	3.57	15.62	21.95	5.58	3.74	2.97	2.83
9	3.34	3.65	4.17	3.41	3.04	4.15	14.71	21.36	5.58	3.74	2.9	2.76
10	3.34	3.82	3.66	3.34	3.04	4.68	12.61	16.57	5.36	7.02	2.76	2.76
11	3.34	7.03	3.49	3.34	2.97	3.57	10.37	13.84	4.94	10.31	2.76	2.76
12	3.34	3.49	3.34	3.34	2.97	3.49	8.44	12.21	4.54	8.93	2.76	2.76
13	3.34	6.15	3.34	3.26	2.83	3.83	8.74	10.37	3.82	7.32	2.76	2.69
14	4.47	5.66	4.17	3.18	2.63	6.2	12.97	8.74	3.65	5.58	2.76	2.69
15	5.15	6.65	4.6	3.18	2.56	7.05	9.7	8.44	3.99	4.94	2.76	2.69
16	6.04	6.41	10.53	3.11	2.56	7.89	7.3	8.14	4.17	4.45	2.69	2.69

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.	Q. ANUAL.
QMIN.	3.34	3.34	3.11	2.97	2.50	3.41	4.17	6.33	3.49	3.34	2.69	2.14	2.14
QMED.	4.49	4.53	3.94	3.47	2.96	10.11	17.81	14.60	5.21	5.52	3.93	2.60	6.60
QMAX.	9.86	7.03	10.53	5.10	3.74	47.99	49.62	42.57	11.89	21.36	9.58	2.90	49.62
QMC.	17.56	11.45	18.6	7.3	4.36	70.14	56.28	46.5	17.56	28.47	23.16	3.82	70.14

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°51. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1968

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1968

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.	
1	2.09	2.9	3.04	10.03	3.34	2.38	6.04	26.86	3.34	6.77	3.18	1.73	
2	2.03	2.76	3.18	11.05	3.65	2.38	5.36	13.54	3.34	8.14	3.04	1.73	
3	2.03	4.36	4.17	9.05	3.34	2.14	4.94	10.03	3.34	6.04	3.04	1.73	
4	2.03	5.15	6.77	7.3	3.34	2.14	5.15	9.05	3.34	6.28	3.04	1.63	
5	2.03	7.03	5.47	6.52	3.18	2.14	4.54	8.14	3.18	6.28	3.04	1.54	
6	3.04	3.87	3.18	9.05	3.18	2.63	5.58	7.85	3.18	7.03	3.04	1.63	
7	7.96	3.65	3.04	7.3	3.34	2.26	7.03	6.77	3.34	5.58	3.04	1.63	
8	8.5	3.18	3.04	6.04	3.04	4.39	14.08	6.28	3.18	7.46	2.9	1.63	
9	9.03	3.18	3.04	4.94	3.04	2.9	11.45	5.36	3.18	10.96	2.5	1.63	
10	6.23	3.04	6.28	3.99	2.9	2.63	19.52	5.15	3.04	8	2.9	1.73	
11	4.54	3.04	7.03	5.15	2.76	3.88	37.18	5.15	2.76	6.04	3.04	1.73	
12	4.08	2.9	4.74	3.99	2.76	3.18	44.85	5.15	2.76	7.03	2.5	1.93	
13	3.34	2.9	4.45	3.34	2.63	2.76	31.43	4.36	2.63	8.74	2.63	1.73	
14	3.04	2.76	3.65	4.17	2.63	2.63	23.16	3.82	2.63	8.59	2.5	1.73	
15	3.04	2.76	3.99	4.36	2.63	3.36	26.65	3.82	2.63	8.35	2.38	1.73	
16	3.04	2.63	3.99	4.36	2.63	3.04	24.41	3.65	2.63	7.57	2.38	1.73	
QMIN.	2.03	2.50	3.04	2.76	1.93	2.14	4.54	3.34	2.26	3.18	1.73	1.54	
QMED.	3.46	3.21	4.96	4.88	2.75	4.36	16.04	6.03	2.90	5.93	2.41	1.80	
QMAX.	9.03	7.03	14.27	11.05	3.65	15.11	44.85	26.86	5.58	10.96	3.18	2.14	
QMC.	12.61	7.03	14.27	12.61	3.82	21.95	66.14	45.5	5.58	18.6	4.94	2.32	
Q. ANUAL.													1.54
													4.89
													44.85
													66.14

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°52. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1969

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1969

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	1.82	1.45	1.63	4.81	6.04	7.03	15.19	4.94	10.03	4.54	3.99	6.17
2	1.82	1.54	1.73	3.34	6.52	5.15	13.58	8.51	9.86	4.84	3.74	4.17
3	2.03	2.07	1.93	3.34	6.77	5.98	9.53	7.85	6.52	4.17	3.57	3.82
4	1.82	4.32	2.03	3.34	7.3	9.19	7.85	6.04	6.04	3.99	3.57	3.74
5	1.82	4.32	1.82	5.15	6.77	6.28	7.85	4.94	6.28	3.99	5.22	3.65
6	1.93	2.5	1.93	6.28	6.28	5.58	8.14	4.74	5.58	3.82	6.19	3.65
7	2.03	3.77	1.82	8.74	6.04	5.15	7.85	7.99	5.58	3.57	3.99	5.27
8	1.93	2.69	1.73	6.04	6.04	4.94	6.77	12.31	5.58	3.18	3.34	13.31
9	1.82	2.76	1.73	7.03	5.81	5.15	6.52	16.49	6.52	3.18	4.17	13.32
10	1.82	3.99	1.73	5.81	5.58	6.04	8.14	11.83	7.65	3.18	3.57	8.66
11	1.73	4.92	1.82	6.8	5.36	5.15	7.03	8.74	8.16	3.18	9.25	7.03
12	1.82	3.34	1.82	6.77	5.15	5.36	5.81	8.14	8.73	3.18	5.5	5.81
13	2.15	5.64	1.73	10.68	5.25	5.81	4.94	9.37	6.28	3.18	4.17	5.25
14	2.9	3.34	5.17	10.77	5.58	5.58	4.74	10.2	6.28	3.18	3.99	5.15
15	2.38	2.9	7.69	11.5	5.58	4.74	4.54	10.78	7.3	3.8	4.22	5.8
16	2.03	2.63	6.19	9.05	5.58	4.54	4.36	11.01	7.03	4.04	4.36	9.69

QMIN.	1.45	1.45	1.63	3.34	3.65	3.82	4.36	4.74	4.17	2.63	3.18	3.57
QMED.	1.86	2.69	3.17	7.20	5.59	9.25	7.19	9.13	6.18	3.68	4.43	6.53
QMAX.	2.90	5.64	7.69	12.49	8.86	38.87	15.19	16.49	10.03	5.85	9.25	13.32
QMC.	3.99	10.72	12.61	19.13	15.17	51.77	18.6	21.95	15.17	10.03	15.62	23.78

Q. ANUAL.
1.45
5.57
38.87
51.77

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°53. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1970

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1970

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.	
1	3.65	3.49	14.37	6.77	9.01	27.61	0	7.3	4.94	4.17	3.04	3.65	
2	4.92	3.99	13.63	6.04	6.77	41.03	0	7.03	4.84	3.82	3.99	3.34	
3	7.61	5.15	11.03	5.81	7.03	28.47	0	7.3	7.06	3.65	3.34	3.74	
4	16.6	7.66	8.74	5.36	6.04	38	0	7.03	21.14	3.49	4.74	8.26	
5	15.07	20.58	7.85	5.36	5.81	24.43	0	7.03	15.05	3.34	5.09	5.81	
6	9.05	15.97	7.17	7.03	5.15	21.36	0	9.24	10.2	3.34	5.61	6.65	
7	10.36	8.76	8.07	8.14	4.74	18.6	0	9.37	8.74	3.34	4.17	6.04	
8	13.57	7.44	7.71	10.03	4.36	46.23	0	10.72	7.03	3.41	3.82	5.15	
9	16.22	9.16	6.77	7.85	3.99	23.89	0	8.74	7.3	5.48	5.06	4.17	
10	11.08	23.75	6.77	6.77	3.99	20.22	0	8.74	6.52	6.52	4.92	3.82	
11	9.26	28.81	7.03	6.04	3.99	16.57	0	8.14	8.74	0	4.54	2.26	
12	23.3	36.42	16.71	12.61	15.62	14.71	0	7.57	6.77	0	4.17	2.14	
13	15.78	22.29	10.72	19.67	9.05	13.01	0	6.28	6.04	0	4.91	1.93	
14	13.63	18.07	8.74	15.17	7.57	10.72	0	6.28	5.58	0	15.37	1.82	
15	16.33	13.42	7.71	12.21	6.52	10.03	0	35.78	6.77	0	11.12	1.93	
16	11.64	12.21	6.77	12.61	7.3	23.78	0	32.18	19.22	0	12.09	1.73	
QMIN.	3.65	3.49	5.69	5.36	3.99	8.14	0.00	4.84	4.54	3.34	3.04	1.01	Q. ANUAL. 1.01
QMED.	9.48	13.82	8.97	9.03	11.35	18.67	0.00	9.71	7.71	4.06	6.12	3.06	9.27
QMAX.	23.30	36.42	16.71	19.67	32.30	46.23	0.00	35.78	21.14	6.52	16.73	8.26	46.23
QMC.	36.27	61.07	25.95	21.95	38.88	52.87	0	68.79	32.99	0	25.72	14.71	68.79

Observaciones: Faltan 2 meses de registros julio y parte de octubre

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°54. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1971

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1971

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	1.49	2.45	2.45	11.2	3.64	5.03	7.65	4.85	19.56	4.14	3.15	5.17
2	1.49	2.45	2.21	9.54	3.81	4.64	7.94	8.2	18.5	3.98	3.15	5.59
3	1.17	2.68	1.98	8.09	3.98	4.8	7.94	6.16	17.62	3.98	3.15	4.66
4	1.07	2.68	1.66	10.12	4.14	11.19	6.61	8.23	14.5	4.3	3.56	4.3
5	0.96	5.7	1.9	14.73	3.64	9.45	5.93	6.83	12.8	10.24	3.65	3.98
6	2.68	5.03	2.1	12.03	4.44	6.38	7.7	5.48	9.71	13.57	4.22	3.98
7	2.1	3.81	3.03	8.53	4.14	8.97	36.78	4.8	8.24	8.87	6.79	4.14
8	2.92	5.03	3.32	7.94	3.81	10.26	61.73	5.7	7.35	6.13	9.37	4.3
9	4.47	5.03	3.81	7.06	3.48	6.38	34.12	8.87	13.84	5.25	4.97	3.98
10	3.81	4.8	3.32	6.72	3.64	6.16	24	9.99	8.5	4.8	4.06	3.72
11	3.15	3.7	3.98	6.61	7.9	8.82	22.2	7.65	6.61	5.41	3.64	3.64
12	2.45	5.03	5.03	6.16	5.03	9.49	38.22	6.16	6.38	9.4	3.24	3.64
13	2.1	6.16	6.16	5.93	3.98	6.83	32.48	5.17	6.38	8.82	3.15	3.89
14	1.98	3.81	7.06	5.7	4.3	6.61	24	5.25	5.7	5.93	3.15	3.4
15	3.32	3.98	12	6.16	4.14	6.38	18	5.2	5.03	5.03	3.15	3.23
16	2.8	3.48	19	5.93	3.81	6.61	15.5	9.35	5.25	4.64	3.15	3.15

QMIN.	0.96	2.45	1.66	3.81	3.15	4.64	4.41	4.64	4.47	3.98	3.15	3.15
QMED.	2.50	3.86	8.54	6.95	4.70	9.10	14.73	7.56	8.47	6.31	4.11	3.98
QMAX.	4.47	6.16	19.00	14.73	11.58	23.31	61.73	26.93	19.56	13.57	9.37	5.81
QMC.	4.8	6.61	10	19.2	31.5	37.8	61.73	36.9	33.4	13.57	10.8	5.93

Q. ANUAL.	0.96
	6.73
	61.73
	61.73

Observaciones: 61.73 del mes de julio similar al Q MC y parte del mes de octubre está incompleto

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°55. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1972

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1972

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	5.14	5.58	4.74	11.45	6.04	5.15	27.07	14.94	4.45	3.99	3.18	4.54
2	6.28	4.74	4.54	9.05	6.77	5.58	29.93	15.62	6.78	3.34	2.9	4.74
3	6.77	4.74	4.36	6.28	5.36	6.52	16.09	9.37	8.2	3.49	2.76	3.82
4	7.3	4.36	4.36	6.28	5.15	4.54	13.01	8.44	5.58	3.34	3.04	3.49
5	5.58	4.36	3.99	6.28	5.15	5.58	11.45	7.71	4.94	3.34	3.18	4.74
6	4.94	3.99	3.65	5.36	4.36	5.58	9.21	10.54	4.36	4.81	3.34	5.81
7	4.36	3.99	3.65	4.74	4.74	5.81	8.74	7.85	4.45	3.65	3.34	6.04
8	5.15	9.31	3.99	4.17	4.74	7.57	7.57	6.65	4.45	3.65	3.65	3.99
9	13.84	20.94	6.77	4.74	4.36	7.03	7.03	5.81	5.25	3.99	6.19	3.49
10	8.44	10.55	6.04	8.88	4.36	6.52	7.03	5.58	3.99	3.34	3.65	3.18
11	7.85	8.44	3.65	8.86	5.58	6.52	19.67	5.58	3.65	3.49	4.36	3.49
12	7.3	6.52	3.34	6.28	12.9	6.04	29.23	6.77	3.49	3.34	8.14	7.03
13	7.57	7.87	3.34	6.28	10.03	6.04	9.05	5.15	7.81	3.99	7.57	5.15
14	8.14	6.28	3.49	7.57	7.57	27.77	7.3	5.92	6.28	3.34	5.81	4.74
15	6.04	6.04	3.65	6.52	7.3	13.41	10.8	5.25	4.74	5.36	4.36	3.99
16	5.58	7.3	3.65	8.44	6.28	9.37	9.86	4.84	3.04	8.14	4.17	3.65

QMIN.	4.36	3.99	3.34	3.82	4.36	4.54	7.03	3.65	3.04	3.04	2.76	2.50
QMED.	7.45	7.48	5.16	6.41	6.22	15.20	16.74	6.29	5.35	3.67	5.26	4.53
QMAX.	19.18	20.94	13.30	11.45	12.90	84.71	45.67	15.62	10.03	8.14	11.45	9.95
QMC.	29.93	22.55	17.06	12.61	17.06	84.71	92.75	16.57	12.61	9.05	11.45	16.57

Q. ANUAL.
2.50
7.48
84.71
92.75

Observaciones: 84.71 Similar al Q MC en el mes de junio

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 56. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1973

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1973

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	3.82	12.21	3.49	8.44	3.65	3.82	4.45	6.12	5.66	3.82	3.57	3.85
2	4.42	38.92	3.34	11.45	3.74	4.26	3.04	3.74	4.17	4.95	3.5	3.99
3	6.66	8.63	3.34	11.45	3.82	4.54	1.51	4.74	3.66	4.26	3.49	3.74
4	7.32	8.3	2.97	9.7	3.91	4.17	1.22	10.23	2.9	4.56	3.26	3.58
5	4.94	7.3	2.97	8.16	3.9	4.54	1.82	41.62	2.9	4.17	2.97	4.17
6	6.02	7.44	2.69	7.3	4.08	4.74	0.31	39.86	2.97	4.47	2.69	4.17
7	5.27	8.6	2.83	6.66	4.17	4.74	0.95	20.01	2.76	7.07	2.9	3.11
8	6.67	8.01	2.97	8.74	4.26	4.08	1.45	13.69	2.63	5.26	3.5	3.19
9	6.55	6.4	4.36	11.09	4.36	4.17	0.72	11.65	2.56	4.17	2.9	3.19
10	4.94	6.16	5.94	9.7	4.45	4.45	1.37	8.01	2.9	3.19	2.97	6.05
11	4.94	5.69	4.45	9.21	4.64	4.54	1.82	6.78	4.17	2.2	2.91	4.45
12	4.94	6.16	3.91	8.8	4.94	4.74	2.32	5.59	4.55	2.09	2.76	4
13	4.65	5.16	3.41	9.32	4.94	4.54	3.04	5.15	8.53	2.77	2.76	3.91
14	3.58	4.57	3.34	8.6	1.84	3.01	3.18	4.74	5.1	3.41	2.76	4
15	3.26	4.02	3.57	8.44	1.72	2	3.65	4.45	5.94	3.74	2.76	3.34

QMIN.	2.65	3.19	2.69	3.82	0.50	1.70	0.31	2.83	2.56	2.09	2.69	2.63
QMED.	4.50	7.15	4.61	7.49	3.37	3.94	2.88	8.45	6.83	3.24	3.07	3.95
QMAX.	7.32	38.92	13.66	11.45	4.94	4.94	4.45	41.62	25.36	7.07	3.66	6.05
QMC.	9.05	68.79	14.71	11.45	7.57	5.15	4.74	63.57	29.93	7.85	3.99	6.52

Q. ANUAL.
0.31
4.96
41.62
68.79

Observaciones:

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°57. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1974

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1974

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	3.65	5.58	3.49	3.34	5.47	0	0	0	0	0	4.54	7.3
2	3.65	6.77	3.34	3.34	7.81	0	0	0	0	0	5.15	7.44
3	3.65	7.03	3.34	3.82	18.87	0	0	0	0	0	4.74	5.81
4	3.65	6.52	3.18	4.08	14.92	0	0	0	0	0	4.45	5.69
5	3.34	6.16	2.9	3.57	12.03	0	0	0	0	0	4.45	5.81
6	3.18	6.04	4.94	3.49	8.29	0	0	0	0	0	4.17	5.36
7	3.65	6.16	4.36	3.49	7.03	0	0	0	0	0	4.36	4.49
8	3.49	7.83	3.99	3.34	6.52	0	0	0	0	0	4.17	4.54
9	4.26	8.4	7.03	3.34	6.9	0	0	0	0	0	6.79	4.45
10	3.49	11.16	9.37	3.91	5.81	0	0	0	0	0	8.47	4.17
11	3.34	9.2	8.14	3.65	5.81	0	0	0	0	0	6.85	4.17
12	3.49	9.71	6.52	3.34	4.36	0	0	0	0	0	5.58	4.26
13	3.34	15.14	3.04	3.82	0	0	0	0	0	0	5.15	3.99
14	3.49	10.21	3.65	3.91	0	0	0	0	0	0	6.39	3.65
15	3.65	7.03	3.18	3.99	0	0	0	0	0	0	9.05	3.41
16	3.82	6.28	11.25	6.17	0	0	0	0	0	0	7.3	3.49

QMIN.	1.82	5.15	2.90	2.63	4.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	3.41
QMED.	3.49	7.89	6.32	3.95	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46	6.16
QMAX.	4.64	15.14	17.08	6.83	18.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.83	12.82
QMC.	5.36	25.72	41.63	14.71	54.5	0	0	0	0	0	32.99	15.62

Q. ANUAL
1.82
6.13
18.87
54.50

Observaciones: Falta 5 meses del período lluvioso

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 58. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1975

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1975

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	6.86	3.65	13.01	3.65	3.99	11.83	24.09	18.1	11.08	4.74	8.14	4.36
2	13.16	3.82	16.18	4.08	3.82	9.7	18.74	13.42	9.05	4.36	8.74	4.74
3	14.24	3.99	48.03	4.91	3.99	8.74	17.3	11.83	8.44	4.17	8.44	3.99
4	8.44	13.42	22.6	4.69	3.65	8.74	18.49	21.82	7.57	3.99	7.85	3.99
5	7.3	10.72	23.47	6.73	3.99	7.03	21.52	13.63	6.52	4.54	8.74	3.99
6	10.07	6.52	16.82	5.92	4.54	6.28	21.99	11.45	7.85	4.74	7.03	3.82
7	10.03	5.81	12.61	5.36	3.99	9.05	14.43	15.77	10.72	5.15	7.3	4.17
8	7.57	11.08	10.2	4.94	7.03	13.01	19.74	11.83	12.21	5.15	6.52	4.54
9	6.52	7.03	9.53	5.25	4.74	11.11	14.71	10.72	7.57	11.08	7.03	3.99
10	6.77	6.04	9.05	4.74	4.36	13.84	11.82	9.21	7.57	9.37	6.04	4.17
11	6.52	5.58	8	5.25	3.99	18.07	13.84	8	8.74	8.74	7.57	3.99
12	6.52	5.15	6.9	8	3.99	22.34	12.02	12.6	29.19	6.28	6.28	3.99
13	6.28	4.74	6.28	5.36	4.39	22.76	12.74	14.45	6.77	6.52	6.04	3.65
14	6.04	4.74	5.69	4.45	3.82	22.55	18.07	25.33	7.85	7.57	5.81	3.65
15	9.37	6.7	7.44	3.99	3.82	10.34	12.61	29.08	9.37	6.77	5.58	3.65
16	10.72	3.99	6.52	3.65	3.82	21.02	12.51	22.7	6.77	44.51	5.58	3.65

QMIN.	3.99	3.65	3.82	3.49	3.65	6.28	8.44	8.00	4.74	3.99	4.74	3.49
QMED.	7.13	8.29	9.49	5.23	6.21	19.31	16.12	14.66	7.89	9.35	6.78	4.50
QMAX.	14.24	16.90	48.03	10.17	15.62	49.47	27.98	29.08	29.19	44.51	13.01	8.74
QMC.	20.79	31.43	58.64	13.42	19.67	66.14	49.62	38	74.31	48.56	14.71	10.72

Q. ANUAL.
3.49
9.58
49.47
74.31

Observaciones: Se corrigió un error de tipo de la fuente de información

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 59. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1976

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-16 AÑO HIDROLÓG.: 1976

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	4.17	4.74	3.34	3.91	8.14	14.18	18.07	6.04	8.55	3.83	1.62	3.833
2	4.17	4.84	3.99	4.17	7.17	9.81	17.56	5.15	8.55	3.03	2.26	2.63
3	4.71	4.64	4.74	4.08	7.47	8.47	10.72	7.03	6.29	2.63	3.45	8.09
4	3.82	4.17	4.36	6.89	7.26	14.21	9.7	5.58	6.29	2.33	2.94	4.64
5	3.34	3.99	3.99	5.04	8.92	9.42	9.05	4.94	5.79	2.7	3.44	4.03
6	3.65	4.54	4.74	4.45	7.57	6.77	8.44	5.36	6.04	2.48	3.26	6.29
7	3.34	5.15	5.15	4.26	10.56	7.78	11.45	4.74	5.09	2.88	2.33	4.03
8	3.34	4.74	5.15	3.91	35.54	21.56	8.14	4.74	5.31	2.48	2.4	2.94
9	3.65	5.81	6.74	4.32	16.84	24.49	9.05	4.17	4.64	1.99	4.36	2.78
10	3.34	4.45	4.64	8.1	18.33	25.69	32.19	5.96	4.43	1.74	2.63	3.28
11	3.34	4.36	4.08	8.3	32.16	23.38	48.17	5.15	3.83	1.57	3.55	3.11
12	3.34	5.93	6.04	6.53	35.23	13.84	77.06	4.94	4.43	1.57	2.4	2.63
13	3.82	5.15	4.74	9.83	21.36	11.45	36.11	3.99	6.82	1.51	1.99	2.06
14	14.71	4.17	4.17	6.2	19.4	9.37	20.22	3.65	4.43	2.25	2.63	1.93
15	5.95	3.82	3.82	5.25	13.91	7.3	17.56	10.37	4.03	2.86	2.06	1.93
16	4.84	3.65	3.65	4.26	12.36	5.15	14.71	8.74	3.37	2.94	1.8	1.93

QMIN.	3.34	3.18	3.34	3.91	5.04	5.15	3.16	2.26	2.33	1.51	1.35	0.74
QMED.	5.35	4.25	4.36	6.76	12.52	15.49	20.06	5.90	5.13	2.44	2.77	2.37
QMAX.	14.71	6.30	6.74	18.19	35.54	41.00	77.06	14.35	12.00	3.83	5.31	8.09
QMC.	23.78	8.74	9.7	31.43	57.45	74.31	101.33	10.72	24.22	7.09	6.82	10.87

Q. ANUAL.
0.74
7.28
77.06
101.33

Observaciones: Datos corroborados con otras estaciones

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 60. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1977

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-16 AÑO HIDROLÓG.: 1977

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.81	0.74	1.15	6.04	3.93	3.46	21.12	3.28	3.64	10.55	1.8	1.06
2	0.67	0.67	0.97	4.86	3.2	3.03	15.42	2.38	4.86	7.66	1.68	1.06
3	0.67	0.74	0.81	3.83	2.78	2.94	12.54	3.11	4.23	6.04	1.45	1.11
4	0.67	0.6	0.81	3.11	2.19	3.03	10.52	3.37	6.82	5.55	1.68	1.25
5	0.81	0.54	0.97	2.63	1.99	3.11	11.41	2.95	6.82	5.09	1.57	1.57
6	0.74	0.54	2.19	3.11	1.93	2.86	22.77	2.63	6.55	2.23	1.93	1.74
7	0.67	0.97	1.93	3.64	1.8	2.4	12.01	2.63	13.13	4.86	1.57	1.68
8	0.97	1.15	3.56	2.48	1.8	2.55	11.52	3.83	7.09	4.86	1.25	1.62
9	1.15	1.15	7.35	2.06	2.06	2.55	10.7	2.94	7.37	14.71	0.97	1.74
10	1.35	2.75	9.18	1.68	2.46	2.12	8.1	2.63	7.09	10.97	0.97	1.68
11	0.77	4.03	7.95	6.29	4.67	2.06	8.25	2.19	6.04	6.29	0.97	1.8
12	0.81	4.23	6.29	10.87	6.99	1.99	7.95	2.06	5.79	7.37	0.89	2.26
13	0.67	1.93	6.29	9.18	7.22	2.78	6.96	10.17	5.09	5.55	0.89	2.55
14	0.67	2.06	2.63	7.09	4.13	1.93	7.59	11.15	3.83	4.86	1.06	2.94
15	0.67	1.8	1.93	17.83	3.03	1.68	13.53	9.96	5.09	4.23	1.14	2.86
16	0.67	4.43	2.33	7.09	2.7	2.48	10.7	7.66	5.31	3.64	1.06	2.55

QMIN.	0.38	0.54	0.81	1.68	1.45	1.68	3.74	2.06	2.63	1.93	0.89	0.74
QMED.	0.98	2.13	4.93	6.03	3.27	7.48	8.85	4.65	7.79	5.25	1.38	2.12
QMAX.	1.80	5.66	18.24	17.83	8.18	40.80	22.77	11.15	41.84	14.71	2.49	3.91
QMC.	2.63	6.04	22.54	24.79	13.13	65.4	30.33	15.2	43.43	19.91	4.03	7.09

Q. ANUAL.
0.38
4.57
41.84
65.40

Observaciones:

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N°61. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1978

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1978

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	2.7	6.88	3.44	9.51	9.18	4.54	8.86	4.43	2.19	9.02	1.02	0.81
2	2.33	8.42	6.12	10	10.99	4.13	10.35	4.86	2.33	10.92	1.02	0.6
3	1.93	6.69	2.55	8.4	8.71	3.83	7.37	4.43	3.28	10.03	1.11	0.6
4	1.68	4.33	2.06	7.95	7.95	3.64	7.73	3.83	2.63	9.92	0.97	0.6
5	1.62	3.2	1.62	7.37	7.09	4.86	6.46	26.39	2.19	10.06	1.02	0.81
6	1.57	3.01	1.51	6.96	7.09	30.52	7.74	27.75	2.06	7.23	1.2	0.81
7	1.45	2.78	1.35	7.66	8.83	21.34	19.61	15.7	1.8	6.29	1.2	0.54
8	1.35	3.28	1.3	6.42	7.95	11.93	18.91	11.41	1.93	6.04	1.2	0.48
9	1.3	2.94	1.45	5.55	9.67	9.18	18.85	12.76	1.8	5.55	1.06	0.48
10	1.78	2.7	1.45	5.09	7.51	10.18	17.46	12.54	2.33	4.75	0.93	0.54
11	1.68	2.78	1.25	8.76	6.69	10.35	13.73	8.86	4.3	4.03	0.89	0.48
12	1.3	2.06	1.2	11.8	6.96	8.55	12.93	8.86	4.67	3.46	1.25	0.43
13	1.06	1.68	1.2	12.32	6.42	9.67	14.25	10.51	3.69	3.11	0.93	0.43
14	0.89	1.4	1.06	9.67	6.29	12.08	13.53	11.97	2.13	2.78	0.74	0.48
15	0.89	1.25	1.2	8.1	6.29	10.01	14.74	10.52	1.8	2.78	0.67	2.55
16	0.89	1.2	1.74	7.23	5.91	8.55	13.13	8.25	2.63	2.4	0.67	1.8

QMIN.	0.60	1.20	1.06	5.09	5.09	3.64	2.78	2.33	1.68	1.15	0.43	0.43
QMED.	1.60	2.65	4.99	11.79	7.12	10.82	8.80	8.25	2.65	3.96	0.84	1.00
QMAX.	5.33	8.42	20.25	22.87	10.99	30.52	19.61	27.75	4.67	10.92	1.30	2.62
QMC.	6.29	14.14	41.45	34.04	13.94	51.05	33	36.53	6.55	22.27	1.45	3.64

Q. ANUAL.
0.43
5.37
30.52
51.05

Observaciones:

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 62. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1979

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1979

#. DIA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.43	0.33	0.97	2.78	7.2	11.78	3.83	2.7	1.93	1.06	0.48	0.67
2	0.43	0.33	0.97	0.82	6.82	8.55	3.11	2.94	1.57	0.89	0.48	0.54
3	0.43	0.33	0.97	0.48	5.55	6.29	2.78	3.03	1.45	0.89	0.43	0.48
4	0.43	0.33	0.81	0.79	5.09	5.09	2.86	2.78	1.45	0.89	0.33	0.33
5	0.43	0.33	0.6	0.96	4.45	4.43	5.69	2.48	2.63	0.81	0.33	0.33
6	0.43	0.33	0.67	1.34	6.76	4.64	5.2	3.47	2.78	0.81	0.33	0.65
7	0.6	0.33	2.4	0.81	5.09	4.23	4.64	7.21	3.2	0.81	0.33	0.74
8	0.6	0.33	2.33	1.97	4.86	3.2	3.74	5.67	2.63	2.23	0.33	0.67
9	0.43	0.33	2.78	1.74	4.23	2.7	3.64	7.53	2.33	3.28	0.33	1.15
10	0.43	0.33	1.93	0.54	3.37	3.11	3.46	4.97	2.06	2.19	0.33	1.97
11	0.33	0.33	1.35	0.54	3.28	2.33	5	4.33	2.48	1.8	0.33	0.54
12	0.33	0.33	1.15	0.74	2.78	1.93	4.03	4.13	2.19	1.51	0.33	1.33
13	0.33	0.33	1.01	1.11	3.11	1.45	2.94	3.93	1.93	1.35	0.33	0.33
14	0.33	0.33	0.89	1.5	2.86	6.39	2.4	3.28	1.93	0.89	0.33	0.33
15	0.33	0.33	0.81	3.31	2.26	7.01	2.26	2.7	2.06	1.51	0.33	0.33
16	19.17	0.33	0.57	3.93	1.8	4.86	2.33	2.4	1.86	1.45	0.33	0.33

QMIN.	0.33	0.33	0.54	0.48	1.15	1.35	1.80	1.86	0.93	0.43	0.33	0.33
QMED.	1.72	0.42	1.21	3.31	3.45	4.40	3.46	3.54	1.72	1.05	0.58	0.51
QMAX.	23.11	1.97	3.33	15.07	7.20	11.78	7.56	7.53	3.20	3.28	4.57	1.97
QMC.	45.89	1.57	5.91	26.57	11.97	23.09	14.77	10.87	3.37	3.64	7.09	1.57

Q. ANUAL.
0.33
2.11
23.11
64.19

Observaciones:

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

Tabla N° 63. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1980

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/Sg.

ESTACIÓN: TILULÚN

RÍO AMBATO

CÓDIGO: 61-16

AÑO HIDROLÓG.: 1980

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.33	2.22	1.54	6.04	7.09	3.93	4.23	3.46	2.48	1.8	2.19	4.03
2	0.33	8.2	1.54	5.31	12.02	3.2	5.43	3.2	2.12	1.86	2.26	4.86
3	0.54	4.23	0.43	4.86	7.32	3.18	5.91	2.78	1.93	1.62	2.33	3.11
4	0.81	4.97	0.81	4.43	8.55	2.48	9.15	2.63	1.68	1.4	4.18	1.8
5	0.97	5.79	1.25	4.64	8.55	2.4	11.91	2.55	1.74	1.62	3.46	1.93
6	0.81	4.64	1.57	4.86	7.66	2.63	8.71	2.55	2.4	4.7	2.86	1.8
7	0.6	3.46	0.54	4.86	9.51	8.9	7.23	2.94	2.33	4.29	2.26	1.35
8	0.54	27.45	0.54	10.18	8.25	14.27	6.55	7.09	2.33	6.6	1.93	1.35
9	0.54	52.84	0.43	5.79	6.82	10.9	6.69	5.79	2.86	21.06	1.68	2
10	0.43	2.06	0.33	4.86	5.79	12.35	12.64	4.86	5.23	17.45	1.35	1.35
11	0.33	0.97	0.43	5.09	6.29	16.35	7.95	3.11	5.55	14.16	0.97	0.97
12	0.33	0.6	0.81	4.43	3.83	15.2	6.69	2.63	4.54	11.23	0.97	0.97
13	0.33	0.54	0.54	4.03	4.86	11.6	6.04	2.33	3.46	8.55	0.97	0.97
14	0.33	0.48	0.54	3.46	4.03	10.52	6.04	2.33	2.86	8.25	1.57	1.06
15	0.33	0.54	0.54	2.94	4.03	9.18	9.1	2.94	2.48	6.29	1.15	0.97
16	0.6	0.43	0.6	2.33	3.46	7.51	10.78	2.48	2.26	5.31	0.97	0.67

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.	Q. ANUAL.
QMIN.	0.33	0.43	0.33	2.33	2.63	2.40	3.64	1.80	1.06	1.40	0.74	0.54	0.33
QMED.	0.55	4.70	3.62	7.94	5.68	7.28	7.62	2.99	2.38	5.85	1.91	1.32	4.32
QMAX.	3.64	52.84	15.94	25.71	12.02	16.35	12.64	7.09	5.55	21.06	4.18	4.86	52.84
QMC.	3.64	27.45	15.94	25.71	12.02	16.35	12.64	7.09	5.55	21.06	4.18	4.86	27.45
QMC.	3.64	52.84	19.91	33	17.94	22	17.46	12.35	6.82	27.79	9.18	6.04	52.84

Observaciones: 52.84 similar al Q MC del mes febrero

Fuente: Datos de anuarios del INHAMI, Tesis de Álvaro Ruiz [26]

ANEXOS N°3

TABLAS DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC-RAS POR SECCIÓN TRANSVERSAL CADA 100 METROS, CAUDAL DE CRECIDA Y PERIODO DE RETORNO TR= 5, 10, 25, 50, 100 Y 140 AÑOS.

HEC-RAS Plan: Plan 01 Locations: User Defined

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR 5	75.04	2474.49	2475.98	2475.98	2476.51	0.020417	3.35	24.98	25.55	0.95
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR 10	83.93	2474.49	2476.08	2476.08	2476.63	0.019683	3.44	27.42	26.50	0.94
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR 25	95.16	2474.49	2476.18	2476.18	2476.77	0.019080	3.57	30.34	27.60	0.94
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR 50	103.50	2474.49	2476.27	2476.27	2476.87	0.018095	3.61	32.85	28.52	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR100	111.77	2474.49	2476.35	2476.35	2476.96	0.017611	3.68	35.02	29.04	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	8000	TR 140	115.78	2474.49	2476.38	2476.38	2477.00	0.017472	3.71	36.00	29.23	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR 5	75.04	2474.22	2475.40	2475.40	2475.91	0.031256	2.43	24.00	23.50	1.02
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR 10	83.93	2474.22	2475.49	2475.49	2476.03	0.030830	2.59	26.02	23.99	1.03
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR 25	95.16	2474.22	2475.59	2475.59	2476.17	0.030411	2.76	28.48	24.57	1.04
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR 50	103.50	2474.22	2475.67	2475.67	2476.27	0.029688	2.86	30.40	25.02	1.04
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR100	111.77	2474.22	2475.73	2475.73	2476.36	0.029500	2.96	32.12	25.41	1.04
RIOAMBATO	AMBATO	8100	TR 140	115.78	2474.22	2475.76	2475.76	2476.41	0.029738	3.02	32.81	25.57	1.05
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR 5	75.04	2471.93	2473.32	2473.32	2473.78	0.031757	3.21	24.94	26.65	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR 10	83.93	2471.93	2473.39	2473.39	2473.89	0.031681	3.29	27.00	27.45	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR 25	95.16	2471.93	2473.49	2473.49	2474.02	0.030830	3.37	29.78	28.48	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR 50	103.50	2471.93	2473.56	2473.56	2474.11	0.030836	3.44	31.60	29.14	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR100	111.77	2471.93	2473.61	2473.61	2474.19	0.031291	3.56	33.16	29.75	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	8200	TR 140	115.78	2471.93	2473.65	2473.65	2474.23	0.030617	3.60	34.20	30.19	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR 5	75.04	2468.55	2469.58	2469.58	2469.99	0.036544	2.37	26.53	33.25	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR 10	83.93	2468.55	2469.64	2469.64	2470.09	0.037664	2.54	28.38	33.96	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR 25	95.16	2468.55	2469.70	2469.70	2470.20	0.039273	2.75	30.55	34.82	1.14
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR 50	103.50	2468.55	2469.74	2469.74	2470.28	0.040785	2.90	31.98	35.37	1.18
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR100	111.77	2468.55	2469.78	2469.78	2470.36	0.042630	3.05	33.24	35.85	1.21
RIOAMBATO	AMBATO	8300	TR 140	115.78	2468.55	2469.79	2469.79	2470.39	0.043304	3.11	33.88	36.10	1.22
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR 5	75.04	2471.88	2473.48	2473.48	2474.03	0.026740	3.49	23.05	20.29	1.06
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR 10	83.93	2471.88	2473.57	2473.57	2474.16	0.026647	3.62	24.85	20.56	1.06
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR 25	95.16	2471.88	2473.68	2473.68	2474.32	0.026242	3.75	27.14	20.89	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR 50	103.50	2471.88	2473.76	2473.76	2474.43	0.025969	3.84	28.81	21.13	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR100	111.77	2471.88	2473.83	2473.83	2474.54	0.025795	3.93	30.40	21.36	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	8400	TR 140	115.78	2471.88	2473.87	2473.87	2474.59	0.025396	3.95	31.28	21.48	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR 5	75.04	2464.30	2465.42	2465.42	2465.83	0.029566	3.36	27.60	33.09	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR 10	83.93	2464.30	2465.49	2465.49	2465.92	0.029151	3.48	29.77	33.36	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR 25	95.16	2464.30	2465.61	2465.61	2465.99	0.027158	3.63	38.19	48.84	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR 50	103.50	2464.30	2465.66	2465.66	2466.06	0.027537	3.74	40.35	49.84	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR100	111.77	2464.30	2465.69	2465.69	2466.12	0.028318	3.87	42.21	50.69	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	8500	TR 140	115.78	2464.30	2465.73	2465.73	2466.15	0.026892	3.85	44.09	51.53	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR 5	75.04	2461.11	2462.23	2462.23	2462.56	0.008327	1.86	32.10	44.94	0.59
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR 10	83.93	2461.11	2462.28	2462.28	2462.64	0.008656	1.96	34.36	46.25	0.60
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR 25	95.16	2461.11	2462.34	2462.34	2462.73	0.008712	2.04	37.36	47.43	0.61
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR 50	103.50	2461.11	2462.39	2462.39	2462.80	0.008595	2.09	39.75	48.32	0.61
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR100	111.77	2461.11	2462.44	2462.44	2462.86	0.008389	2.12	42.24	49.23	0.61
RIOAMBATO	AMBATO	8600	TR 140	115.78	2461.11	2462.46	2462.46	2462.89	0.008382	2.14	43.28	49.61	0.61
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR 5	75.04	2460.37	2461.32	2461.32	2461.76	0.006291	1.06	27.52	32.59	0.46
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR 10	83.93	2460.37	2461.39	2461.39	2461.86	0.006151	1.11	30.02	33.45	0.46
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR 25	95.16	2460.37	2461.47	2461.47	2461.98	0.006132	1.15	32.88	34.55	0.46
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR 50	103.50	2460.37	2461.55	2461.55	2462.06	0.005874	1.16	35.54	35.73	0.45
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR100	111.77	2460.37	2461.62	2461.62	2462.14	0.005690	1.20	38.12	37.00	0.45
RIOAMBATO	AMBATO	8700	TR 140	115.78	2460.37	2461.65	2461.65	2462.18	0.005664	1.23	39.20	37.53	0.46
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR 5	75.04	2458.87	2460.15	2460.15	2460.57	0.007004	1.50	29.05	33.55	0.52
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR 10	83.93	2458.87	2460.22	2460.22	2460.67	0.006961	1.58	31.50	34.57	0.52
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR 25	95.16	2458.87	2460.30	2460.30	2460.78	0.007063	1.68	34.12	35.37	0.53
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR 50	103.50	2458.87	2460.36	2460.36	2460.87	0.006964	1.73	36.23	35.91	0.54
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR100	111.77	2458.87	2460.42	2460.42	2460.94	0.006864	1.78	38.33	36.46	0.54
RIOAMBATO	AMBATO	8800	TR 140	115.78	2458.87	2460.44	2460.44	2460.98	0.006817	1.80	39.34	36.76	0.54
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR 5	75.04	2457.06	2458.43	2458.43	2458.89	0.021018	3.45	28.04	31.28	0.97
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR 10	83.93	2457.06	2458.52	2458.52	2459.00	0.020229	3.53	30.87	32.52	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR 25	95.16	2457.06	2458.62	2458.62	2459.12	0.019692	3.65	34.10	33.56	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR 50	103.50	2457.06	2458.68	2458.68	2459.21	0.019695	3.75	36.21	34.19	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR100	111.77	2457.06	2458.74	2458.74	2459.29	0.019573	3.84	38.32	34.76	0.97
RIOAMBATO	AMBATO	8900	TR 140	115.78	2457.06	2458.77	2458.77	2459.33	0.019471	3.88	39.36	35.01	0.97
RIOAMBATO	AMBATO	9002		Bridge									
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR 5	75.04	2453.75	2455.15	2455.15	2455.65	0.020419	3.22	25.95	28.51	0.94
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR 10	83.93	2453.75	2455.23	2455.23	2455.76	0.020127	3.34	28.30	29.71	0.94
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR 25	95.16	2453.75	2455.35	2455.35	2455.89	0.018526	3.40	31.97	31.28	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR 50	103.50	2453.75	2455.42	2455.42	2455.98	0.018427	3.50	34.04	31.96	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR100	111.77	2453.75	2455.48	2455.48	2456.07	0.018244	3.58	36.12	32.62	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	9100	TR 140	115.78	2453.75	2455.51	2455.51	2456.11	0.018104	3.61	37.16	32.94	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR 5	75.04	2452.40	2453.41	2453.41	2453.80	0.035901	2.68	27.23	35.46	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR 10	83.93	2452.40	2453.48	2453.48	2453.89	0.035188	2.79	29.67	36.58	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR 25	95.16	2452.40	2453.55	2453.55	2453.99	0.034889	2.93	32.48	37.74	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR 50	103.50	2452.40	2453.61	2453.61	2454.07	0.034265	3.00	34.53	38.27	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR100	111.77	2452.40	2453.66	2453.66	2454.14	0.033681	3.07	36.54	38.79	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9200	TR 140	115.78	2452.40	2453.68	2453.68	2454.17	0.033542	3.10	37.45	39.02	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR 5	75.04	2450.49	2451.84	2451.84	2452.32	0.028702	3.47	25.40	28.06	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR 10	83.93	2450.49	2451.92	2451.92	2452.43	0.028264	3.61	27.61	28.85	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR 25	95.16	2450.49	2452.02	2452.02	2452.56	0.027481	3.76	30.49	29.95	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR 50	103.50	2450.49	2452.09	2452.09	2452.65	0.026975	3.87	32.58	30.71	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR100	111.77	2450.49	2452.15	2452.15	2452.74	0.026473	3.96	34.65	31.42	1.09

HEC-RAS Plan: Plan 01 Locations: User Defined (Continued)

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIOAMBATO	AMBATO	9300	TR 140	115.78	2450.49	2452.19	2452.19	2452.78	0.025937	3.99	35.79	31.81	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR 5	75.04	2449.66	2450.77	2450.77	2451.13	0.032282	2.78	28.32	38.98	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR 10	83.93	2449.66	2450.83	2450.83	2451.22	0.032635	2.87	30.53	40.14	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR 25	95.16	2449.66	2450.89	2450.89	2451.32	0.032290	3.02	33.16	40.92	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR 50	103.50	2449.66	2450.95	2450.95	2451.39	0.031042	3.10	35.41	41.57	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR100	111.77	2449.66	2450.99	2450.99	2451.46	0.030799	3.20	37.28	42.11	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9400	TR 140	115.78	2449.66	2451.02	2451.02	2451.49	0.030043	3.23	38.44	42.43	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR 5	75.04	2447.55	2448.47	2448.47	2448.84	0.035657	3.06	28.58	40.39	1.14
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR 10	83.93	2447.55	2448.53	2448.53	2448.92	0.034804	3.19	31.03	41.13	1.14
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR 25	95.16	2447.55	2448.60	2448.60	2449.02	0.034401	3.36	33.93	42.18	1.15
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR 50	103.50	2447.55	2448.65	2448.65	2449.09	0.033904	3.47	36.19	43.16	1.16
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR100	111.77	2447.55	2448.71	2448.71	2449.16	0.033303	3.56	38.45	44.12	1.16
RIOAMBATO	AMBATO	9500	TR 140	115.78	2447.55	2448.73	2448.73	2449.19	0.033068	3.61	39.52	44.56	1.16
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR 5	75.04	2445.83	2446.79	2446.79	2447.16	0.031521	3.21	29.10	40.16	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR 10	83.93	2445.83	2446.85	2446.85	2447.25	0.030831	3.32	31.54	40.78	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR 25	95.16	2445.83	2446.92	2446.92	2447.35	0.030452	3.46	34.40	41.51	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR 50	103.50	2445.83	2446.97	2446.97	2447.42	0.029955	3.55	36.58	42.11	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR100	111.77	2445.83	2447.02	2447.02	2447.49	0.029521	3.64	38.68	42.69	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9600	TR 140	115.78	2445.83	2447.05	2447.05	2447.52	0.029271	3.68	39.72	42.97	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR 5	75.04	2444.41	2445.54	2445.54	2445.96	0.031292	3.41	27.17	33.69	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR 10	83.93	2444.41	2445.61	2445.61	2446.05	0.030478	3.53	29.56	34.59	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR 25	95.16	2444.41	2445.69	2445.69	2446.17	0.029538	3.66	32.54	35.67	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR 50	103.50	2444.41	2445.75	2445.75	2446.25	0.028738	3.75	34.79	36.45	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR100	111.77	2444.41	2445.80	2445.80	2446.33	0.028881	3.87	36.66	37.19	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9700	TR 140	115.78	2444.41	2445.84	2445.84	2446.36	0.028228	3.89	37.90	37.70	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR 5	75.04	2442.68	2443.63	2443.63	2443.99	0.035636	2.63	28.33	40.31	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR 10	83.93	2442.68	2443.69	2443.69	2444.07	0.034257	2.75	30.77	40.92	1.10
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR 25	95.16	2442.68	2443.75	2443.75	2444.17	0.034088	2.92	33.36	41.56	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR 50	103.50	2442.68	2443.81	2443.81	2444.24	0.033047	3.02	35.54	42.07	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR100	111.77	2442.68	2443.85	2443.85	2444.31	0.032676	3.12	37.45	42.51	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9800	TR 140	115.78	2442.68	2443.87	2443.87	2444.34	0.032391	3.16	38.41	42.73	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR 5	75.04	2441.94	2443.40	2443.40	2443.91	0.031915	3.28	23.66	23.99	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR 10	83.93	2441.94	2443.48	2443.48	2444.03	0.031341	3.45	25.70	24.96	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR 25	95.16	2441.94	2443.59	2443.59	2444.17	0.029911	3.62	28.47	25.91	1.11
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR 50	103.50	2441.94	2443.66	2443.66	2444.27	0.029694	3.76	30.25	26.50	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR100	111.77	2441.94	2443.73	2443.73	2444.37	0.029072	3.87	32.14	27.12	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	9900	TR 140	115.78	2441.94	2443.76	2443.76	2444.41	0.028944	3.92	32.99	27.39	1.12
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR 5	75.04	2440.06	2441.15	2441.15	2441.55	0.029730	3.16	27.90	36.98	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR 10	83.93	2440.06	2441.22	2441.22	2441.64	0.028792	3.27	30.45	37.93	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR 25	95.16	2440.06	2441.30	2441.30	2441.75	0.028037	3.40	33.50	39.06	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR 50	103.50	2440.06	2441.36	2441.36	2441.83	0.027489	3.49	35.75	39.87	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR100	111.77	2440.06	2441.42	2441.42	2441.90	0.026249	3.54	38.31	40.77	1.06
RIOAMBATO	AMBATO	10000	TR 140	115.78	2440.06	2441.45	2441.45	2441.94	0.025850	3.57	39.44	41.08	1.05
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR 5	75.04	2438.41	2439.42	2439.42	2439.80	0.030011	3.14	28.79	39.58	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR 10	83.93	2438.41	2439.49	2439.49	2439.89	0.029178	3.24	31.31	40.52	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR 25	95.16	2438.41	2439.56	2439.56	2439.99	0.028878	3.39	34.21	41.63	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR 50	103.50	2438.41	2439.61	2439.61	2440.07	0.028450	3.48	36.50	42.79	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR100	111.77	2438.41	2439.67	2439.67	2440.14	0.027318	3.54	39.09	44.02	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10100	TR 140	115.78	2438.41	2439.70	2439.70	2440.17	0.027033	3.58	40.23	44.46	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR 5	75.04	2436.59	2437.66	2437.66	2437.97	0.026685	3.34	34.18	53.12	1.05
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR 10	83.93	2436.59	2437.71	2437.71	2438.03	0.026803	3.46	36.78	53.78	1.06
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR 25	95.16	2436.59	2437.77	2437.77	2438.12	0.027135	3.60	39.84	54.54	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR 50	103.50	2436.59	2437.81	2437.81	2438.18	0.026929	3.67	42.25	55.13	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR100	111.77	2436.59	2437.85	2437.85	2438.23	0.026946	3.76	44.46	55.67	1.08
RIOAMBATO	AMBATO	10200	TR 140	115.78	2436.59	2437.87	2437.87	2438.26	0.026853	3.79	45.58	55.94	1.09
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR 5	75.04	2433.37	2434.17	2434.17	2434.48	0.032323	2.67	31.37	53.89	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR 10	83.93	2433.37	2434.22	2434.22	2434.55	0.031562	2.78	34.14	55.18	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR 25	95.16	2433.37	2434.28	2434.28	2434.63	0.030193	2.88	37.75	56.61	1.06
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR 50	103.50	2433.37	2434.32	2434.32	2434.69	0.030096	2.98	40.01	57.50	1.07
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR100	111.77	2433.37	2434.37	2434.37	2434.75	0.028871	3.03	42.77	58.55	1.05
RIOAMBATO	AMBATO	10300	TR 140	115.78	2433.37	2434.39	2434.39	2434.78	0.028390	3.06	44.04	58.95	1.05
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR 5	75.04	2432.62	2433.68	2433.68	2433.98	0.020711	2.51	31.08	52.32	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR 10	83.93	2432.62	2433.73	2433.73	2434.05	0.020244	2.59	34.03	54.63	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR 25	95.16	2432.62	2433.79	2433.79	2434.13	0.020012	2.70	37.55	57.61	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR 50	103.50	2432.62	2433.84	2433.84	2434.18	0.019604	2.76	40.39	60.20	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR100	111.77	2432.62	2433.89	2433.89	2434.24	0.019041	2.80	43.08	61.75	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	10400	TR 140	115.78	2432.62	2433.90	2433.90	2434.26	0.019000	2.83	44.19	62.38	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR 5	75.04	2432.41	2433.52	2433.52	2433.89	0.016322	2.50	28.56	38.11	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR 10	83.93	2432.41	2433.59	2433.59	2433.98	0.015929	2.58	31.17	39.24	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR 25	95.16	2432.41	2433.67	2433.67	2434.08	0.015682	2.69	34.34	40.80	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR 50	103.50	2432.41	2433.71	2433.71	2434.15	0.016237	2.81	36.13	42.00	0.83
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR100	111.77	2432.41	2433.77	2433.77	2434.22	0.015999	2.88	38.55	43.71	0.83
RIOAMBATO	AMBATO	10500	TR 140	115.78	2432.41	2433.80	2433.80	2434.25	0.015429	2.88	40.17	44.84	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR 5	75.04	2432.31	2433.10	2433.10	2433.36	0.018874	2.06	33.83	63.25	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR 10	83.93	2432.31	2433.15	2433.15	2433.42	0.018562	2.14	37.01	65.80	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR 25	95.16	2432.31	2433.20	2433.20	2433.49	0.019006	2.27	40.25	68.16	0.84
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR 50	103.50	2432.31	2433.23	2433.23	2433.54	0.018966	2.34	42.69	69.46	0.84
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR100	111.77	2432.31	2433.27	2433.27	2433.59	0.018561	2.39	45.36	70.79	0.84

HEC-RAS Plan: Plan 01 Locations: User Defined (Continued)

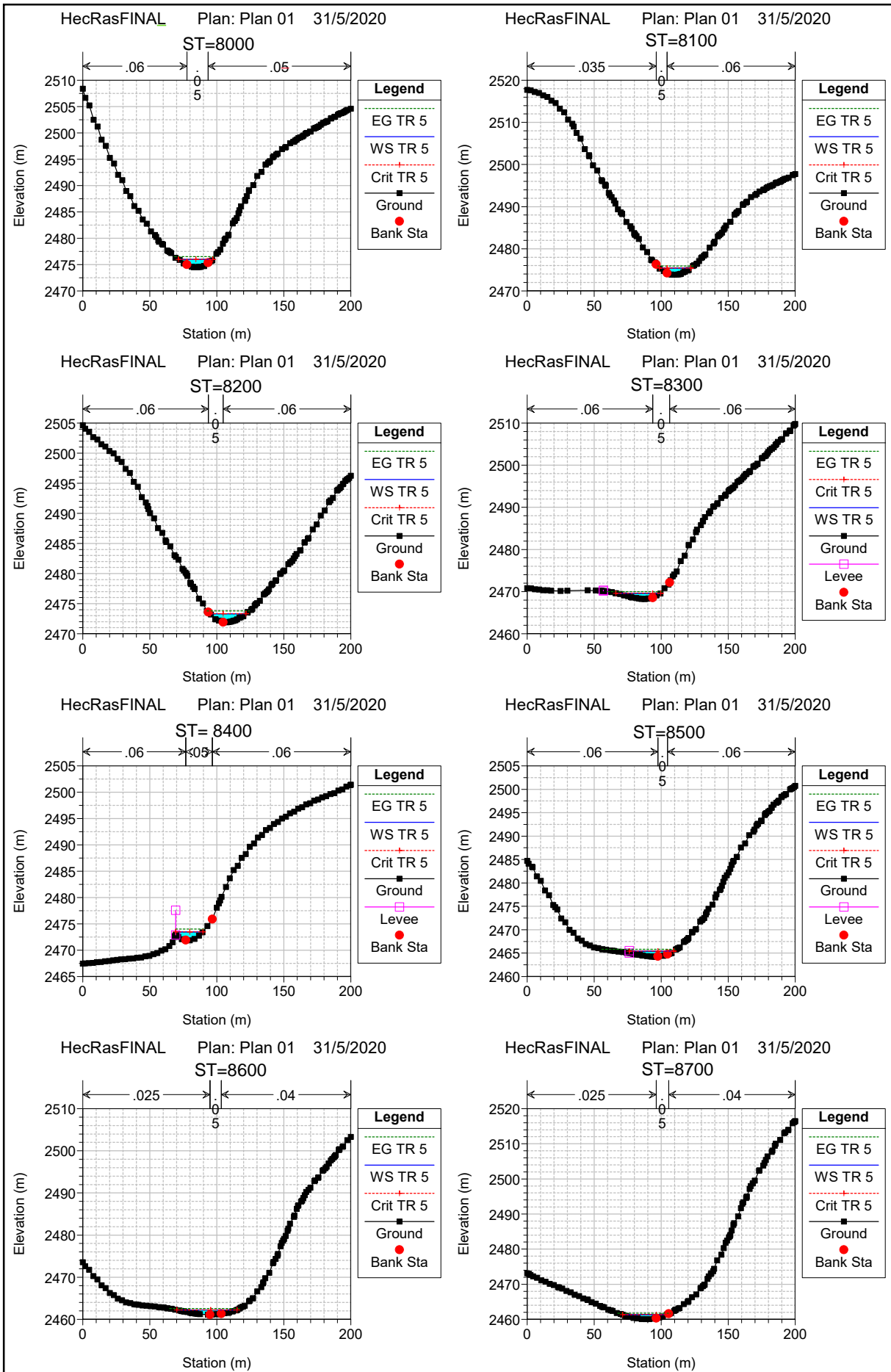
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIOAMBATO	AMBATO	10600	TR 140	115.78	2432.31	2433.29	2433.29	2433.62	0.018236	2.40	46.73	71.37	0.84
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR 5	75.04	2431.14	2432.26	2432.26	2432.66	0.017067	2.51	28.13	33.64	0.83
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR 10	83.93	2431.14	2432.33	2432.33	2432.37	0.001301	0.73	96.11	96.24	0.23
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR 25	95.16	2431.14	2432.33	2432.33	2432.38	0.001672	0.83	96.11	96.24	0.26
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR 50	103.50	2431.14	2432.33	2432.33	2432.39	0.001978	0.90	96.11	96.24	0.28
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR100	111.77	2431.14	2432.33	2432.33	2432.40	0.002306	0.97	96.11	96.24	0.31
RIOAMBATO	AMBATO	10700	TR 140	115.78	2431.14	2432.33	2432.33	2432.41	0.002475	1.00	96.11	96.24	0.32
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR 5	75.04	2428.78	2429.85	2429.85	2430.27	0.023041	2.89	26.55	31.10	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR 10	83.93	2428.78	2429.92	2429.92	2430.36	0.022525	3.00	28.68	31.41	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR 25	95.16	2428.78	2430.00	2430.00	2430.48	0.021957	3.12	31.28	31.79	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR 50	103.50	2428.78	2430.06	2430.06	2430.57	0.021639	3.21	33.13	32.05	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR100	111.77	2428.78	2430.12	2430.12	2430.65	0.021181	3.28	35.01	32.31	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10800	TR 140	115.78	2428.78	2430.14	2430.14	2430.69	0.021210	3.33	35.78	32.42	0.96
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR 5	75.04	2427.60	2428.34	2428.34	2428.52	0.021404	2.30	40.62	111.49	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR 10	83.93	2427.60	2428.37	2428.37	2428.56	0.021491	2.36	43.62	112.77	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR 25	95.16	2427.60	2428.40	2428.40	2428.61	0.020570	2.39	47.98	114.49	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR 50	103.50	2427.60	2428.43	2428.43	2428.64	0.020321	2.43	50.79	115.12	0.87
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR100	111.77	2427.60	2428.45	2428.45	2428.68	0.020269	2.47	53.33	115.57	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	10900	TR 140	115.78	2427.60	2428.46	2428.46	2428.69	0.020653	2.51	54.19	115.67	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR 5	75.04	2426.14	2426.76	2426.76	2427.01	0.019347	1.88	34.35	68.55	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR 10	83.93	2426.14	2426.80	2426.80	2427.07	0.018969	1.96	37.44	70.83	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR 25	95.16	2426.14	2426.86	2426.86	2427.14	0.018225	2.05	41.75	74.86	0.80
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR 50	103.50	2426.14	2426.90	2426.90	2427.18	0.017934	2.11	44.81	77.78	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR100	111.77	2426.14	2426.93	2426.93	2427.23	0.018174	2.19	47.32	80.00	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11000	TR 140	115.78	2426.14	2426.95	2426.95	2427.25	0.018091	2.22	48.58	80.72	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR 5	75.04	2424.37	2425.66	2425.66	2426.11	0.020345	3.09	26.02	29.28	0.93
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR 10	83.93	2424.37	2425.73	2425.73	2426.21	0.020796	3.24	27.83	29.72	0.95
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR 25	95.16	2424.37	2425.84	2425.84	2426.33	0.019089	3.29	31.13	30.52	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR 50	103.50	2424.37	2425.90	2425.90	2426.42	0.018909	3.38	33.01	30.92	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR100	111.77	2424.37	2425.96	2425.96	2426.50	0.018684	3.46	34.87	31.30	0.93
RIOAMBATO	AMBATO	11100	TR 140	115.78	2424.37	2426.00	2426.00	2426.06	0.001187	0.89	115.47	84.51	0.23
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR 5	75.04	2422.81	2423.68	2423.68	2423.96	0.021871	2.47	32.76	58.56	0.90
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR 10	83.93	2422.81	2423.73	2423.73	2424.02	0.021214	2.54	35.68	59.83	0.90
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR 25	95.16	2422.81	2423.78	2423.78	2424.10	0.021716	2.67	38.55	61.29	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR 50	103.50	2422.81	2423.82	2423.82	2424.16	0.021258	2.73	41.29	63.50	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR100	111.77	2422.81	2423.87	2423.87	2424.21	0.020502	2.77	44.17	65.50	0.91
RIOAMBATO	AMBATO	11200	TR 140	115.78	2422.81	2423.89	2423.89	2424.23	0.020129	2.78	45.55	66.26	0.90
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR 5	75.04	2421.54	2422.57	2422.57	2422.91	0.017462	2.27	30.35	46.72	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR 10	83.93	2421.54	2422.64	2422.64	2422.99	0.016416	2.33	33.67	49.34	0.80
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR 25	95.16	2421.54	2422.70	2422.70	2423.07	0.016679	2.45	36.70	51.36	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR 50	103.50	2421.54	2422.76	2422.76	2423.14	0.015909	2.50	39.94	54.90	0.80
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR100	111.77	2421.54	2422.81	2422.81	2423.20	0.015504	2.56	42.86	57.69	0.80
RIOAMBATO	AMBATO	11300	TR 140	115.78	2421.54	2422.83	2422.83	2423.22	0.015668	2.60	43.88	58.60	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR 5	75.04	2419.92	2420.98	2420.98	2421.37	0.016924	2.34	27.86	36.02	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR 10	83.93	2419.92	2421.05	2421.05	2421.46	0.016706	2.45	30.39	37.52	0.81
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR 25	95.16	2419.92	2421.14	2421.14	2421.56	0.016329	2.57	33.63	39.36	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR 50	103.50	2419.92	2421.19	2421.19	2421.64	0.016214	2.65	35.78	40.34	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR100	111.77	2419.92	2421.24	2421.24	2421.71	0.016065	2.72	37.84	41.12	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11400	TR 140	115.78	2419.92	2421.27	2421.27	2421.74	0.015855	2.75	38.94	41.54	0.82
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR 5	75.04	2418.61	2419.63	2419.63	2420.02	0.016112	1.70	27.87	35.09	0.73
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR 10	83.93	2418.61	2419.70	2419.70	2420.11	0.016116	1.80	30.40	36.62	0.74
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR 25	95.16	2418.61	2419.78	2419.78	2420.22	0.015958	1.89	33.34	37.78	0.75
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR 50	103.50	2418.61	2419.84	2419.84	2420.29	0.015818	1.95	35.47	38.54	0.75
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR100	111.77	2418.61	2419.89	2419.89	2420.37	0.015866	2.02	37.39	39.21	0.76
RIOAMBATO	AMBATO	11500	TR 140	115.78	2418.61	2419.91	2419.91	2420.40	0.015902	2.05	38.30	39.52	0.76
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR 5	75.04	2417.43	2418.68	2418.68	2419.07	0.020628	2.62	27.30	35.24	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR 10	83.93	2417.43	2418.75	2418.75	2419.16	0.019796	2.67	29.88	36.27	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR 25	95.16	2417.43	2418.83	2418.83	2419.26	0.019468	2.76	32.76	37.37	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR 50	103.50	2417.43	2418.88	2418.88	2419.34	0.019585	2.83	34.64	38.08	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR100	111.77	2417.43	2418.95	2418.95	2419.41	0.018449	2.84	37.43	39.42	0.87
RIOAMBATO	AMBATO	11600	TR 140	115.78	2417.43	2418.98	2418.98	2419.44	0.018381	2.87	38.53	40.12	0.87
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR 5	75.04	2415.84	2416.97	2416.97	2417.32	0.020257	2.81	28.94	41.65	0.91
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR 10	83.93	2415.84	2417.02	2417.02	2417.41	0.020334	2.93	31.41	43.53	0.92
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR 25	95.16	2415.84	2417.11	2417.11	2417.50	0.018687	2.97	35.54	46.40	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR 50	103.50	2415.84	2417.17	2417.17	2417.57	0.018198	3.02	38.05	47.57	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR100	111.77	2415.84	2417.21	2417.21	2417.63	0.018367	3.11	40.03	48.48	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11700	TR 140	115.78	2415.84	2417.24	2417.24	2417.66	0.018058	3.12	41.28	49.04	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR 5	75.04	2414.17	2415.21	2415.21	2415.54	0.018998	2.63	29.83	45.17	0.87
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR 10	83.93	2414.17	2415.27	2415.27	2415.62	0.018975	2.74	32.48	47.28	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR 25	95.16	2414.17	2415.34	2415.34	2415.71	0.018898	2.85	35.60	49.16	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR 50	103.50	2414.17	2415.38	2415.38	2415.77	0.018610	2.91	37.87	50.09	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR100	111.77	2414.17	2415.43	2415.43	2415.83	0.018117	2.95	40.25	51.06	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11800	TR 140	115.78	2414.17	2415.45	2415.45	2415.86	0.017897	2.97	41.40	51.52	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR 5	75.04	2412.27	2413.44	2413.44	2413.83	0.019703	3.00	27.77	36.77	0.91
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR 10	83.93	2412.27	2413.51	2413.51	2413.92	0.019358	3.10	30.30	38.46	0.91
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR 25	95.16	2412.27	2413.61	2413.61	2414.03	0.017714	3.13	34.35	41.35	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR 50	103.50	2412.27	2413.67	2413.67	2414.10	0.017279	3.18	36.73	42.33	0.88
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR100	111.77	2412.27	2413.71	2413.71	2414.16	0.017356	3.26	38.70	43.14	0.89

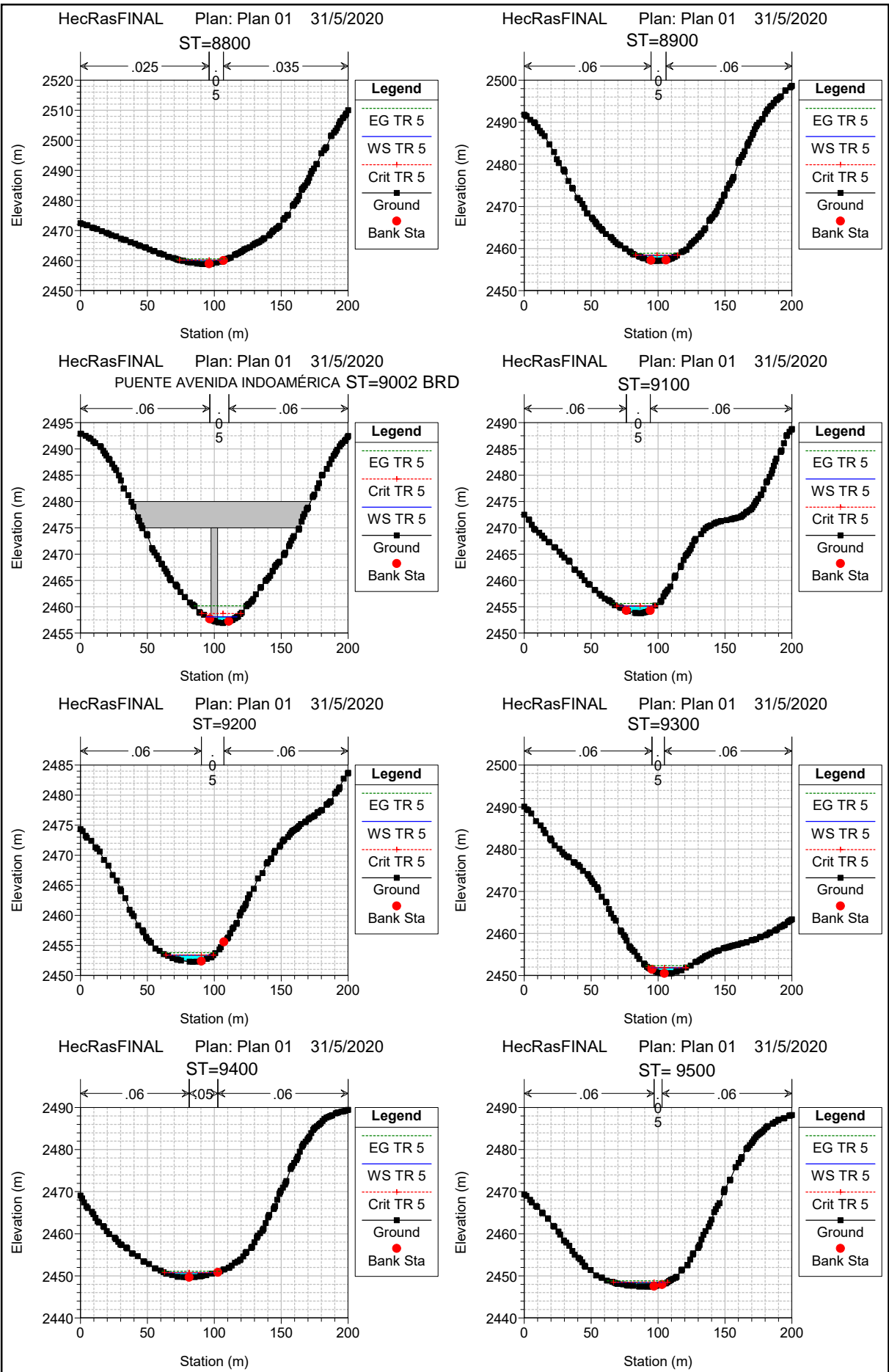
HEC-RAS Plan: Plan 01 Locations: User Defined (Continued)

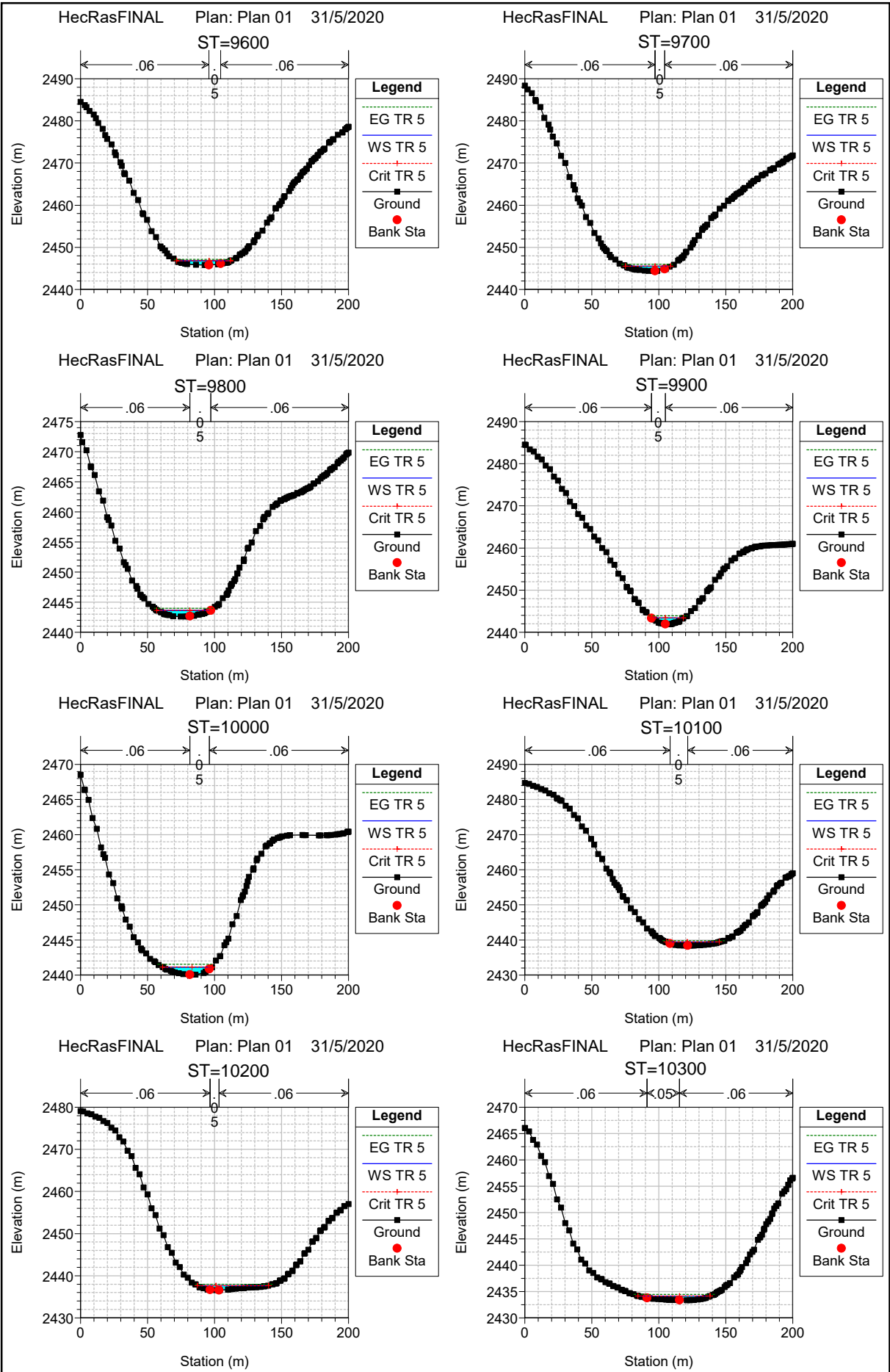
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RIOAMBATO	AMBATO	11900	TR 140	115.78	2412.27	2413.74	2413.74	2414.19	0.017192	3.29	39.79	43.58	0.89
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR 5	75.04	2410.97	2411.57	2411.57	2411.86	0.017353	1.46	33.00	55.48	0.73
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR 10	83.93	2410.97	2411.63	2411.63	2411.93	0.016909	1.54	35.84	56.14	0.73
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR 25	95.16	2410.97	2411.68	2411.68	2412.01	0.016698	1.65	39.07	56.88	0.74
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR 50	103.50	2410.97	2411.71	2411.71	2412.07	0.017220	1.74	40.86	57.28	0.76
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR100	111.77	2410.97	2411.77	2411.77	2412.12	0.016183	1.80	43.83	57.95	0.74
RIOAMBATO	AMBATO	12000	TR 140	115.78	2410.97	2411.78	2411.78	2412.15	0.016347	1.83	44.70	58.15	0.75

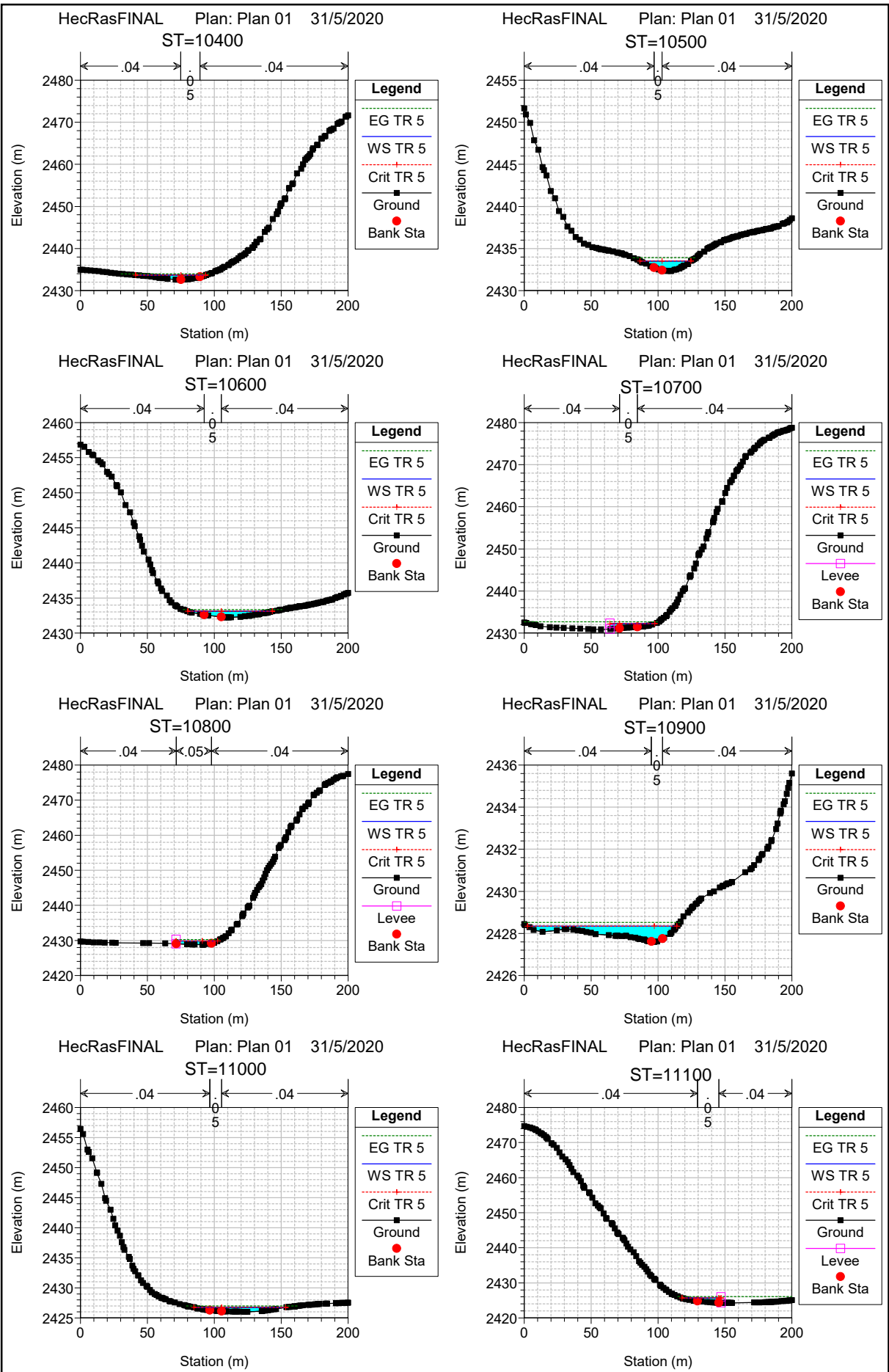
ANEXOS N°4

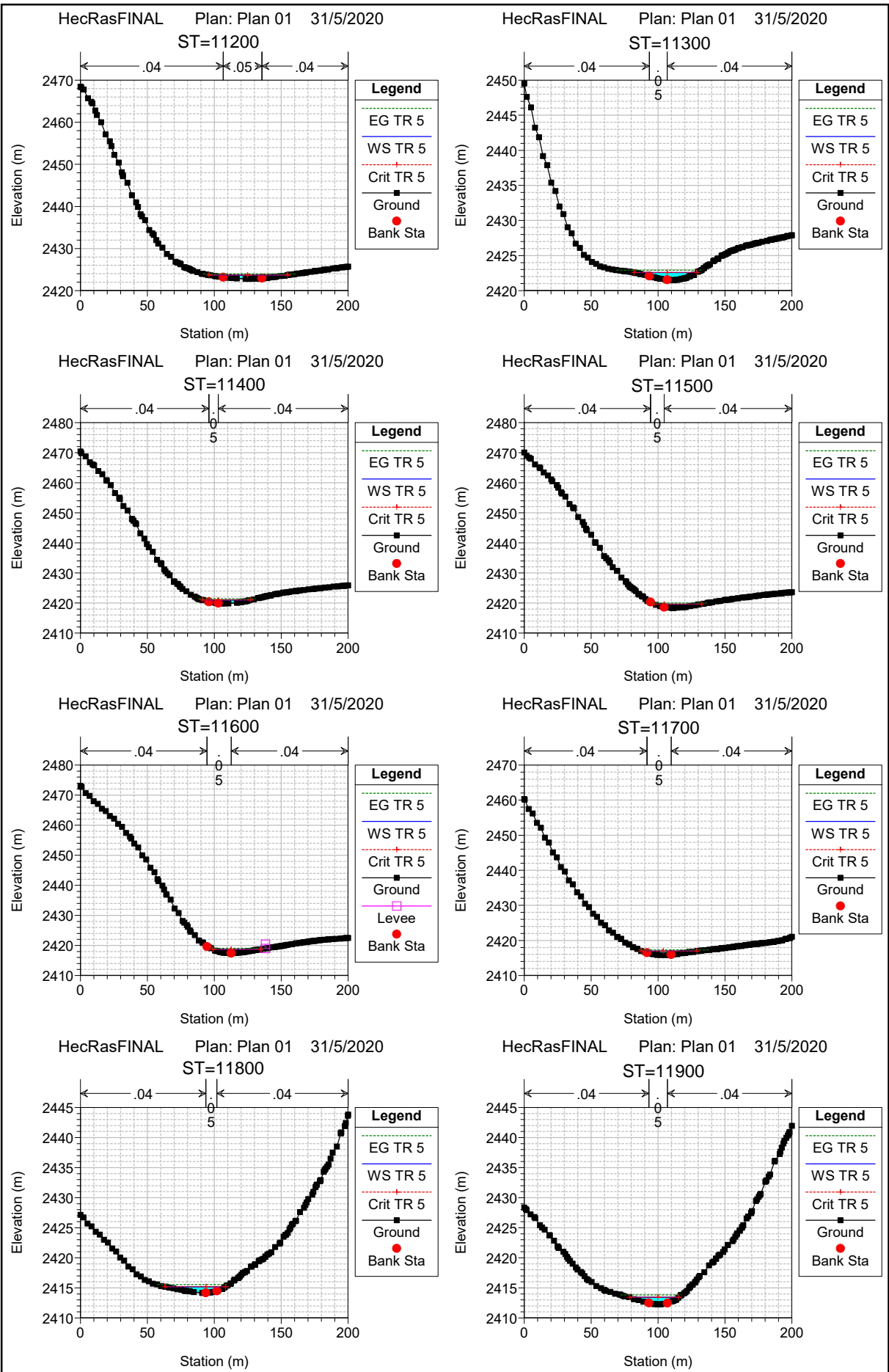
SECCIONES TRANSVERSALES CADA 100 METROS POR CADA
CAUDAL DE CRECIDA Y PERIODO DE RETORNO TR= 5, 10, 25, 50, 100
Y 140 AÑOS.





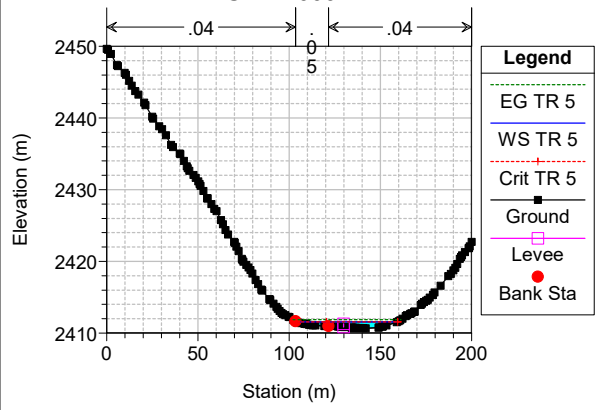


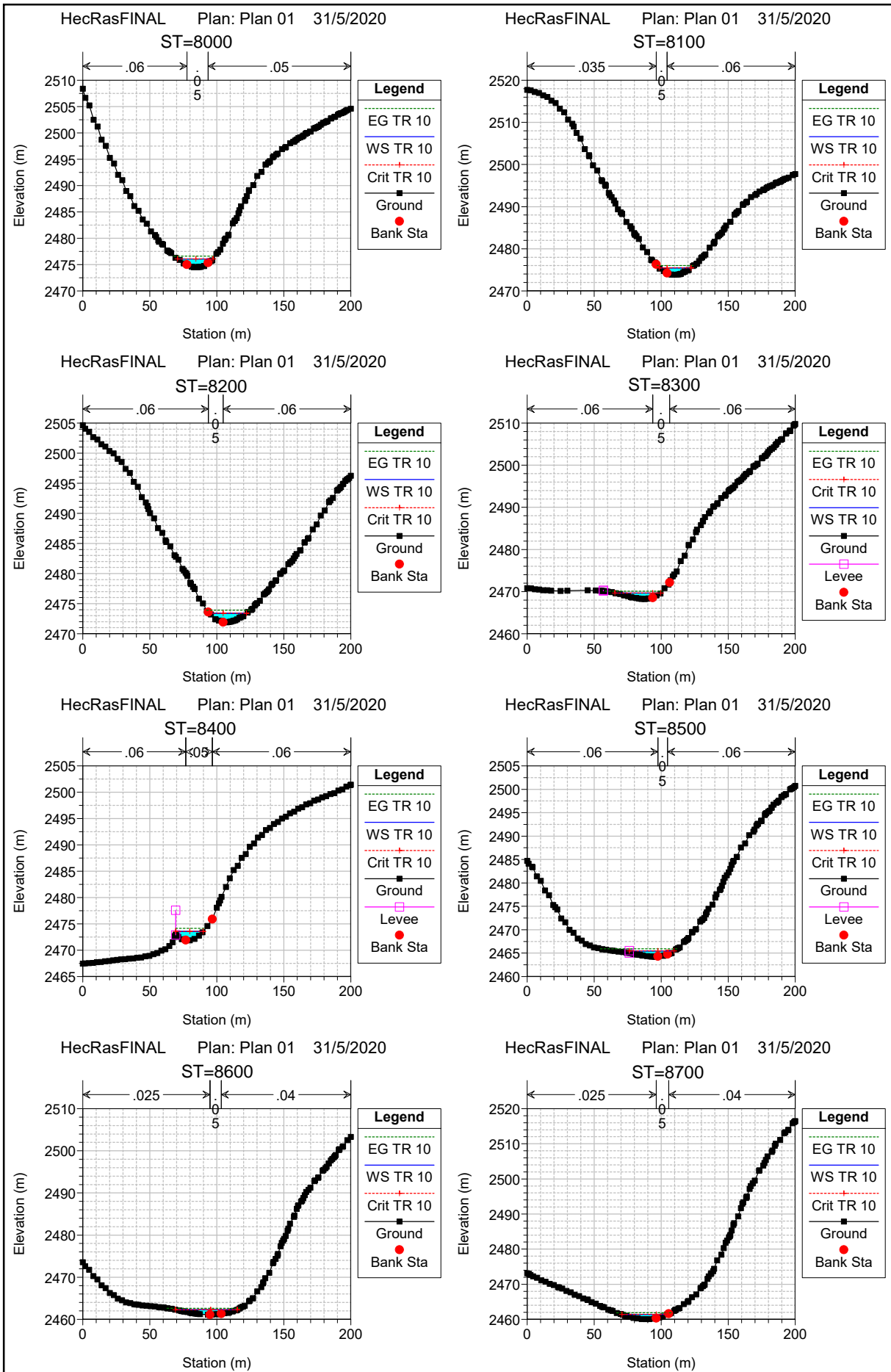


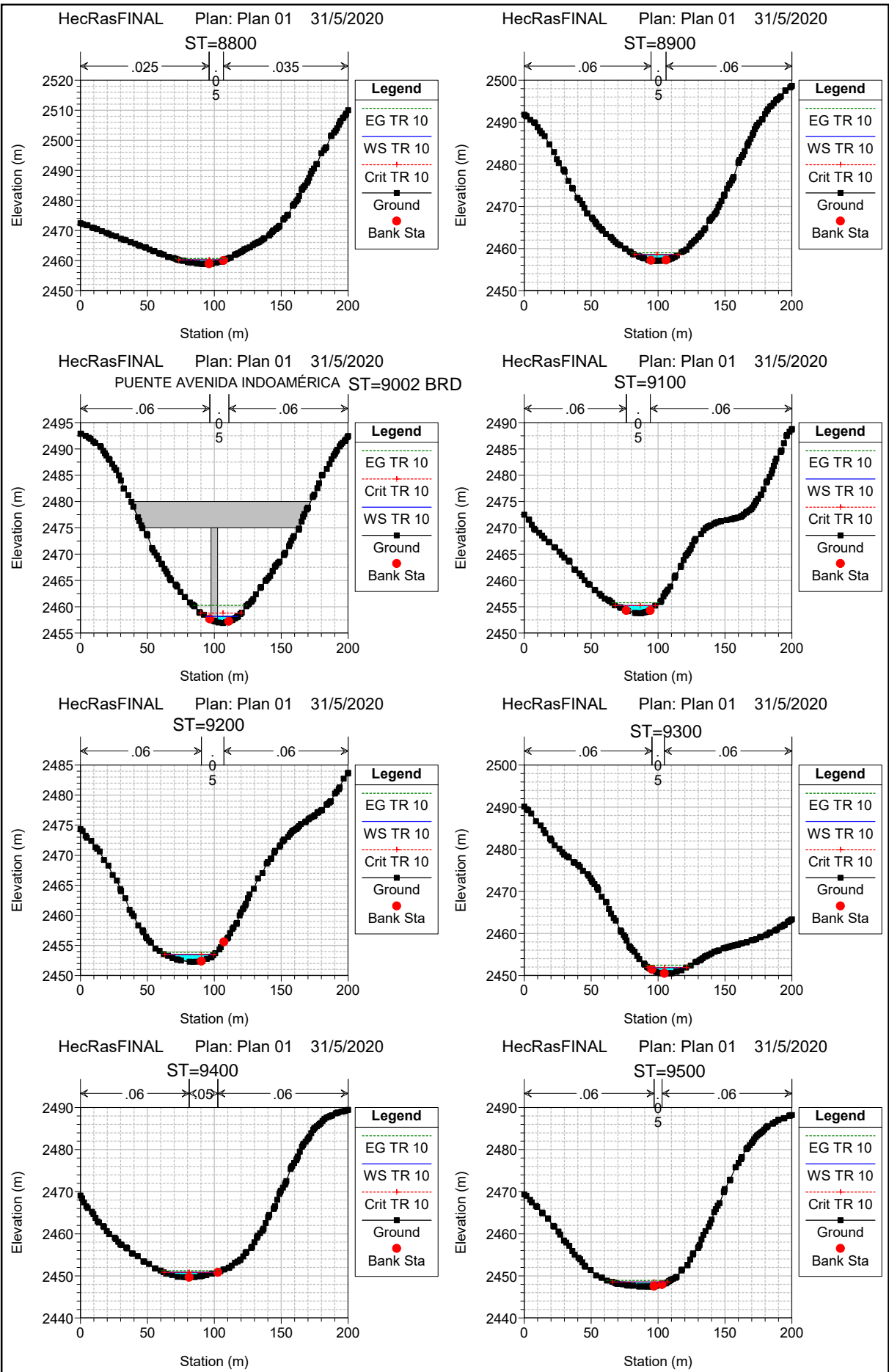


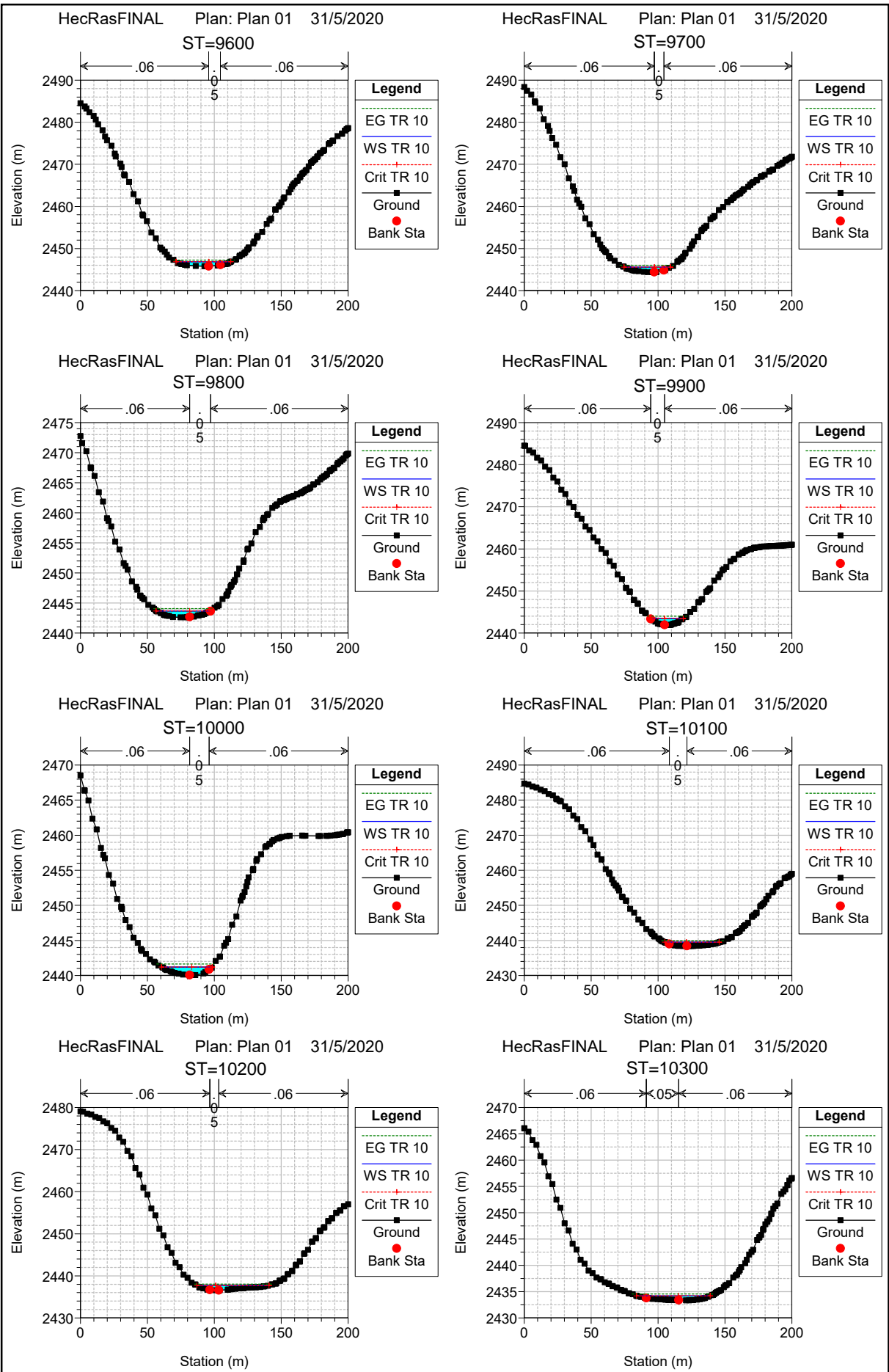
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

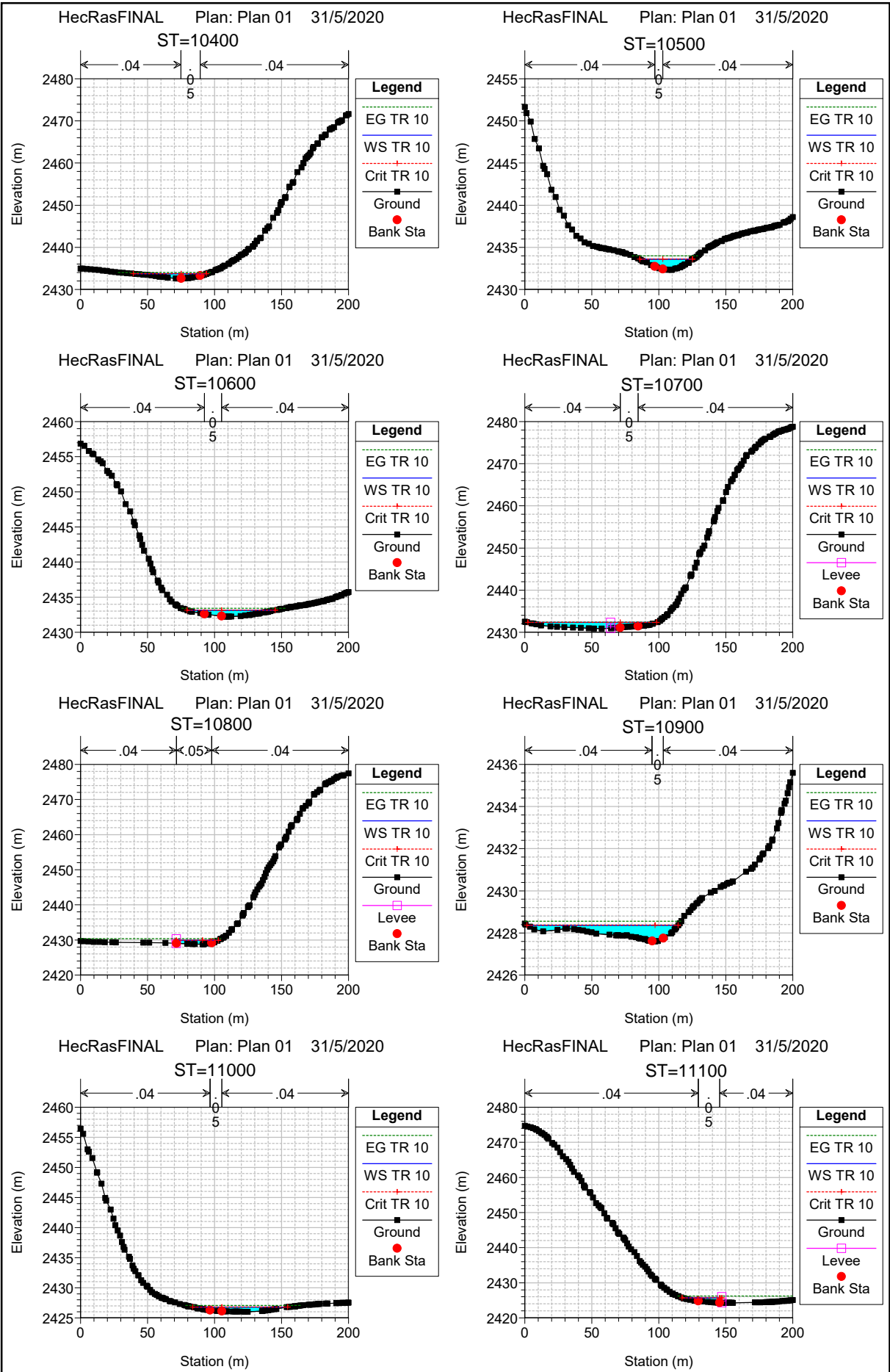
ST=12000

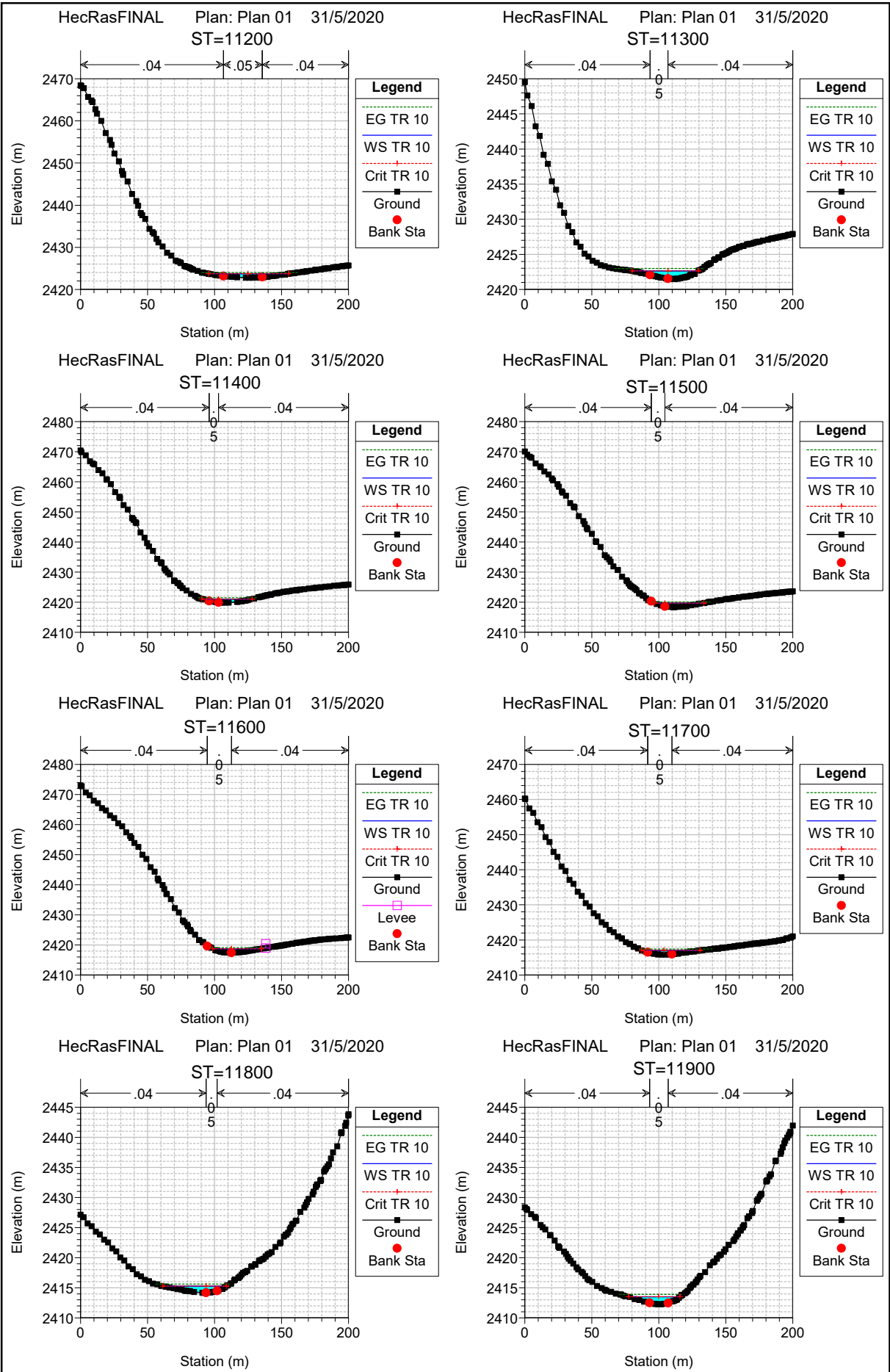




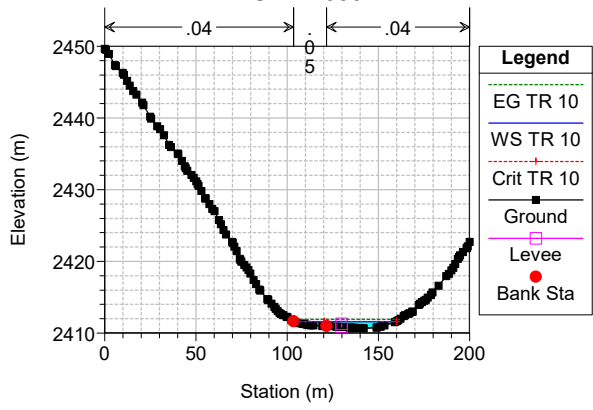


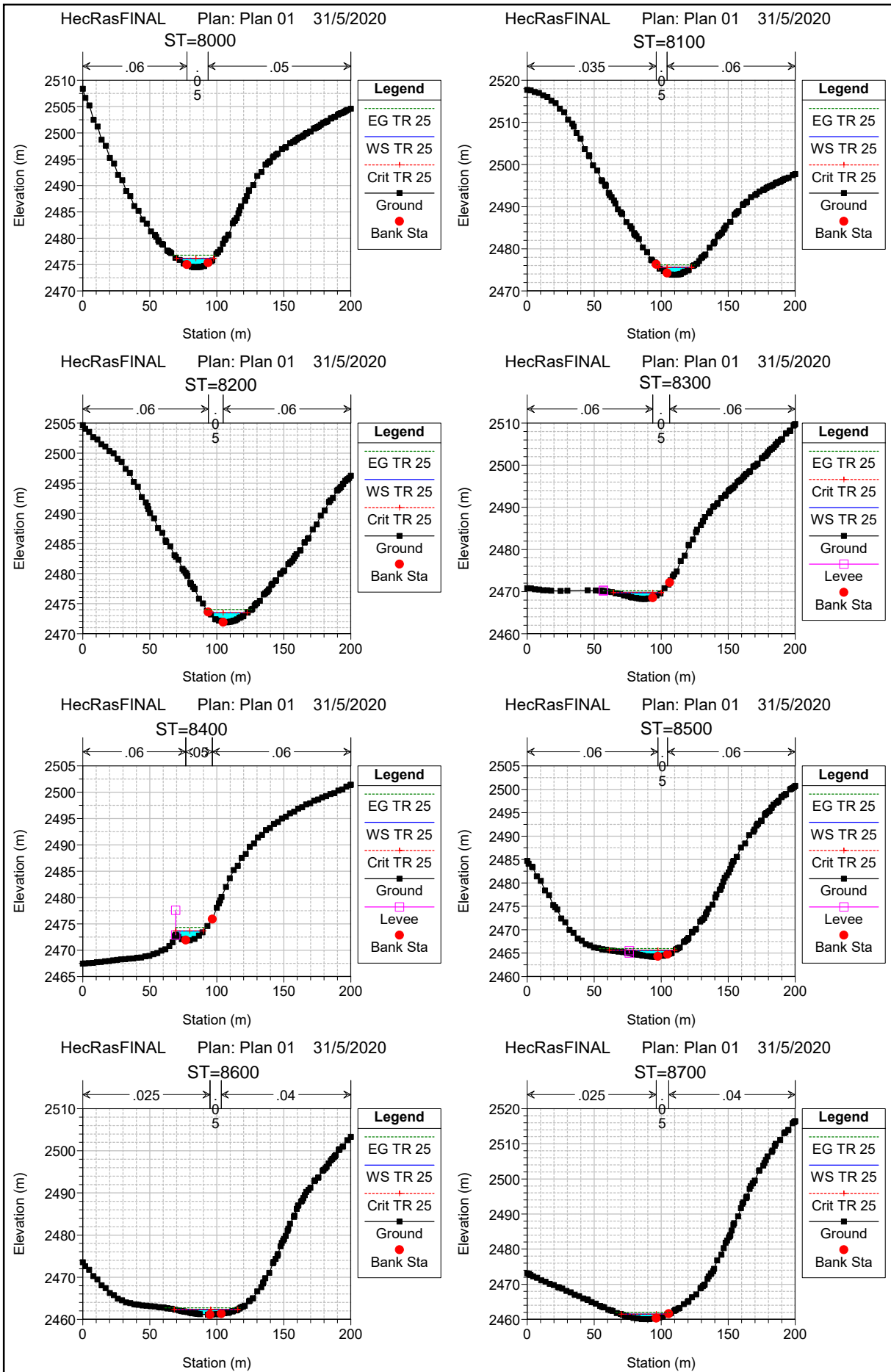


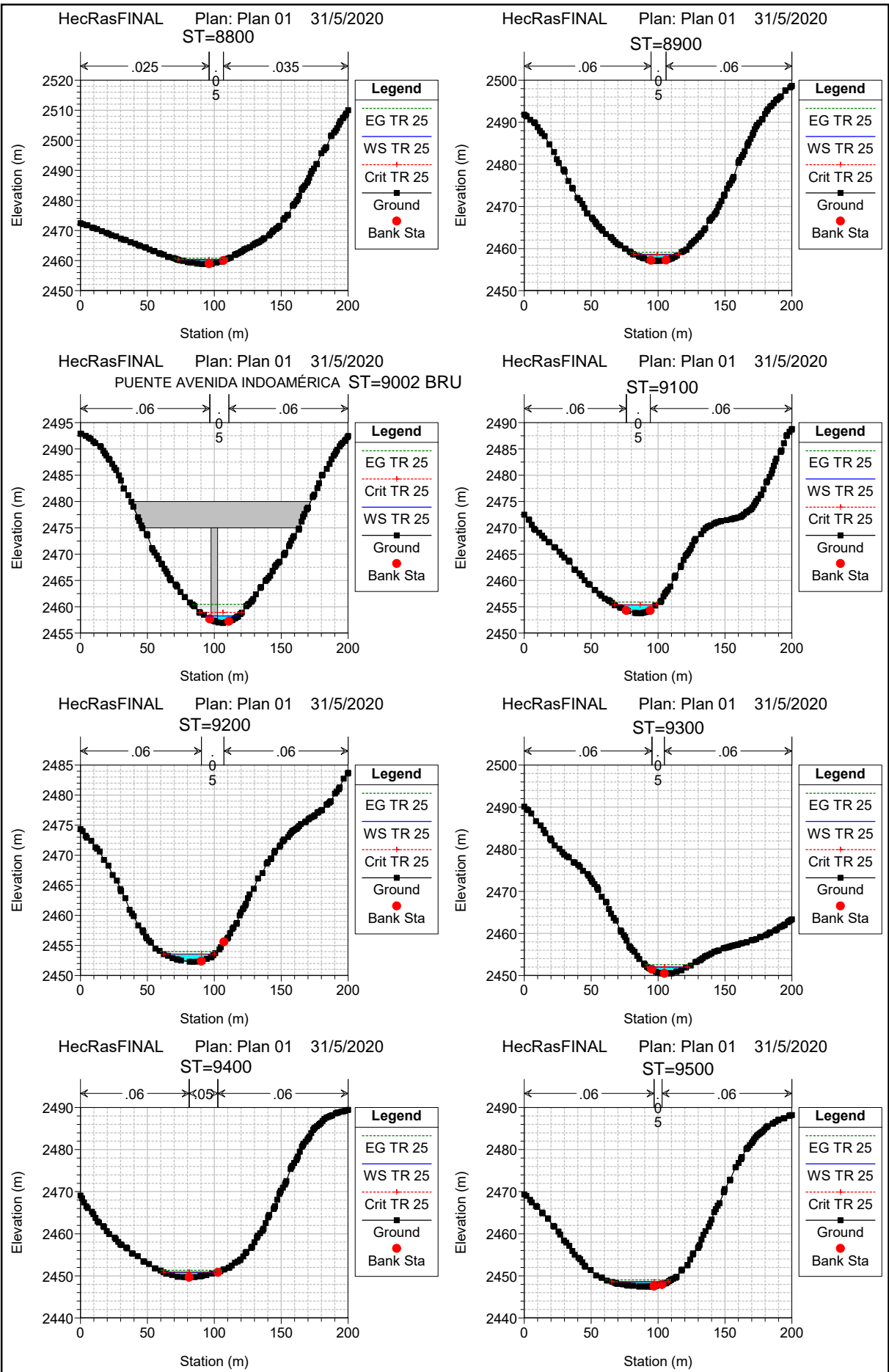


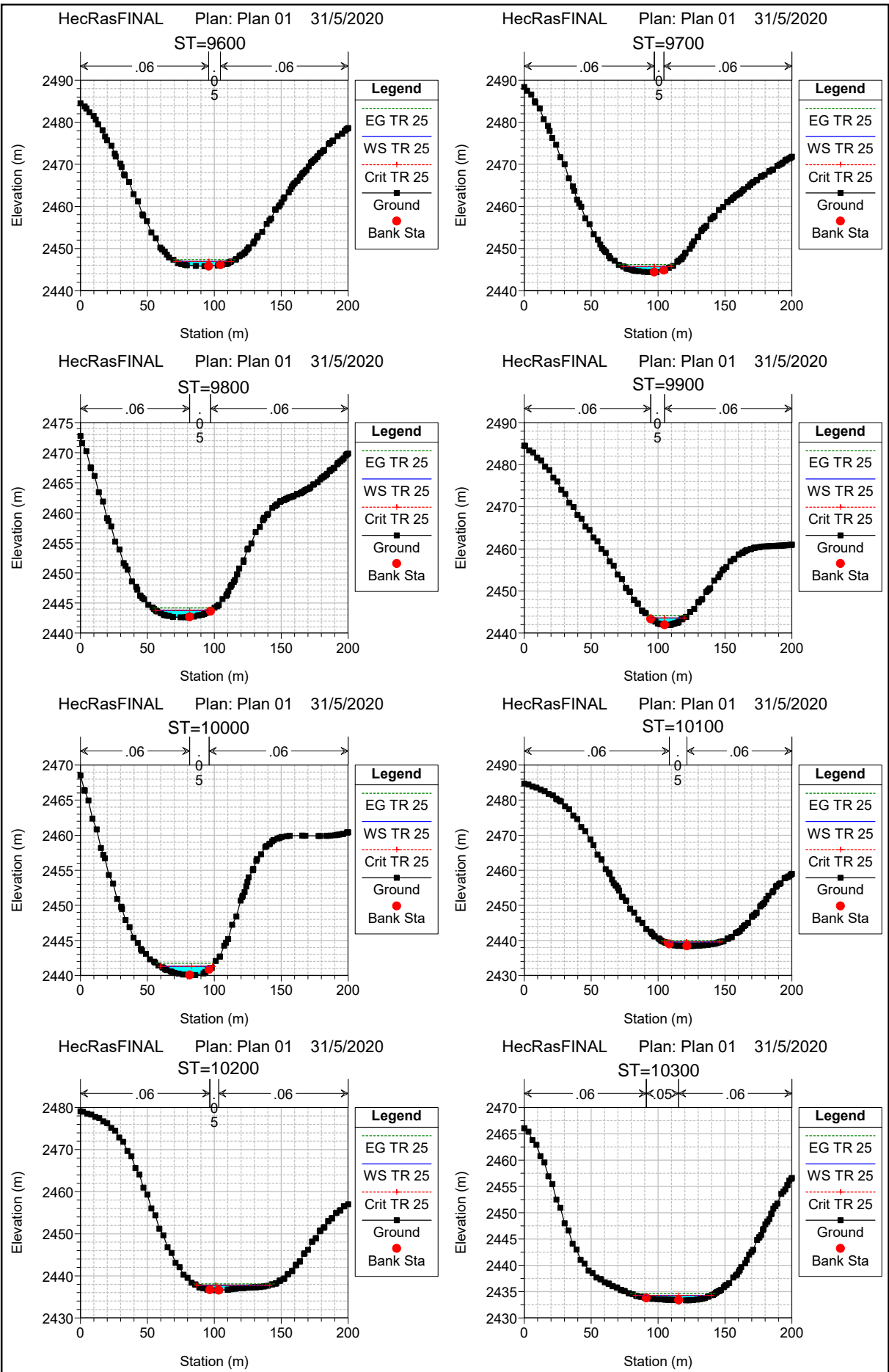


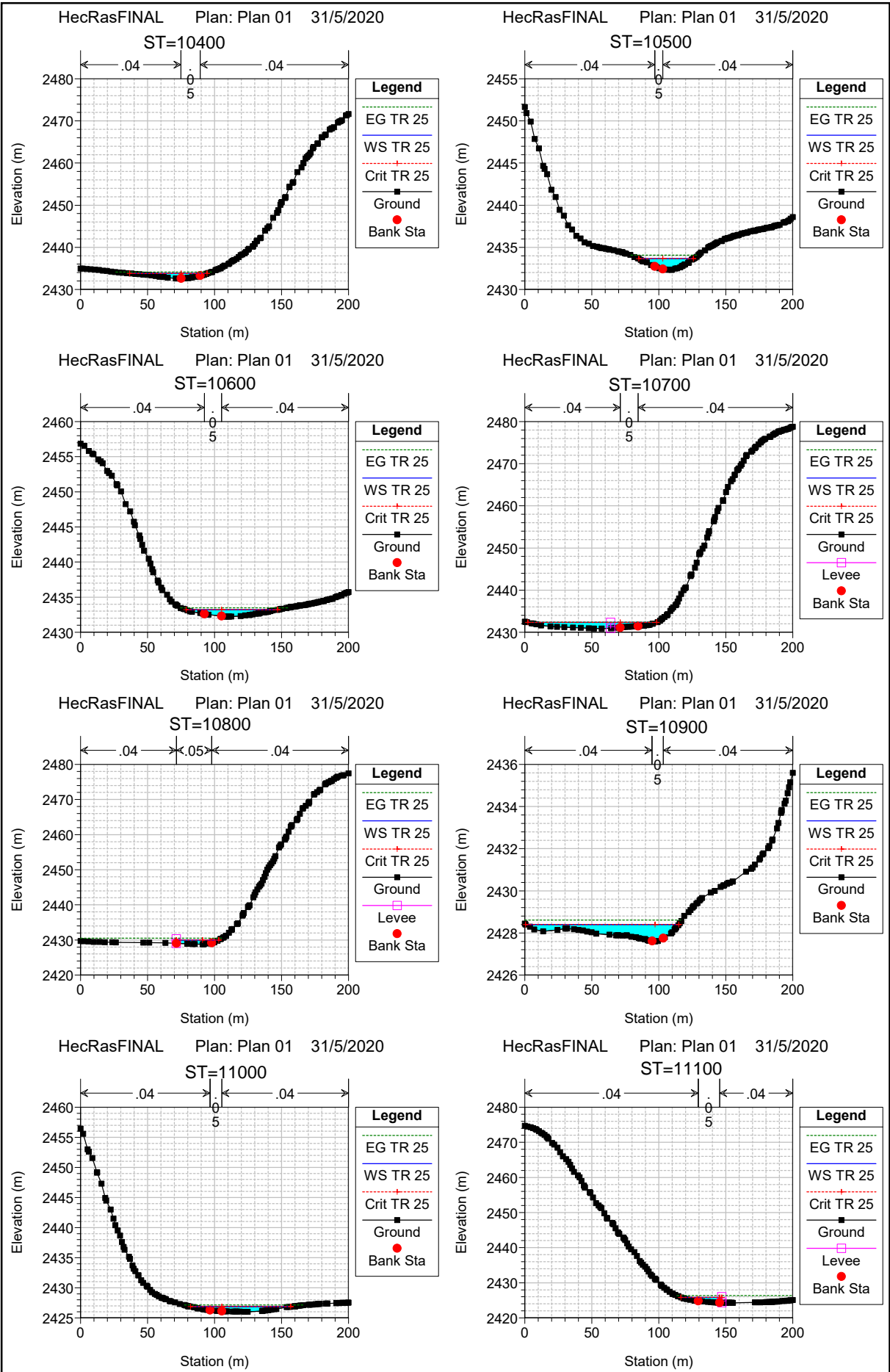
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
ST=12000

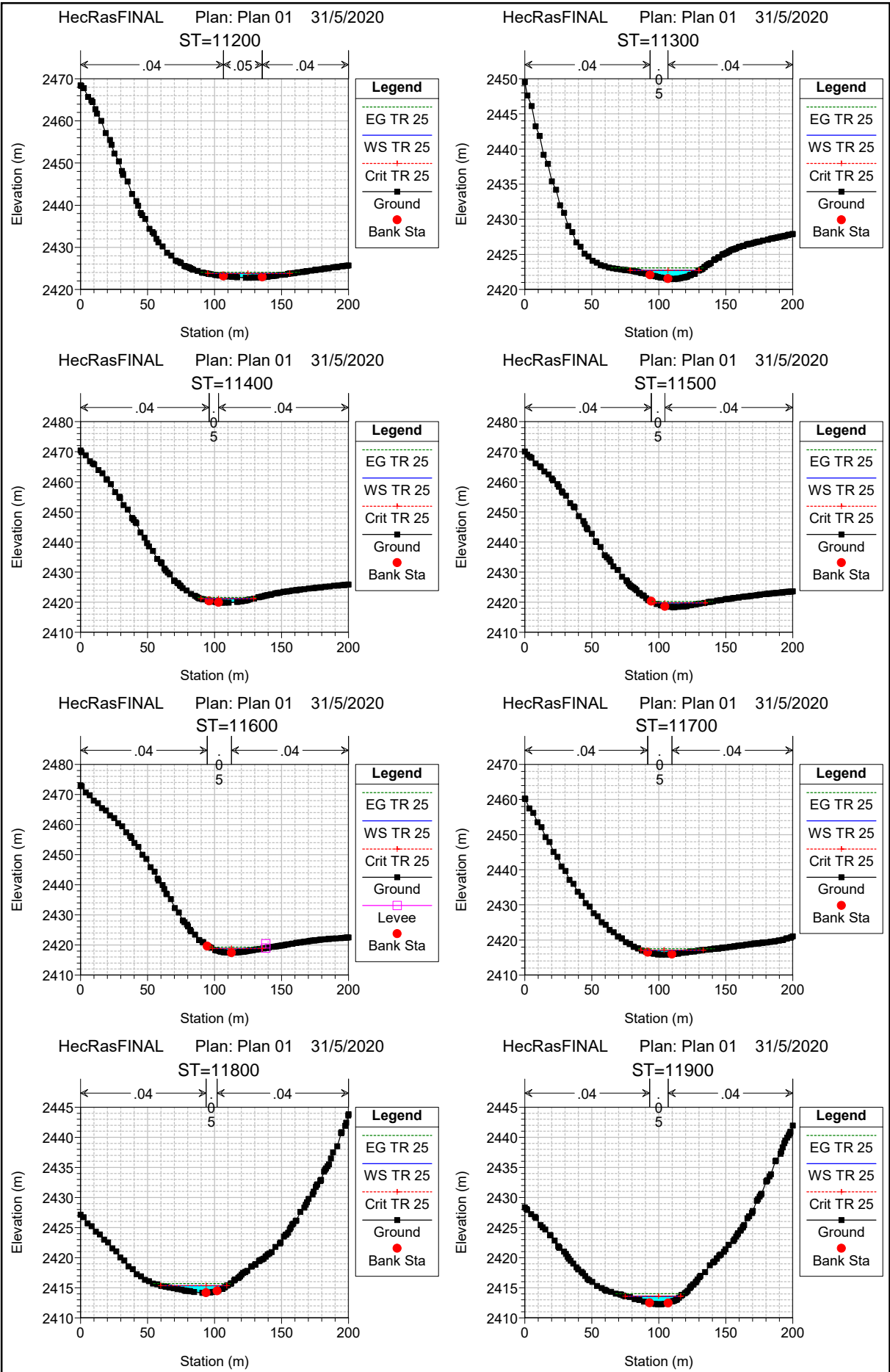






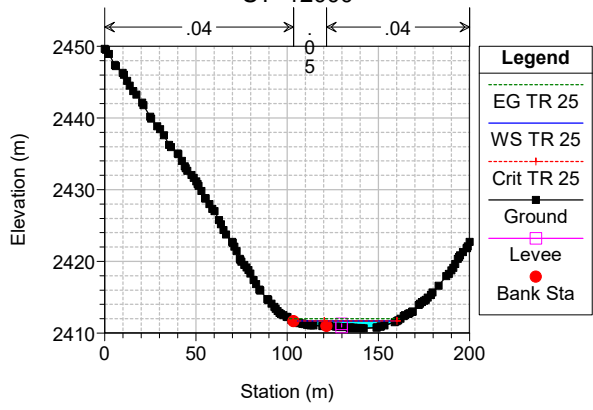


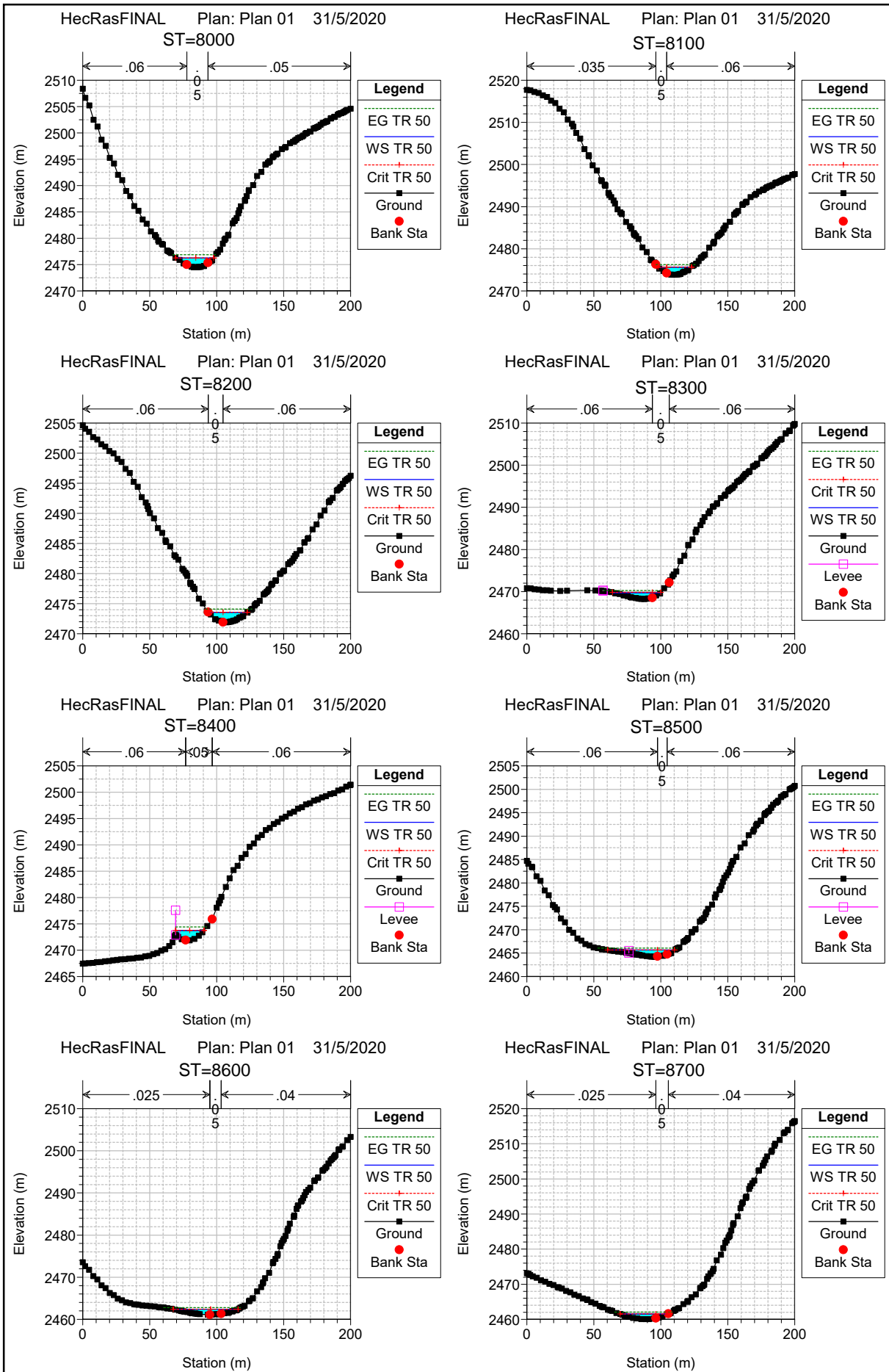


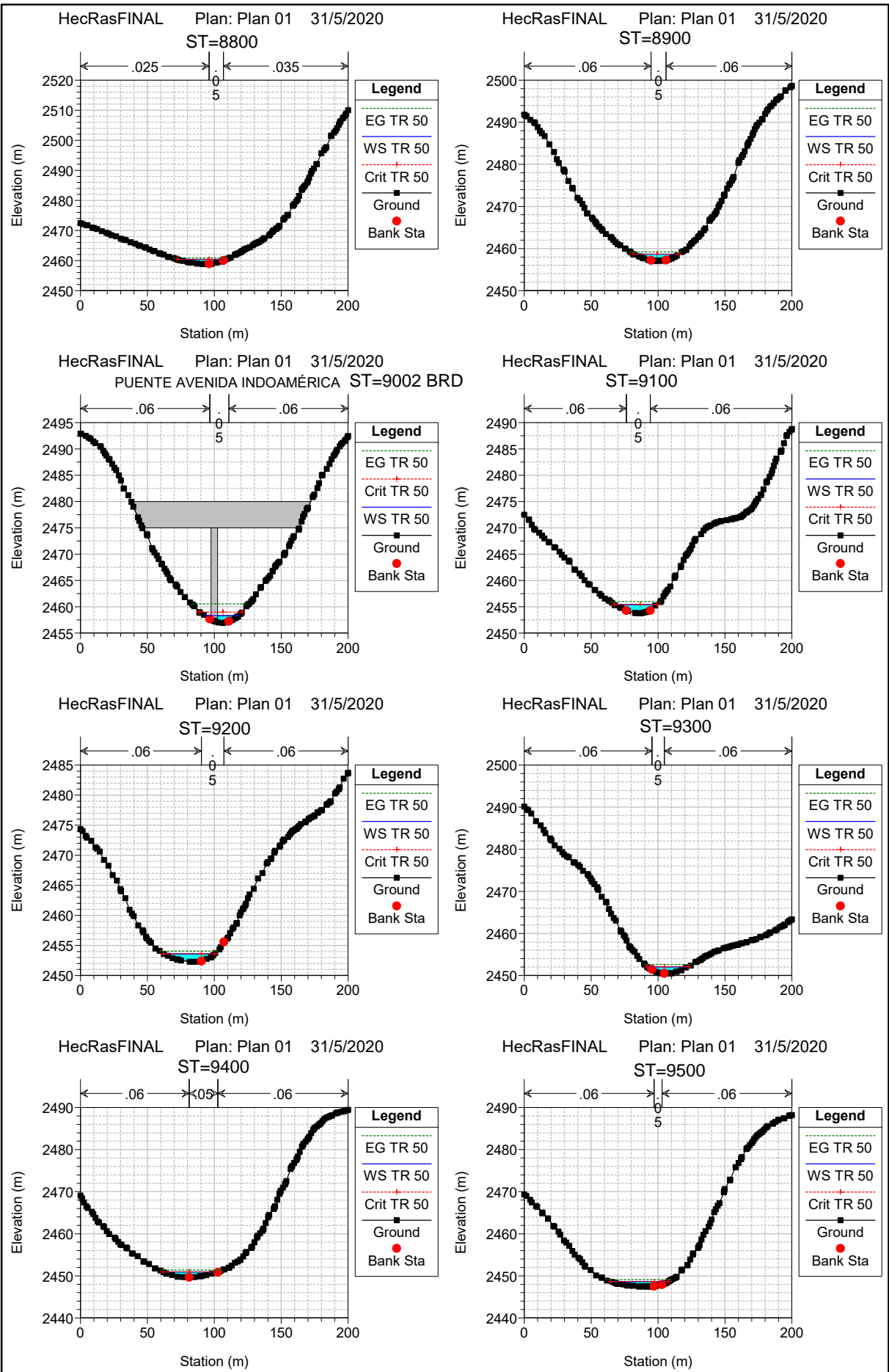


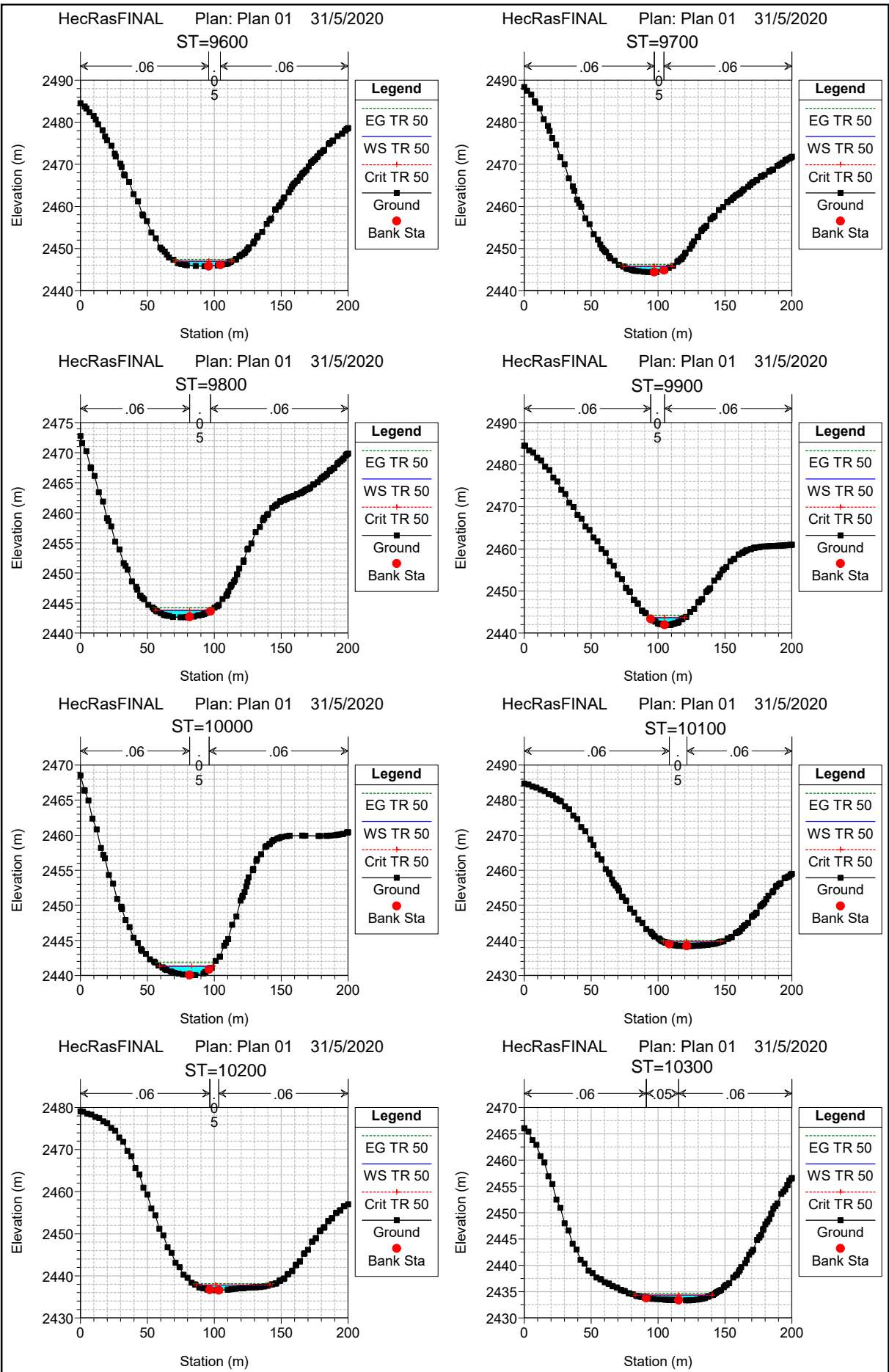
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

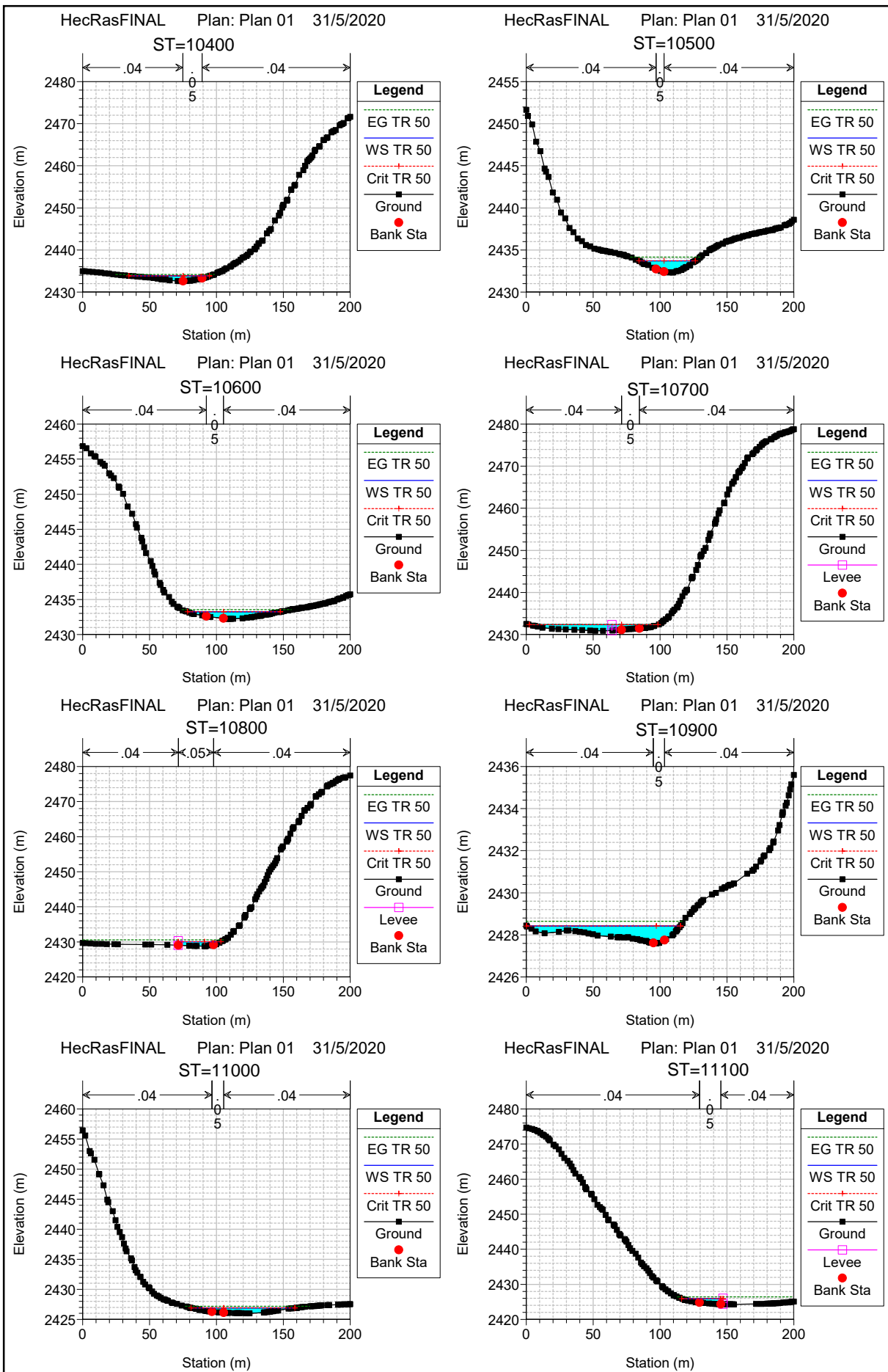
ST=12000

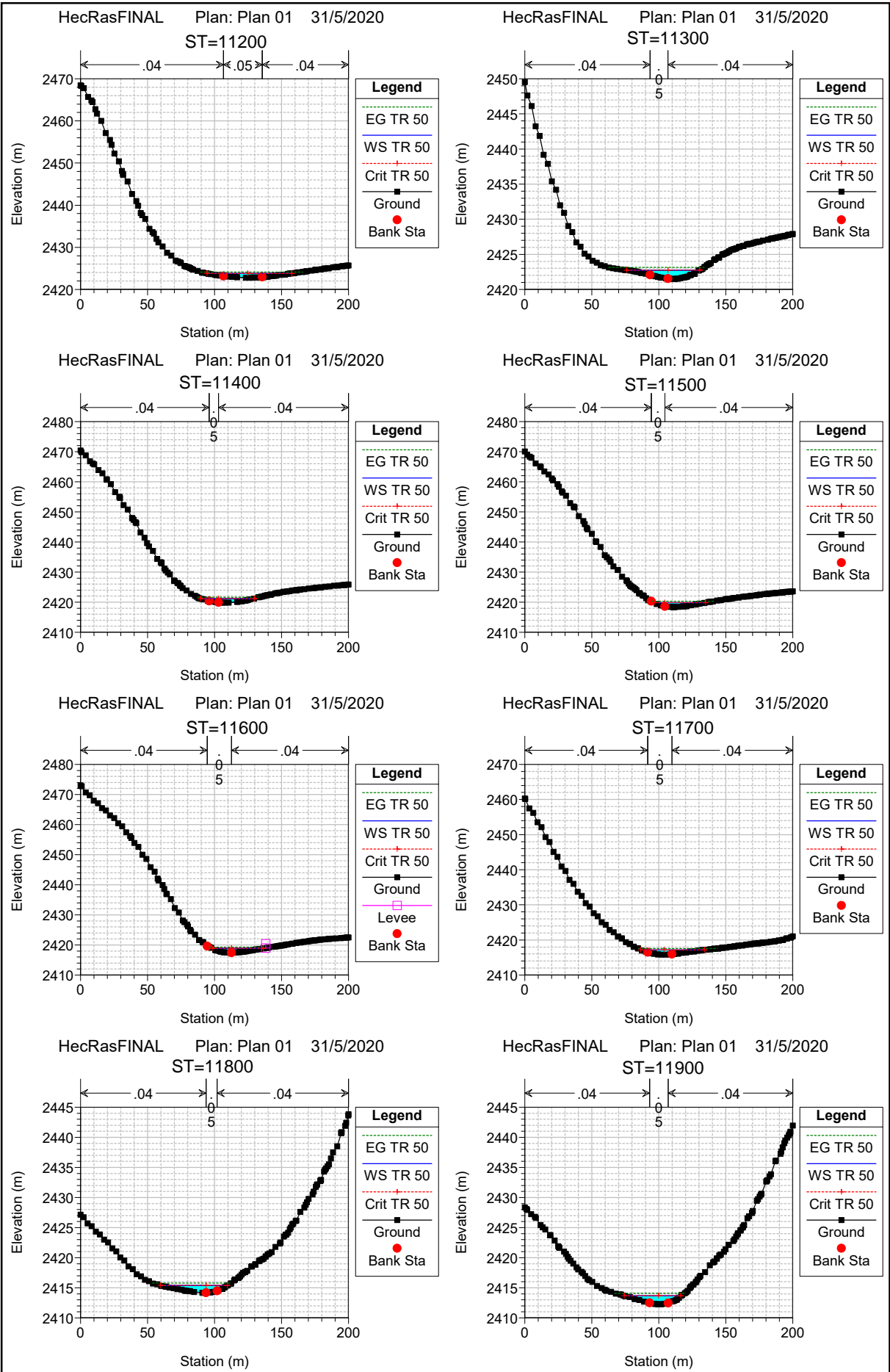




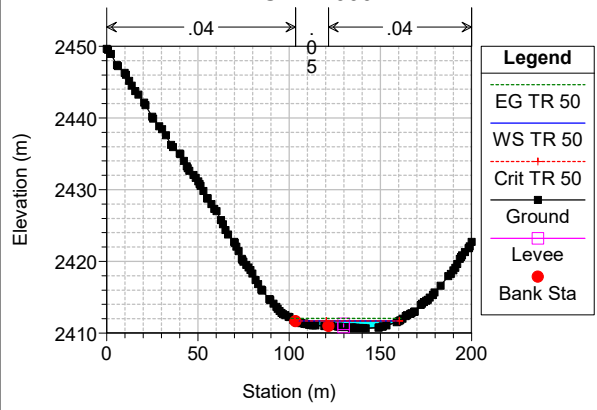


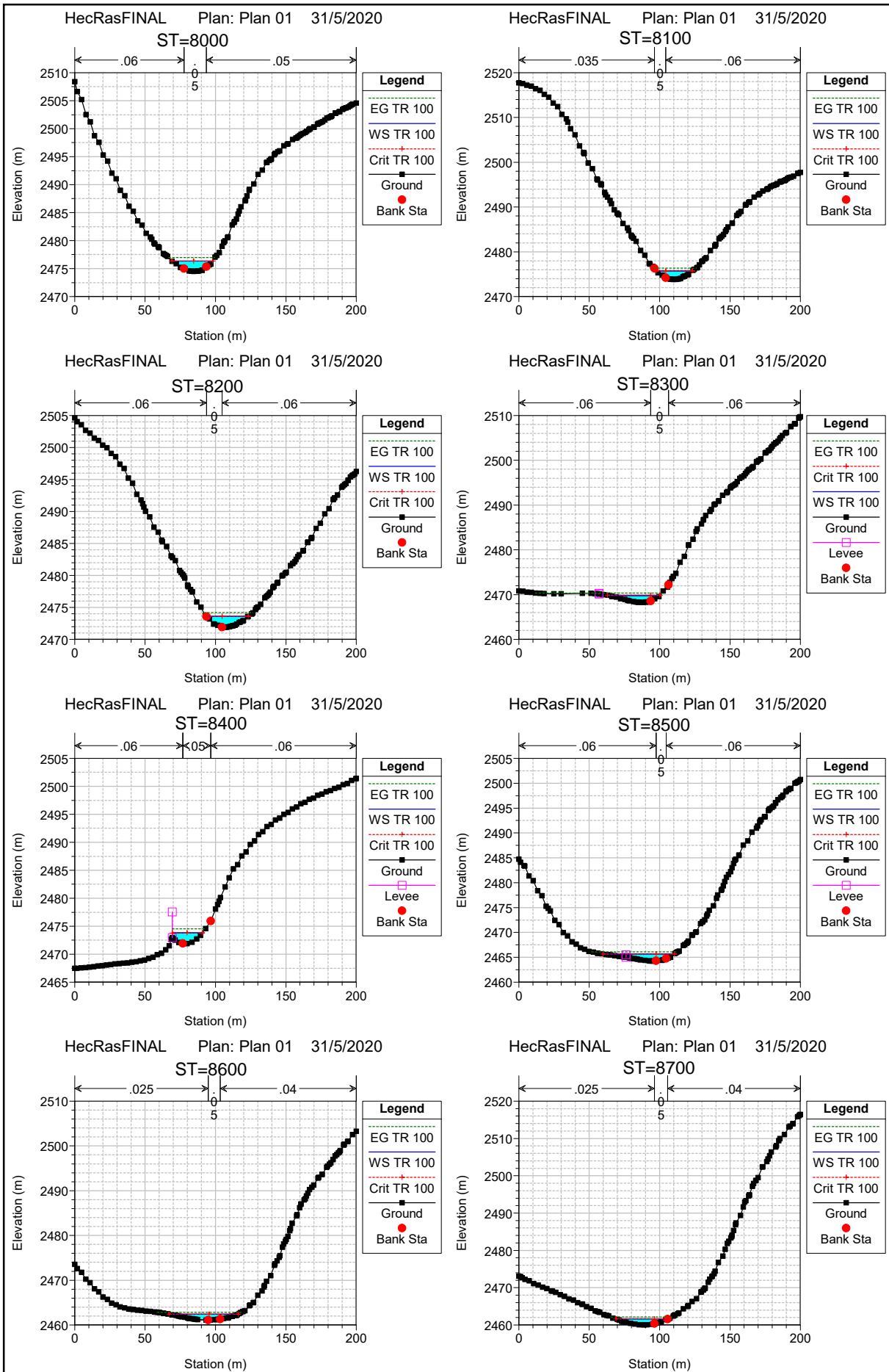


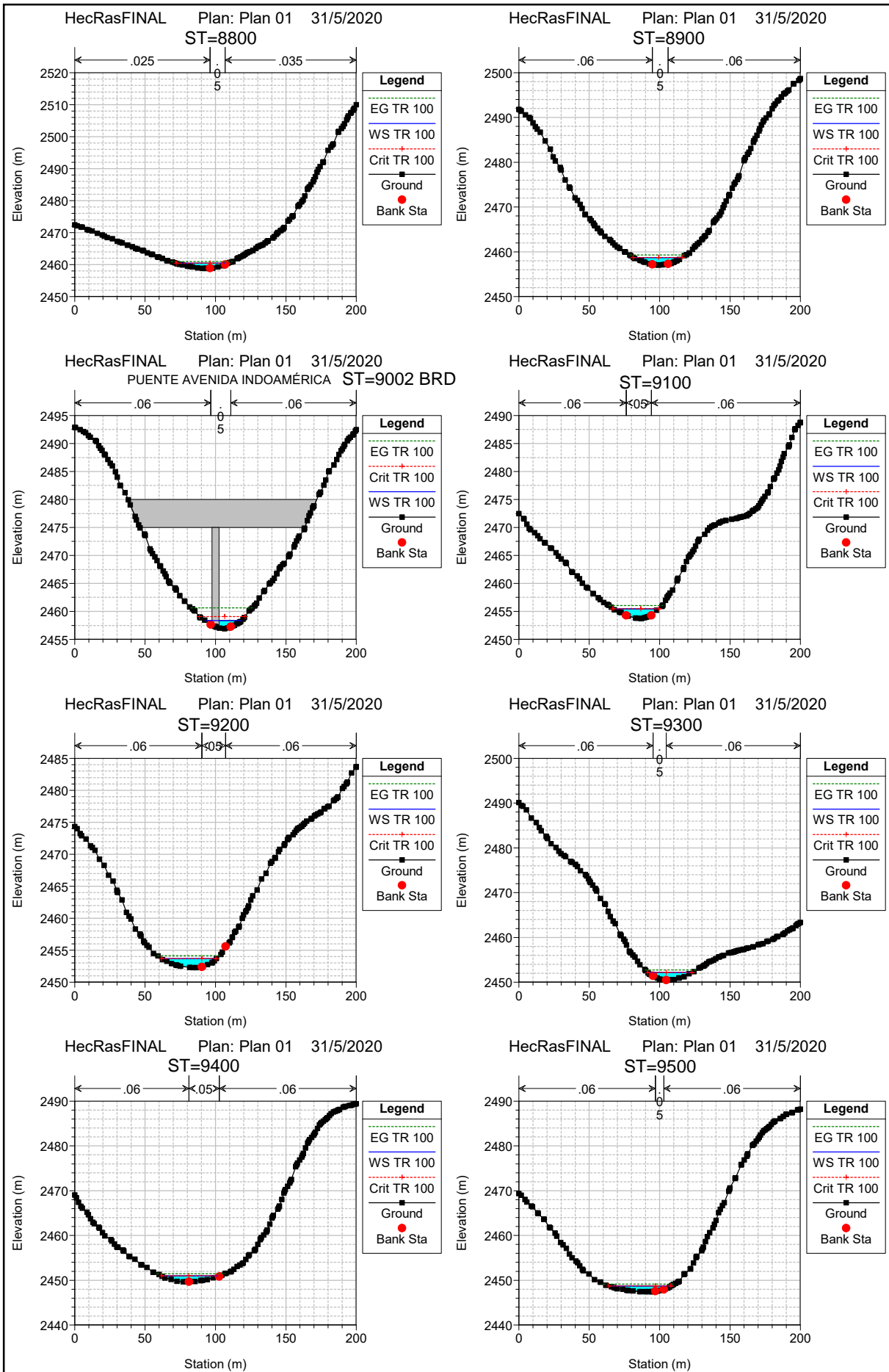


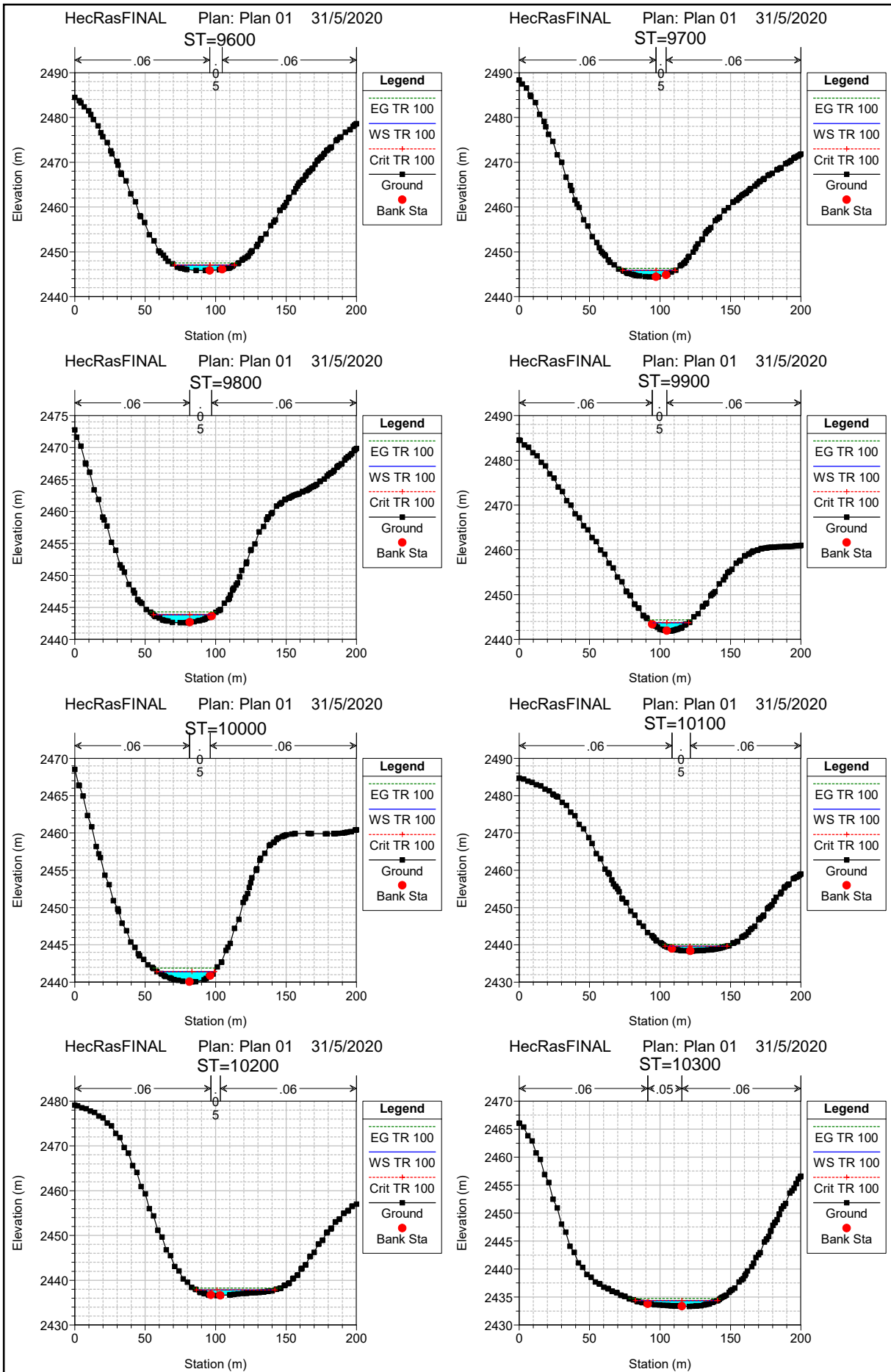


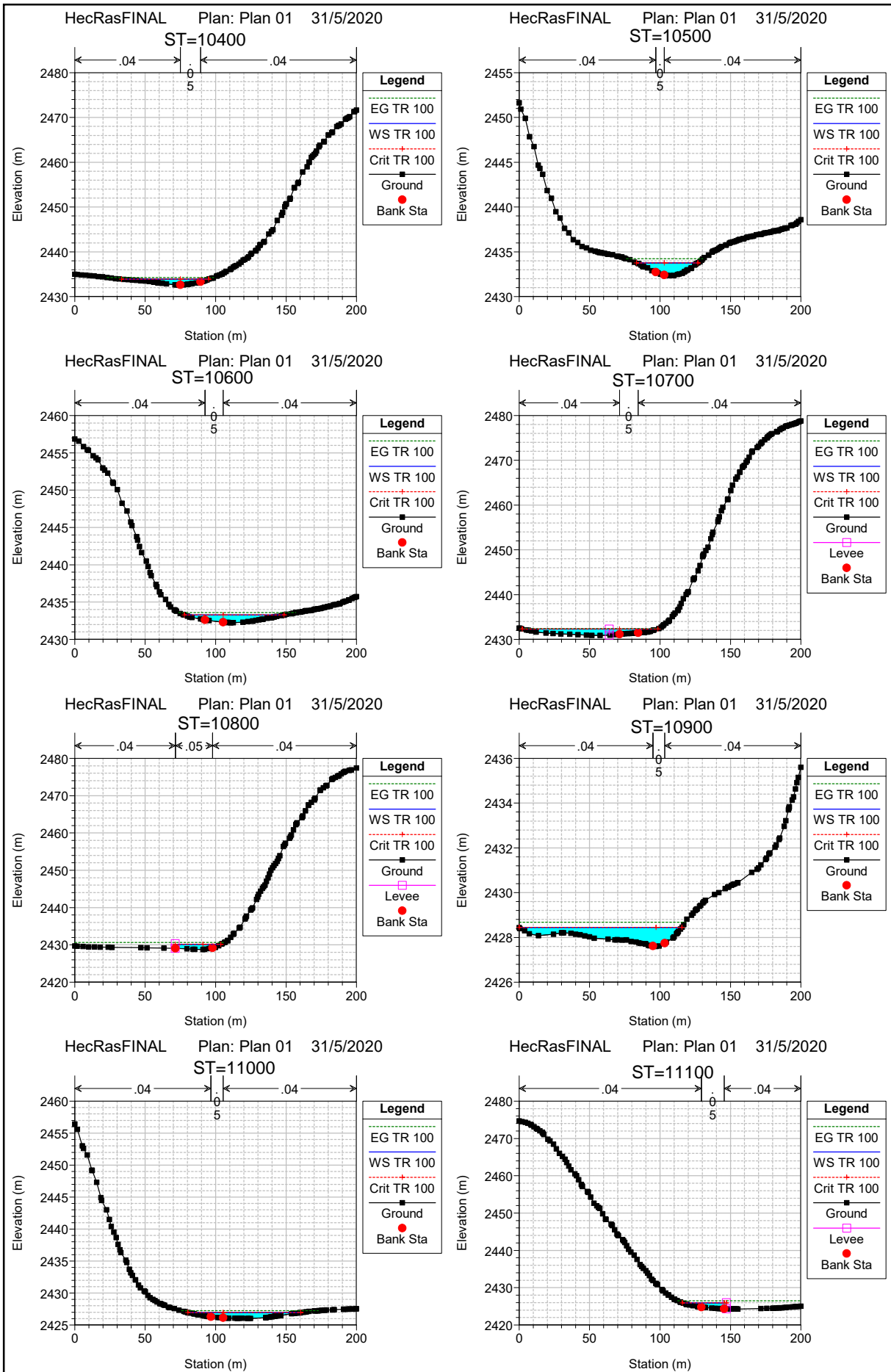
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
ST=12000

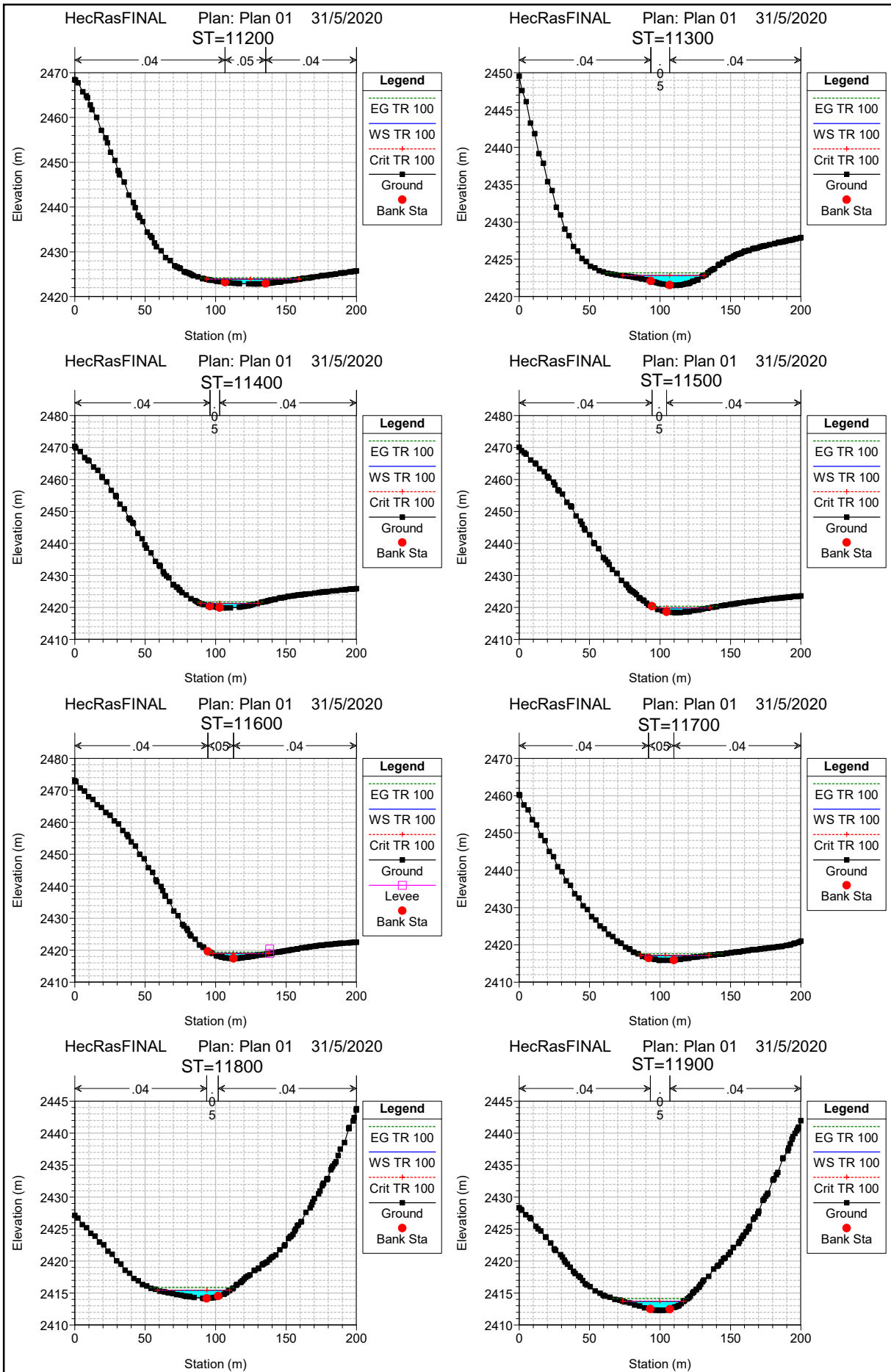






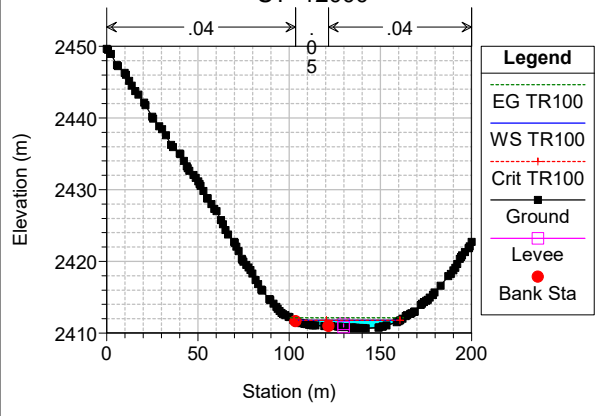


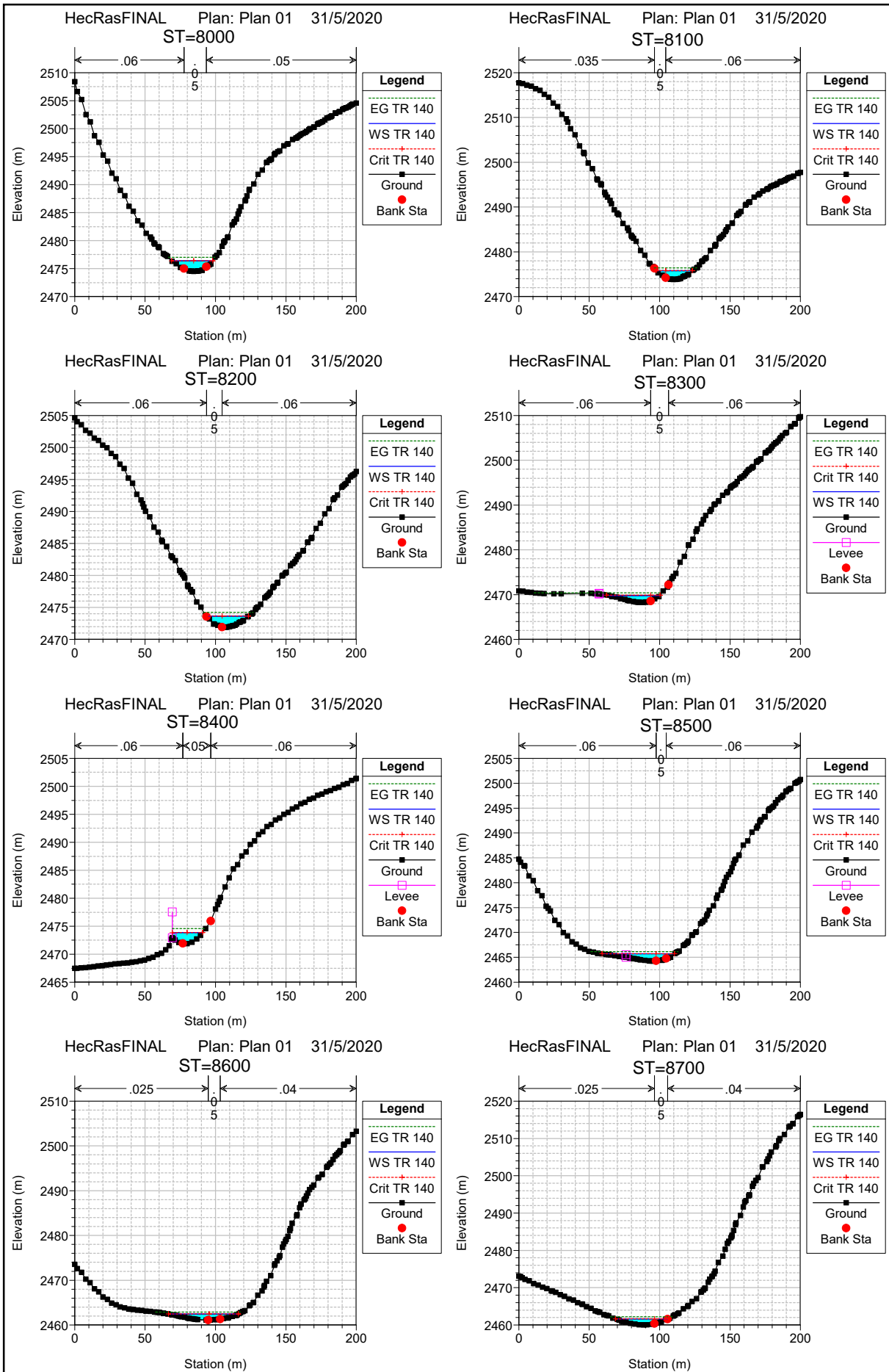


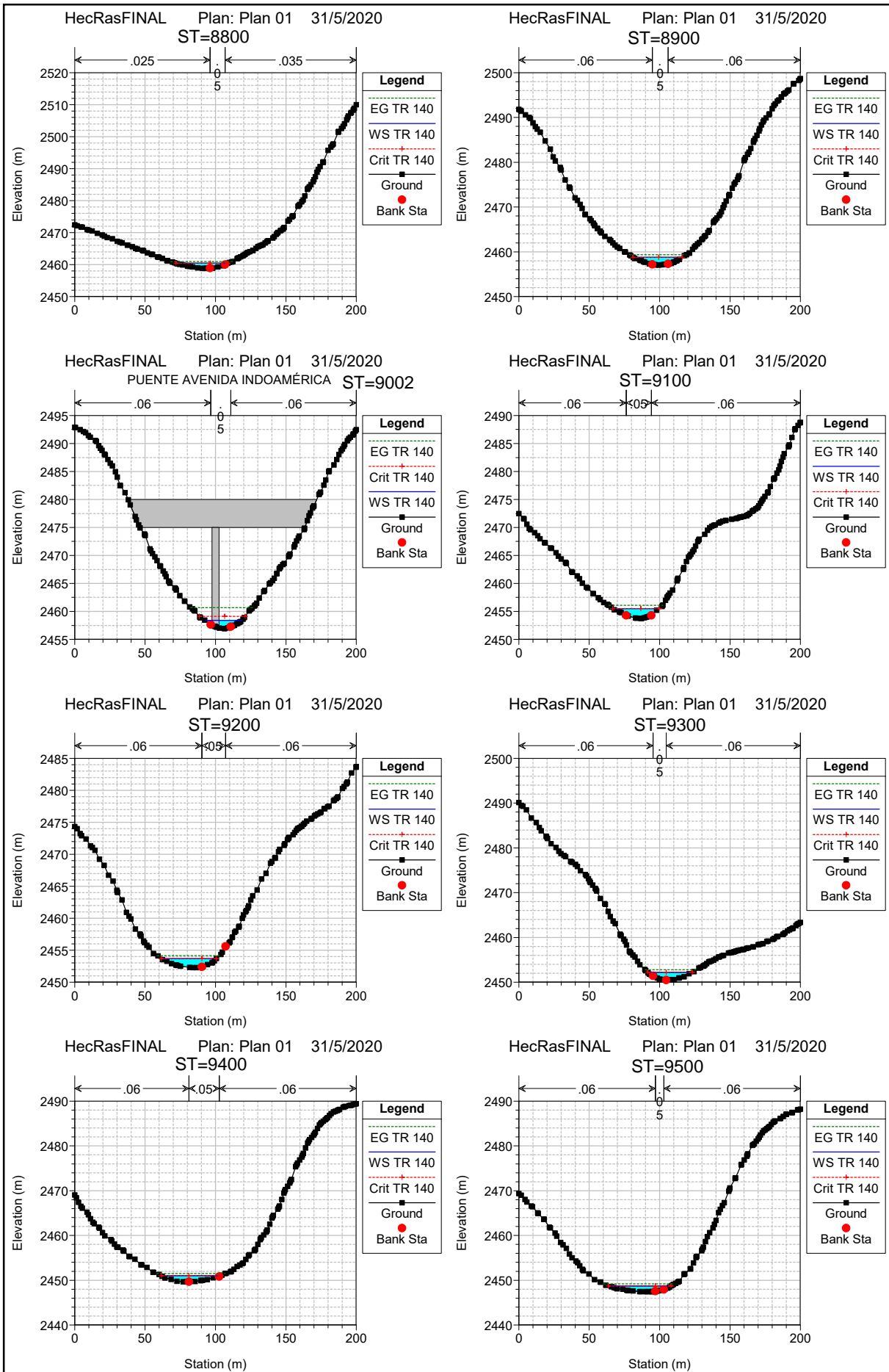


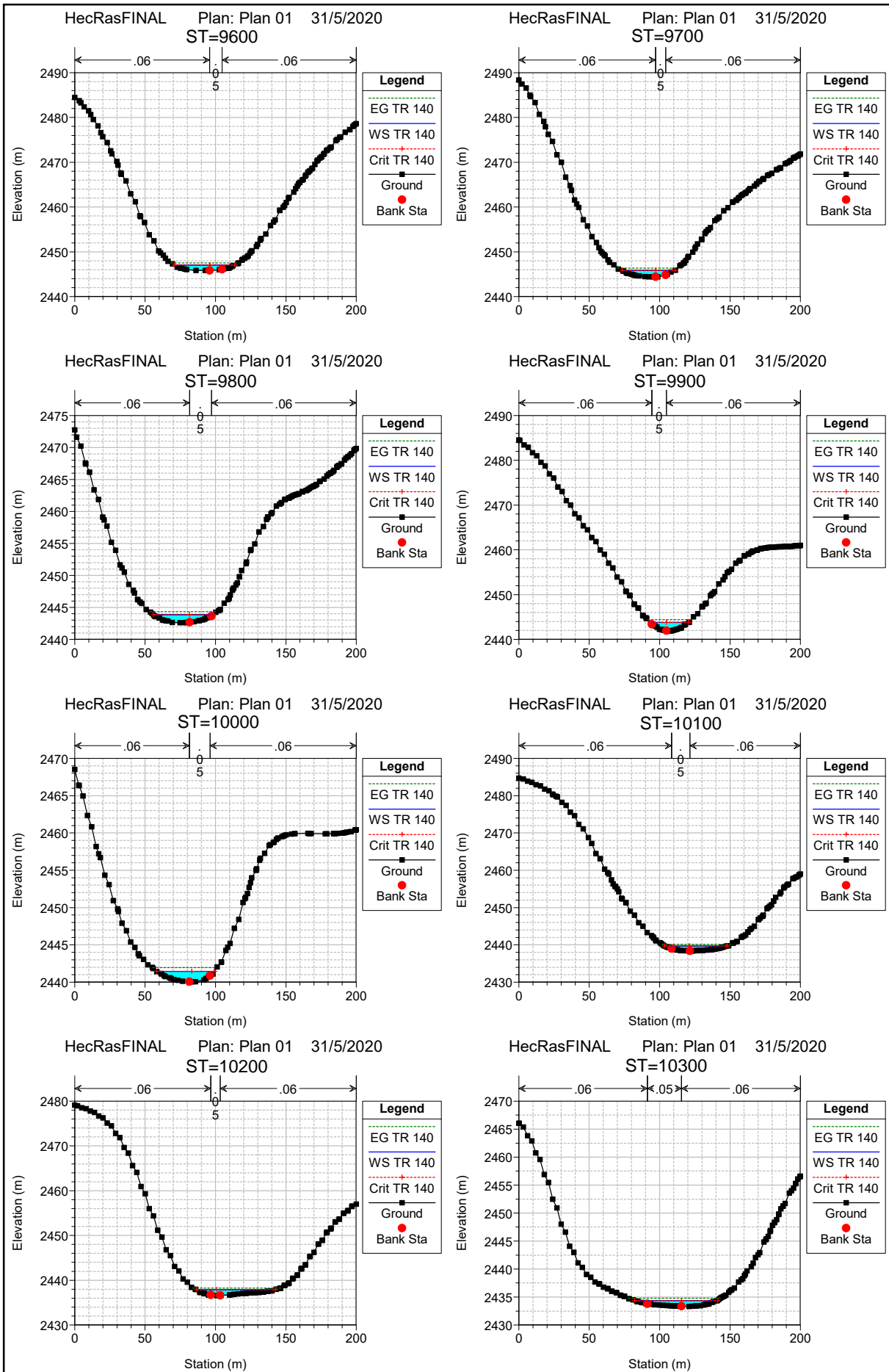
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

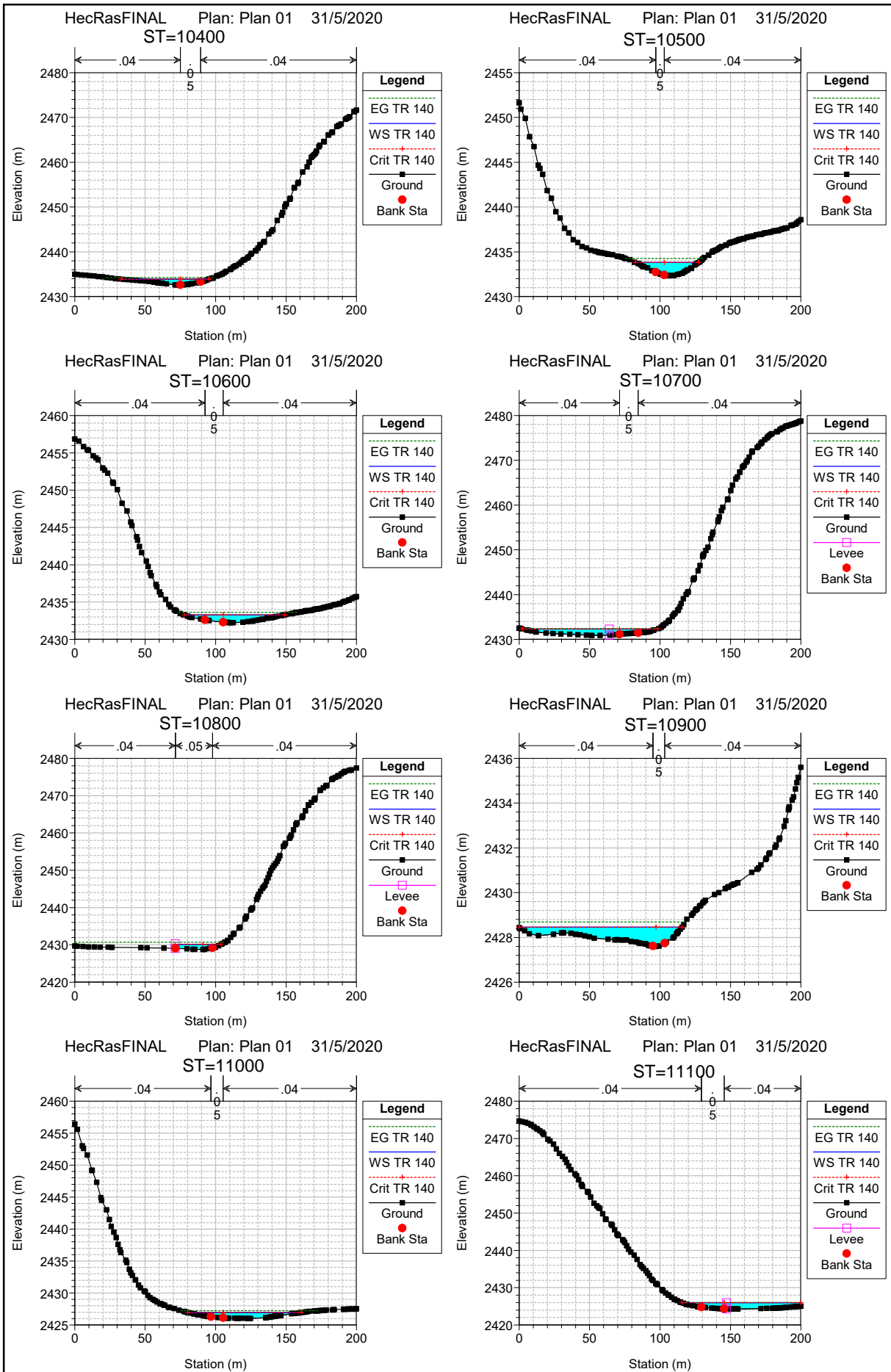
ST=12000

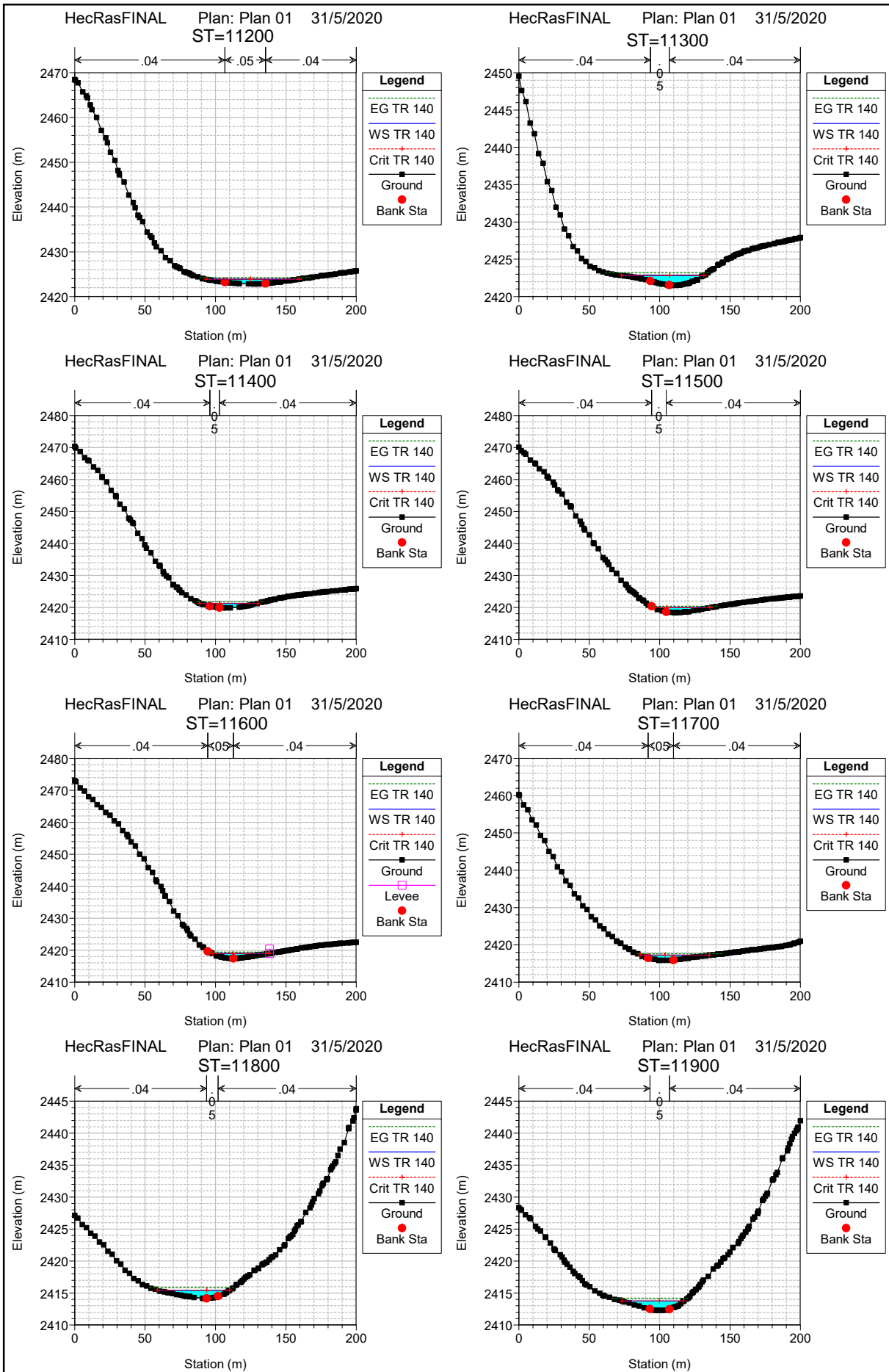




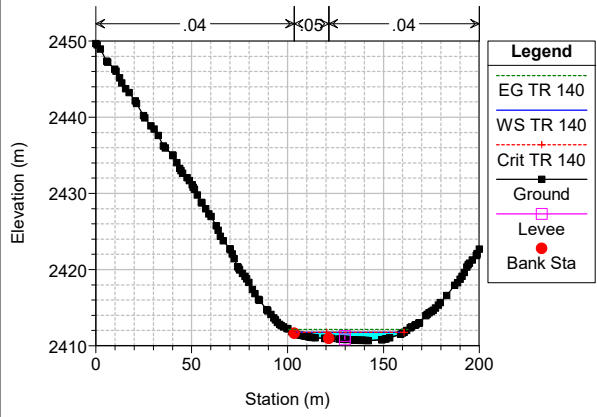








HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
ST=12000

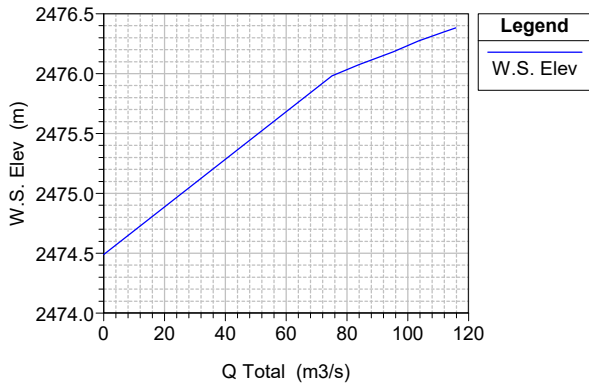


ANEXOS N°5

**CURVAS DE DESCARGA CADA 100 METROS POR CADA CAUDAL DE
CRECIDA Y PERIODO DE RETORNO TR= 5, 10, 25, 50, 100 Y 140 AÑOS.**

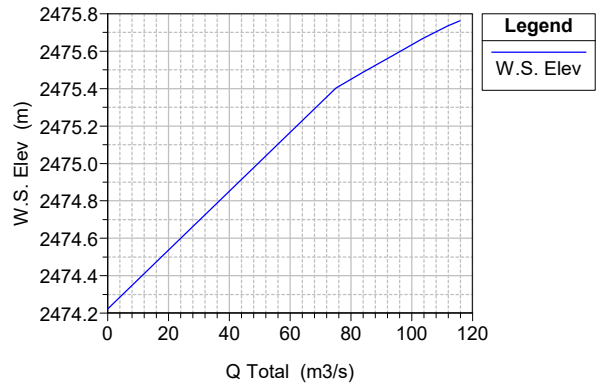
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8000



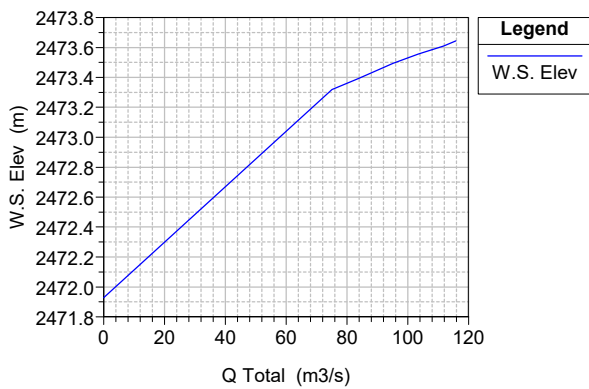
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8100



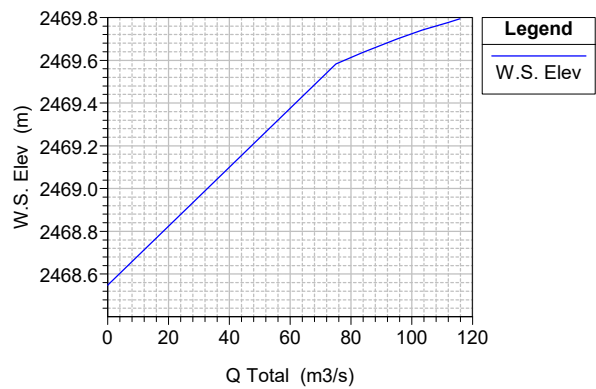
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8200



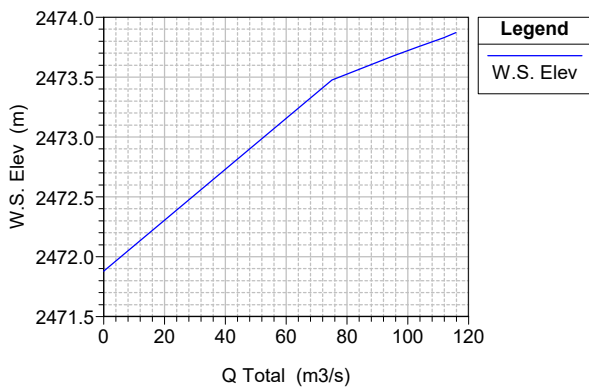
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8300



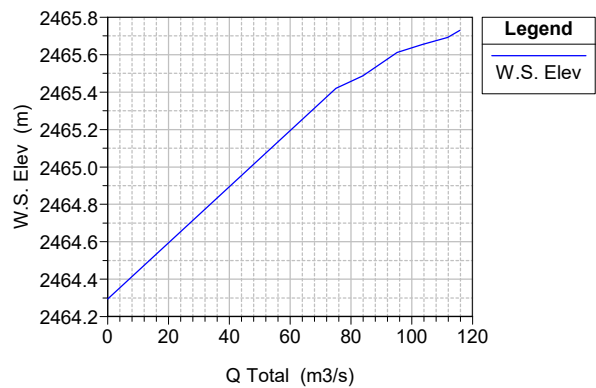
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8400



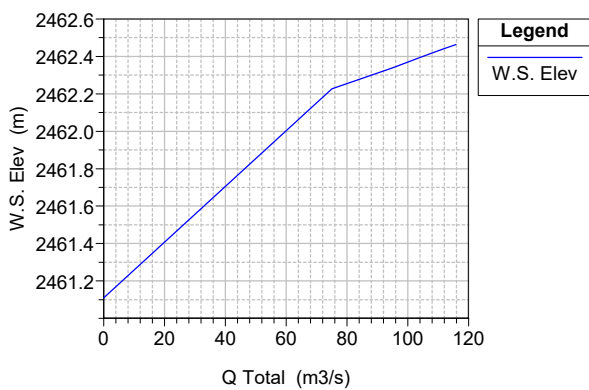
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8500



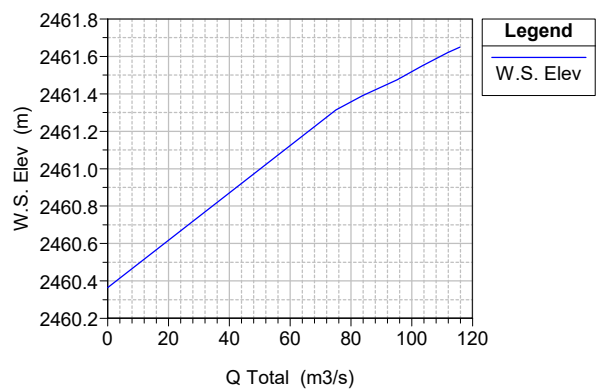
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

CD=8600

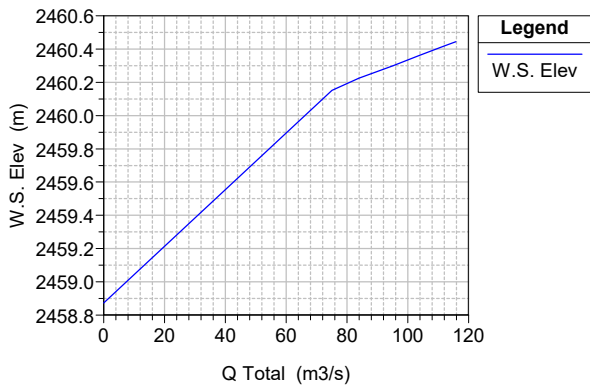


HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020

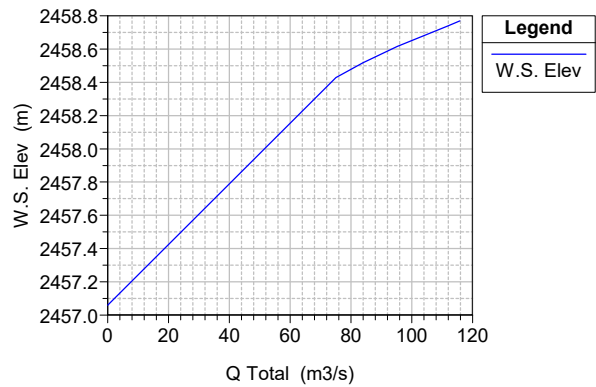
CD=8700



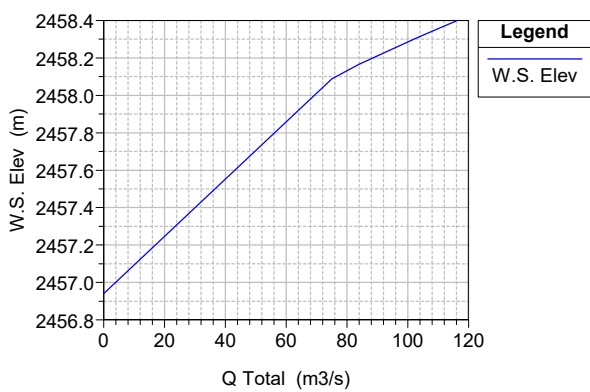
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=8800



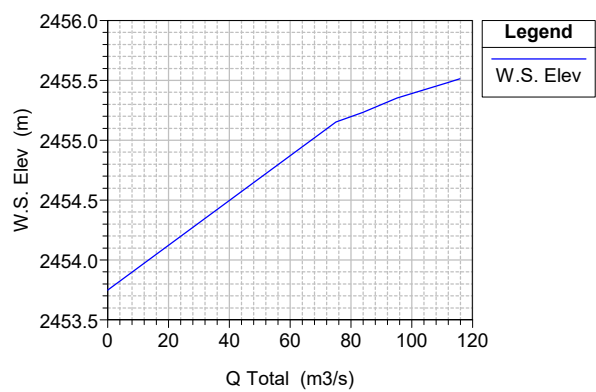
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=8900



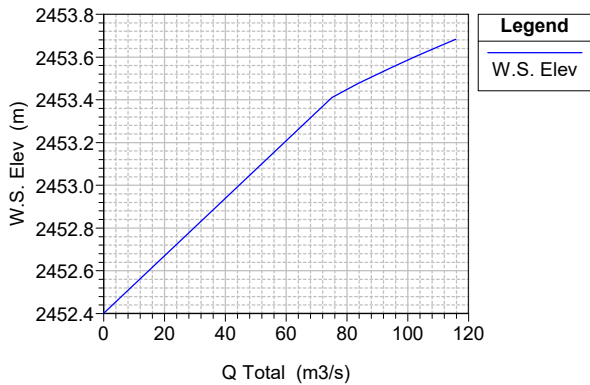
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
PUENTE AVENIDA INDOAMÉRICA CD=9002 BRD



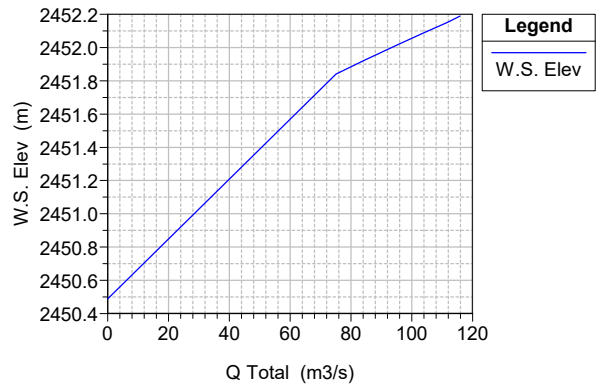
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9100



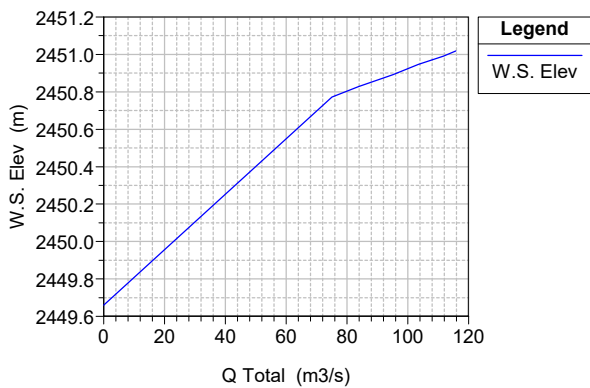
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9200



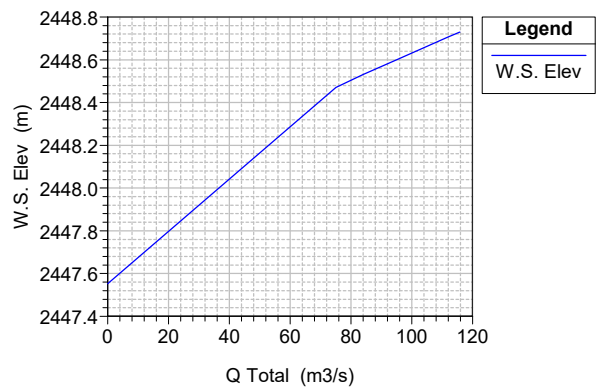
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9300



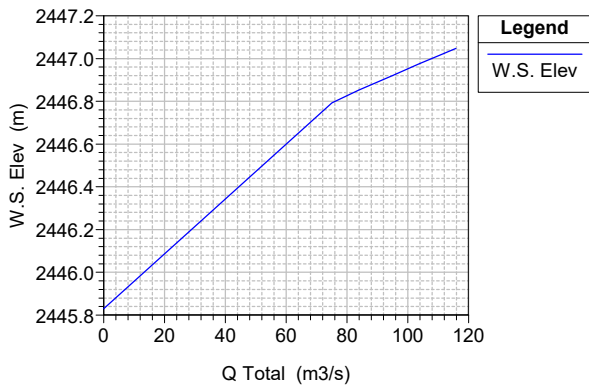
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9400



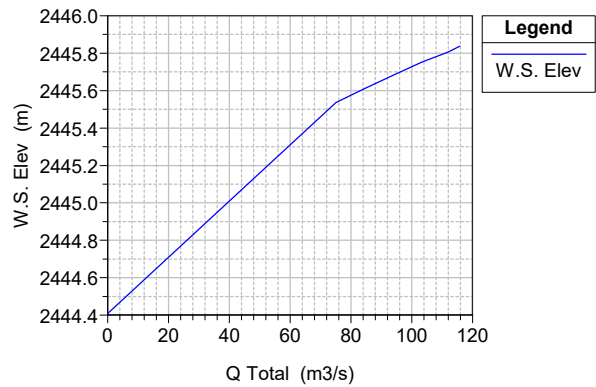
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9500



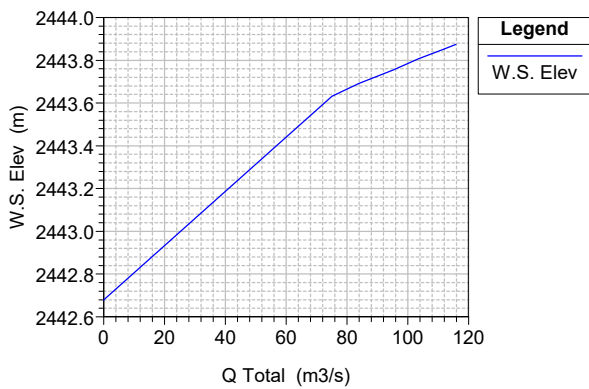
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9600



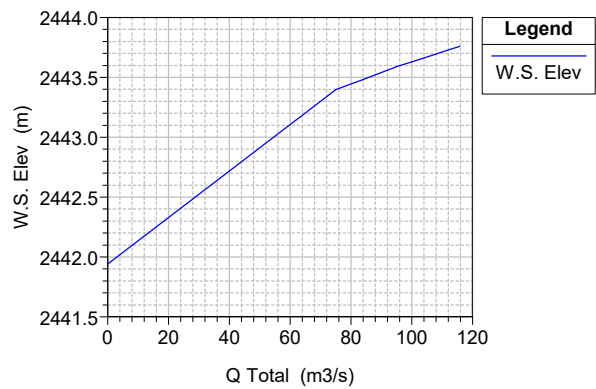
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9700



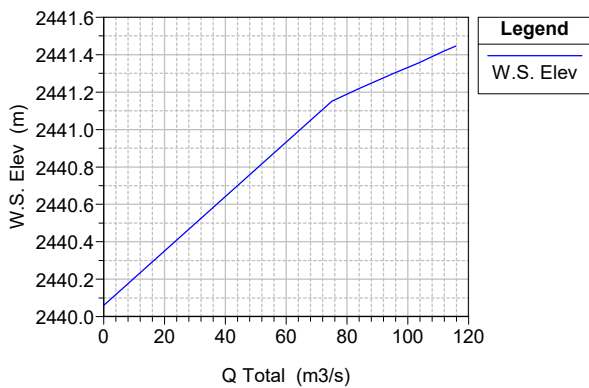
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9800



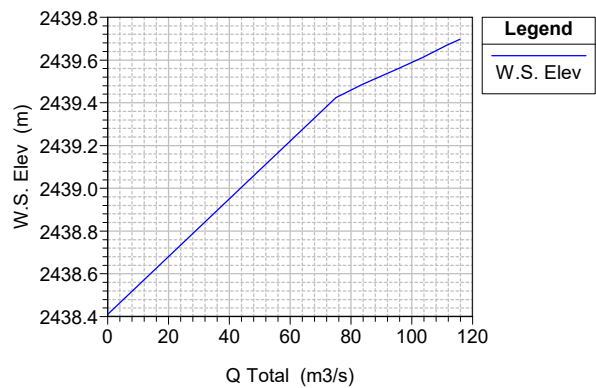
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=9900



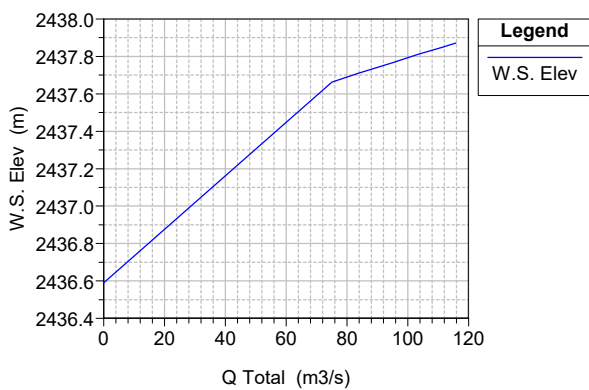
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10000



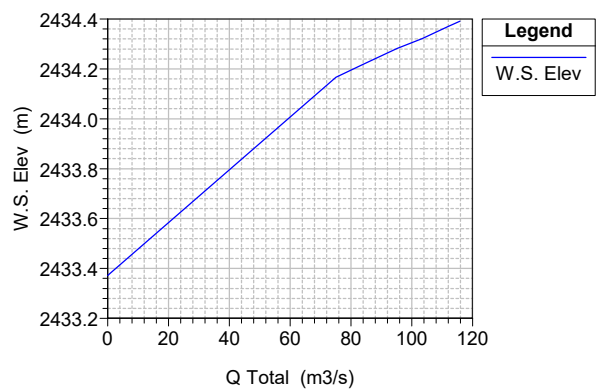
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10100



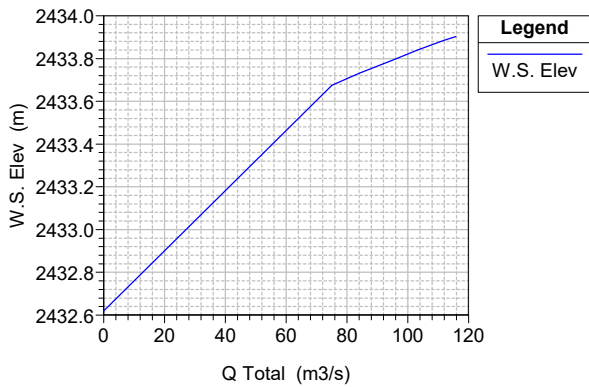
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10200



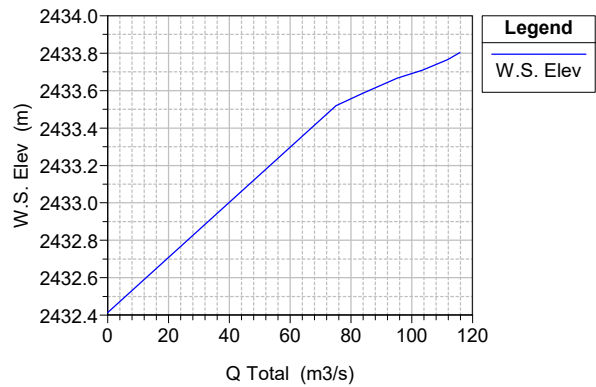
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10300



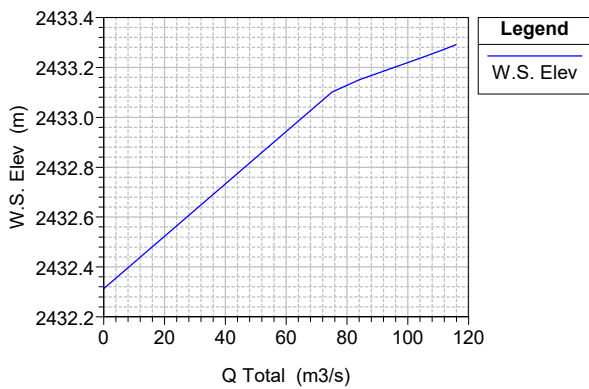
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10400



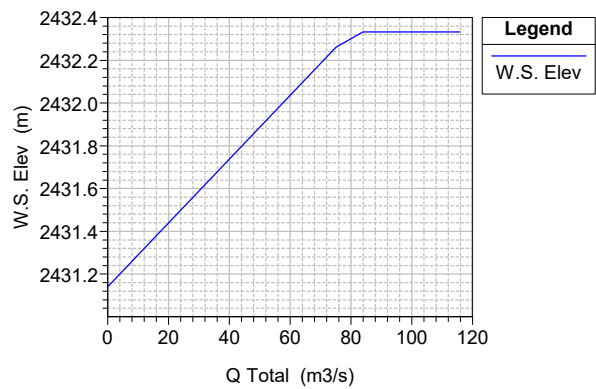
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10500



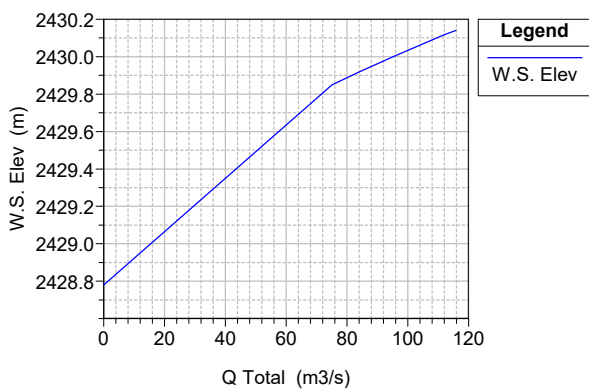
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10600



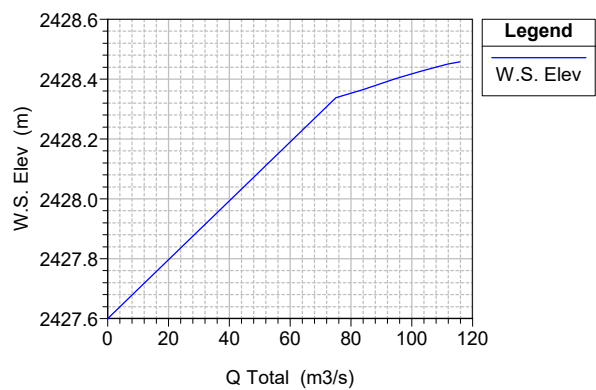
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10700



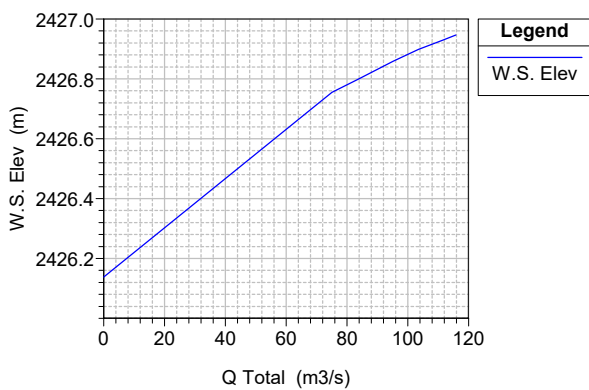
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10800



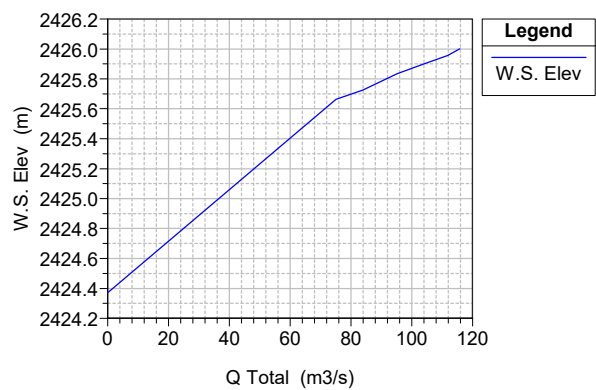
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=10900



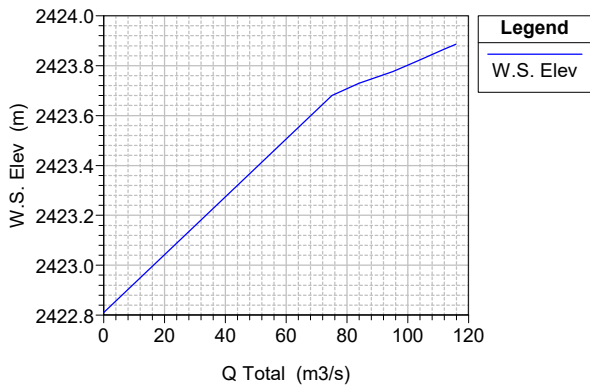
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11000



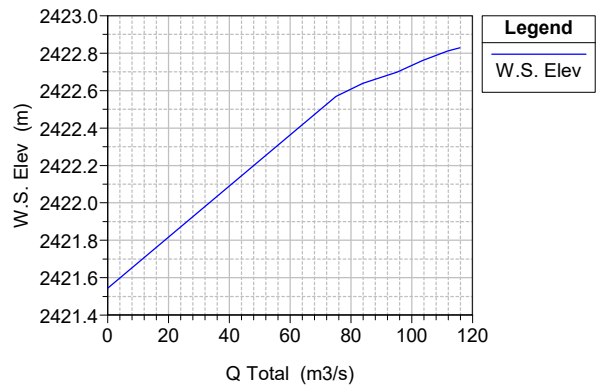
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11100



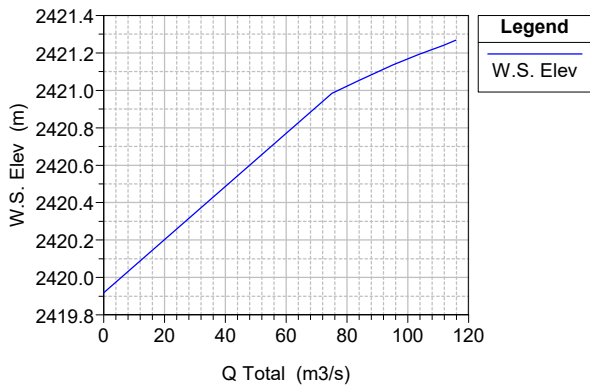
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11200



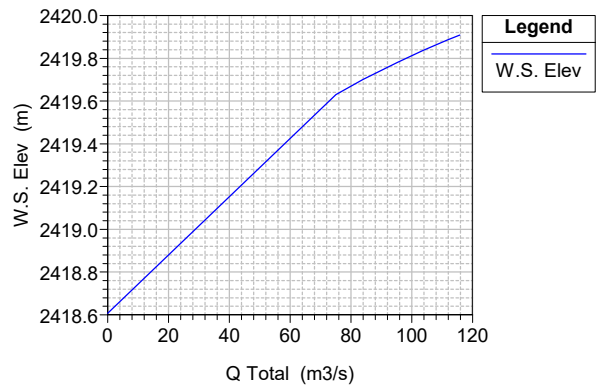
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11300



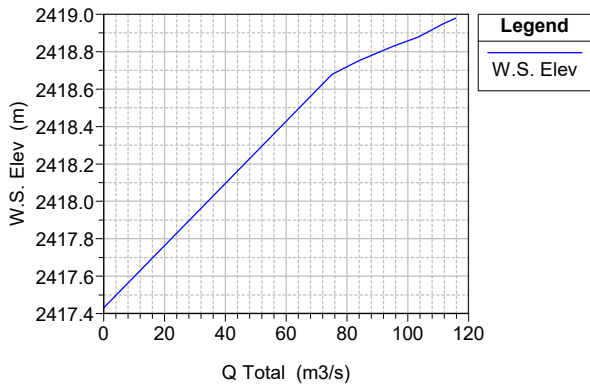
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11400



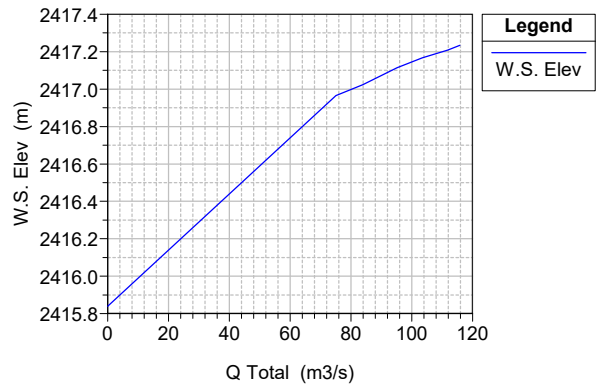
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11500



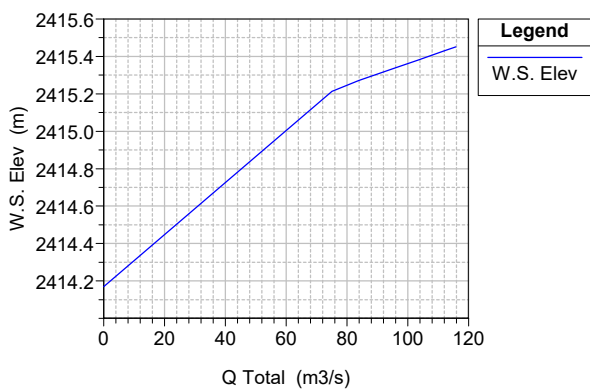
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11600



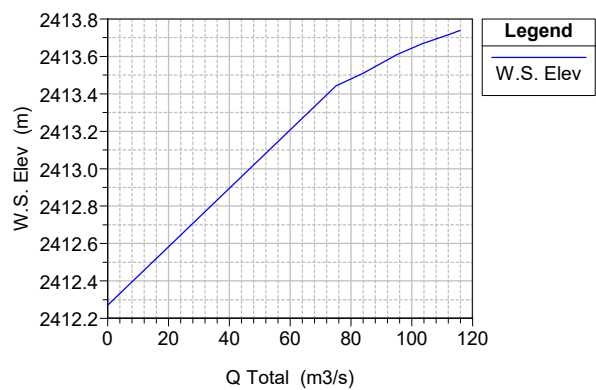
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11700



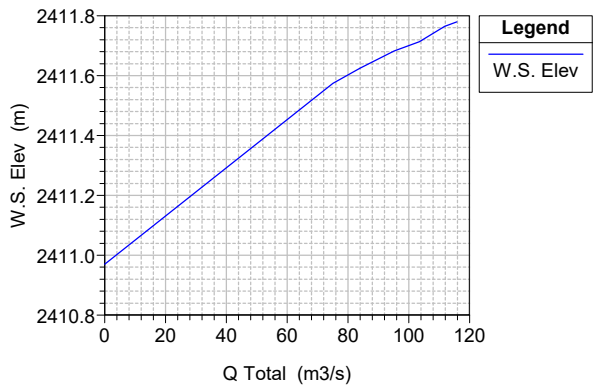
HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11800



HecRasFINAL Plan: Plan 01 17/6/2020
CD=11900

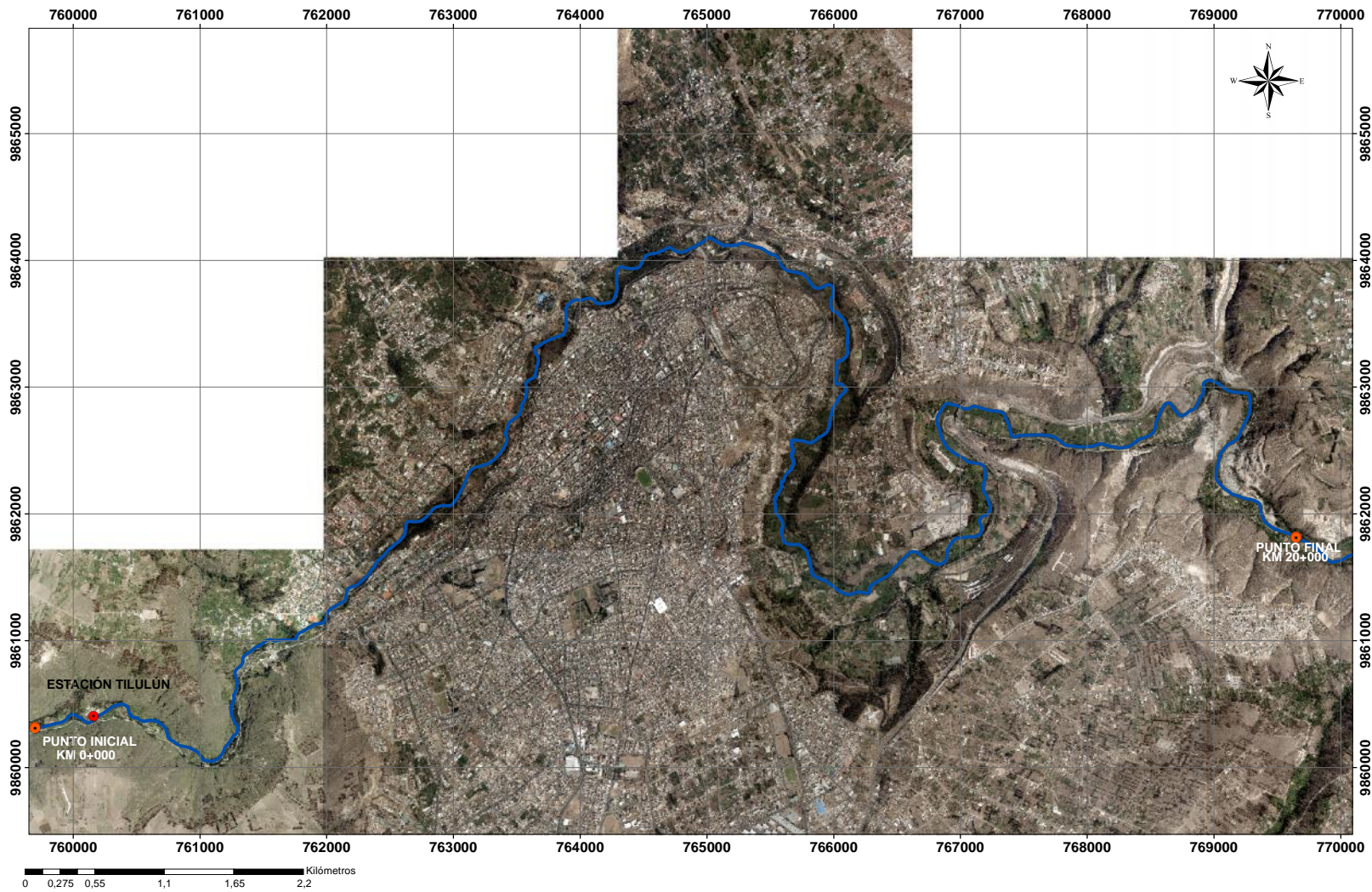


CD=12000



ANEXOS N°6

**PLANO DE IMPLANTACIÓN GENERAL DEL MACROPROYECTO CON LA
UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA TILULÚN**



UBICACIÓN

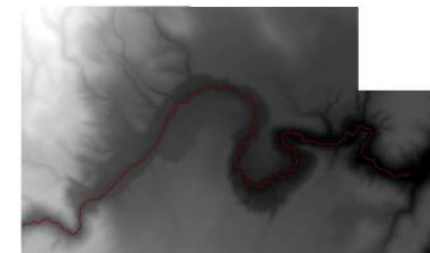
PROVINCIA DE TUNGURAHUA



CANTÓN AMBATO



MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM)



Legenda

- Puntos
- Estación hidrométrica Tilulún
- Eje del Río

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE:
 MACROPROYECTO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 0+000 AL KM 20+000

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 01
	ESCALA: 1:17.937

ANEXOS N°7

**PLANO DE IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO DESDE EL KM
8+00 AL KM 12+00.**



UBICACIÓN

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM)

Leyenda

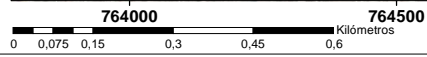
- Puntos
- Eje del Río

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: UBICACIÓN DEL PROYECTO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILLULÍN Y EL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+000 AL KM 12+000

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING. GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 02
ESCALA: 1:5.000	



ANEXOS N°8

**PLANOS DE IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO CON CURVAS
MAYORES Y MENORES DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00.**



UBICACIÓN

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM)

LEYENDA

- Puntos
- Eje del Río

Curvas de nivel

Intervalo

- Mayores cada 10 m
- Menores cada 2 m

Ortofoto

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: CURVAS DE NIVEL DEL PROYECTO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TITULUN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 10+000 AL KM 12+000		
ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING. GEOVANNY PAREDES	
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 03	ESCALA: 1:3.000



UBICACIÓN

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM)

LEYENDA

- Puntos
- Eje del Río

Curvas de nivel

Intervalo

- Mayores cada 10 m
- Menores cada 2 m

Ortofoto

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

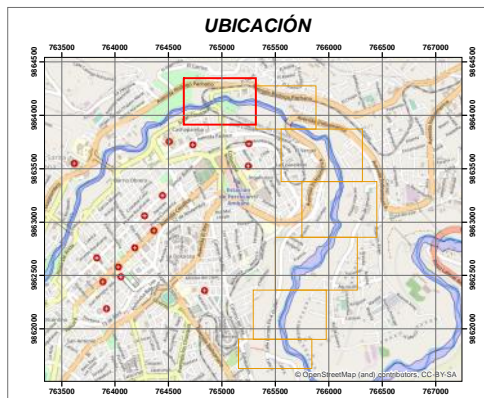
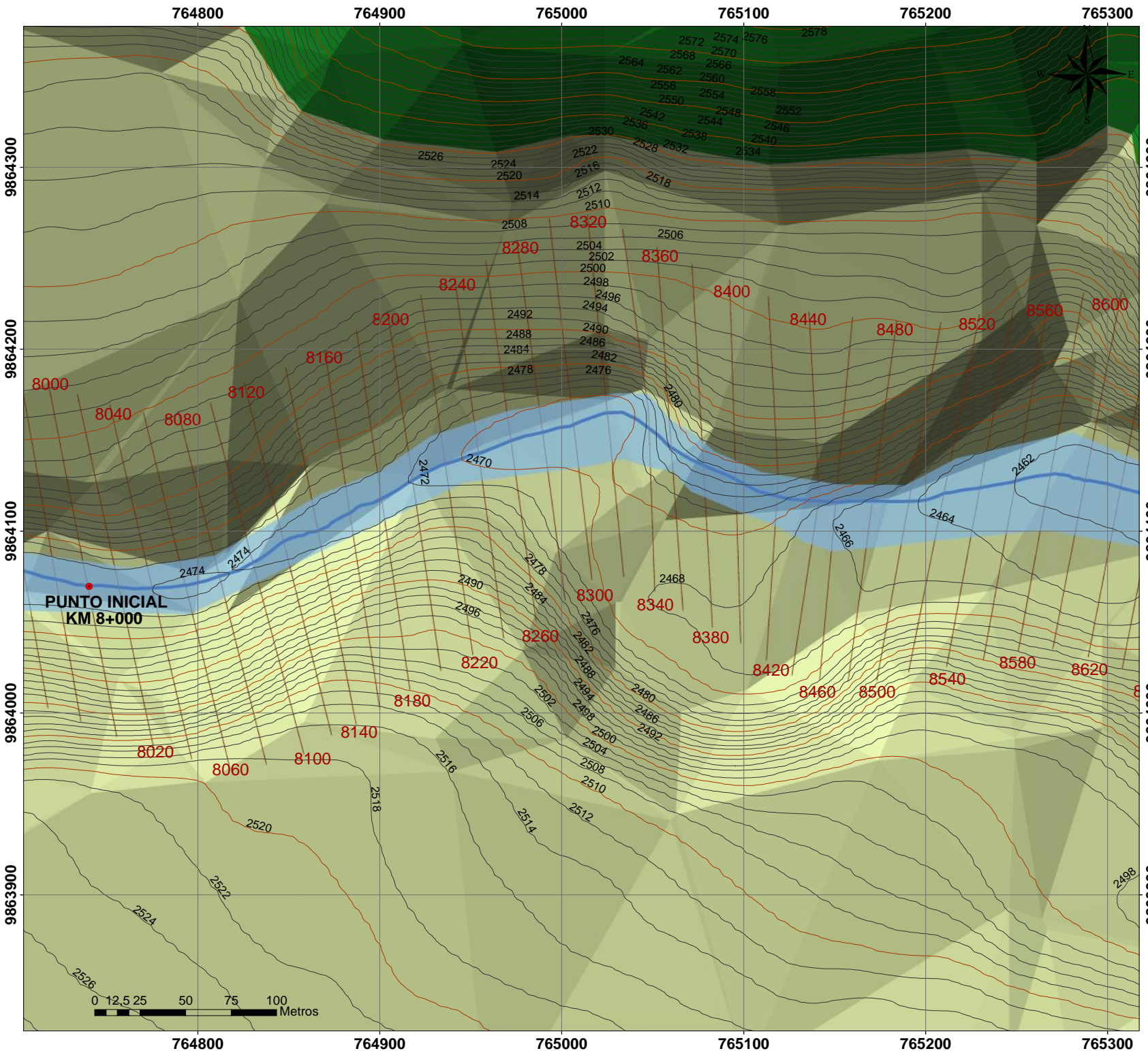
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: CURVAS DE NIVEL DEL PROYECTO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 10+000 AL KM 12+000		
ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING. GEOVANNY PAREDES	
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 04	ESCALA: 1:3.000

ANEXOS N°9

PLANOS DE LA SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS, DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00 EN DEL RÍO AMBATO, CON CURVAS DE NIVEL MAYORES Y MENORES PARA EL CAUDAL DE CRECIDA Y PERIODO DE RETORNO CRÍTICO TR= 140 AÑOS.



- ### LEYENDA
- Eje del Río
 - Secciones transversales

CAUDAL
QTR= 115.78 m3/s

- ### Curvas de Nivel
- INTERVALO**
- Mayores cada 10 m
 - Menores cada 2m

SUPERFICIE

Elevation

- 3238,367 - 3356,184
- 3120,551 - 3238,367
- 3002,734 - 3120,551
- 2884,917 - 3002,734
- 2767,101 - 2884,917
- 2649,284 - 2767,101
- 2531,468 - 2649,284
- 2413,651 - 2531,468

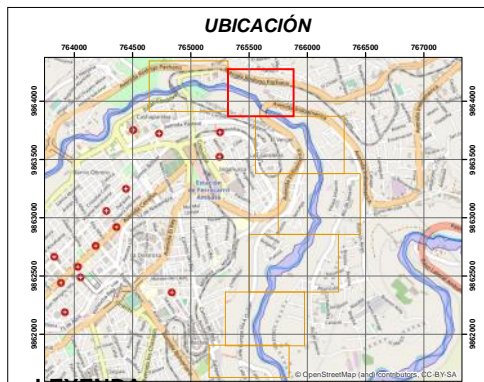
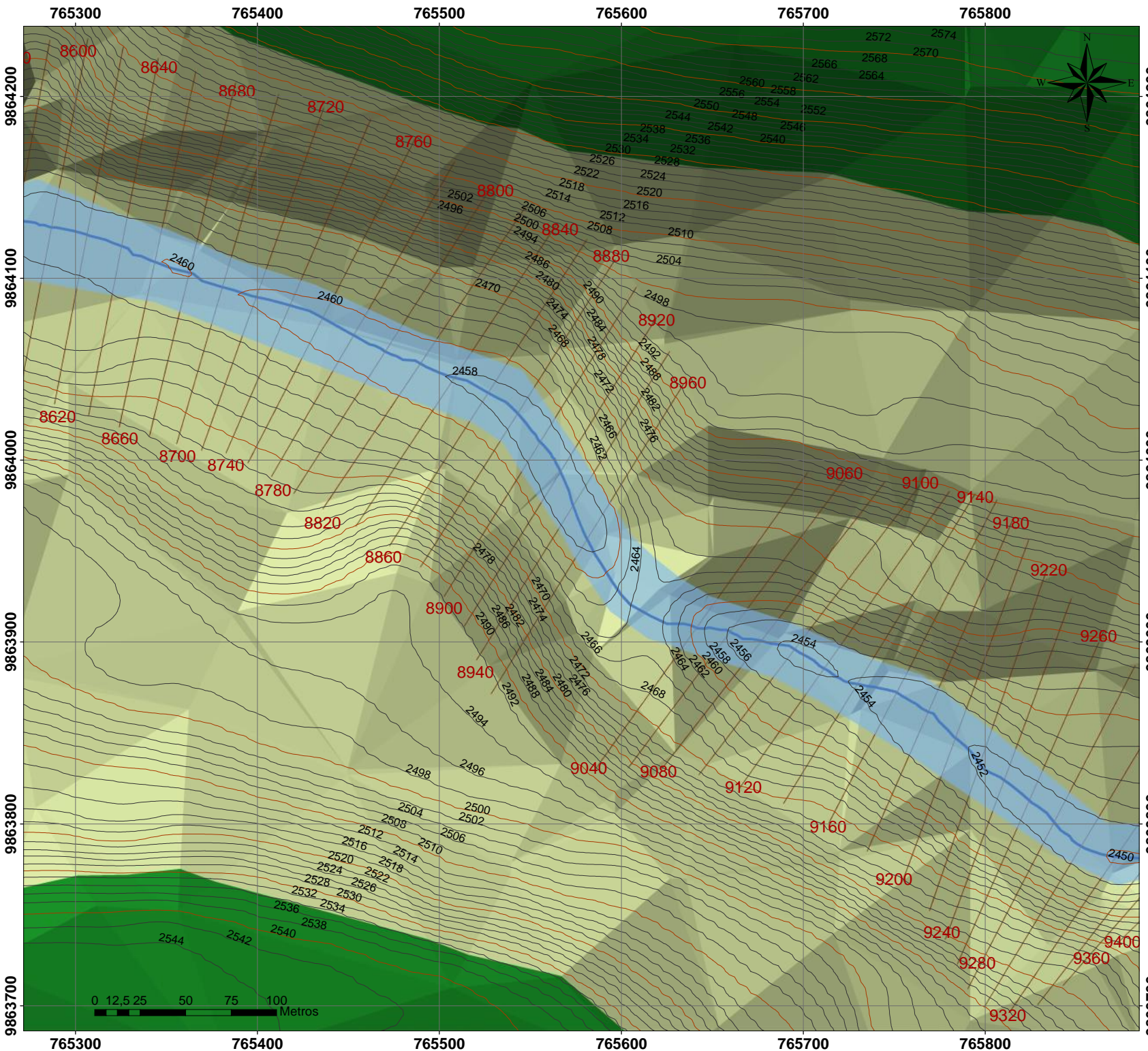
IMÁGENES DE LA ZONA

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+000 AL KM 8+620 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES	
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 5	ESCALA: 1:1000



- ### LEYENDA
- b_TR_261_PLANOS
 - Eje del Río
 - Secciones transversales
- ### CAUDAL
- QTR= 115.78 m3/s
- ### Curvas de Nivel
- INTERVALO**
- Mayores cada 10 m
 - Menores cada 2m

IMÁGENES DE LA ZONA

SUPERFICIE

Elevation

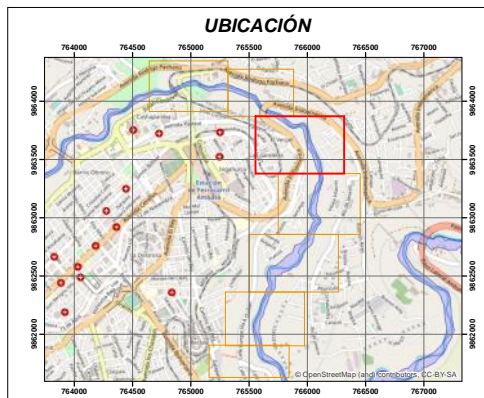
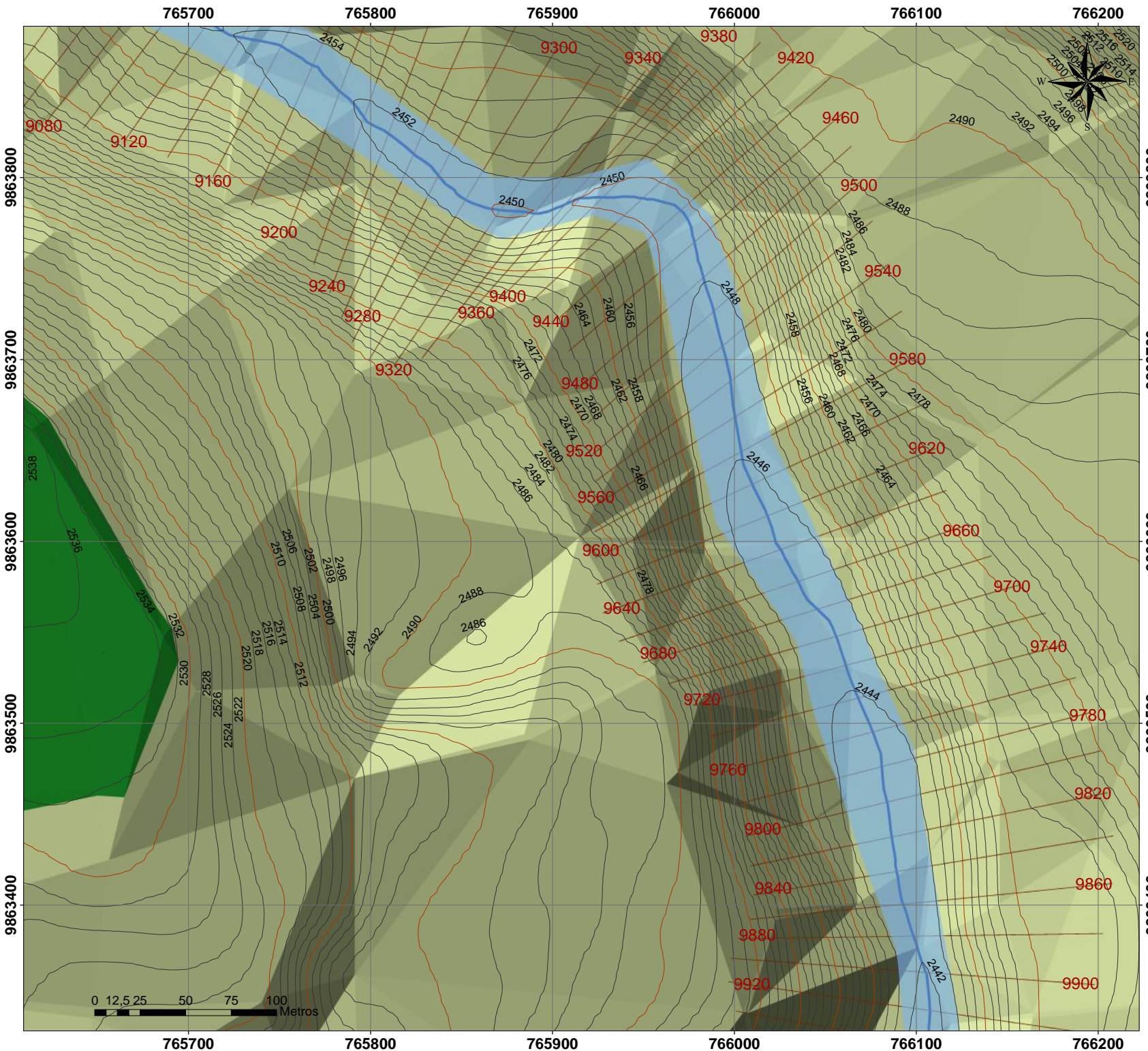
- 3238,367 - 3356,184
- 3120,551 - 3238,367
- 3002,734 - 3120,551
- 2884,917 - 3002,734
- 2767,101 - 2884,917
- 2649,284 - 2767,101
- 2531,468 - 2649,284
- 2413,651 - 2531,468
- 2295,834 - 2413,651

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULUN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+620 AL KM 9+280 DEL RIO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 6
	ESCALA: 1:1000



LEYENDA

- Eje del Río
- Secciones transversales

CAUDAL
QTR= 115.78 m3/s

Curvas de Nivel

INTERVALO

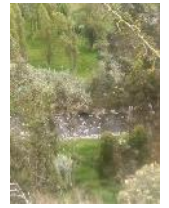
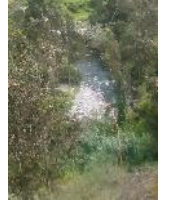
- Mayores cada 10 m
- Menores cada 2m

SUPERFICIE

Elevation

- 3238,367 - 3356,184
- 3120,551 - 3238,367
- 3002,734 - 3120,551
- 2884,917 - 3002,734
- 2767,101 - 2884,917
- 2649,284 - 2767,101
- 2531,468 - 2649,284
- 2413,651 - 2531,468
- 2295,834 - 2413,651

IMÁGENES DE LA ZONA



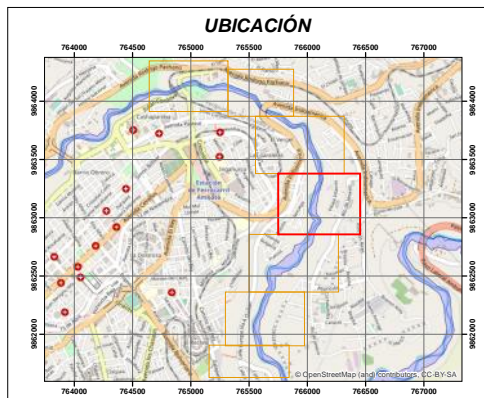
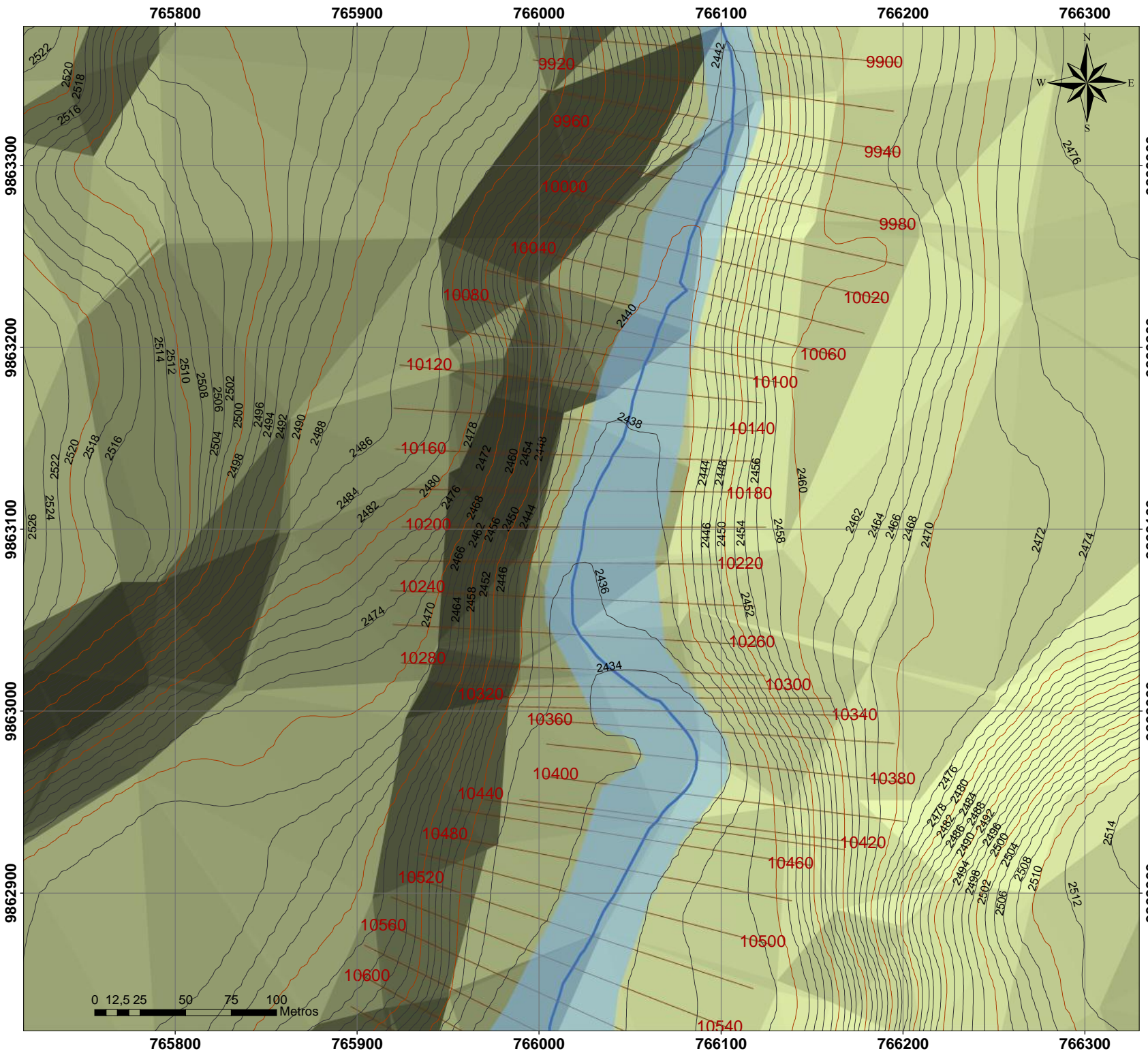
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULUN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 9+280 AL KM 9+920 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
--	--------------------------------

FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 7	ESCALA: 1:1000
-------------------------------	--------------	-------------------



LEYENDA

- Eje del Río
- Secciones transversales

CAUDAL
QTR= 115.78 m3/s

Curvas de Nivel

INTERVALO

- Mayores cada 10 m
- Menores cada 2m

SUPERFICIE

Elevation

- 3238,367 - 3356,184
- 3120,551 - 3238,367
- 3002,734 - 3120,551
- 2884,917 - 3002,734
- 2767,101 - 2884,917
- 2649,284 - 2767,101
- 2531,468 - 2649,284
- 2413,651 - 2531,468
- 2295,834 - 2413,651

IMÁGENES DE LA ZONA



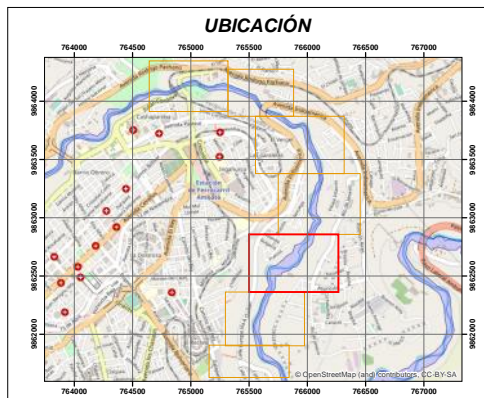
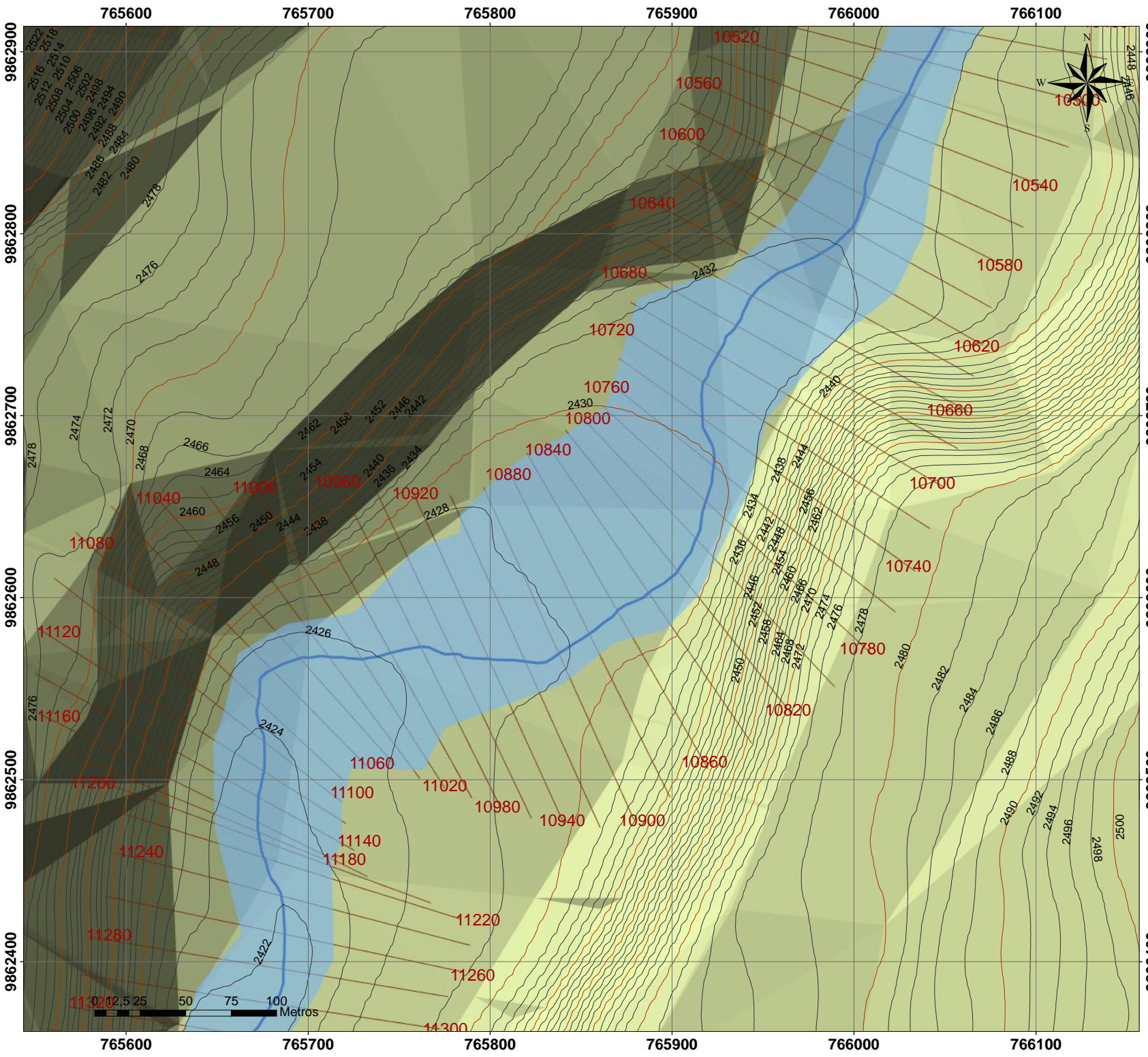
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 9+920 AL KM 10+520 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
--	--------------------------------

FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 8	ESCALA: 1:1000
-------------------------------	--------------	-------------------



- ### LEYENDA
- Eje del Río
 - Secciones transversales
- CAUDAL**
QTR= 115.78 m3/s

- ### Curvas de Nivel
- INTERVALO**
- Mayores cada 10 m
 - Menores cada 2m
- SUPERFICIE**
- Elevation**
- 3238,367 - 3356,184
 - 3120,551 - 3238,367
 - 3002,734 - 3120,551
 - 2884,917 - 3002,734
 - 2767,101 - 2884,917
 - 2649,284 - 2767,101
 - 2531,468 - 2649,284
 - 2413,651 - 2531,468
 - 2295,834 - 2413,651



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Zona: 17 Sur
False Easting: 500000,0
False Northing: 10000000,0
Central Meridian: -81,0
Scale Factor: 0,9996
Latitude Of Origin: 0,0
Linear Unit: Meter (1,0)



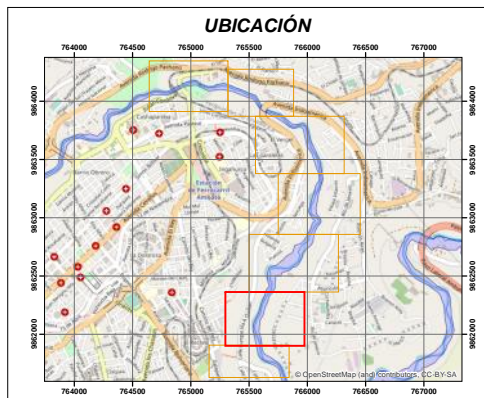
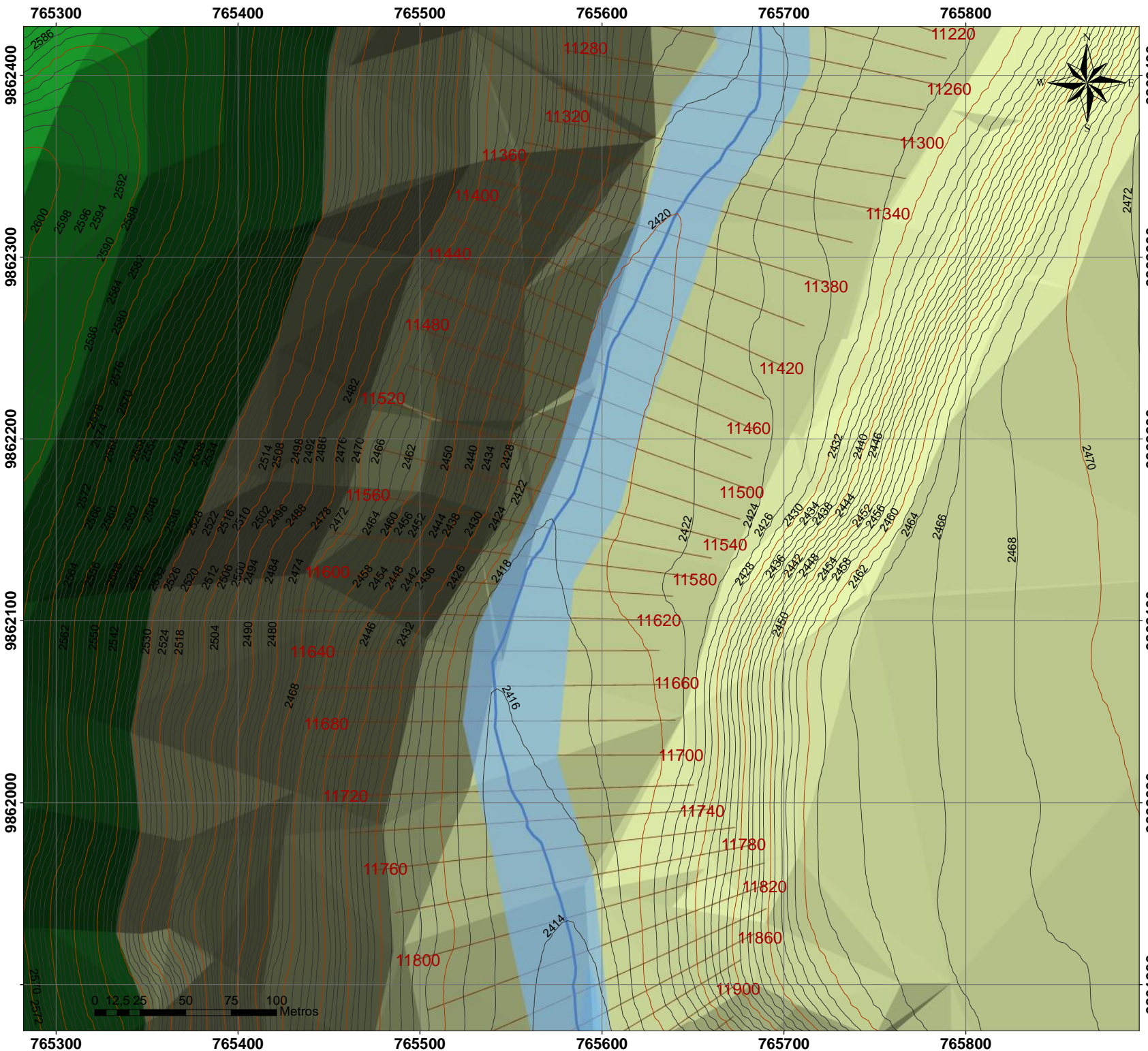
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULUN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 10+520 AL KM 11+280 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 9
ESCALA: 1:1000	





LEYENDA

- Eje del Río
- Secciones transversales

CAUDAL
QTR= 115.78 m³/s

Curvas de Nivel
INTERVALO
 Mayores cada 10 m
 Menores cada 2m

SUPERFICIE
Elevation

	3238,367 - 3356,184
	3120,551 - 3238,367
	3002,734 - 3120,551
	2884,917 - 3002,734
	2767,101 - 2884,917
	2649,284 - 2767,101
	2531,468 - 2649,284
	2413,651 - 2531,468
	2295,834 - 2413,651

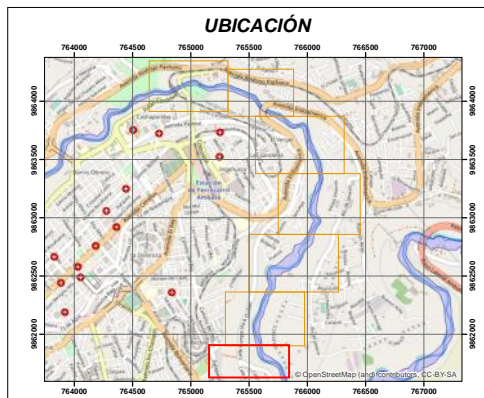
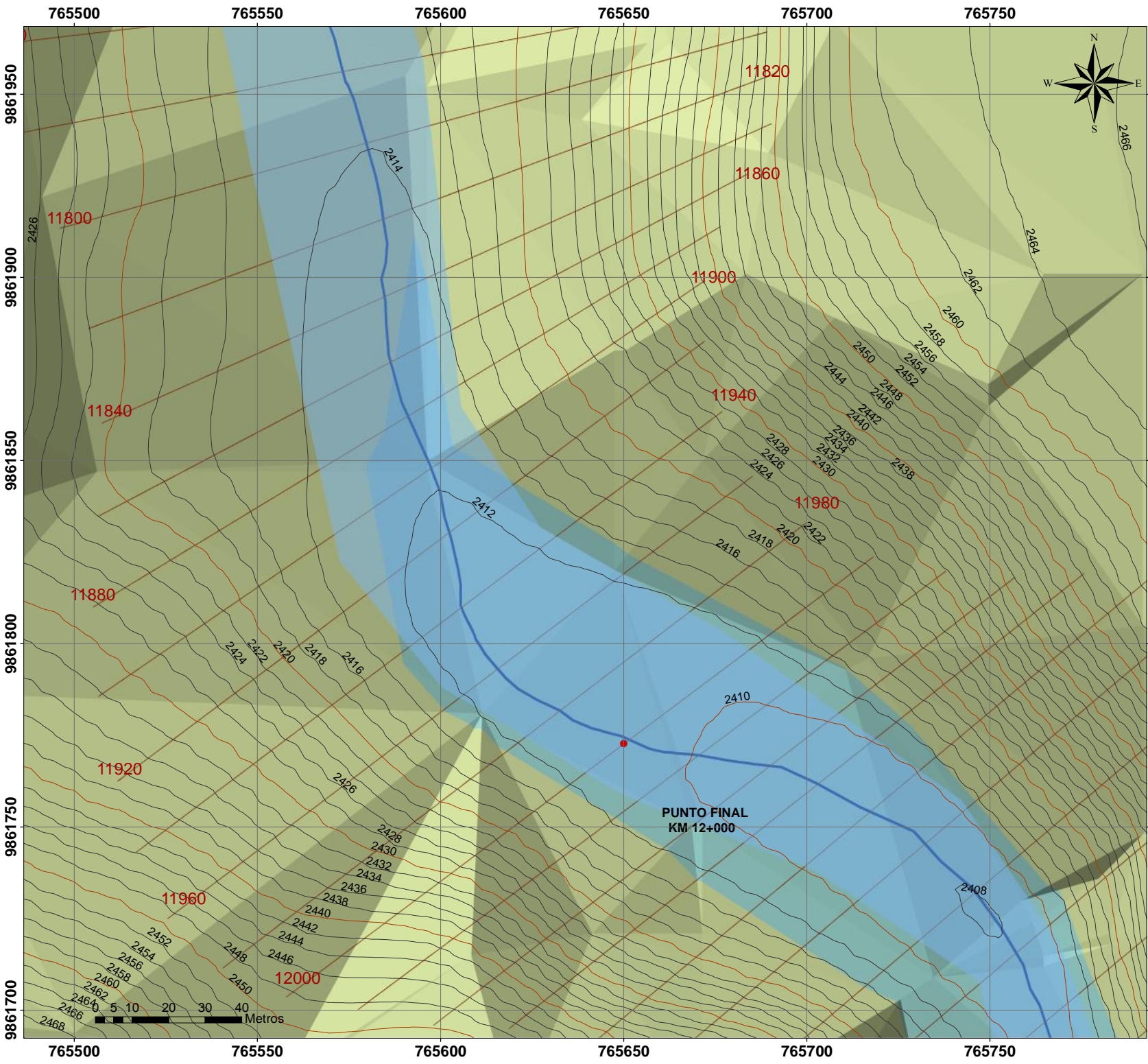
IMÁGENES DE LA ZONA

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 11+280 AL KM 11+820 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 10
	ESCALA: 1:1000



LEYENDA

- Eje del Río
- Secciones transversales

CAUDAL
QTR= 115.78 m3/s

Curvas de Nivel

INTERVALO

- Mayores cada 10 m
- Menores cada 2m

SUPERFICIE

Elevation

- 3238,367 - 3356,184
- 3120,551 - 3238,367
- 3002,734 - 3120,551
- 2884,917 - 3002,734
- 2767,101 - 2884,917
- 2649,284 - 2767,101
- 2531,468 - 2649,284
- 2413,651 - 2531,468
- 2295,834 - 2413,651

IMÁGENES DE LA ZONA



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: SUPERFICIE DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULUN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 11+820 AL KM 12+000 DEL RÍO AMBATO PARA UN TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
--	--------------------------------

FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 11	ESCALA: 1:500
-------------------------------	---------------	------------------

ANEXOS N°10

PLANOS DEL MODELO DE INUNCACIÓN DEL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN Y EL SECTOR LAS VIÑAS, DESDE EL KM 8+00 AL KM 12+00 EN DEL RÍO AMBATO PARA EL CAUDAL DE CRECIDA Y PERIODO DE RETORNO CRÍTICO $TR= 140$ AÑOS.

764800

764900

765000

765100

765200

765300

9864300

9864200

9864100

9864000

9863900

764800

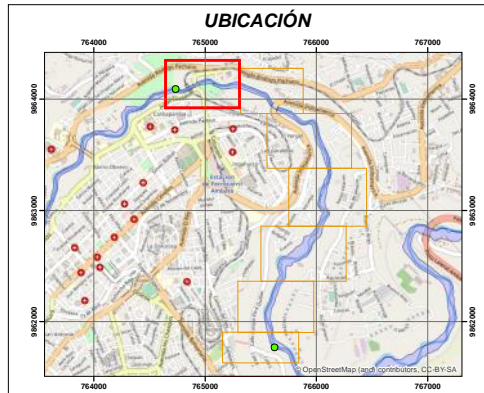
764900

765000

765100

765200

765300



LEYENDA

Velocidades m/s	CAUDAL
Velocity	QTR= 115.78 m3/s
• ≤ 0,835000	PERIODO DE RETORNO
• > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000	TR= 140 AÑOS
• > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000	
• > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000	
• > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000	
— Eje del Río	
— Secciones transversales	
• Puntos de orilla	

Inundación TR= 140 años

IMÁGENES DE LA ZONA

Value

High : 3,111

Low : 0,000

ALTURAS DE INUNDACIÓN

Elevation

2,488 - 3,111
1,866 - 2,488
1,244 - 1,866
0,622 - 1,244
0,000 - 0,622

Ortofoto

RGB

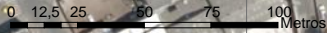
Red: Band_1
Green: Band_2
Blue: Band_3

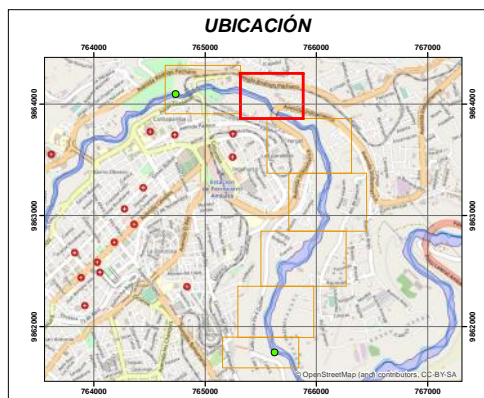
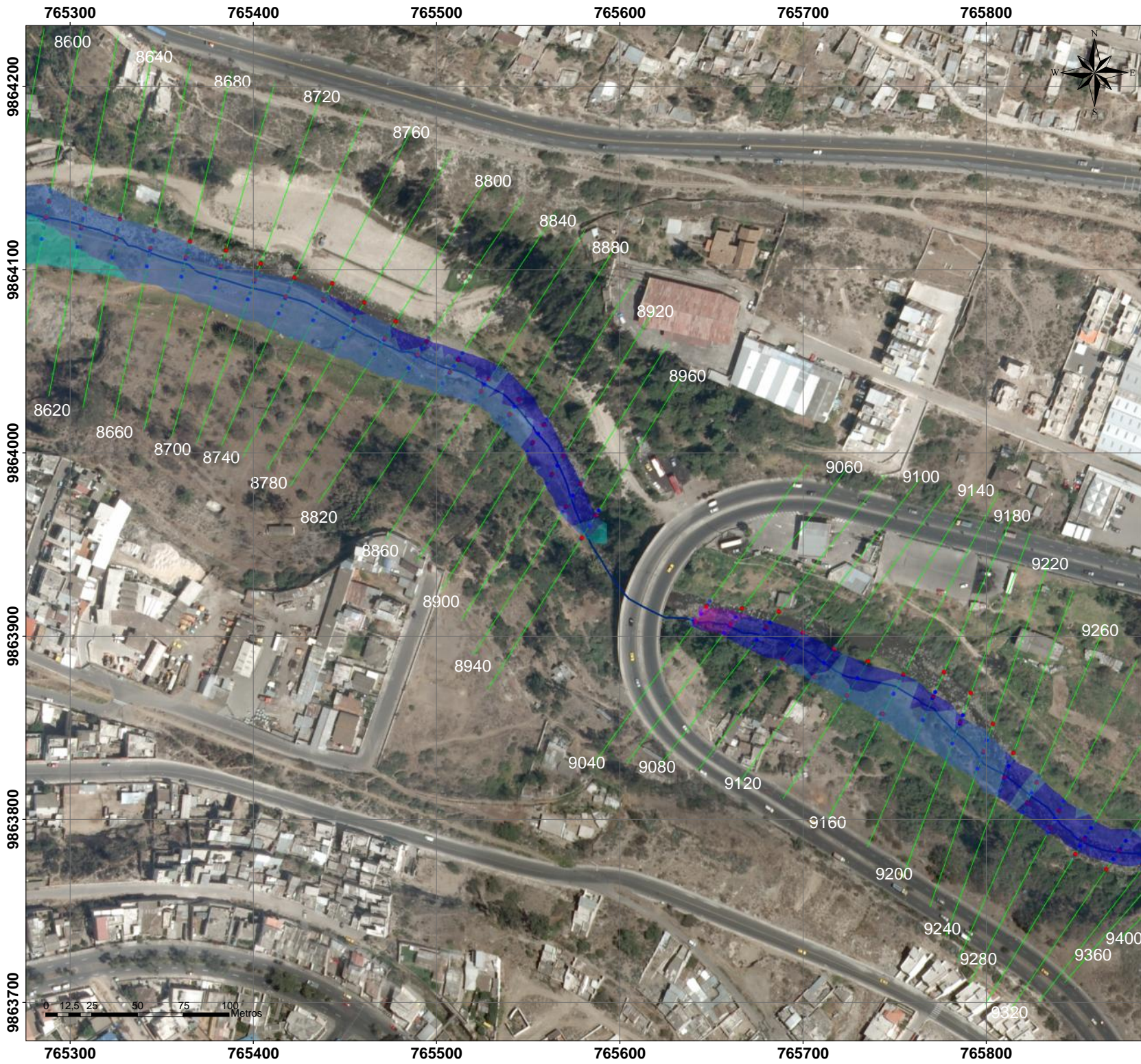
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+000 AL KM 8+620 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 12
	ESCALA: 1:1000





LEYENDA

Velocidades m/s	CAUDAL
● ≤ 0,835000	QTR= 115.78 m ³ /s
● > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000	PERIODO DE RETORNO
● > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000	TR= 140 AÑOS
● > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000	
● > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000	
— Eje del Río	
— Secciones transversales	
● Puntos de orilla	

Inundación TR= 140 años

Value

High : 3,111

Low : 0,000

ALTURAS DE INUNDACIÓN

Elevation

■	2,488 - 3,111
■	1,866 - 2,488
■	1,244 - 1,866
■	0,622 - 1,244
■	0,000 - 0,622

Ortofoto

RGB

■	Red: Band_1
■	Green: Band_2
■	Blue: Band_3

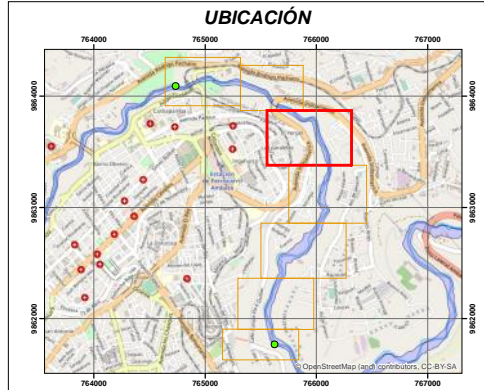
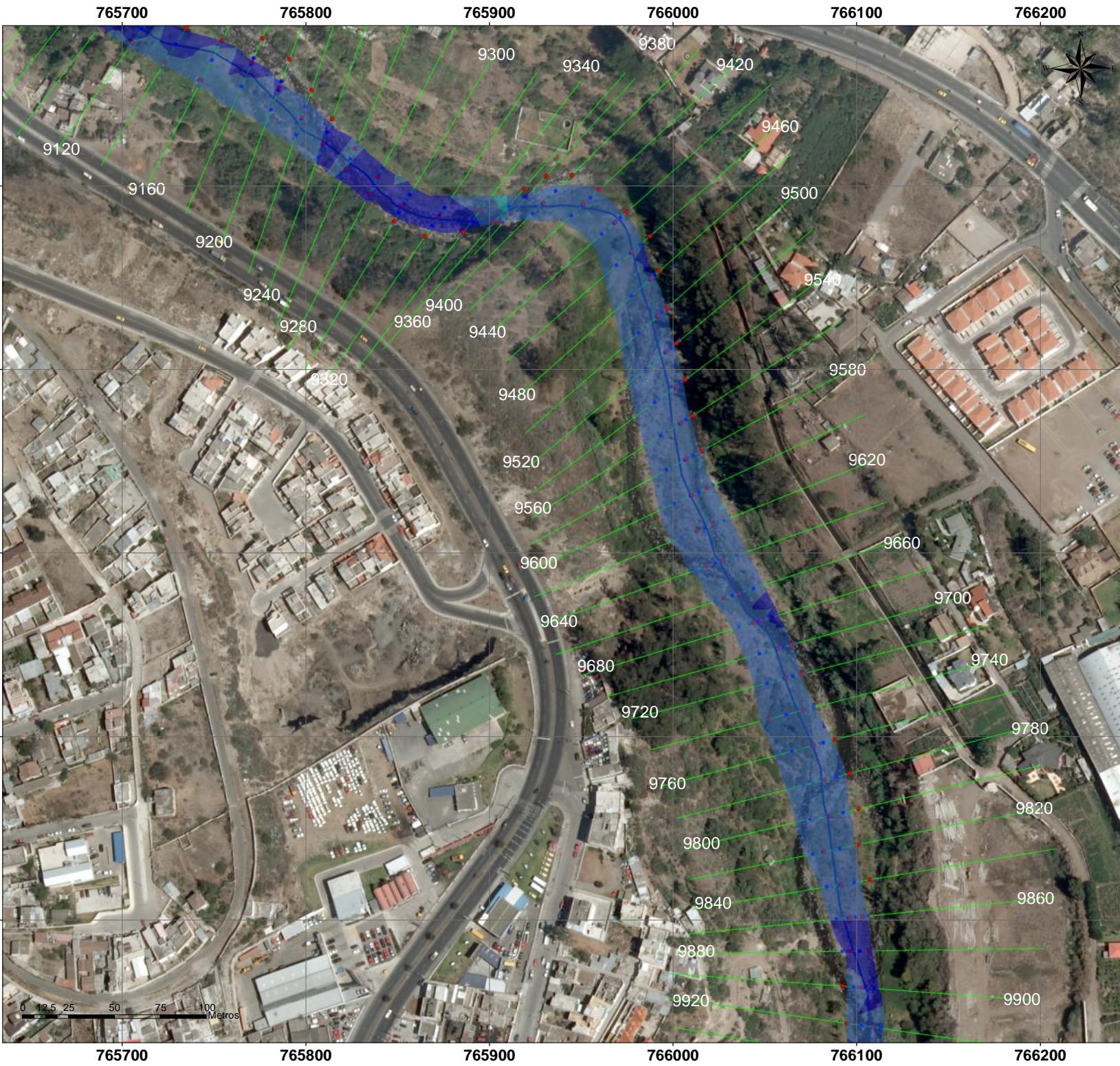
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 8+620 AL KM 9+280 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 13
	ESCALA: 1:1000





LEYENDA

Velocidades m/s	CAUDAL
<ul style="list-style-type: none"> ● ≤ 0,835000 ● > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000 ● > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000 ● > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000 ● > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000 	QTR= 115.78 m ³ /s
<ul style="list-style-type: none"> — Eje del Río — Secciones transversales ● Puntos de orilla 	PERIODO DE RETORNO TR= 140 AÑOS

Inundación TR= 140 años

Value
High : 3,111
Low : 0,000

ALTURAS DE INUNDACIÓN

Elevation

- 2,488 - 3,111
- 1,866 - 2,488
- 1,244 - 1,866
- 0,622 - 1,244
- 0,000 - 0,622

Ortofoto

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3



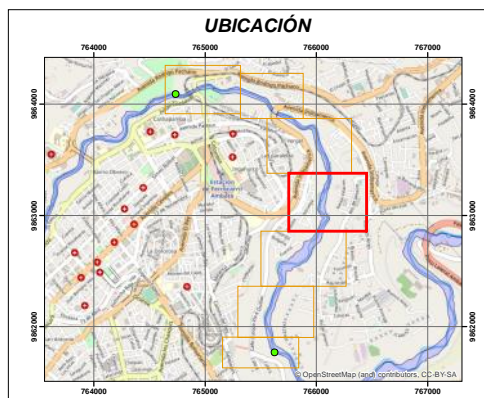
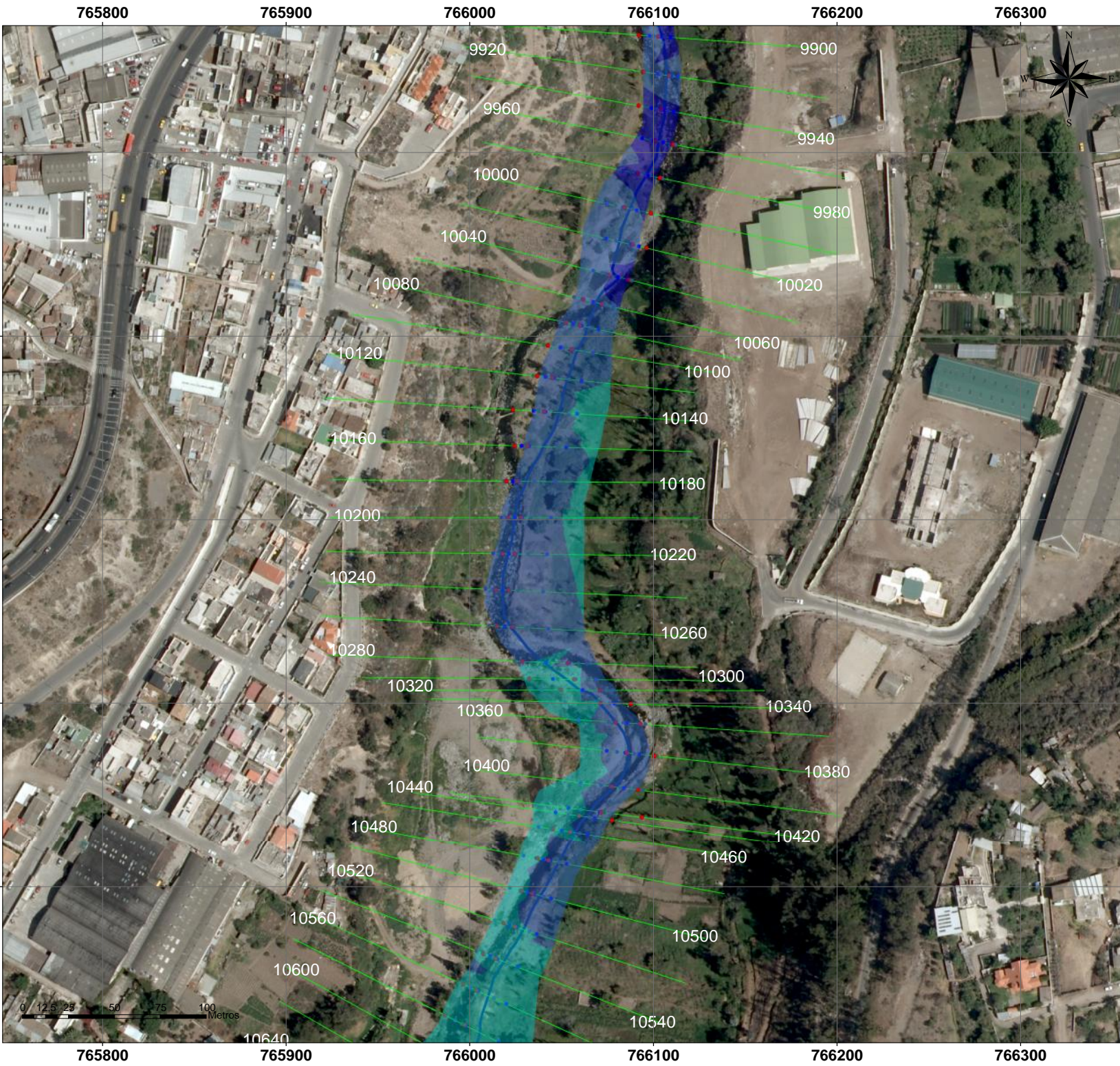
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 9+280 AL KM 9+920 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 14
	ESCALA: 1:1000





- ### LEYENDA
- Velocidades m/s
 - ≤ 0,835000
 - > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000
 - > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000
 - > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000
 - > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000
 - Eje del Río
 - Secciones transversales
 - Puntos de orilla
- CAUDAL**
QTR= 115.78 m³/s
- PERIODO DE RETORNO**
TR= 140 AÑOS



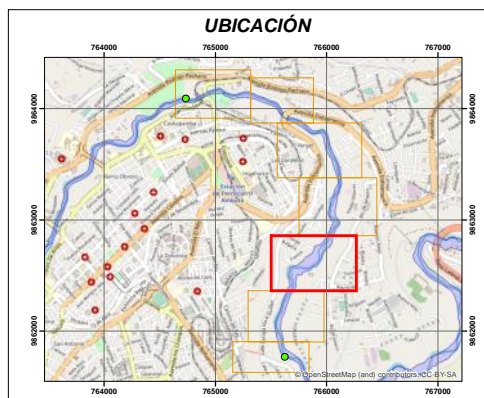
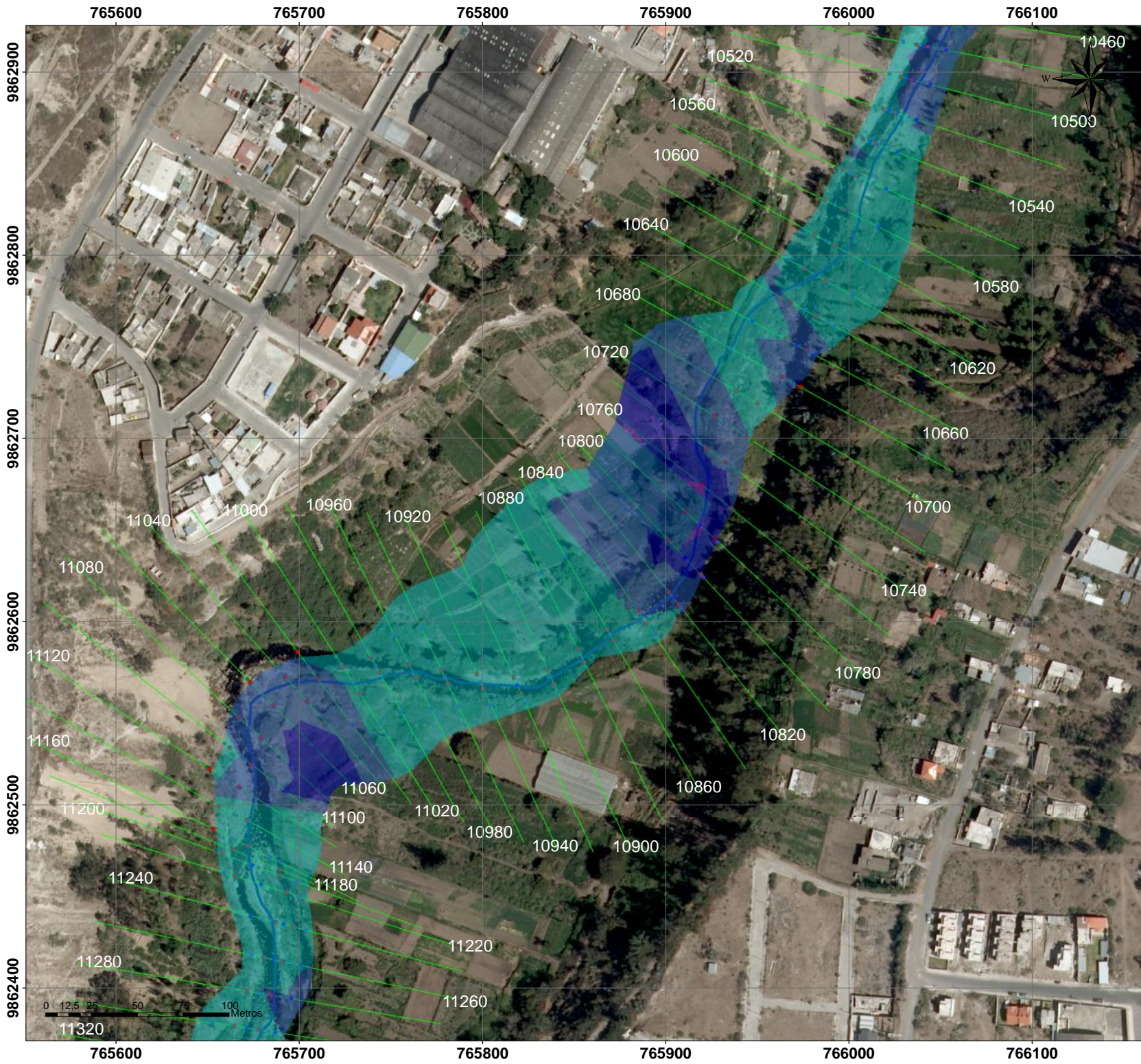
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 9+920 AL KM 10+520 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
--	--------------------------------

FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 15	ESCALA: 1:1000
-------------------------------	---------------	-------------------



LEYENDA

Velocidades m/s	CAUDAL
● ≤ 0,835000	QTR= 115.78 m ³ /s
● > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000	PERIODO DE RETORNO
● > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000	TR= 140 AÑOS
● > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000	
● > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000	
— Eje del Río	
— Secciones transversales	
● Puntos de orilla	



Inundación TR= 140 años

Value

High : 3,11

Low : 0,00

ALTURAS DE INUNDACIÓN

Elevation

■	2,488 - 3,111
■	1,866 - 2,488
■	1,244 - 1,866
■	0,622 - 1,244
■	0,000 - 0,622

Ortofoto

RGB

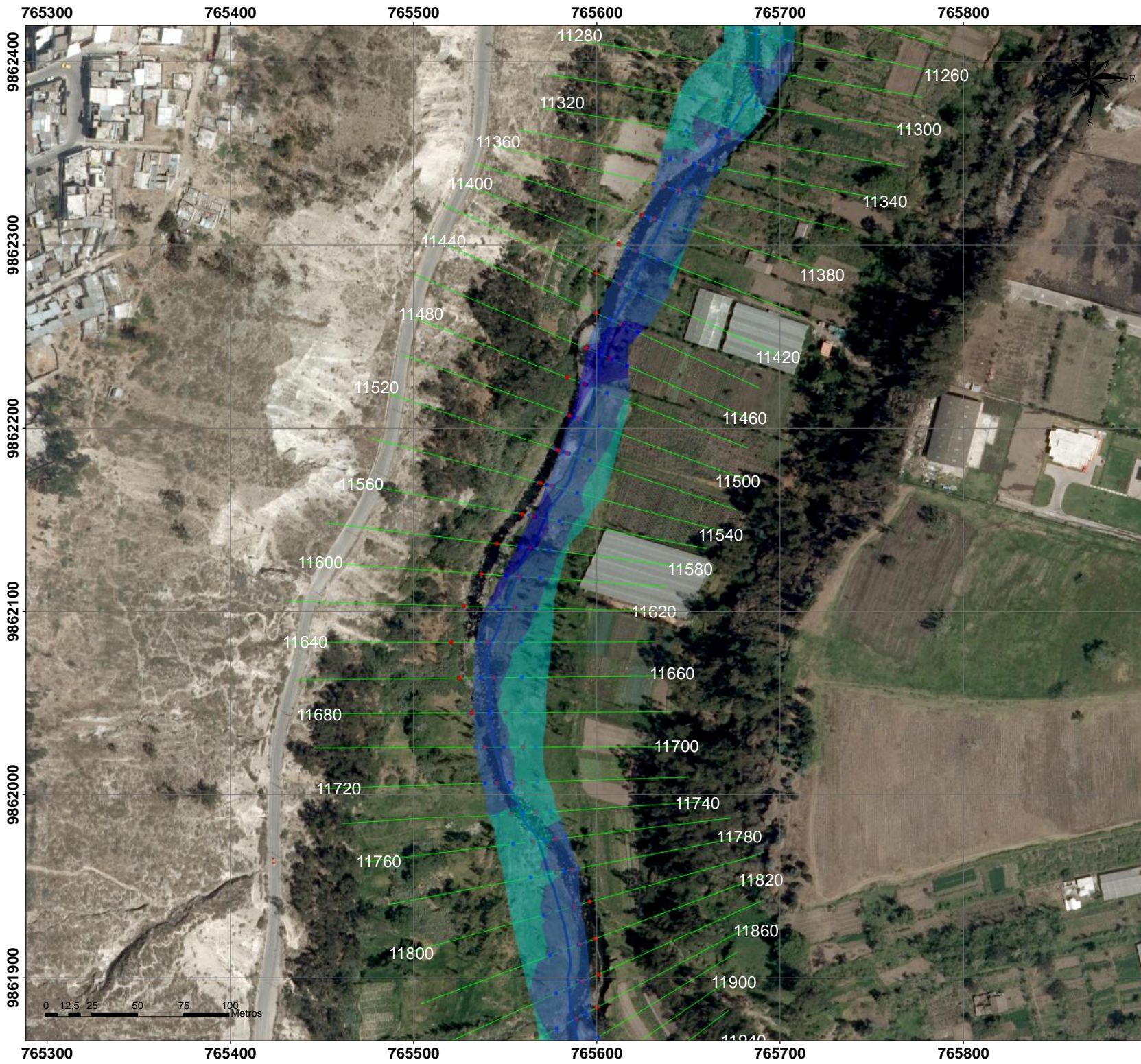
■	Red: Band_1
■	Green: Band_2
■	Blue: Band_3

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 10+520 AL KM 11+280 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 16
	ESCALA: 1:1000



UBICACIÓN

LEYENDA

<p>Velocidades m/s</p> <p>Velocity</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ≤ 0,835000 ● > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000 ● > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000 ● > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000 ● > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000 	<p>CAUDAL</p> <p>QTR= 115.78 m³/s</p> <p>PERIODO DE RETORNO</p> <p>TR= 140 AÑOS</p>
--	--

- Eje del Río
- Secciones transversales
- Puntos de orilla

Inundación TR= 140 años

Value

High : 3,111

Low : 0,000

ALTURAS DE INUNDACIÓN

Elevation

- 2,488 - 3,111
- 1,866 - 2,488
- 1,244 - 1,866
- 0,622 - 1,244
- 0,000 - 0,622

Ortofoto

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

IMÁGENES DE LA ZONA

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

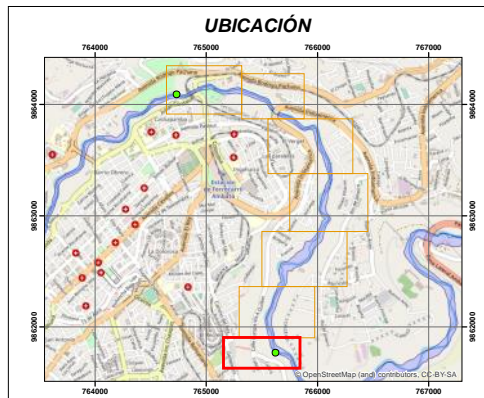
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

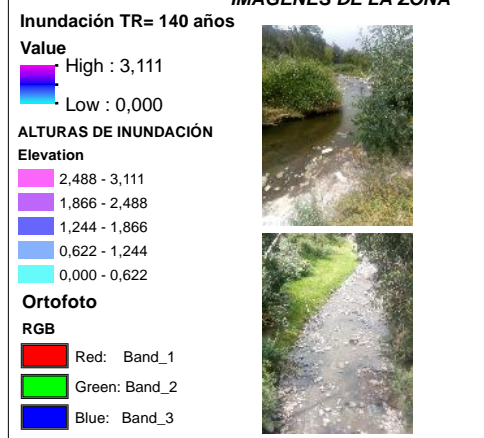
CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 11+280 AL KM 11+820 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 17
ESCALA: 1:1000	



LEYENDA

Velocidades m/s	CAUDAL
● ≤ 0,835000	QTR= 115.78 m3/s
● > 0,835000 AND Velocity ≤ 1,550000	PERIODO DE RETORNO
● > 1,550000 AND Velocity ≤ 2,148000	TR= 140 AÑOS
● > 2,148000 AND Velocity ≤ 2,688000	
● > 2,688000 AND Velocity ≤ 10,698000	
— Eje del Río	
— Secciones transversales	
● Puntos de orilla	



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: MODELO DE INUNDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR TILULÚN AL SECTOR LAS VIÑAS DESDE EL KM 11+820 AL KM 12+000 PARA TR=140 AÑOS

ELABORADO POR: CECILIA SALGUERO PÉREZ	TUTOR: ING.GEOVANNY PAREDES
FECHA: 22 DE JUNIO DE 2020	LÁMINA: 18
	ESCALA: 1:1000

ANEXOS N°11

ANEXOS FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Paso del cauce del Río Ambato por el sector del Tilulún abscisa 8+300 km



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N° 2. Puente ubicado cerca al complejo turístico “El Socavón”



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N°3. Vista longitudinal del puente ubicado cerca al complejo turístico “El Socavón”



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N°4. Puente de la avenida Indoamérica sobre el Río Ambato



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N°5. Vista de los elementos estructurales del Puente de la avenida Indoamérica.



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N° 6. Cultivos y vegetación a lo largo del Río Ambato



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N° 7. Cauce del Río Ambato por la abscisa 10+00 km



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N° 8. Invernaderos y otros cultivos cerca al río Ambato



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N°9. Población cerca al Río Ambato



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

Fotografía N° 10.Cauce del Río Ambato por la parroquia la Península en la abscisa 11+00 km



Fuente: Fotografía realizada por C. Salguero

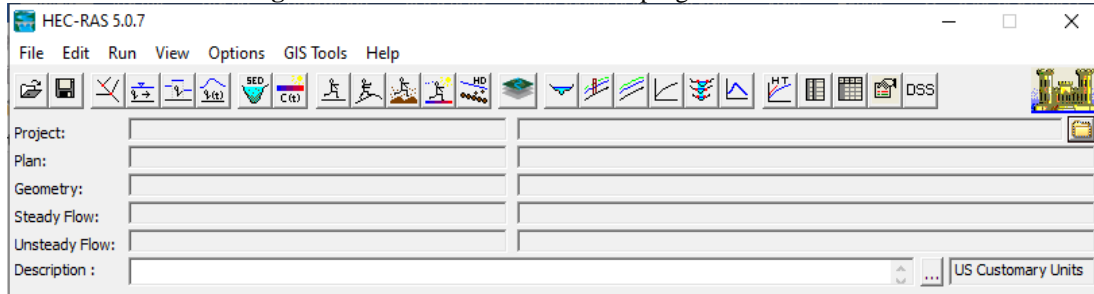
ANEXOS N°12

ANEXOS MANUAL HEC-RAS

PROCEDIMIENTO

Abrir el programa HEC-RAS 5.0.7

Figura N°104. Ventana de inicio del programa HEC-RAS

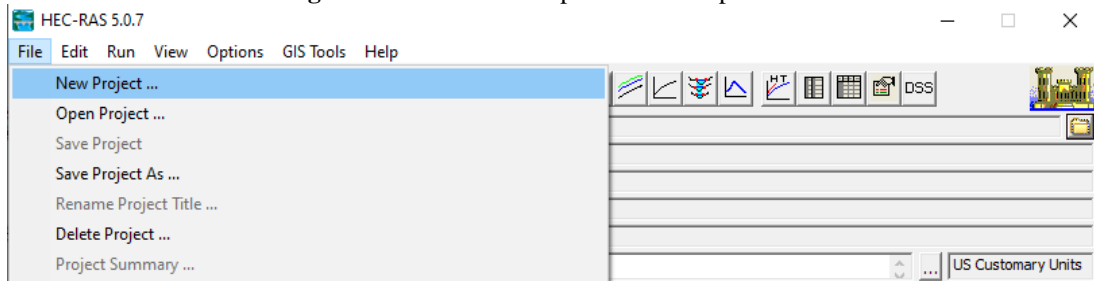


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

INGRESO DE DATOS

En el Menú principal seleccionar File y New Project.

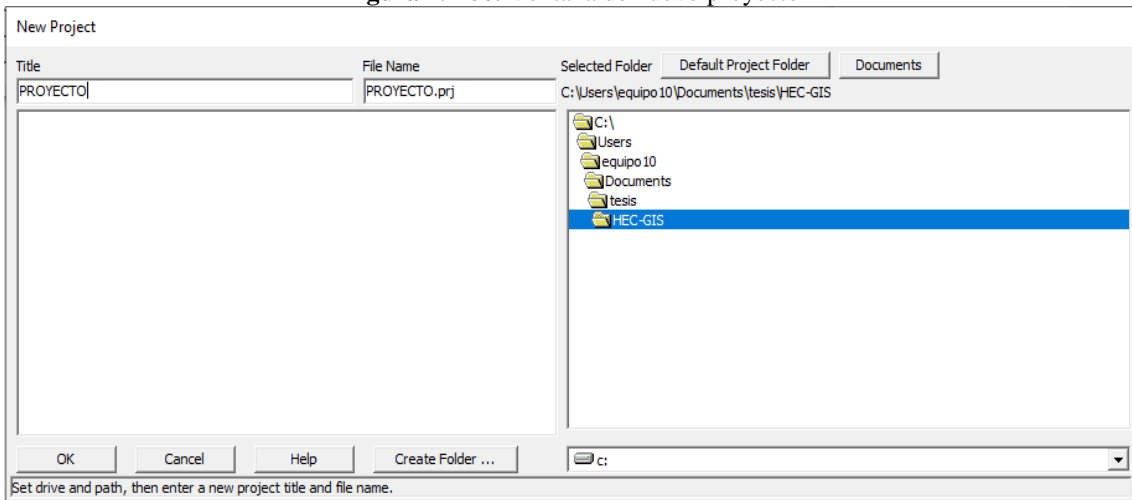
Figura N°105. Barra de opciones de la opción File



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Colocar un nombre al archivo y guardarlo en una carpeta. Clic en Ok.

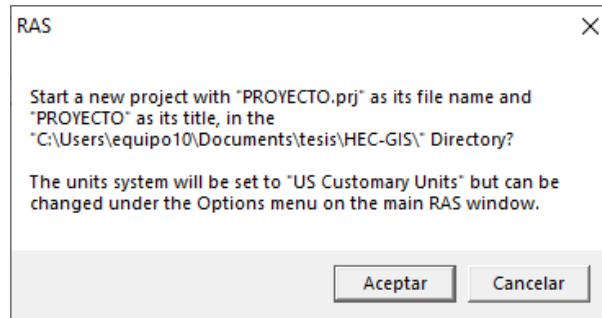
Figura N°106. Ventana de nuevo proyecto



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Seleccionar la opción aceptar.

Figura N°107. Ventana de RAS

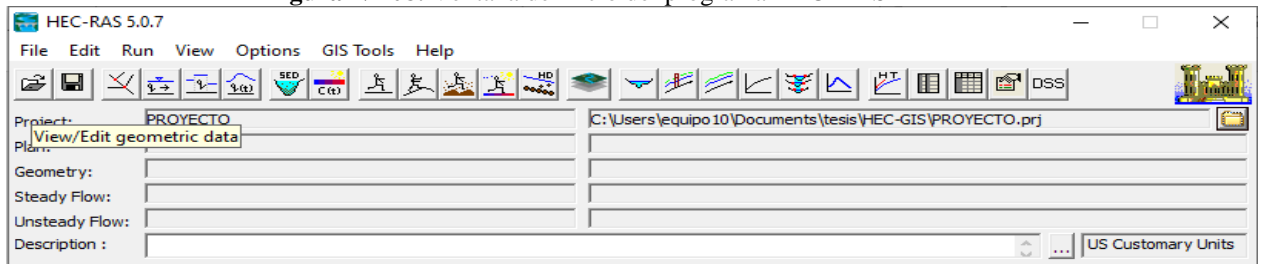


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

GEOMETRÍA

Escoger el icono view/edit geometric data

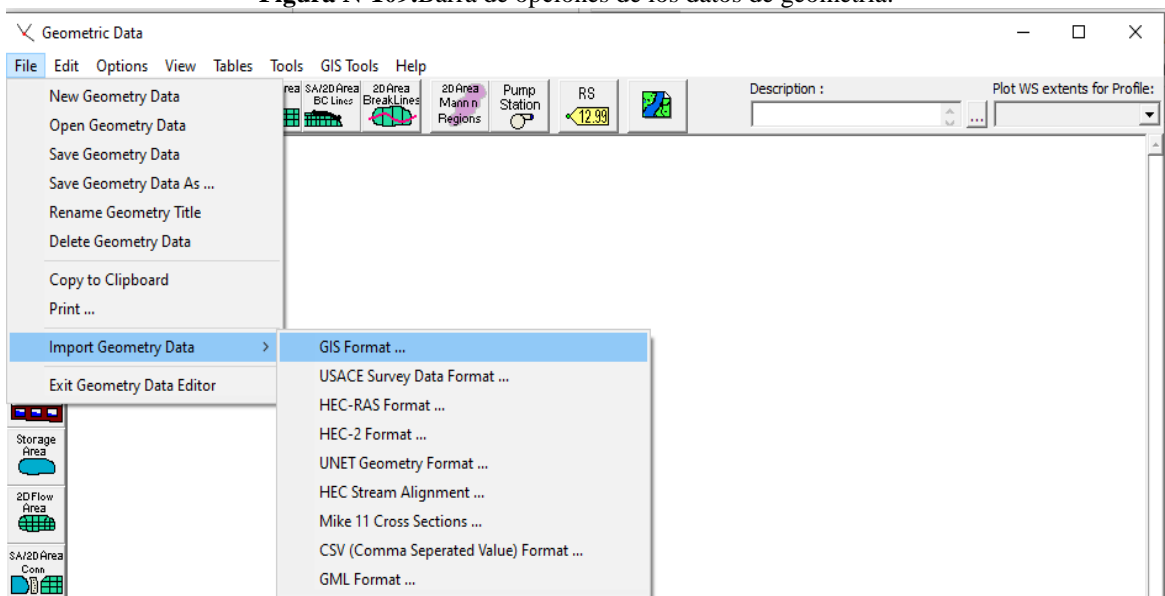
Figura N°108. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Click en File-Import Geometry Data- GIS Format.

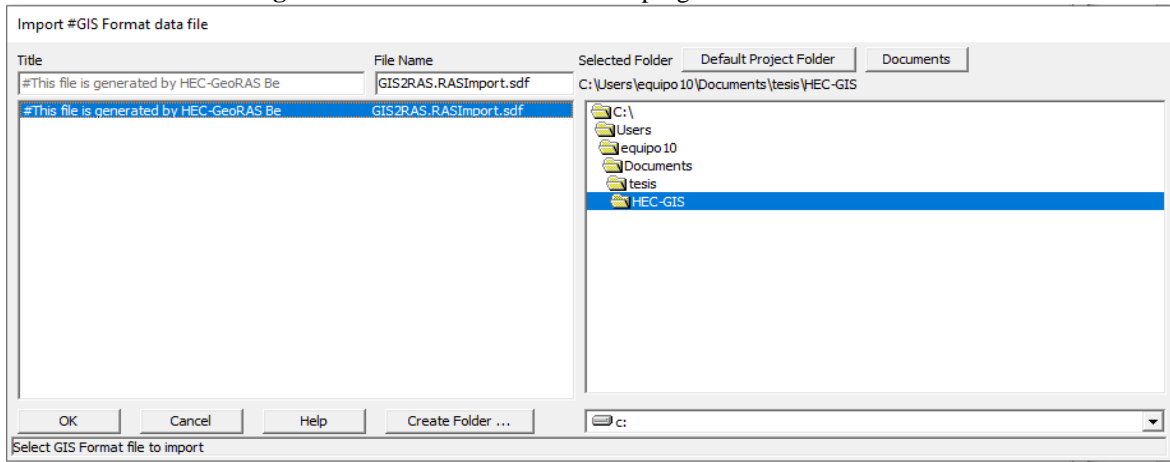
Figura N°109. Barra de opciones de los datos de geometría.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Escoger el archivo en formato .sdf. Clic en Ok.

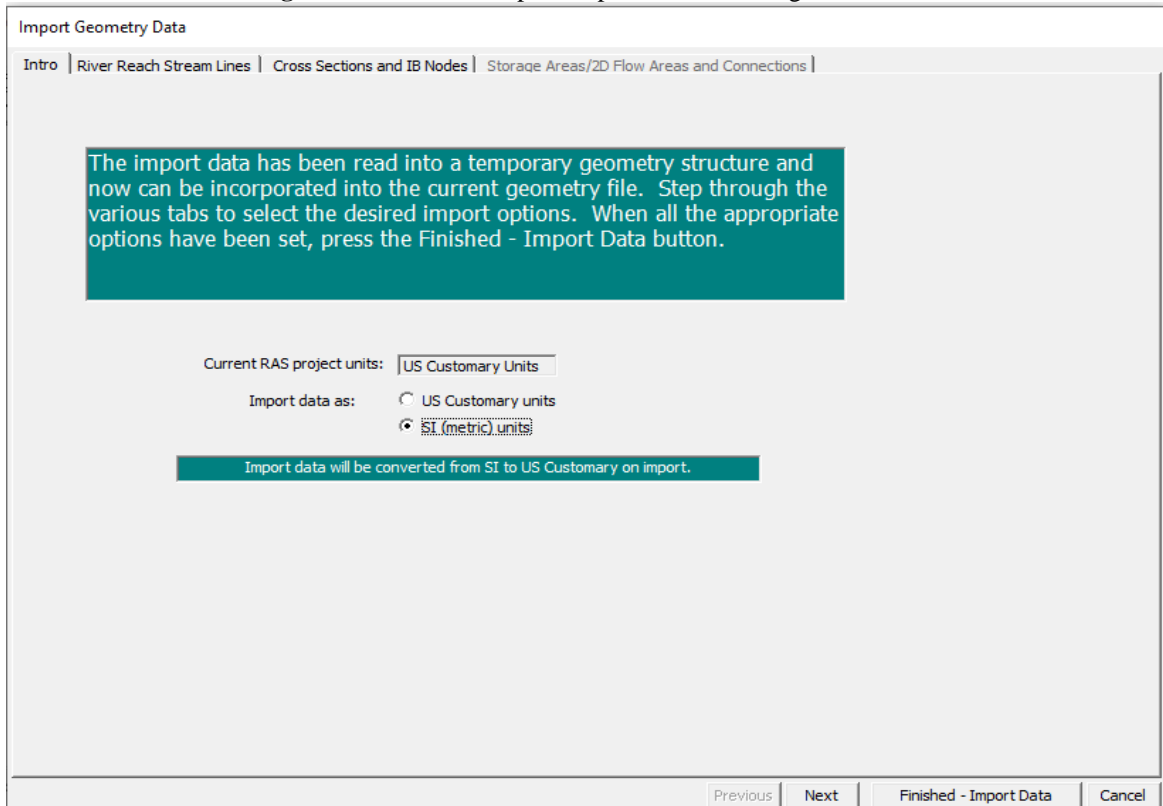
Figura N°110. Ventana de inicio del programa del HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en el sistema de unidades en el que se va a trabajar en el proyecto, en este caso escoger el SI (metric) Units. Seleccionar Next.

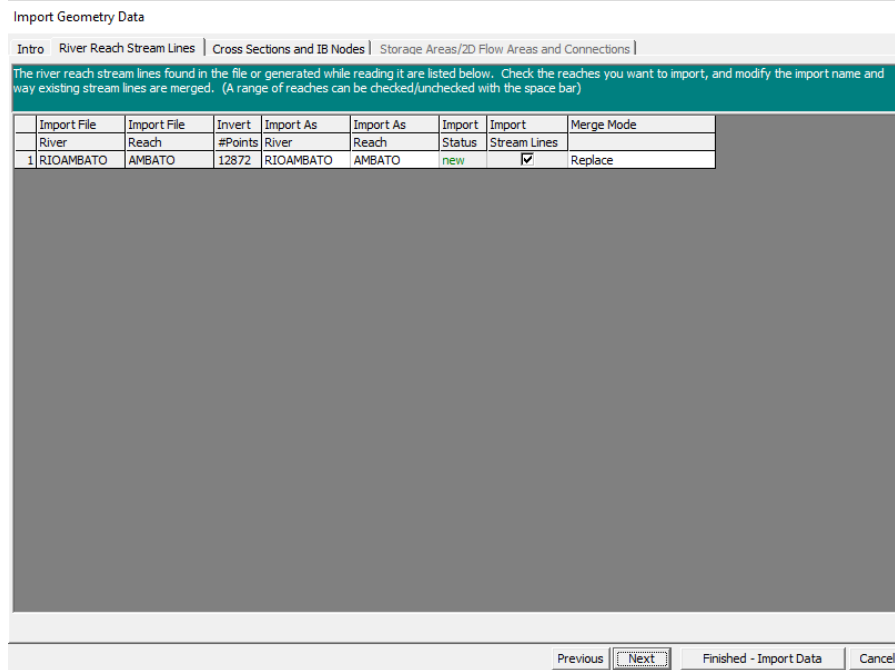
Figura N°111. Ventana para importar datos de la geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en la opción Next.

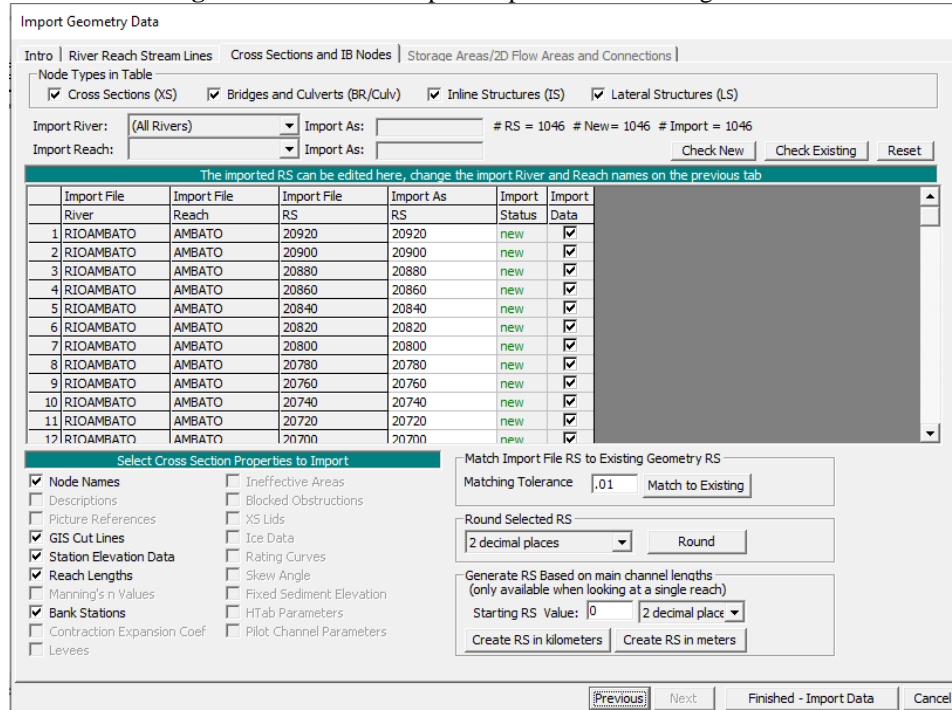
Figura N°112. Ventana para importar datos de la geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Seleccionar la opción Finished-Import Data.

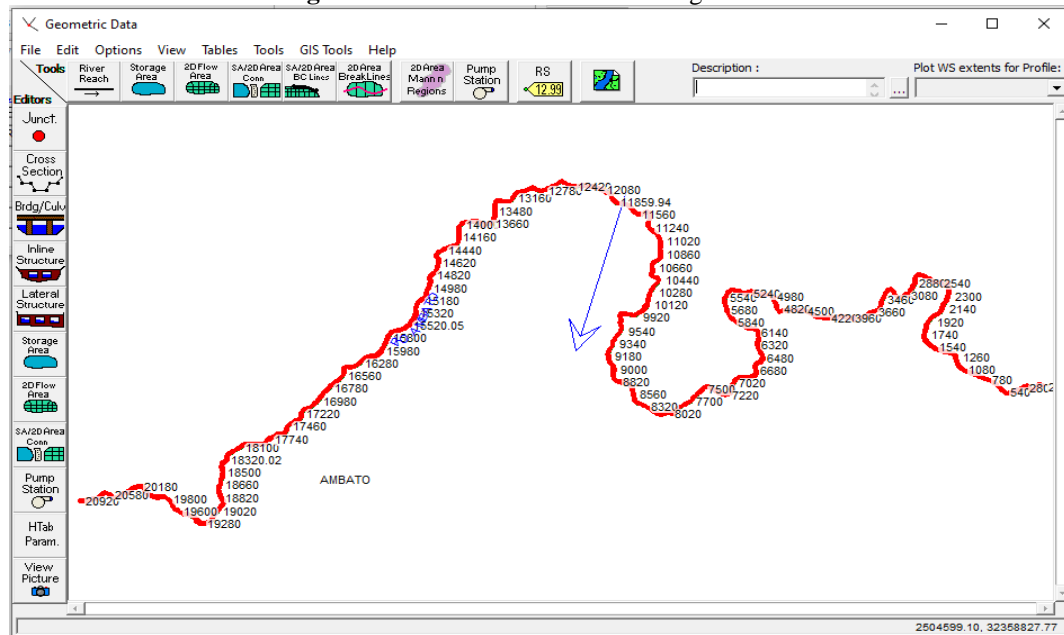
Figura N° 113. Ventana para importar datos de la geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa la geometría del Río Ambato.

Figura N°114. Ventana de datos de la geometría

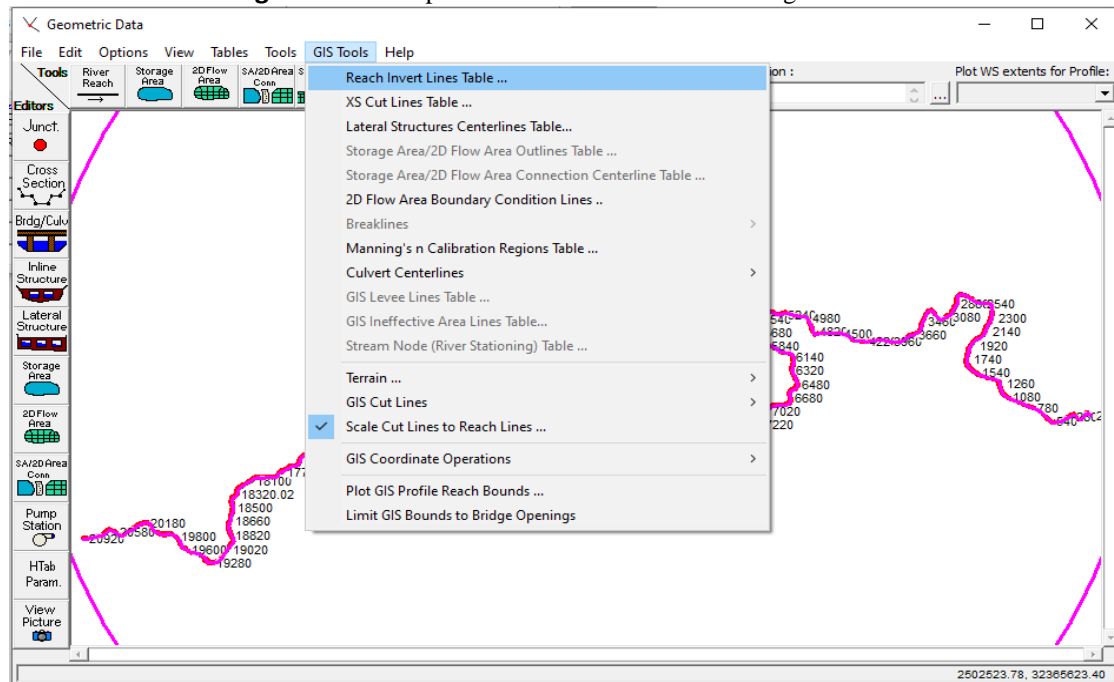


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

DIRECCION DEL FLUJO

Para cambiar la dirección del flujo, seleccionar GIS Tools- Reach Invert Lines Table.

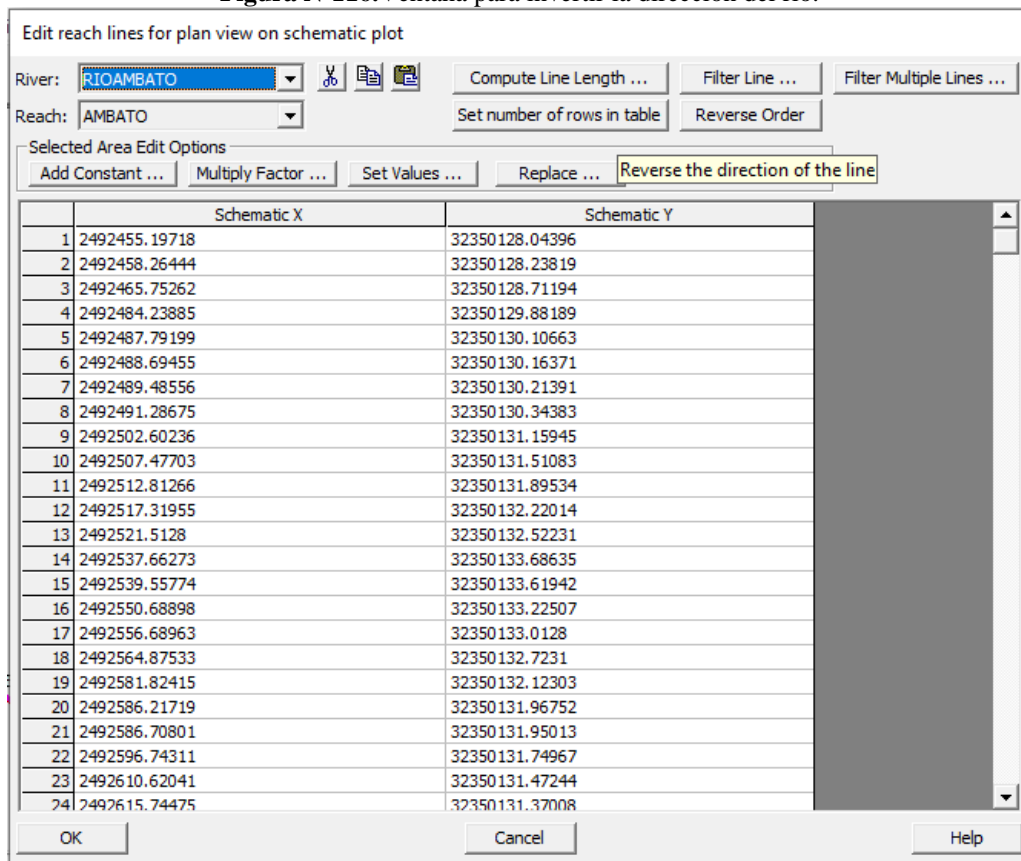
Figura N°115. Opciones de Gis Tools en datos de geometría.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en la opción Reverse Order.

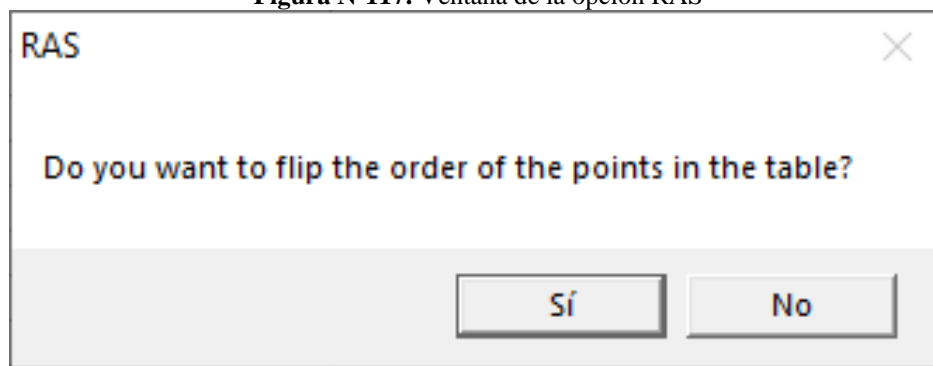
Figura N°116. Ventana para invertir la dirección del río.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Escoger la opción Sí.

Figura N°117. Ventana de la opción RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa en la siguiente tabla las abscisas invertidas a lo largo del Río Ambato.

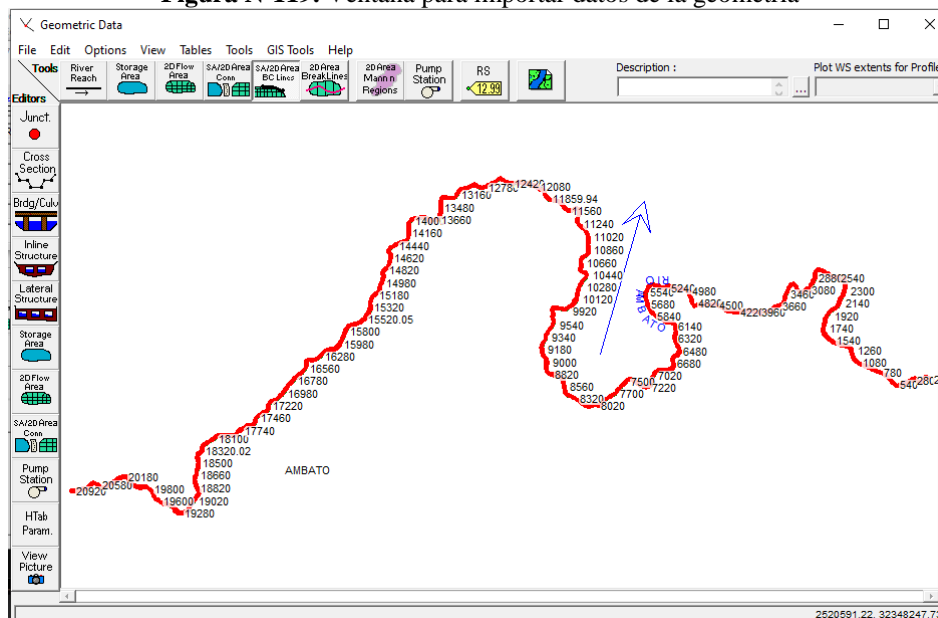
Figura N°118. Ventana para importar datos de la geometría

Edit reach lines for plan view on schematic plot		
River:	RIOAMBATO	Compute Line Length ...
Reach:	AMBATO	Filter Line ...
Selected Area Edit Options		Filter Multiple Lines ...
Add Constant ...	Multiply Factor ...	Set number of rows in table
Set Values ...	Replace ...	Reverse Order
	Schematic X	Schematic Y
1	2527316.89304	32354638.93274
2	2527316.71949	32354638.88944
3	2527312.20571	32354650.00066
4	2527309.32382	32354654.71654
5	2527307.55971	32354657.60302
6	2527305.99081	32354660.1706
7	2527301.13419	32354668.11778
8	2527300.74738	32354668.75066
9	2527293.42487	32354678.31037
10	2527291.92224	32354680.27198
11	2527288.24705	32354685.07021
12	2527279.57349	32354697.99541
13	2527278.05315	32354700.26083
14	2527276.2336	32354702.97244
15	2527271.25656	32354710.38911
16	2527270.53871	32354711.45899
17	2527263.28051	32354717.68045
18	2527257.24606	32354722.85269
19	2527253.52493	32354726.04232
20	2527241.729	32354732.67749
21	2527236.85827	32354735.41732
22	2527232.46391	32354736.21096
23	2527226.0689	32354737.36549
24	2527214.32251	32354739.48655

Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa en el grafico que el flujo del Río cambio, por lo tanto, se evidencia que las abscisas están invertidas en el Río Ambato.

Figura N°119. Ventana para importar datos de la geometría

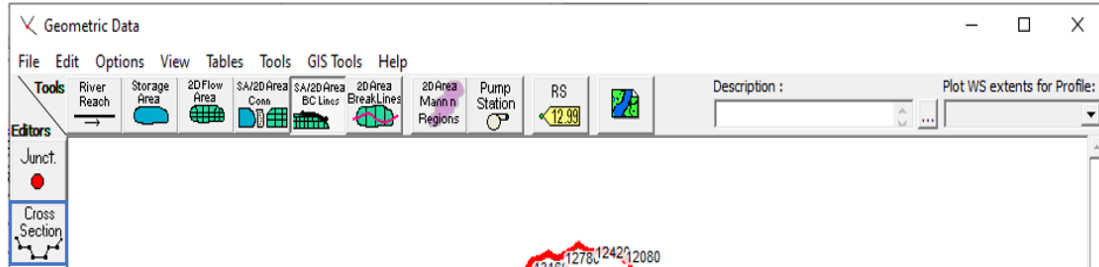


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

SECCIONES TRANSVERSALES

En Geometry Data escoger el icono Cross Section.

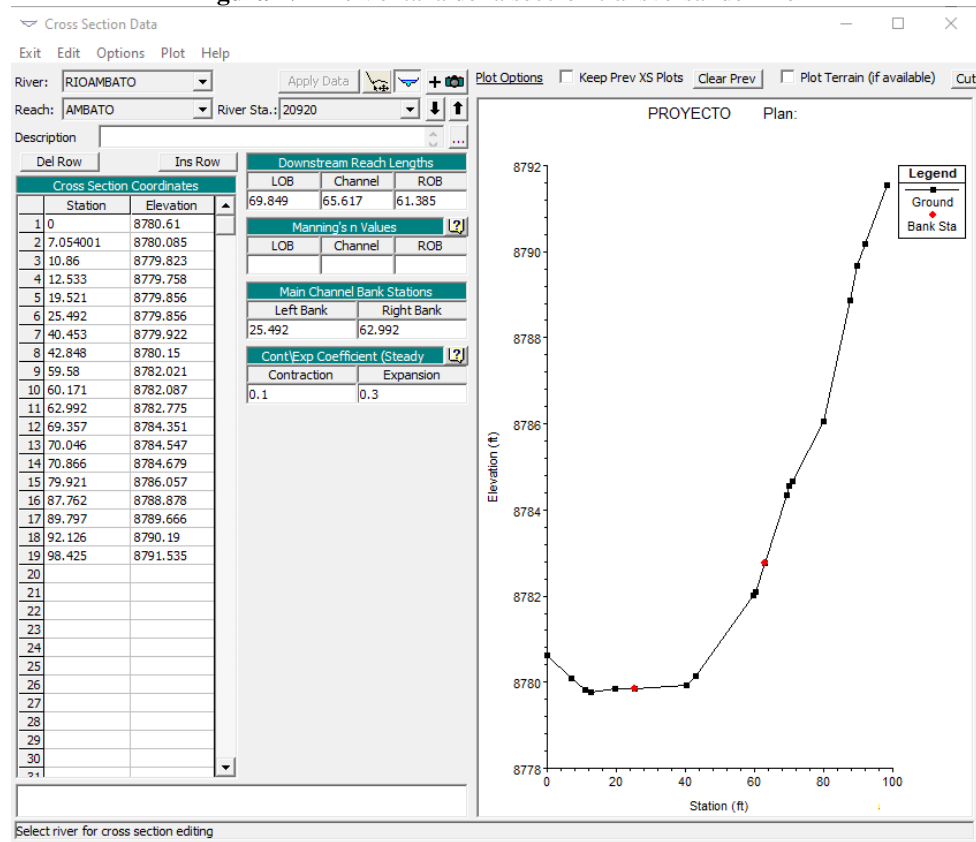
Figura N°120. Ventana de datos de la geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se despliega el siguiente cuadro, donde se ve la sección transversal, al lado izquierdo se observan las características como: los coeficientes de Manning, de contracción y expansión.

Figura N°121. Ventana de la sección transversal del Río

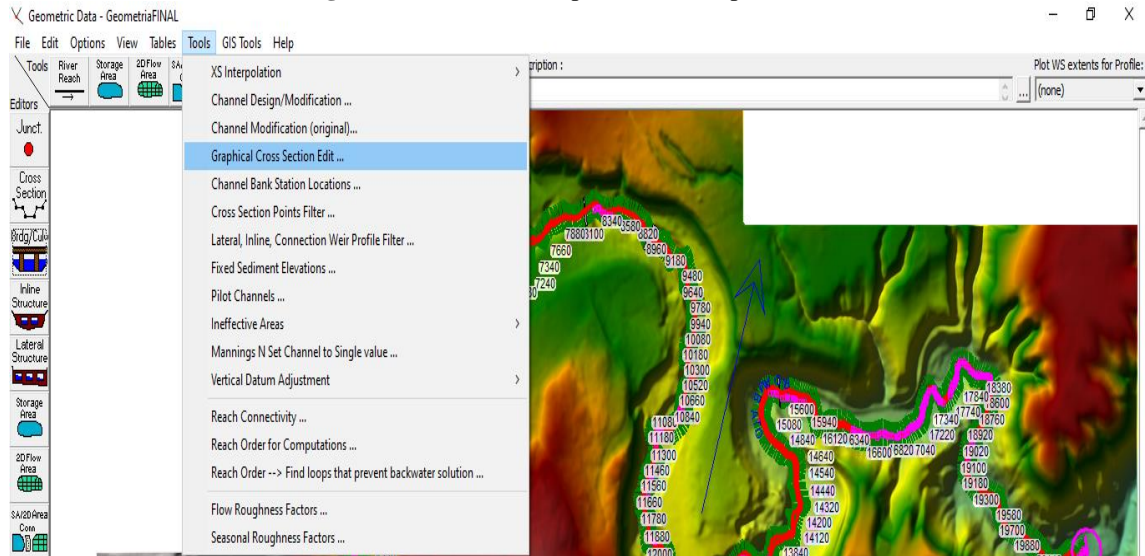


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

COLOCACIÓN DE DIQUES (LEVEES)

En el Menú de Geometric Data, en la barra de herramientas, clic en **Tools- Graphical Cross Section Edit**.

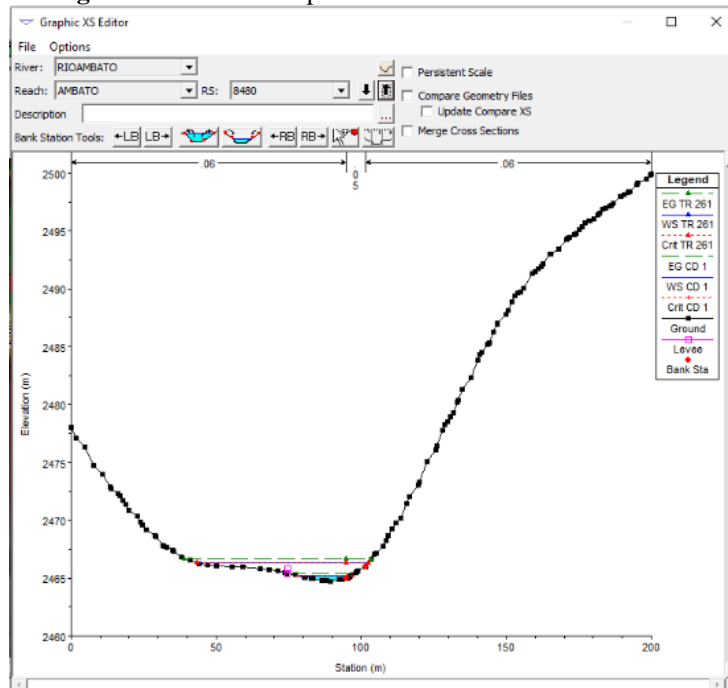
Figura N°122. Lista de opciones de la opción Tools



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se abre el siguiente cuadro en el que se editara la sección transversal del Rio.

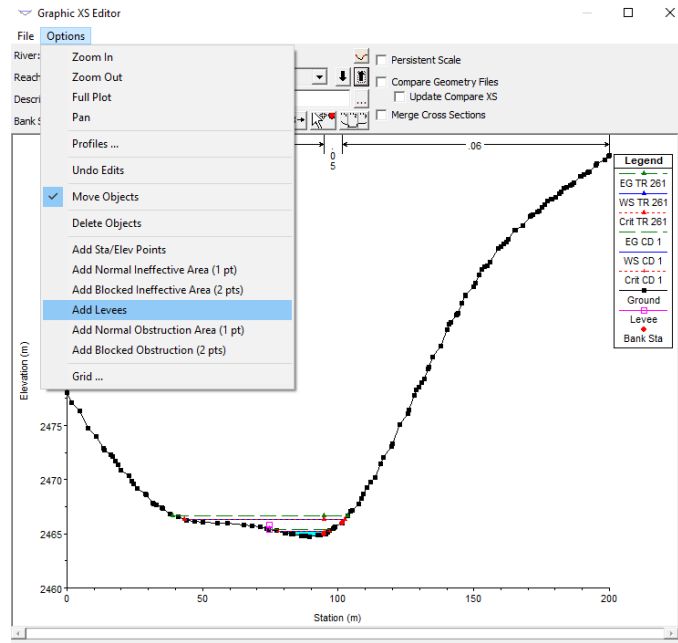
Figura N°123. Ventana para visualizar la sección transversal



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en **Options**, seleccionar **Add levees** y colocar en el punto de la sección que sea necesario.

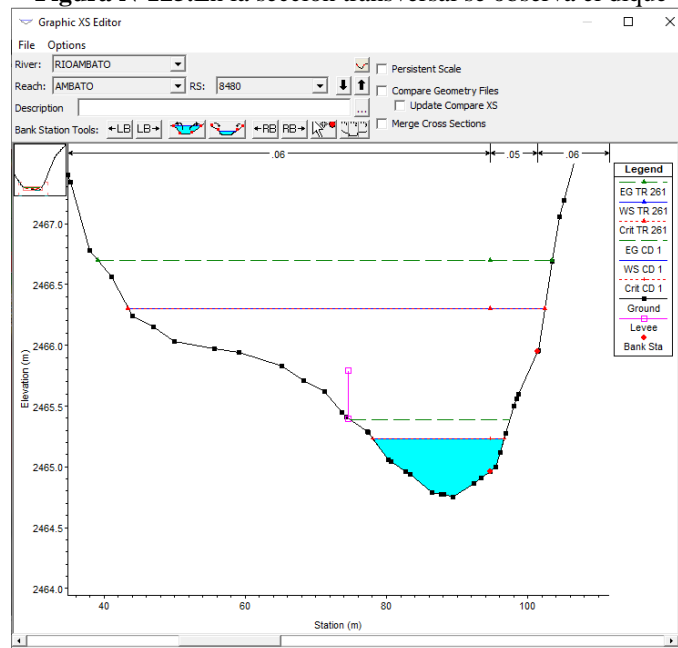
Figura N°124. Ventana para agregar diques en la sección transversal



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Estos **diques (levees)** indican hasta que parte de la sección transversal del río debe circular el flujo, evitando que se produzcan inundaciones en sectores que no sean necesarios.

Figura N°125. En la sección transversal se observa el dique

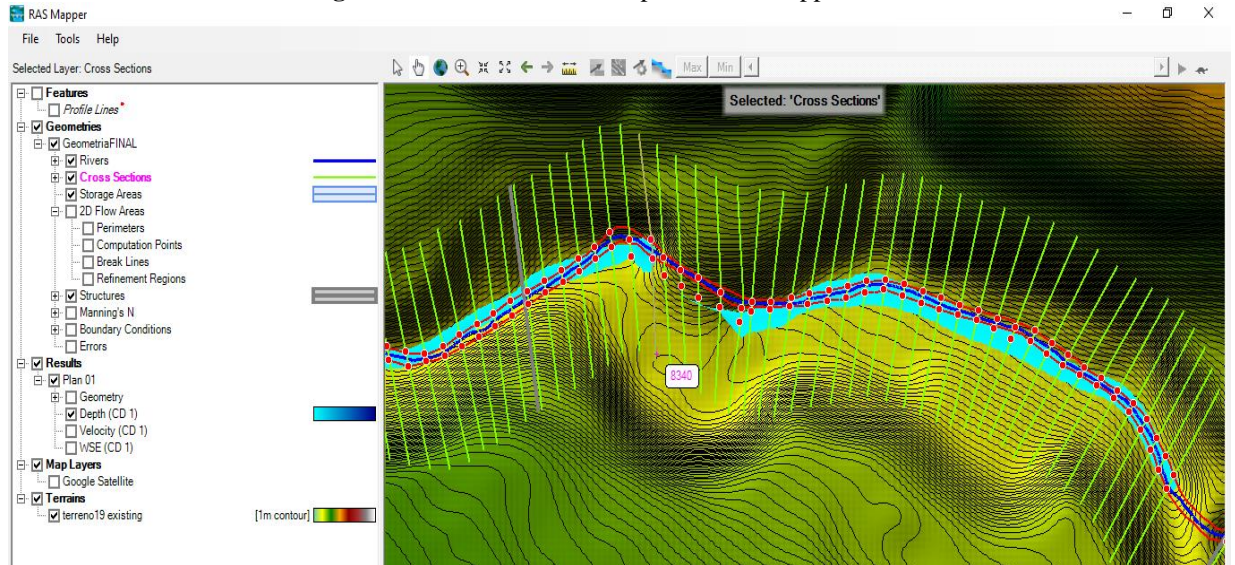


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

INTERPOLACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES

Observar en el gráfico entre que secciones realizar la interpolación.

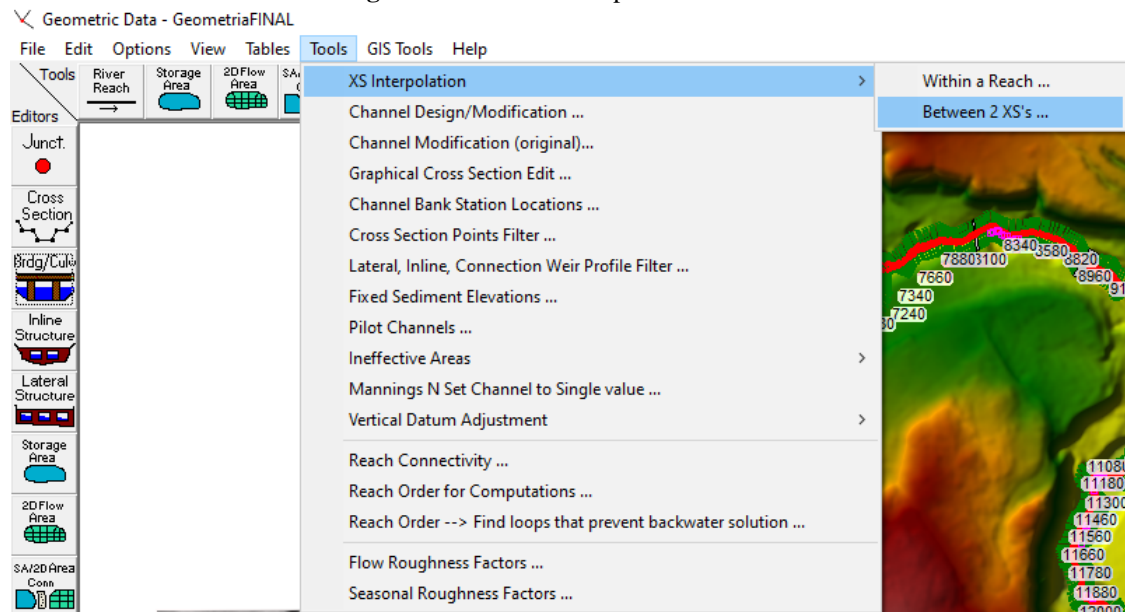
Figura N°126. Ventana de la opción RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En el Menú **Geometric Data** en la barra de herramientas, clic en **Tools – XS Interpolation – Between 2 XS's**.

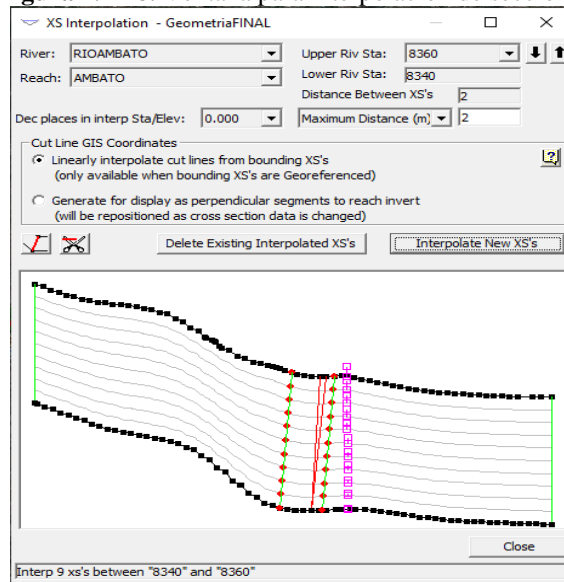
Figura N°127. Lista de opciones de Tools



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Aparece el siguiente cuadro, en el cual se selecciona las secciones principales en las que se colocara la interpolación, en **Maximum Distance** indicar la separación entre las secciones.

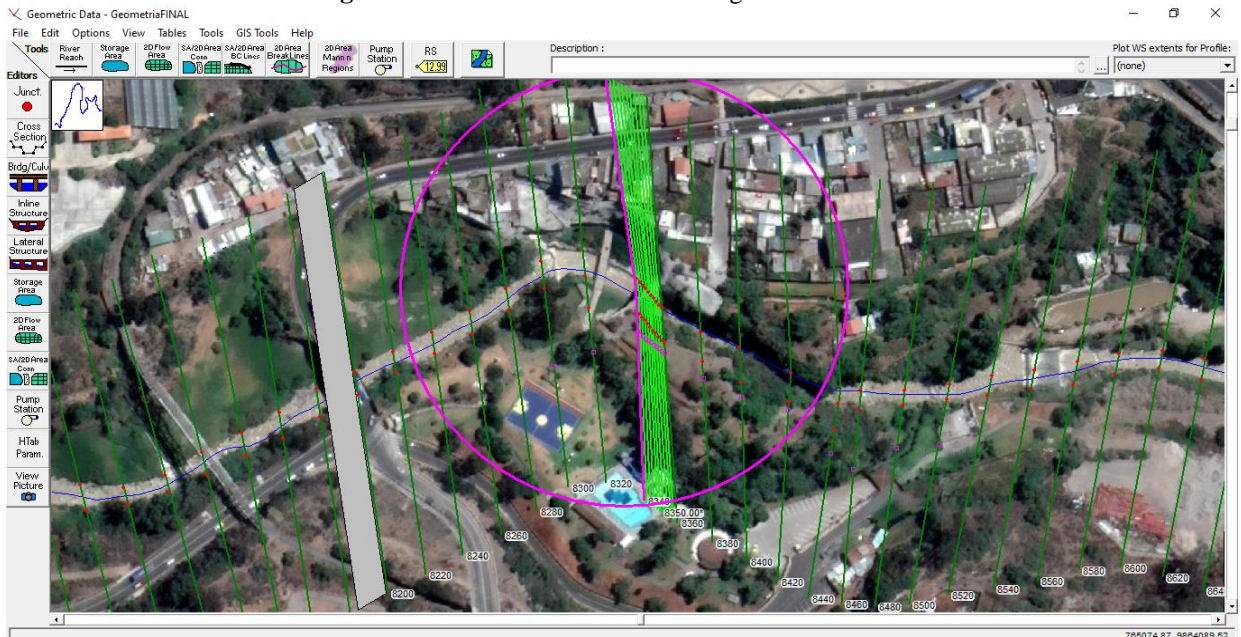
Figura N°128. Ventana para interpolación de secciones



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la venta de Geometric Data se observa la interpolación de las secciones transversales.

Figura N°129. Ventana de datos de la geometría

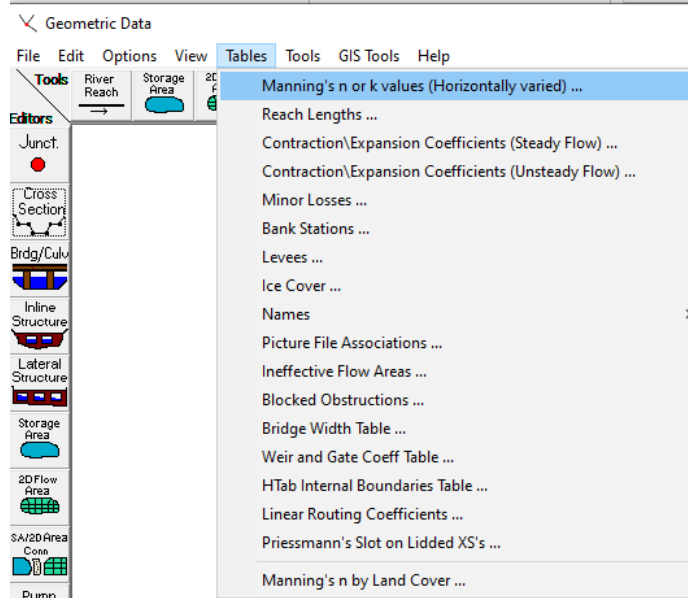


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

COEFICIENTES DE MANNING (n)

Escoger las opciones Tables-Manning's n or k values

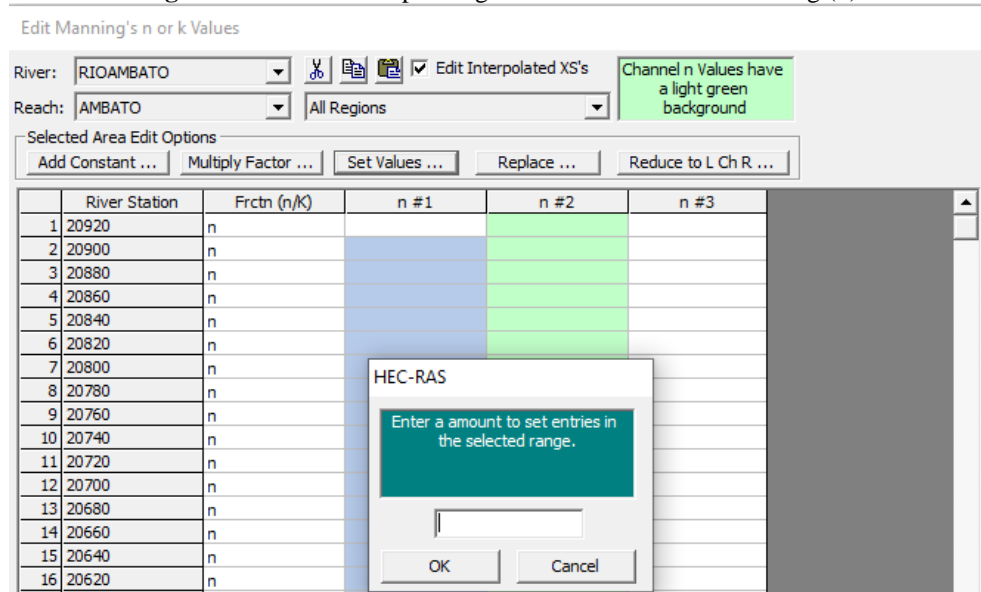
Figura N°130. Lista de opciones de tables.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en Set Values y agregar los valores del coeficiente de Manning (n) en base a la tabla N°1, la cual se basa en la topografía y las características de la zona. Se registran tres valores que corresponden a los bordes y al centro del río.

Figura N°131. Ventana para ingreso de los valores de Manning (n)



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observan los valores del coeficiente de Manning (n) en los bordes y en el centro del río. Clic en Ok.

Figura N°132. Valores de Manning en el eje y los bordes del río

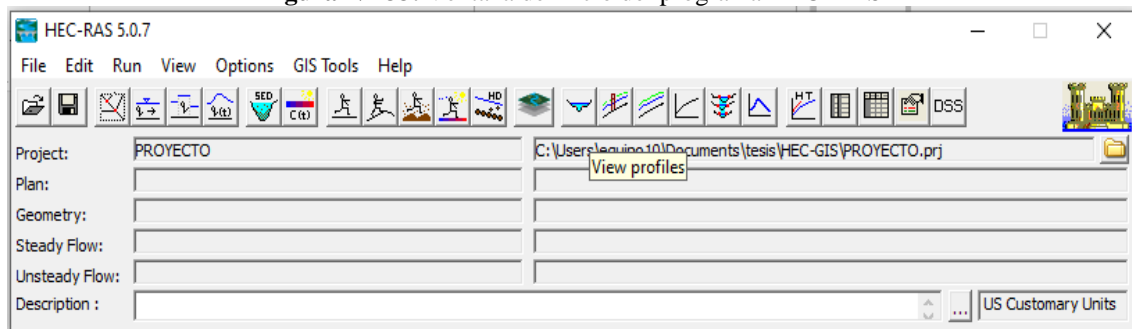
	River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
1	20920	n	0.04	0.05	0.05
2	20900	n	0.04	0.05	0.05
3	20880	n	0.04	0.05	0.05
4	20860	n	0.04	0.05	0.05
5	20840	n	0.04	0.05	0.05
6	20820	n	0.04	0.05	0.05
7	20800	n	0.04	0.05	0.05
8	20780	n	0.04	0.05	0.05
9	20760	n	0.04	0.05	0.05
10	20740	n	0.04	0.05	0.05
11	20720	n	0.04	0.05	0.05
12	20700	n	0.04	0.05	0.05
13	20680	n	0.04	0.05	0.05
14	20660	n	0.04	0.05	0.05
15	20640	n	0.04	0.05	0.05
16	20620	n	0.04	0.05	0.05
17	20600	n	0.04	0.05	0.05
18	20580	n	0.04	0.05	0.05
19	20560	n	0.04	0.05	0.05
20	20540	n	0.04	0.05	0.05
21	20520	n	0.04	0.05	0.05
22	20500	n	0.04	0.05	0.05
23	20480	n	0.04	0.05	0.05
24	20460	n	0.04	0.05	0.05

Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

PERFIL

En el Menú principal escoger la opción View profiles.

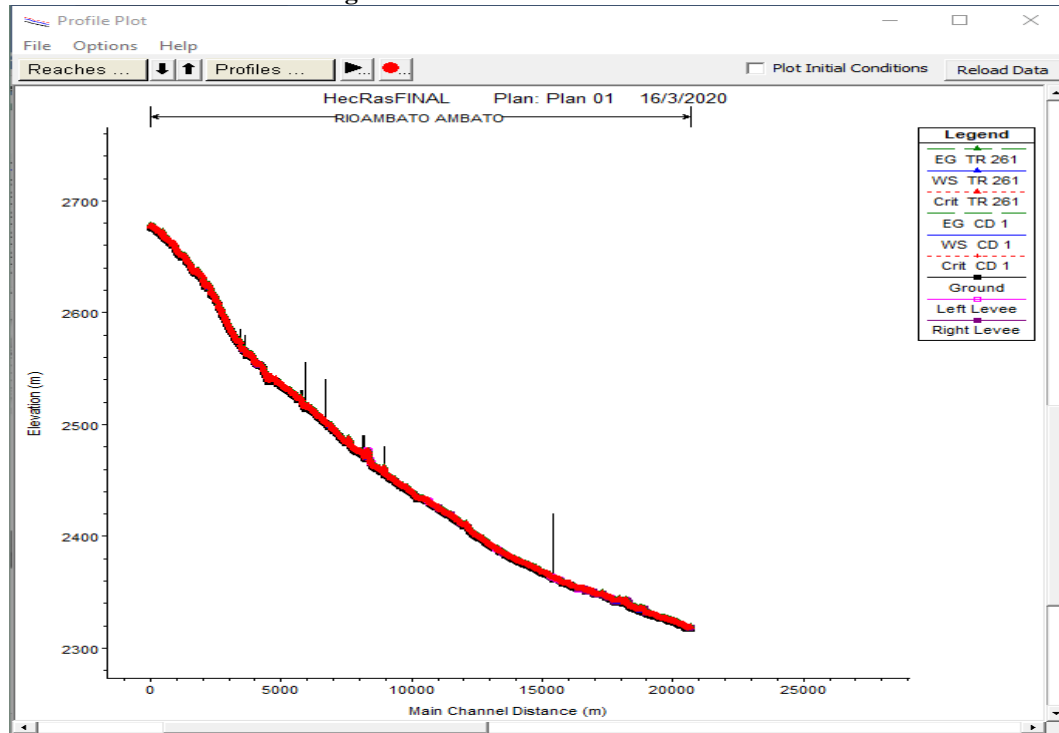
Figura N°133. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se despliega el siguiente cuadro donde se observa el perfil en base al abscisado del río.

Figura N°134. Ventana del Perfil del Río

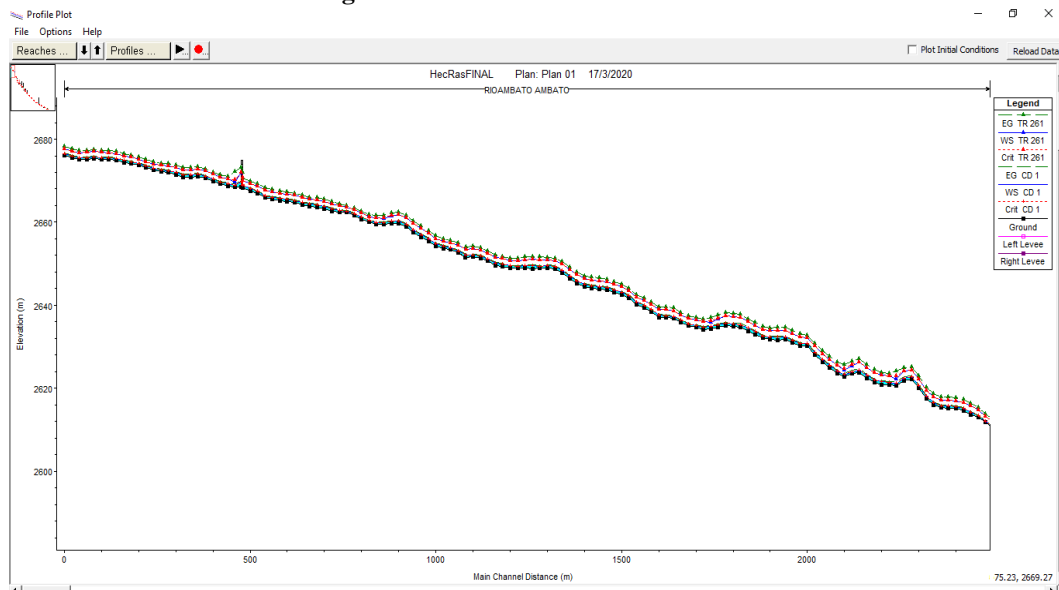


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

PENDIENTE

Realizar un zoom en el perfil medir la pendiente presionando el teclado **control**.

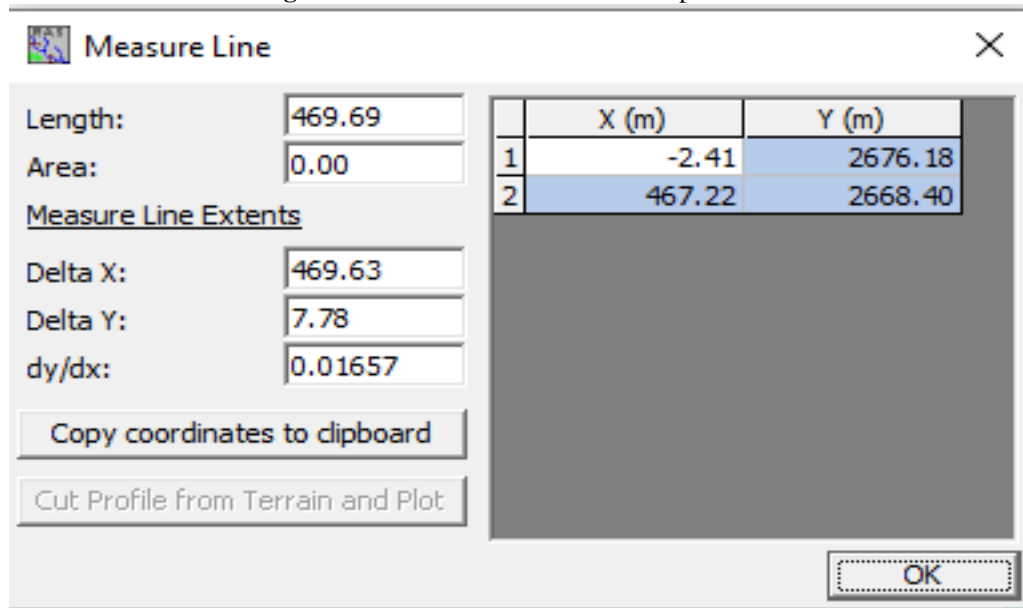
Figura N°135. Ventana del Perfil del Río



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la siguiente tabla se observa el valor de la pendiente.

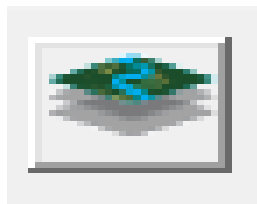
Figura N°136. Ventana del valor de la pendiente



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

RAS MAPPER

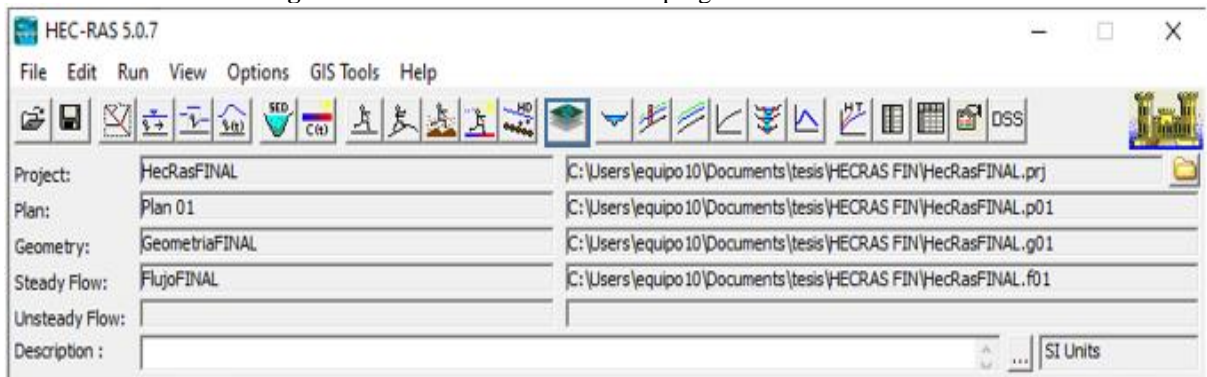
Figura N°137. Icono de la opción RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En el Menú principal clic en la herramienta Ras Mapper.

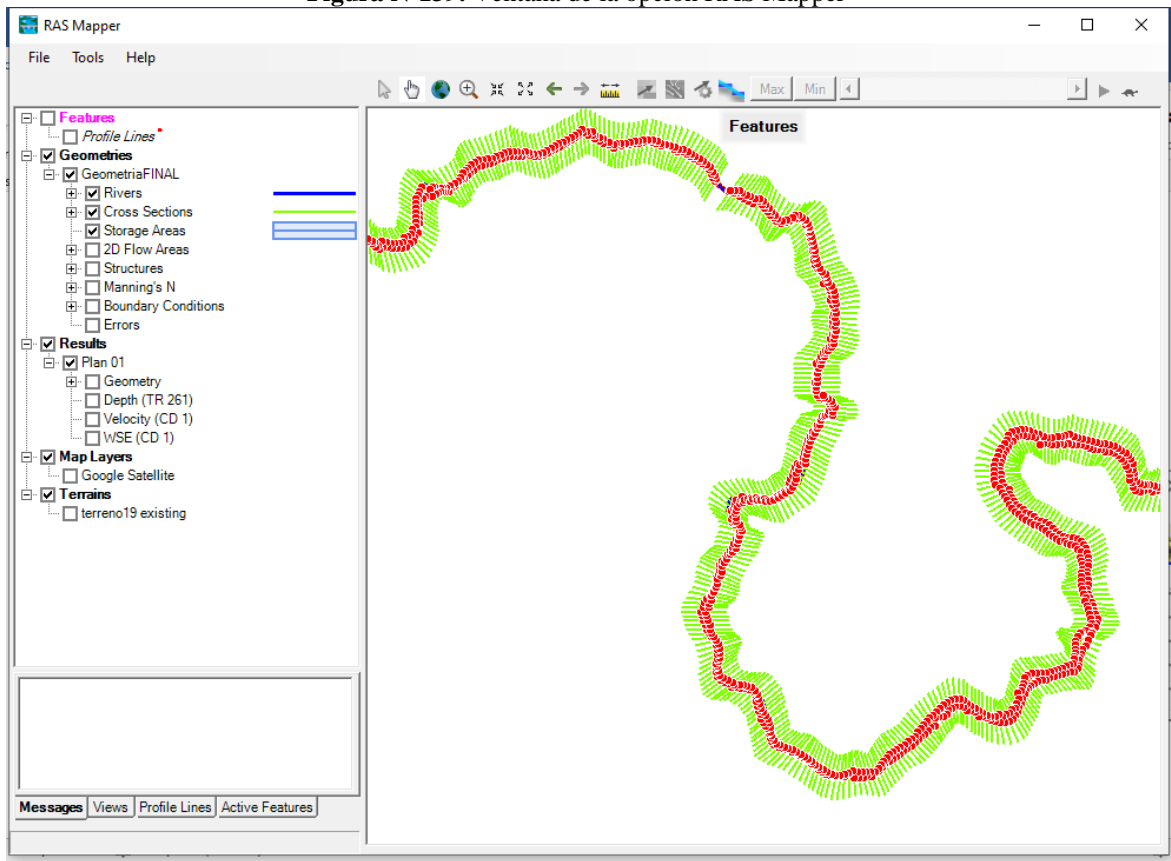
Figura N°138. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se despliega un cuadro en donde se observa el río con sus ejes, bordes y secciones.

Figura N°139. Ventana de la opción RAS Mapper

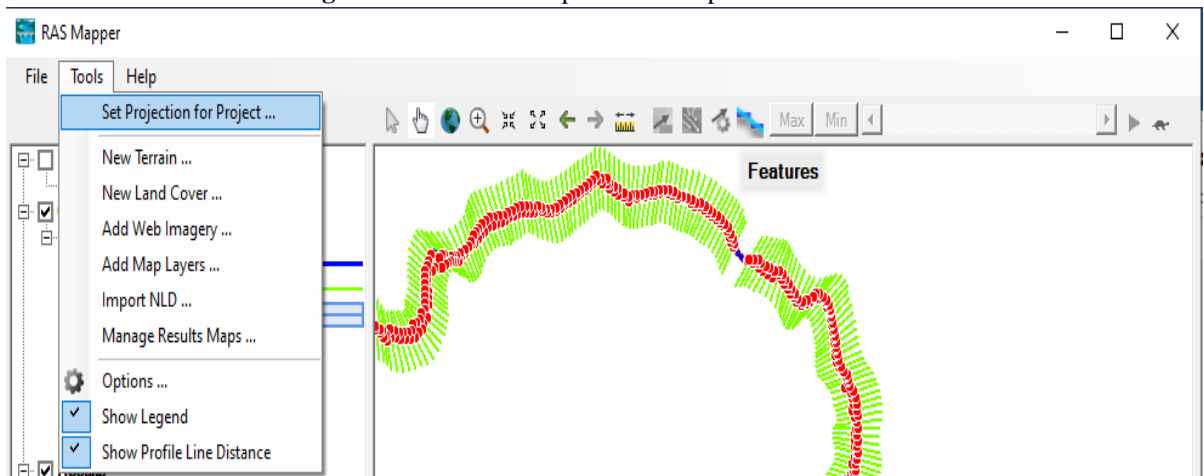


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

COORDENADAS UTM

Click en Tools - Set Projection for Project

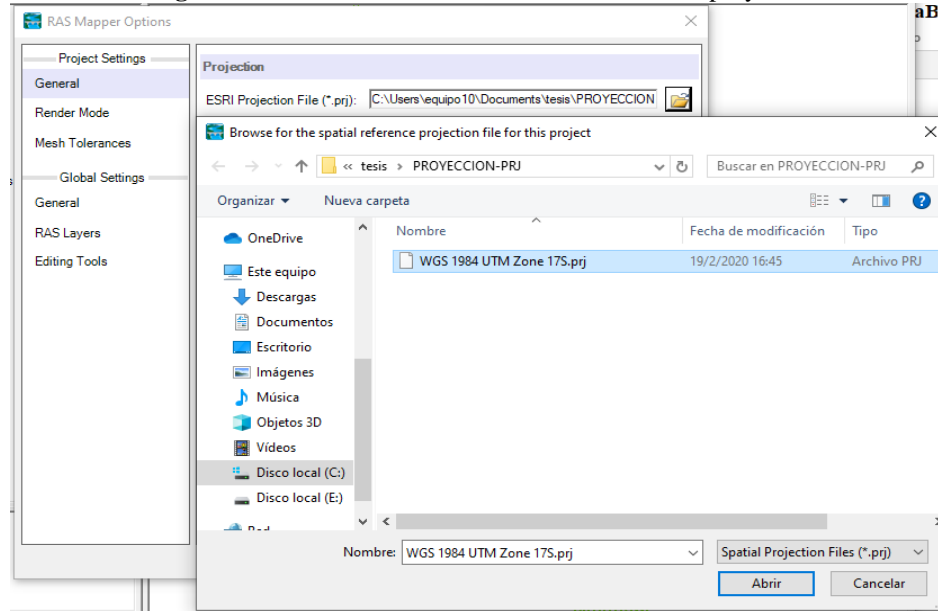
Figura N°140. Lista de opciones de la pestaña Tools



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Aparece el cuadro Ras Mapper Option, en el cual se escogerá la proyección en este caso la opción WGS 1984 UTM Zone 17S.

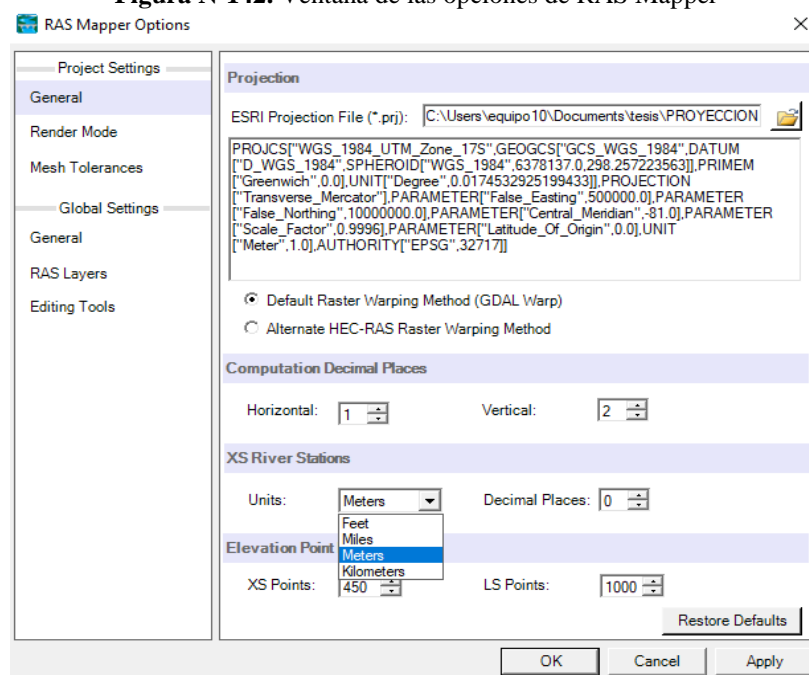
Figura N°141. Ventana del DATUM de la zona del proyecto.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa la proyección según la zona del proyecto. En la opción Units seleccionar Meters. Clic en Ok.

Figura N°142. Ventana de las opciones de RAS Mapper

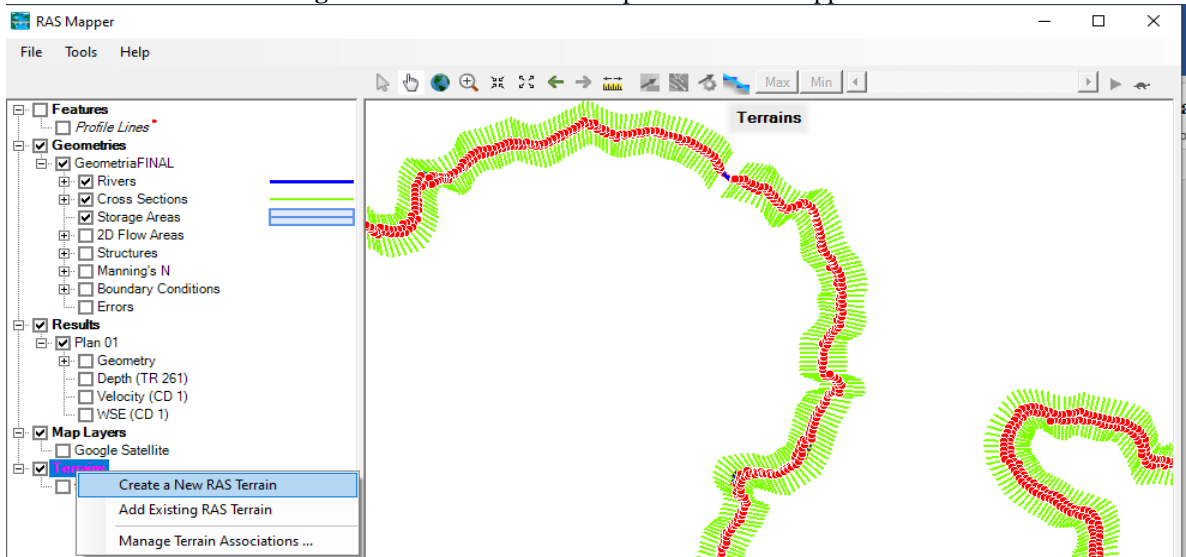


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

TERRENO

Para cargar el terreno en base a las ortofotos modelo DTM. Clic derecho en Terrains - Create a New RAS Terrain.

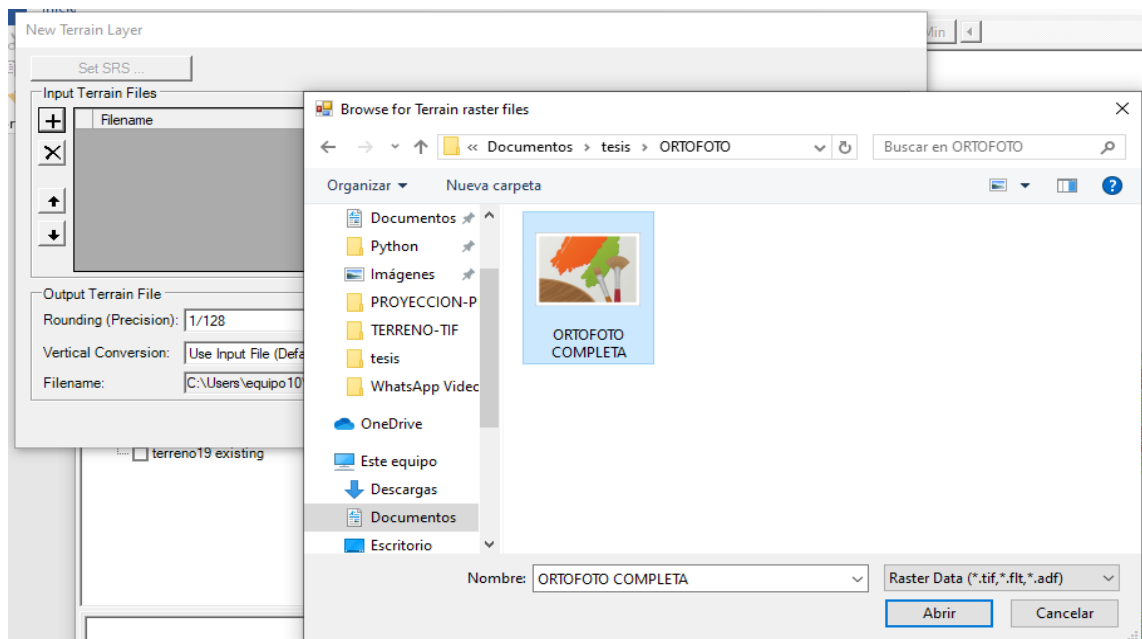
Figura N°143. Ventana de la opción de RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en el icono más, seleccionar el modelo DTM de la zona. Clic en abrir.

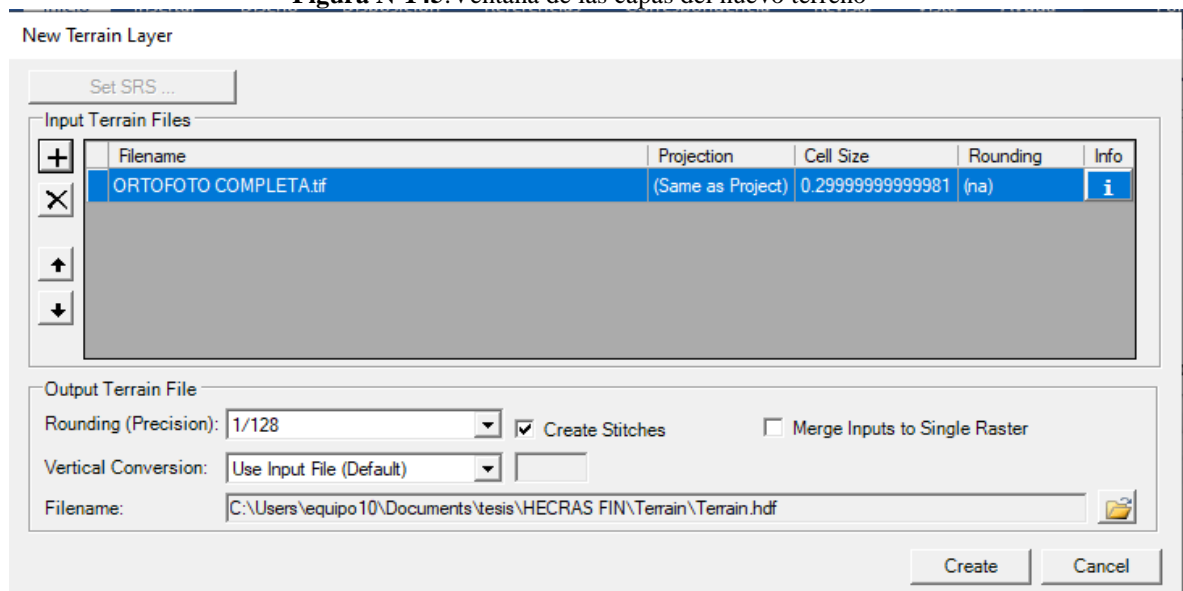
Figura N°144. Ventana para seleccionar la ortofoto completa.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa que la ortofoto se cargó. Clic en Create.

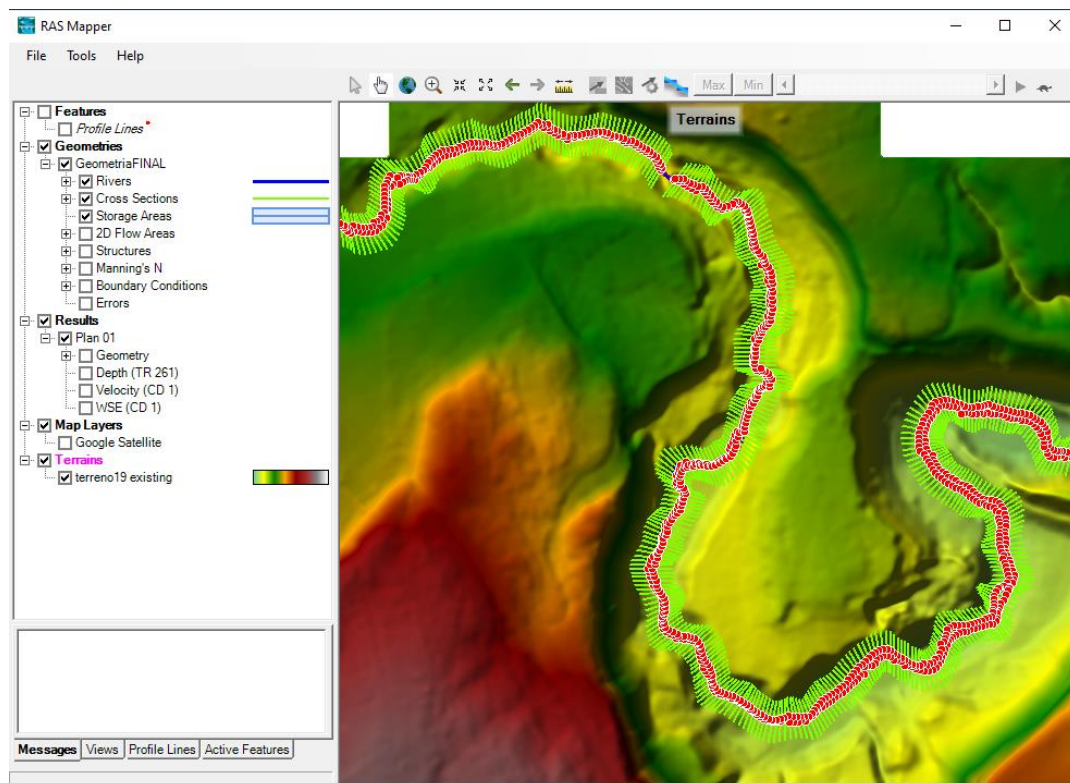
Figura N°145. Ventana de las capas del nuevo terreno



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa el relieve y la topografía del terreno en RAS Mapper.

Figura N°146. Ventana de opciones de RAS Mapper

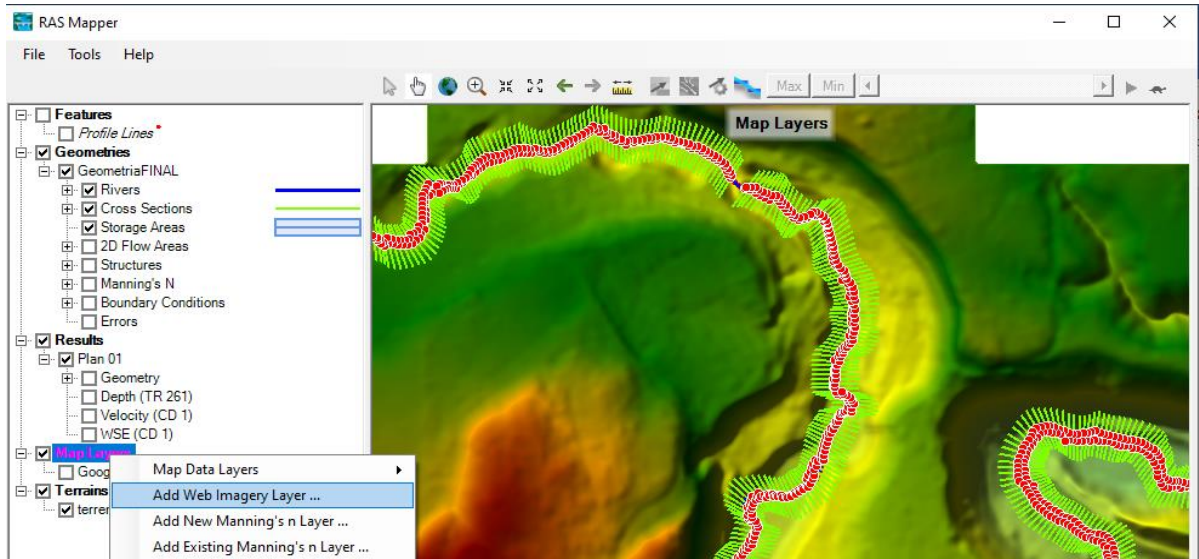


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

MAPA SATELITAL

Clic derecho sobre Map Data Layers, escoger la opción Add Web Imagery Layer.

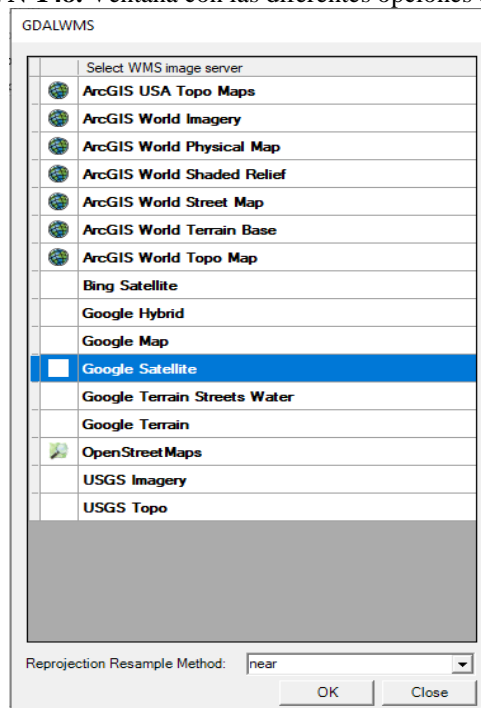
Figura N°147. Ventana de opciones de RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Seleccionar la opción Google Satellite. Clic en Ok.

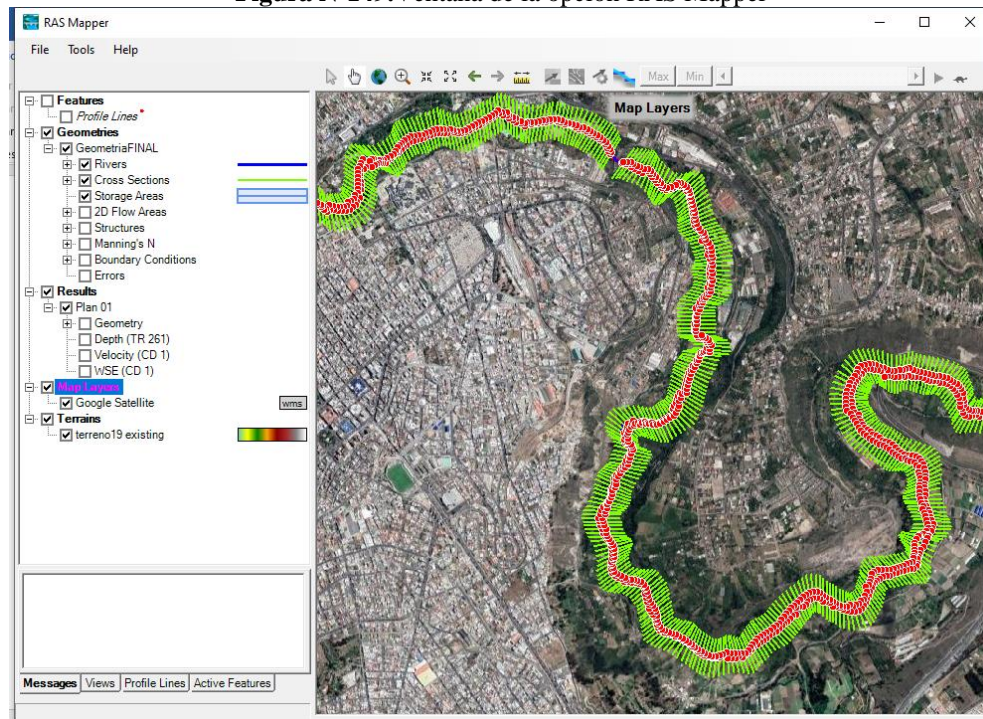
Figura N°148. Ventana con las diferentes opciones de mapas



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa el Mapa Satelital de la zona del proyecto.

Figura N°149. Ventana de la opción RAS Mapper

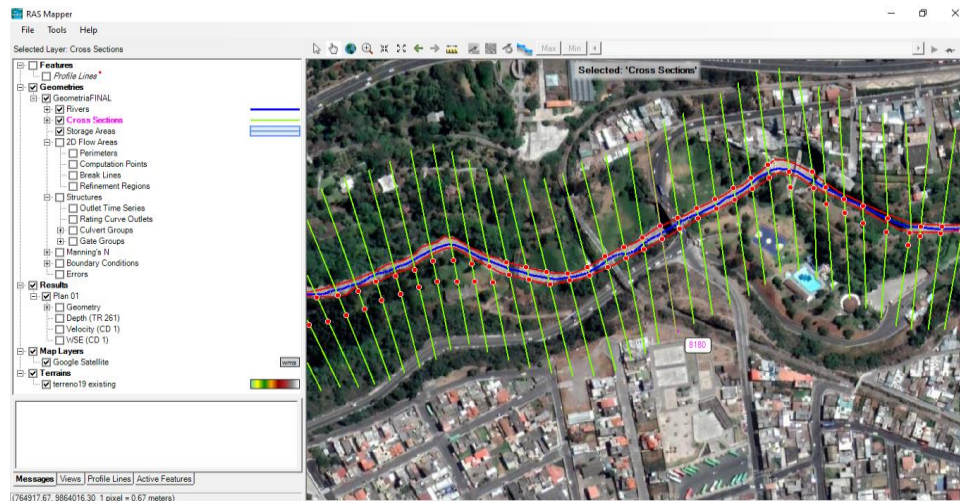


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

CREACIÓN DE PUENTES

Observar en el RAS Mapper la ubicación del puente en base al Mapa Satelital. Después determinar entre que secciones esta la estructura.

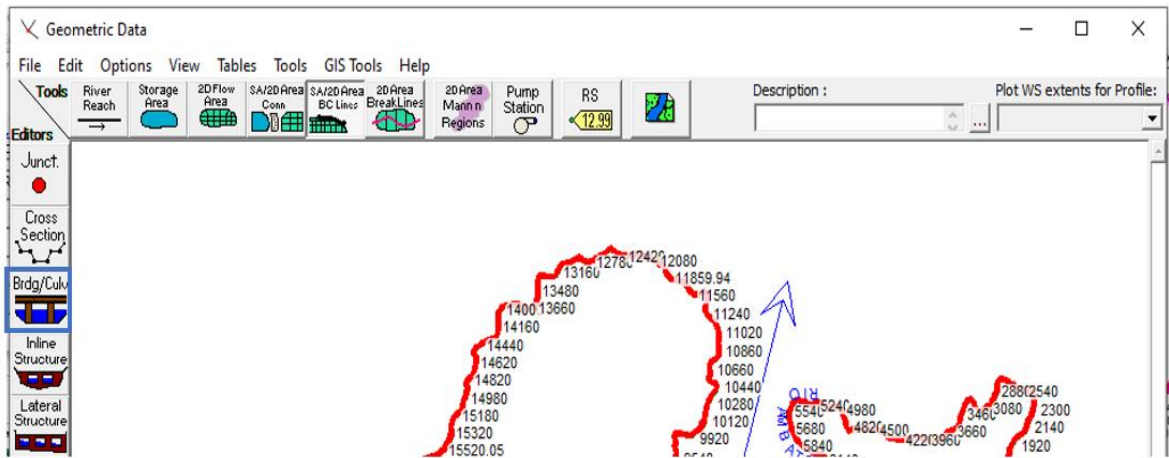
Figura N°150. Ventana de la opción RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En el menú de Geometric Data escoger el icono Bridge/Culvert.

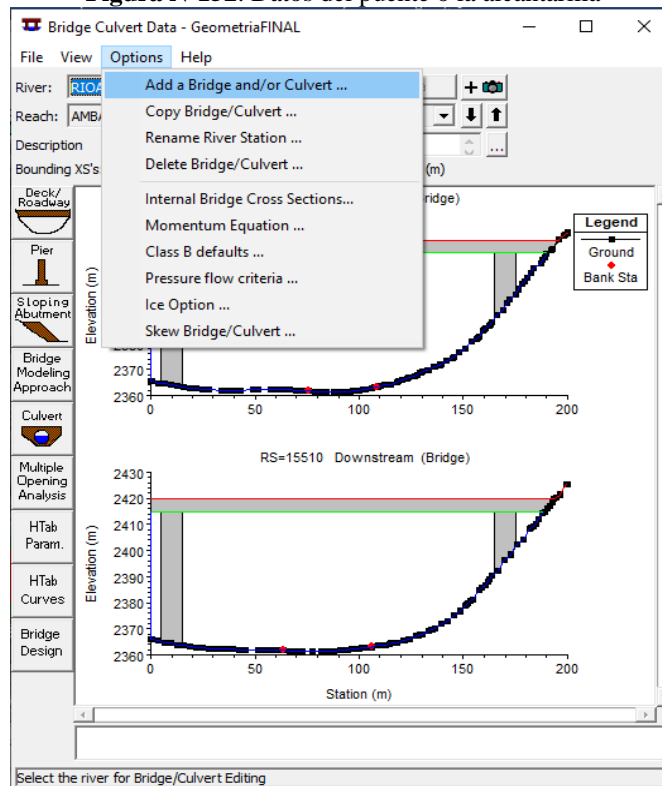
Figura N°151. Ventana de los datos de geometría



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Click en Options-Add a Bridge and/or Culvert.

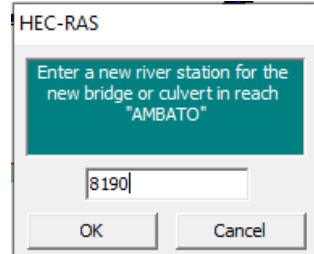
Figura N°152. Datos del puente o la alcantarilla



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Determinar un valor entre las dos secciones donde se ubicará el puente. En este caso el puente de la Av. Indoamérica empezara en la sección 8190. Clic en Ok.

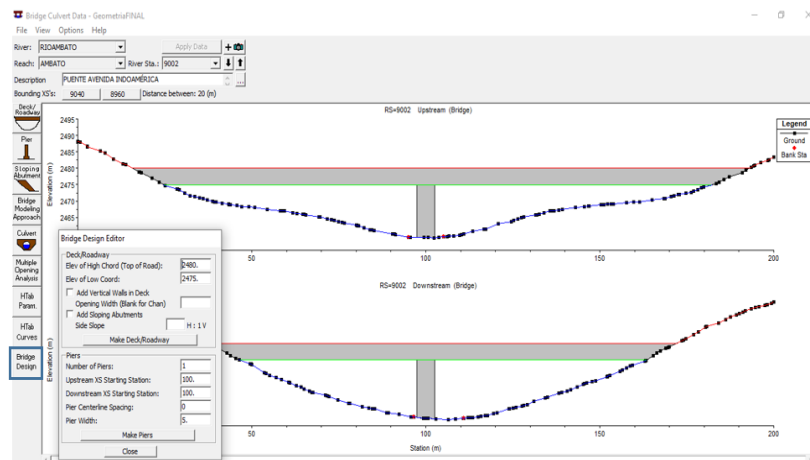
Figura N°153. Ventana de las opciones HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en la opción **Bridge Design**, se desplegará la tabla de **Bridge Design Editor** donde se llenará los datos del puente. En la parte superior de la tabla en **Deck/Roadway** en la opción **Elev of High Chord** colocar la cota que determina por donde van a circular los vehículos y peatones o la cota que indica el punto en el que inicia el espesor del tablero, en **Elev of Low Chord** se ingresa la cota que indica el punto en el que termina el espesor del tablero, en **Add Vertical Walls in Deck Opening Width** ingresar el largo del puente. En la siguiente parte de la tabla en **Pier** ingresar los datos de las pilas del puente. En **Number of Piers** ingresar el número de pilas, en **Upstream XS Starting Station** y en **Downstream XS Starting Station** colocar el punto en x donde se van a colocar las pilas, en **Pier Centerline Spacing** la separación entre pilas y en **pier width** el ancho de las pilas. Después clic en **Ok** se observará el puente.

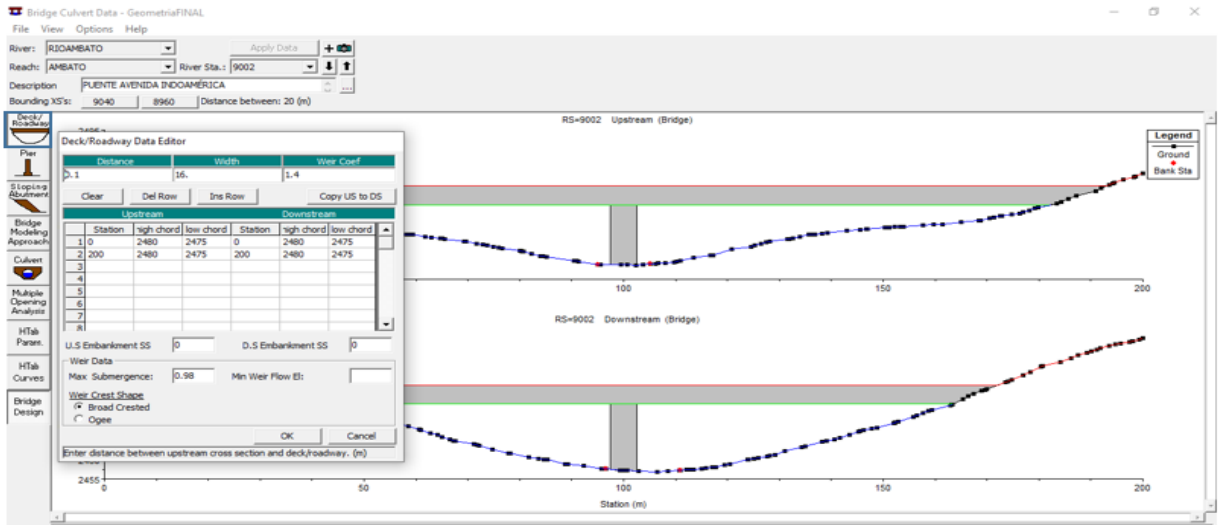
Figura N°154. Datos del puente o la alcantarilla



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en **Deck/Roadway** se abrirá una tabla donde se colocará en **width** el ancho del puente. Clic en **Ok**.

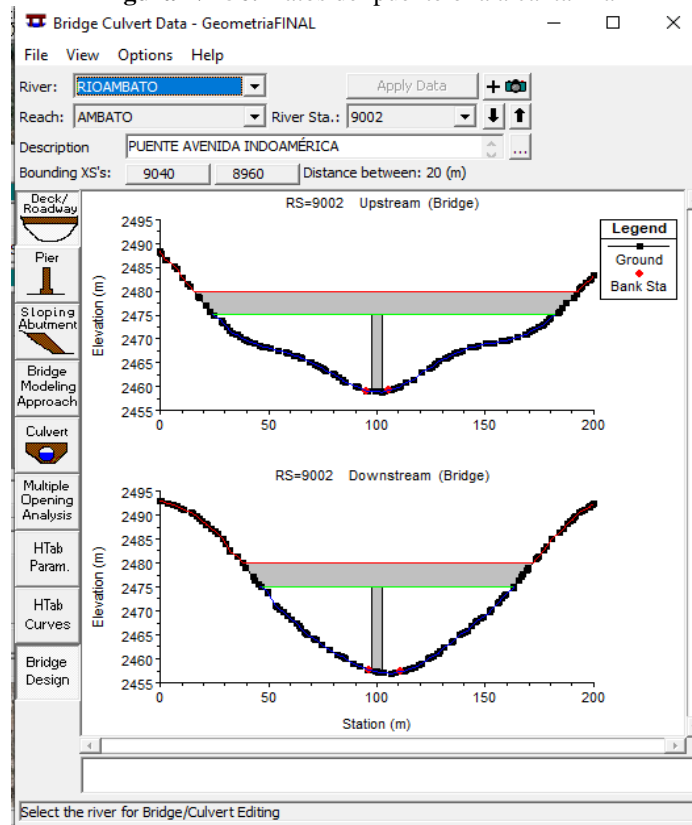
Figura N°155. Ventana de los datos del puente



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa el puente en vista transversal.

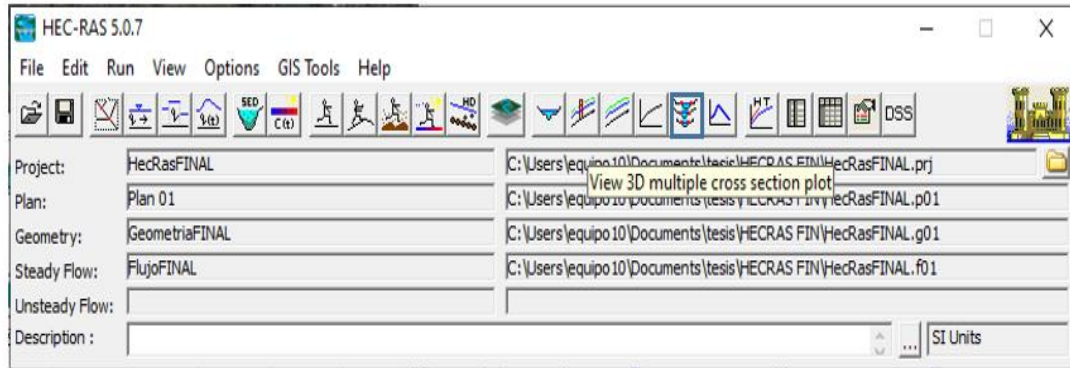
Figura N°156. Datos del puente o la alcantarilla



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Para observar en 3D en el Menú principal seleccionar el icono **View 3D multiple cross section plot**.

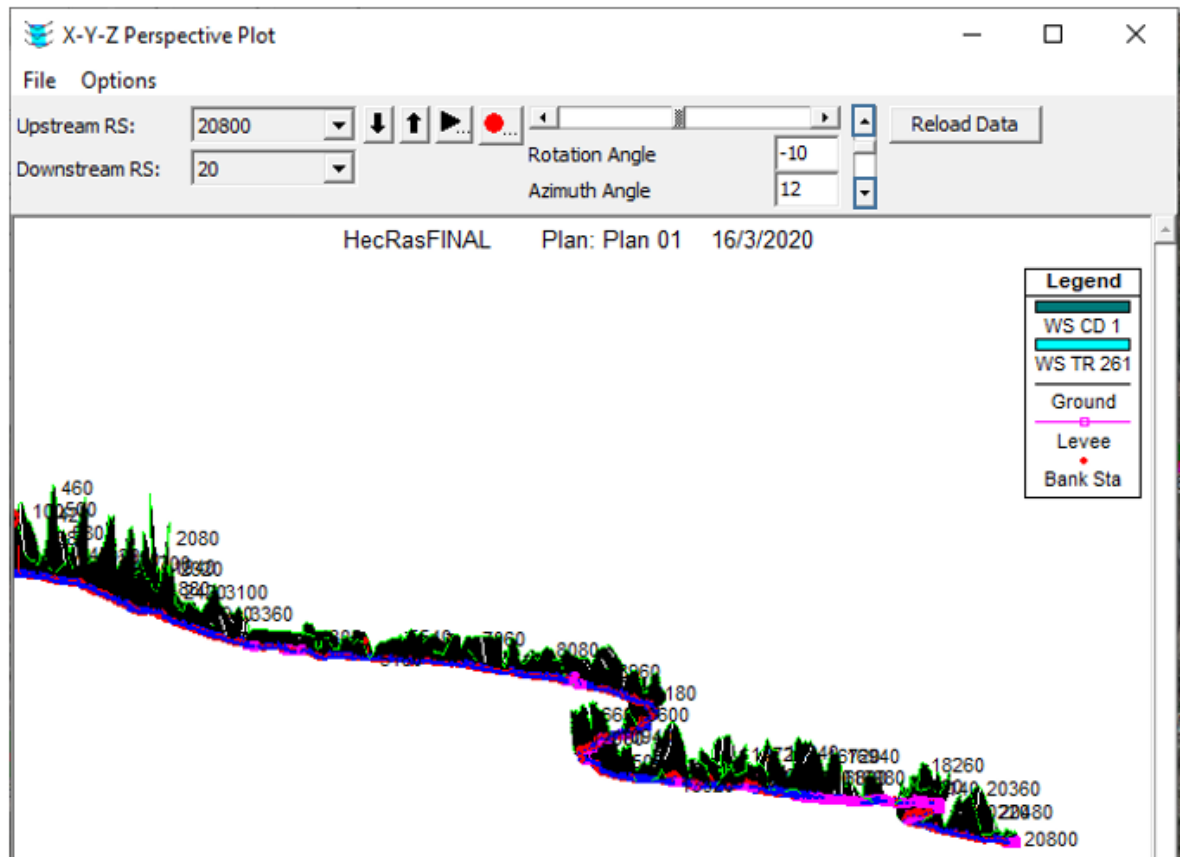
Figura N°157. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observa el Río en 3D, clic en los triángulos para acercar y observar el puente.

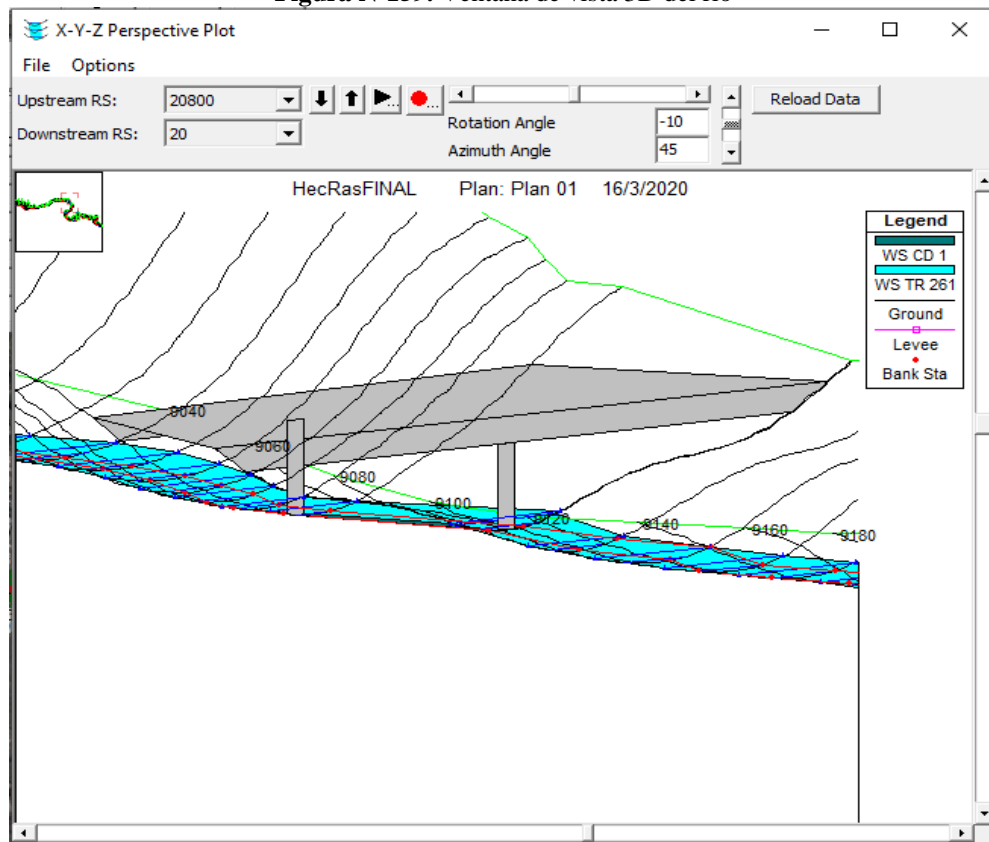
Figura N°158. Ventana de vista 3D del río



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se puede ver el puente más cerca.

Figura N°159. Ventana de vista 3D del río

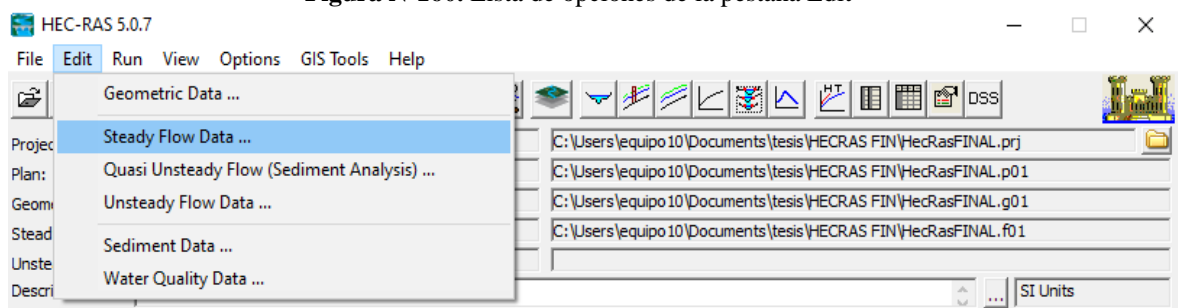


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

CONDICIONES DE BORDE

En el Menú principal clic en **Edit–Steady Flow Data**.

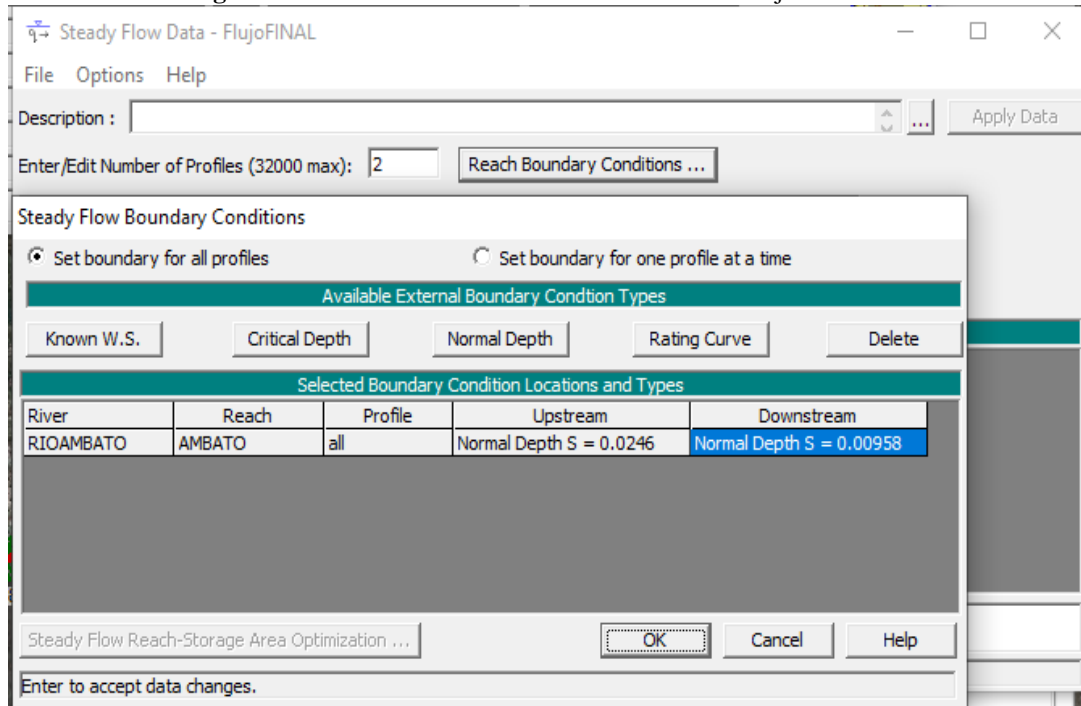
Figura N°160. Lista de opciones de la pestaña Edit



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se abre el siguiente cuadro, clic en **Reach Boundary Conditions**, en el cual se registra las pendientes tantas aguas arriba y abajo. Clic en **Ok**.

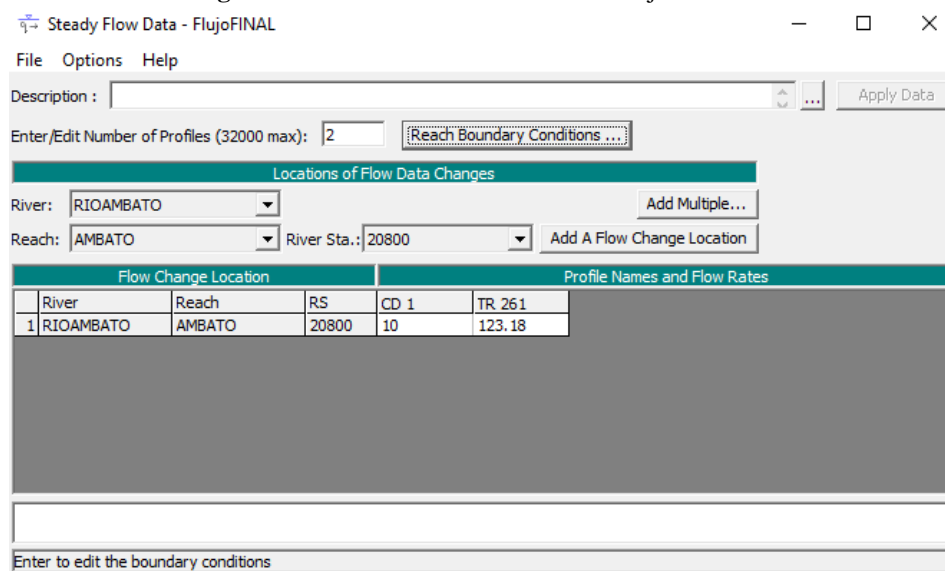
Figura N°161. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En **Enter/Edit Number of Profiles** establecer el número de caudales. Después registrar los valores de los caudales.

Figura N°162. Ventana de los datos del flujo constante

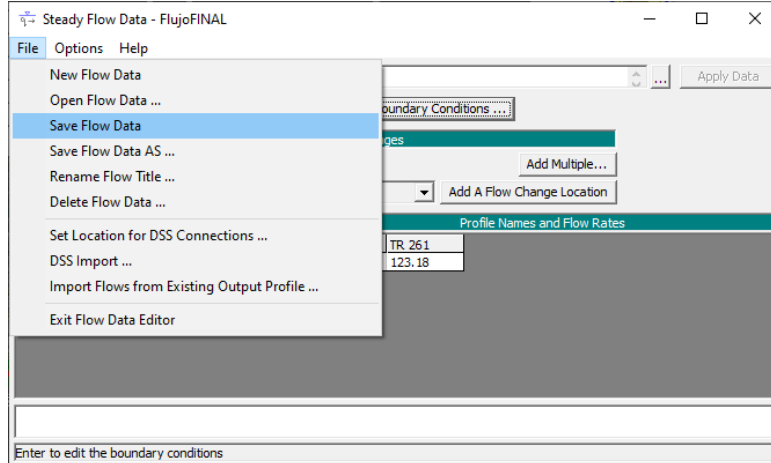


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

CAUDALES

Clic en las opciones **File - Save Flow Data**.

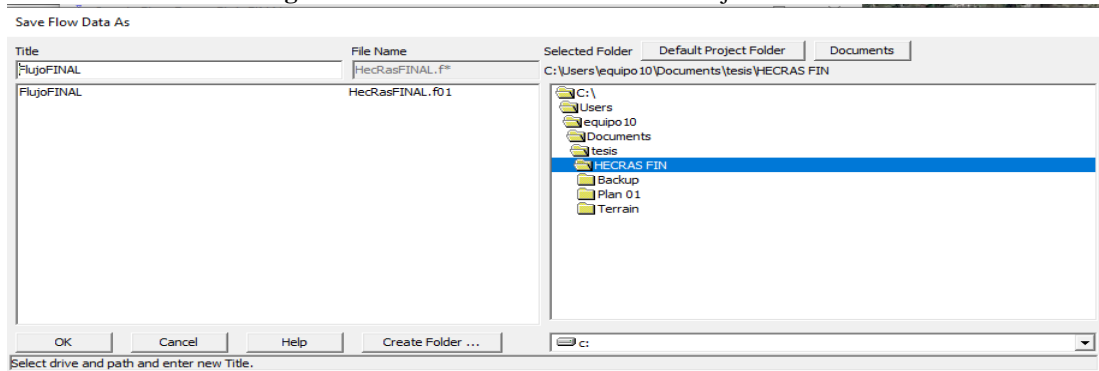
Figura N°163. Lista de la opción archivo (File)



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Seleccionar una carpeta y guardar los caudales para la simulación del Rio. Clic en **Ok**.

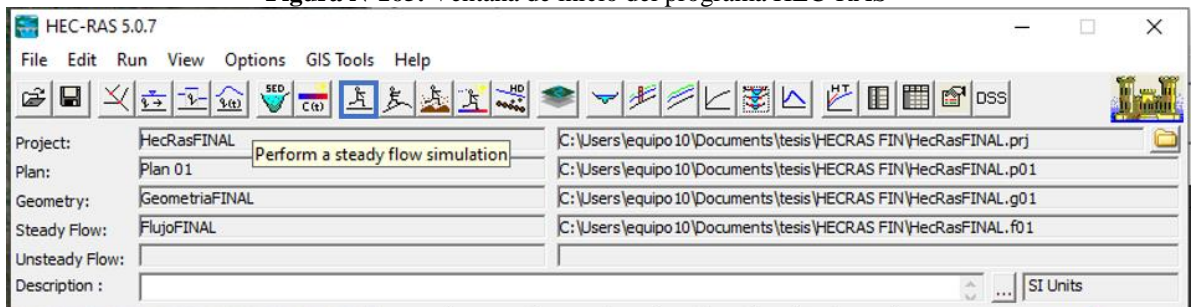
Figura N°164. Ventana de los datos del flujo constante



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Para correr el programa y realizar la simulación con los diferentes caudales, clic en el Menú principal el icono **Perform a steady flow simulation**.

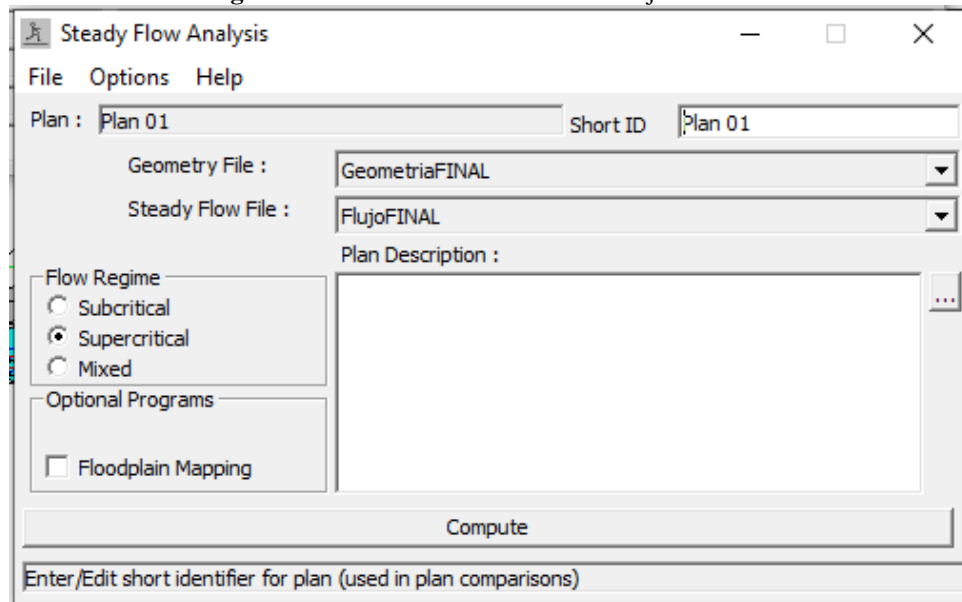
Figura N°165. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

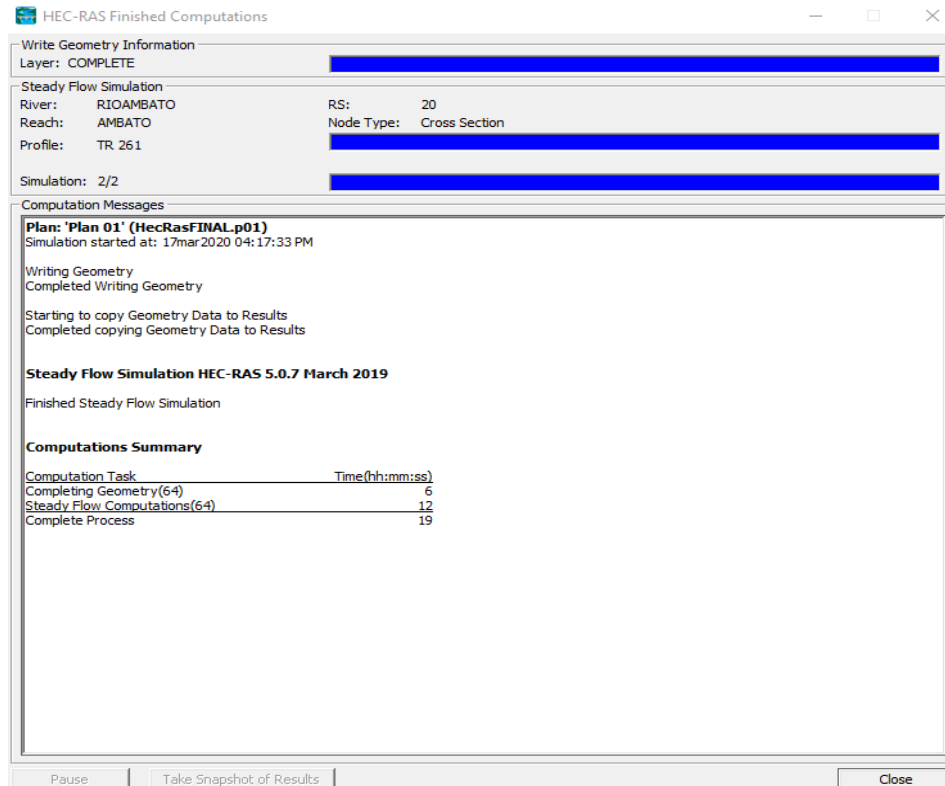
Seleccionar el tipo de flujo, en este caso **supercrítico** y clic en **Compute**.

Figura N°166. Ventana de análisis del flujo constante



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero
Se observa como se está ejecutando el procesamiento de datos del río.

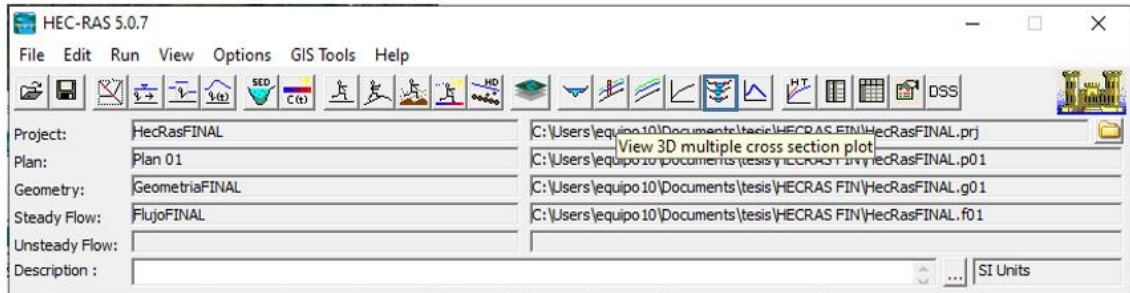
Figura N°167. Ventana de terminación del proceso de análisis.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

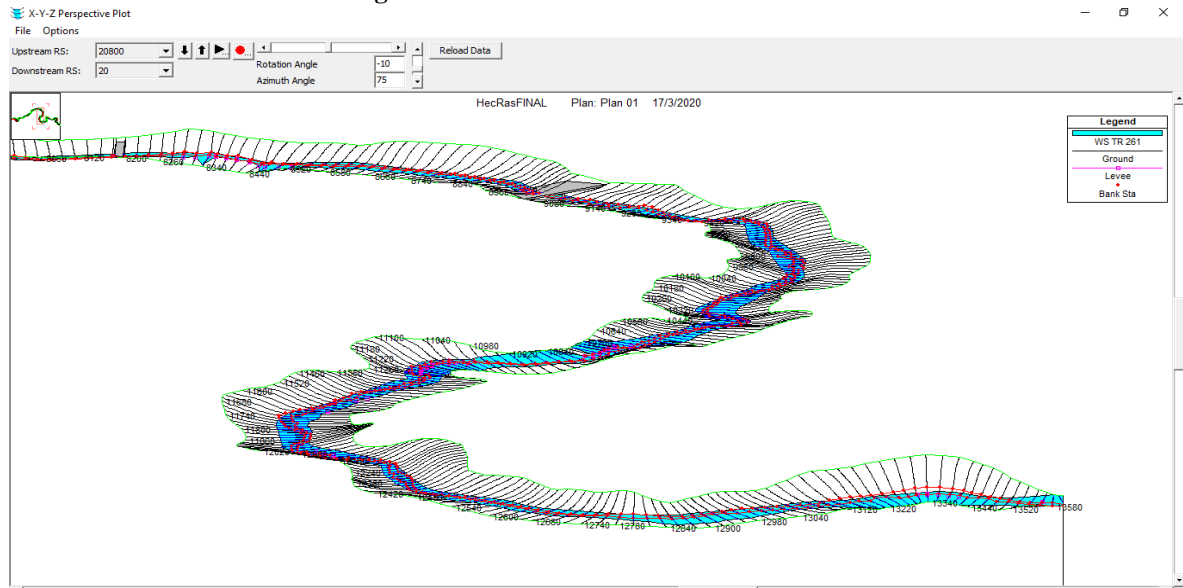
Para observar en **3D** como circulan los diferentes caudales en el Río Ambato, clic en el Menú principal seleccionar el icono **View 3D multiple cross section plot**.

Figura N°168. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero
Se observa el Rio en 3D, clic en los triángulos para acercar y observar como circulan los diferentes caudales en el Rio Ambato.

Figura N°169. Ventana de vista 3D del río

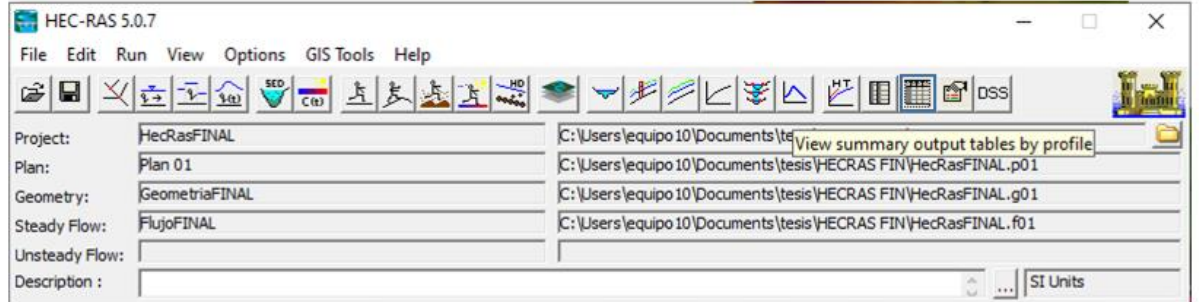


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

RESULTADOS

En el Menú clic en el icono **View Summary output tables by profile**.

Figura N°170. Ventana de inicio del programa HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se puede observar una tabla de resultados por abscisa cada 20 m.

Figura N°171. Ventana con la tabla de resultados

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIOAMBATO Reach: AMBATO													Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	
AMBATO	20800	CD 1	10.00	2316.81	2317.50	2317.53	2317.77	0.024614	1.61	4.83	10.30	0.85	
AMBATO	20800	TR 261	123.18	2316.81	2318.53	2318.53	2318.65	0.002899	1.17	81.80	63.93	0.35	
AMBATO	20780	CD 1	10.00	2317.11	2317.80	2317.80	2318.06	0.020580	1.60	4.74	8.50	0.79	
AMBATO	20780	TR 261	123.18	2317.11	2319.23	2319.23	2319.34	0.002126	1.12	88.04	58.78	0.31	
AMBATO	20760	CD 1	10.00	2316.94	2317.56	2317.56	2317.79	0.018766	1.38	5.19	10.70	0.74	
AMBATO	20760	TR 261	123.18	2316.94	2318.84	2318.84	2319.03	0.004913	1.65	65.02	50.89	0.46	
AMBATO	20740	CD 1	10.00	2316.94	2317.46	2317.46	2317.64	0.018687	1.29	5.82	14.78	0.72	
AMBATO	20740	TR 261	123.18	2316.94	2318.37	2318.37	2318.84	0.017212	3.00	41.19	42.55	0.87	
AMBATO	20720	CD 1	10.00	2317.02	2317.59	2317.59	2317.79	0.023728	1.78	5.27	12.36	0.86	
AMBATO	20720	TR 261	123.18	2317.02	2318.51	2318.51	2318.99	0.017640	3.25	40.85	42.45	0.89	
AMBATO	20700	CD 1	10.00	2317.13	2317.58	2317.58	2317.77	0.030885	1.91	5.22	13.80	0.96	
AMBATO	20700	TR 261	123.18	2317.13	2318.67	2318.67	2319.15	0.017450	3.46	41.68	42.13	0.90	
AMBATO	20680	CD 1	10.00	2316.94	2317.57	2317.57	2317.78	0.022815	1.69	5.18	11.09	0.83	
AMBATO	20680	TR 261	123.18	2316.94	2318.51	2318.51	2319.03	0.018489	3.34	39.26	38.27	0.91	
AMBATO	20660	CD 1	10.00	2316.78	2317.22	2317.22	2317.37	0.027179	1.38	5.94	20.63	0.85	
AMBATO	20660	TR 261	123.18	2316.78	2318.31	2318.31	2318.81	0.016872	3.02	40.04	41.14	0.86	
AMBATO	20640	CD 1	10.00	2317.17	2317.54	2317.54	2317.66	0.035905	1.60	6.34	25.18	0.97	
AMBATO	20640	TR 261	123.18	2317.17	2318.50	2318.50	2318.96	0.018993	3.18	41.98	45.82	0.91	
AMBATO	20620	CD 1	10.00	2317.80	2318.15	2318.15	2318.26	0.038785	1.52	6.62	28.65	0.99	
AMBATO	20620	TR 261	123.18	2317.80	2319.04	2319.04	2319.47	0.020558	3.02	43.23	51.09	0.93	
AMBATO	20600	CD 1	10.00	2318.16	2318.54	2318.54	2318.66	0.035459	1.59	6.43	26.41	0.97	
AMBATO	20600	TR 261	123.18	2318.16	2319.45	2319.45	2319.91	0.023025	3.09	41.93	51.31	0.97	
AMBATO	20580	CD 1	10.00	2318.69	2319.00	2319.00	2319.15	0.020943	0.88	6.08	20.30	0.69	

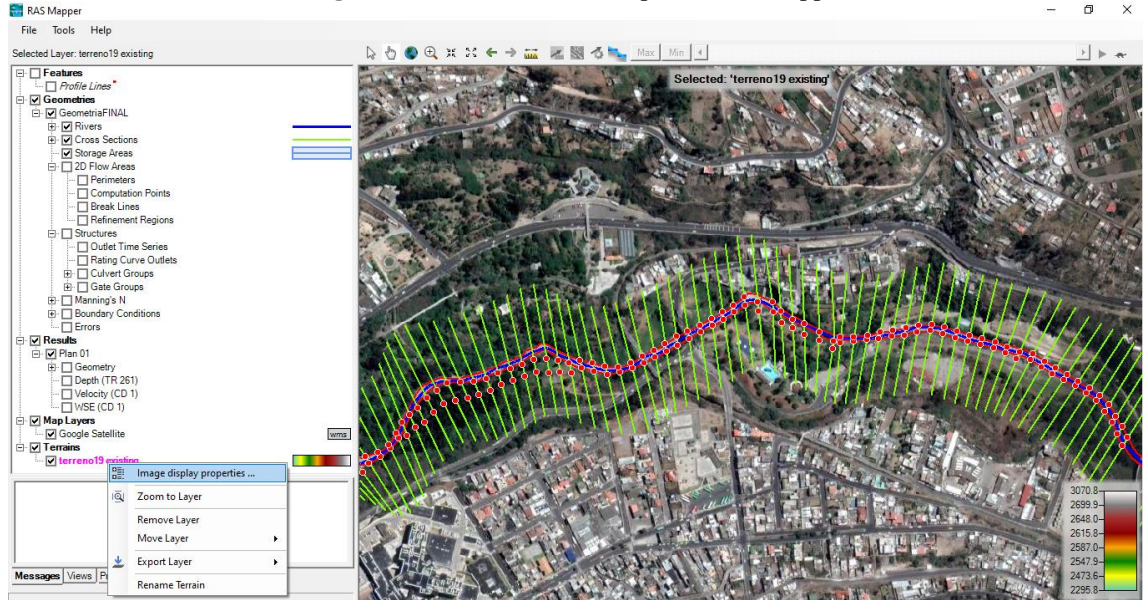
Total flow in cross section.

Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

CURVAS DE NIVEL

Clic derecho sobre el terreno y seleccionar **Image display Properties**.

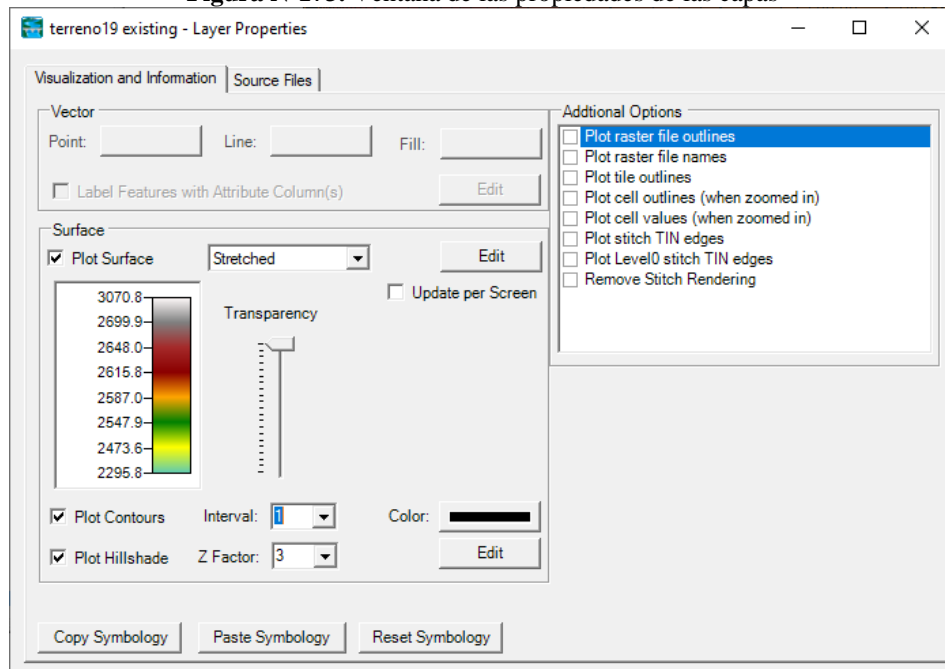
Figura N°172. Ventana de la opción RAS Mapper



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Colocar un visto en Plot Contours y colocar la separación entre curvas de nivel en este cada 1 metro.

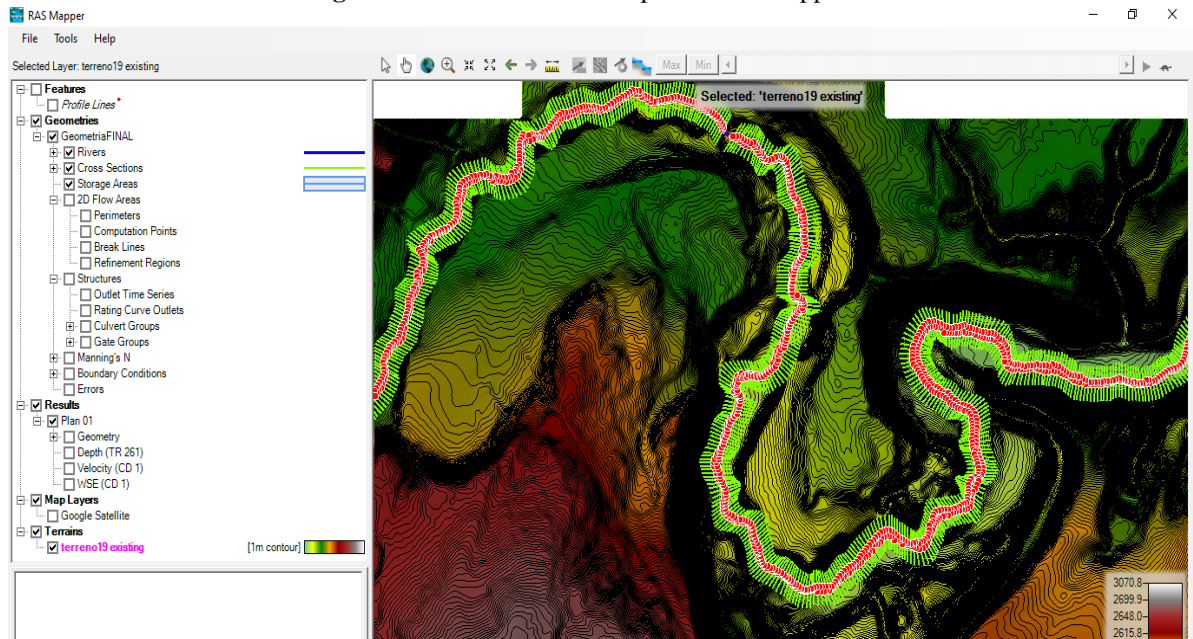
Figura N°173. Ventana de las propiedades de las capas



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se observan las curvas de nivel cada 1 metro.

Figura N°174. Ventana de la opción RAS Mapper

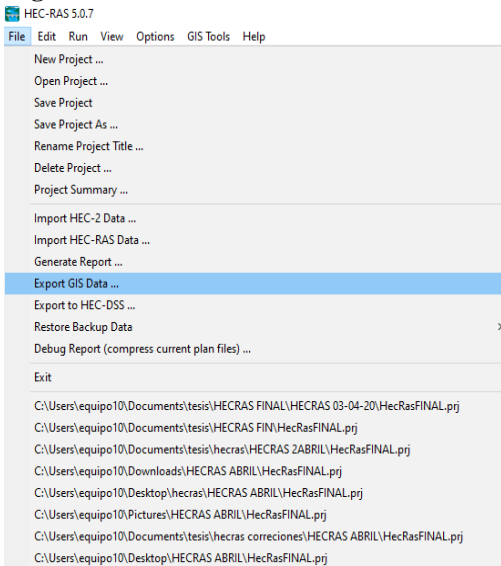


Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

EXPORTAR DE HEC-RAS A ARCGIS

En la ventana principal de HEC-RAS, seleccionar la opción archivo (file), se desplegarán varias opciones. Clic **Export GIS Data**, para exportar el archivo a Arcgis.

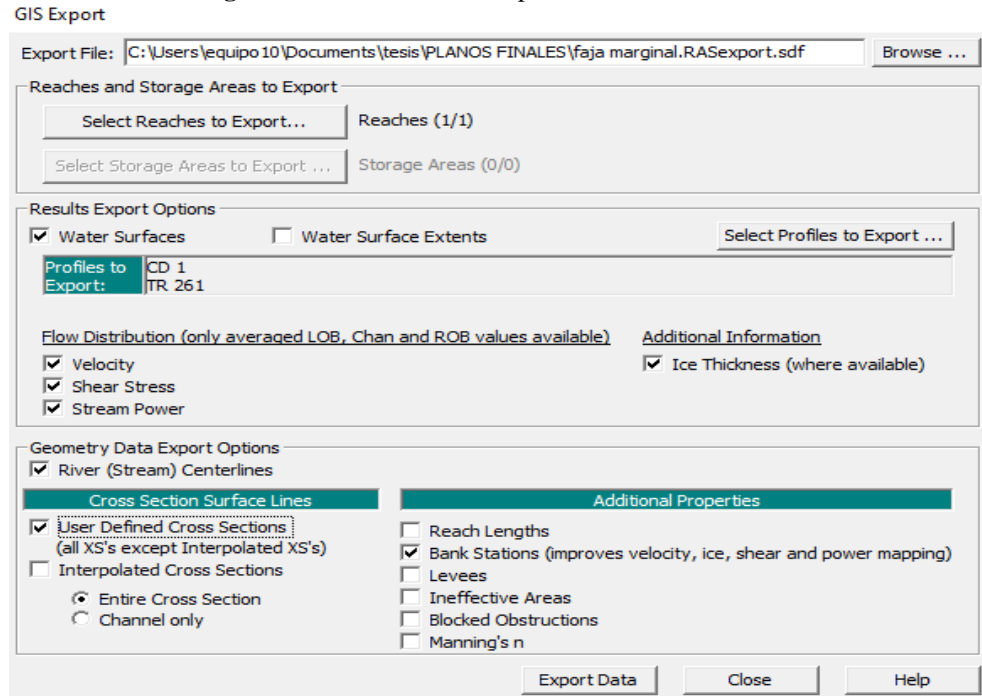
Figura N°175. Ventana de inicio de HEC-RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la opción de exportar a Arcgis llenar los siguientes datos. Después seleccionar la opción datos de exportación. Se genera un archivo .sdf y clic en aceptar.

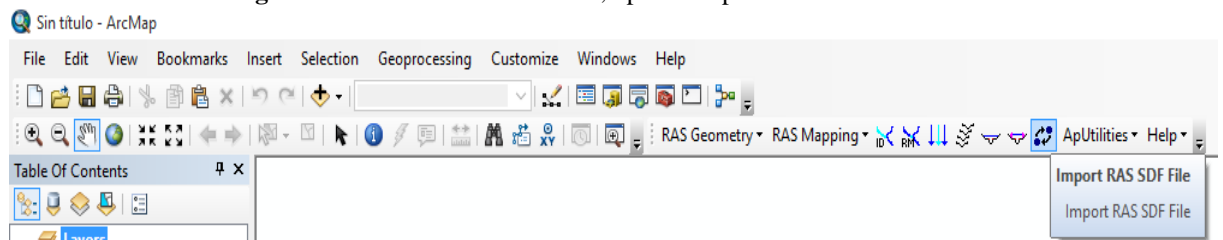
Figura N°176. Ventana de exportación de datos ArcGIS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Abrir el programa ArcGIS, seleccionar la opción para transformar el archivo de .sdf a xml.

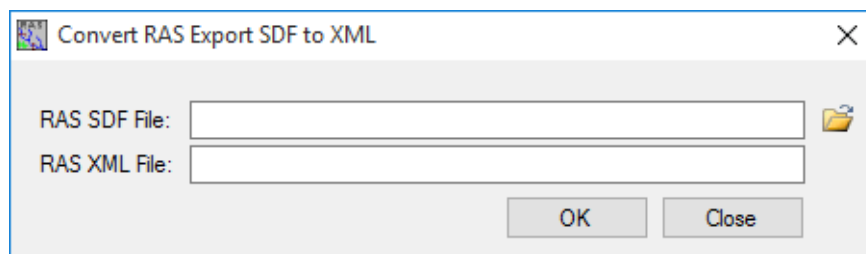
Figura N°177. Ventana de ArcGIS, opción Import RAS SDF File



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Aparece el siguiente cuadro donde se carga el archivo RAS SDF. Clic en Ok.

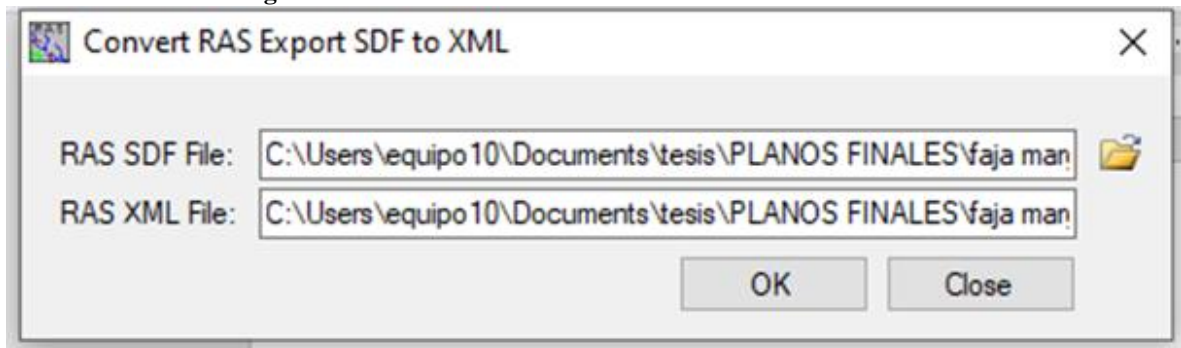
Figura N°178. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Observar la conversión del archivo de .sdf a kml

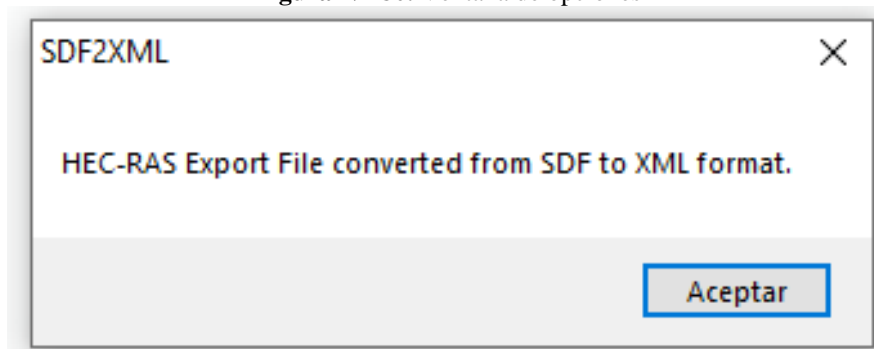
Figura N°179. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Clic en la opción aceptar.

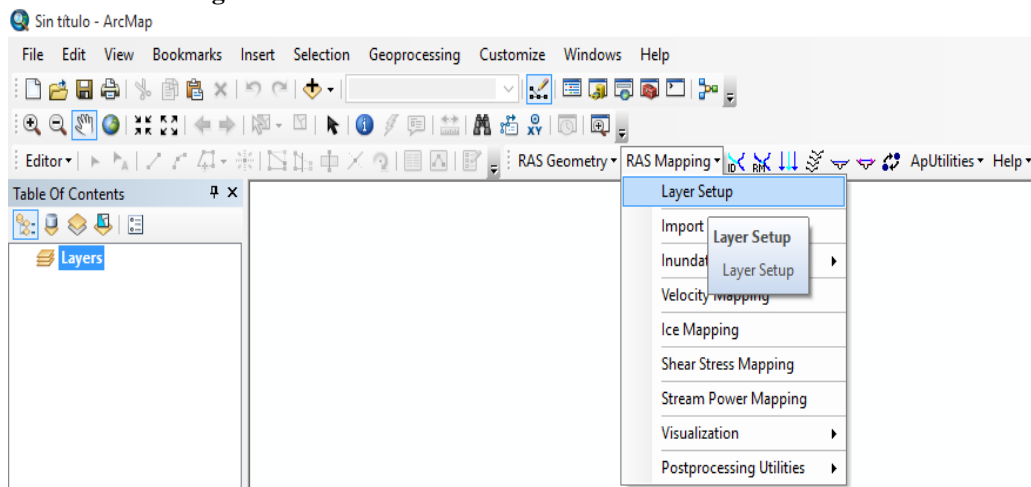
Figura N°180. Ventana de opciones



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la opción RAS Mapping, seleccionar la opción configuración de la capa **Layer Setup**.

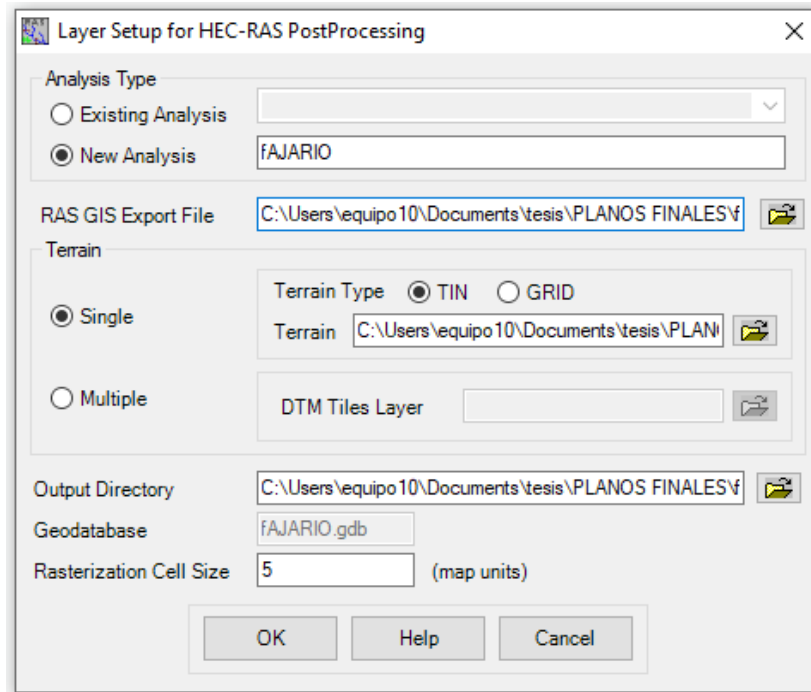
Figura N°181. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Llenar la tabla de post proceso, colocar el nombre del archivo, cargar el archivo de superficie TIN, la ubicación donde se desea guardar el archivo y el tamaño de las celdas de renderización.

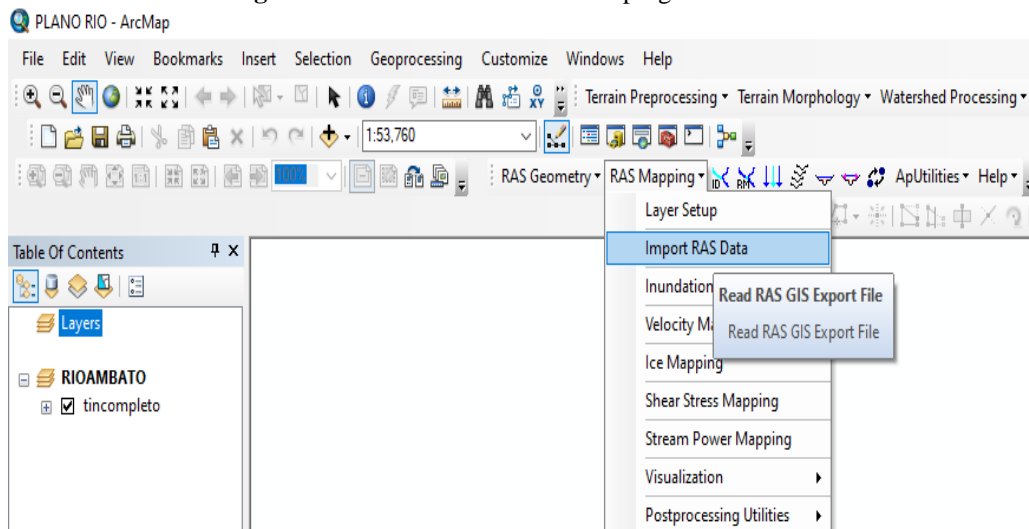
Figura N°182. Ventana de postproceso HEC-RAS para configurar la capa



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar importar datos desde RAS (**Import RAS Data**)

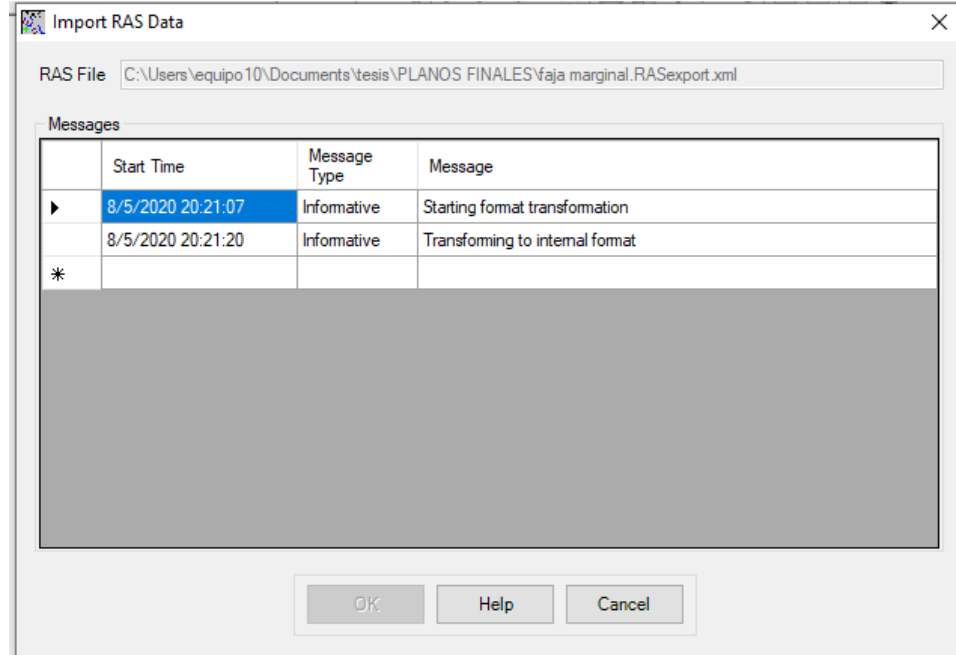
Figura N°183. Ventana de inicio del programa ArcGIS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Aparece un cuadro de importación de datos de RAS, en donde se seleccionó la opción **OK** para que se realice el proceso de importación.

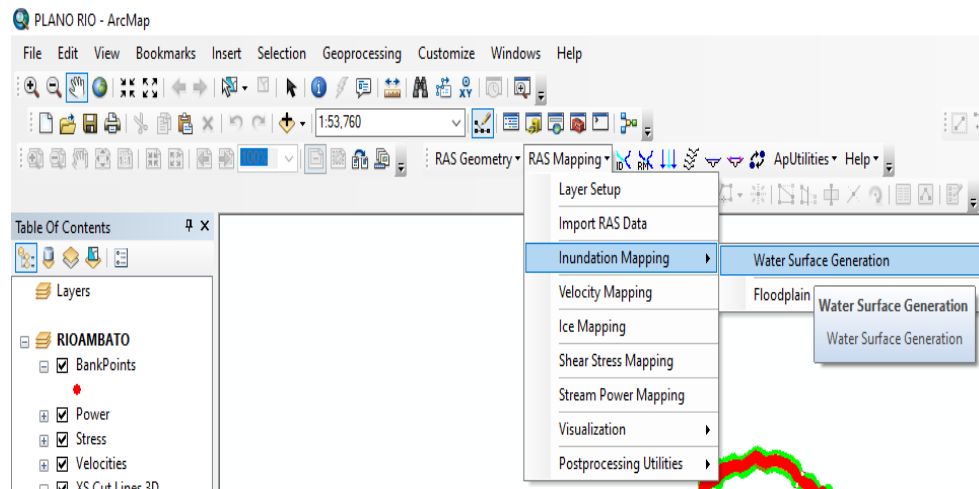
Figura N°184. Ventana de importación de datos de RAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapas de inundaciones (**Inundation Mapping**) y luego clic en generación de la superficie de agua (**Water Surface Generation**).

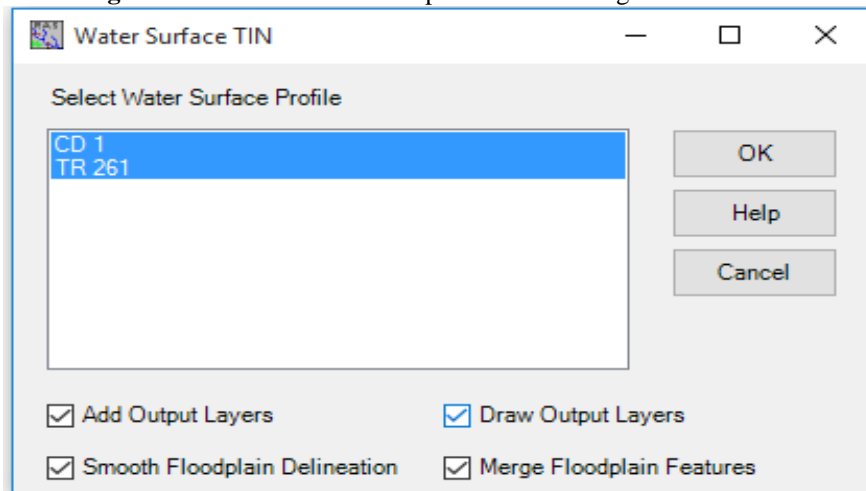
Figura N°185. Ventana de inicio del programa ArcGIS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Aparece un cuadro de la superficie TIN del agua seleccionada, donde se escoge el caudal mínimo y el caudal máximo del río para periodos de retorno determinados. Después clic en la opción unir las características de la llanura de inundación (**Merge Floodplain Features**). Clic en **OK**.

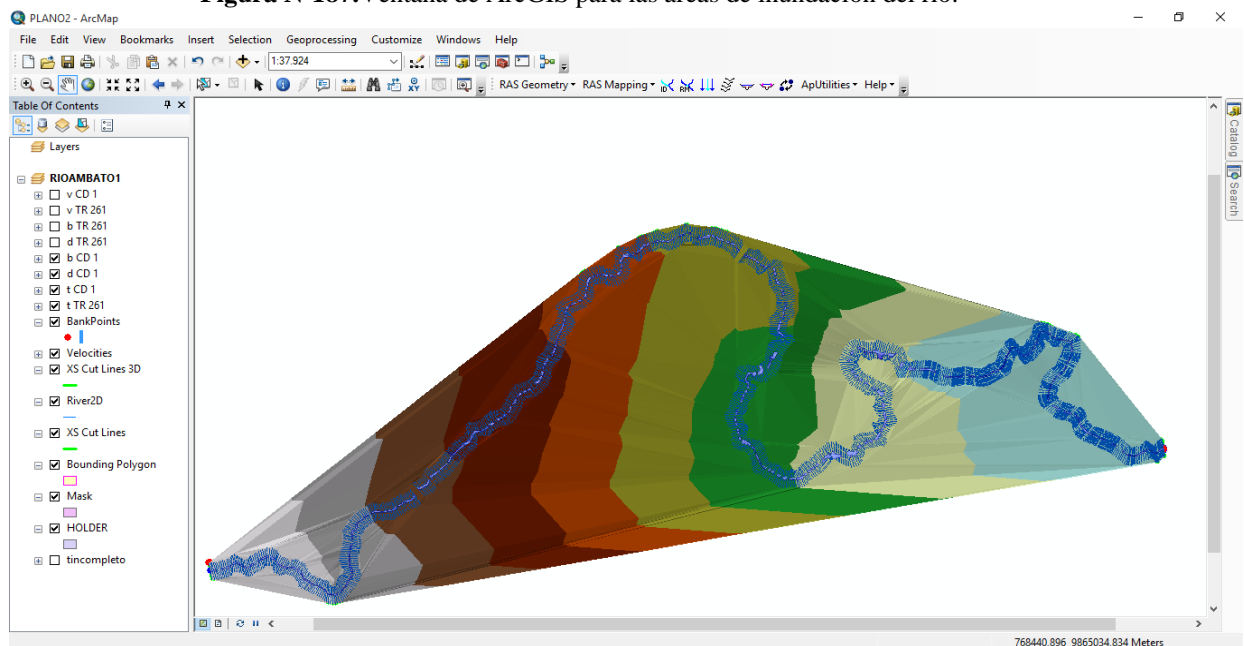
Figura N°186. Ventana de la superficie TIN del agua seleccionada



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Observar el mapa de inundación de las superficies TIN para los diferentes periodos de retorno.

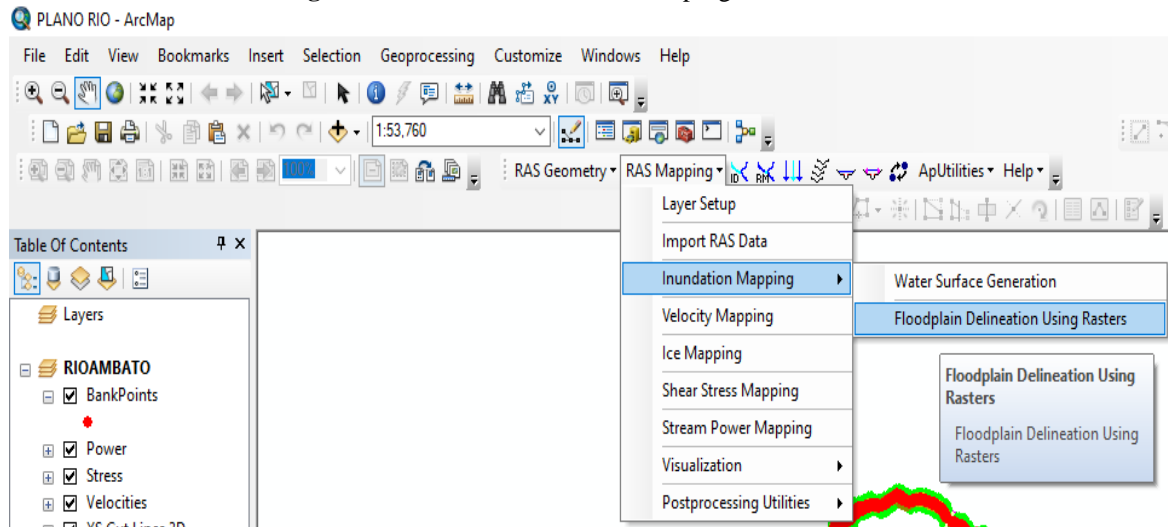
Figura N°187. Ventana de ArcGIS para las áreas de inundación del río.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapa de inundaciones (**Inundation Mapping**) y luego delineación de llanuras de inundación usando rasters (**Floodplain Delineation Using Rasters**), con esto se crearán los archivos rasters de los diferentes periodos de retorno.

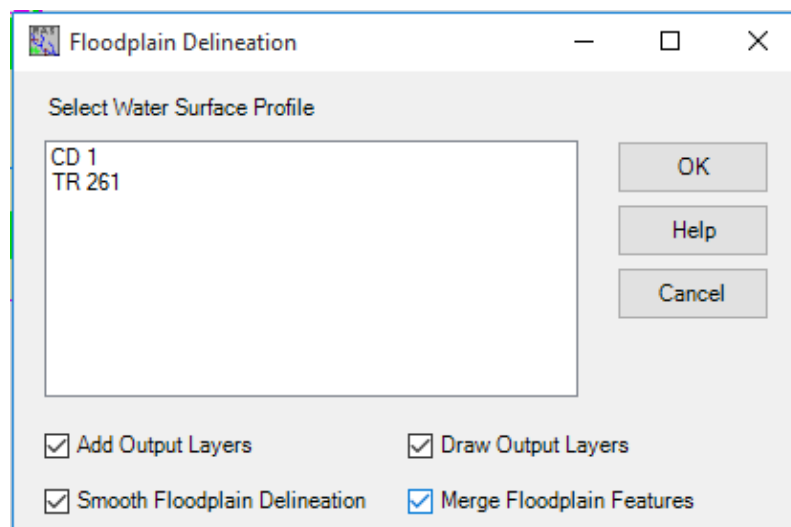
Figura N°188. Ventana de inicio del programa ArcGIS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la ventana de la delineación de llanuras de inundación usando rasters (**Floodplain Delineation Using Rasters**) escoger cada periodo de retorno, seleccionar la opción unir las características de llanura de inundación (**Merge Floodplain Features**) y clic en Ok.

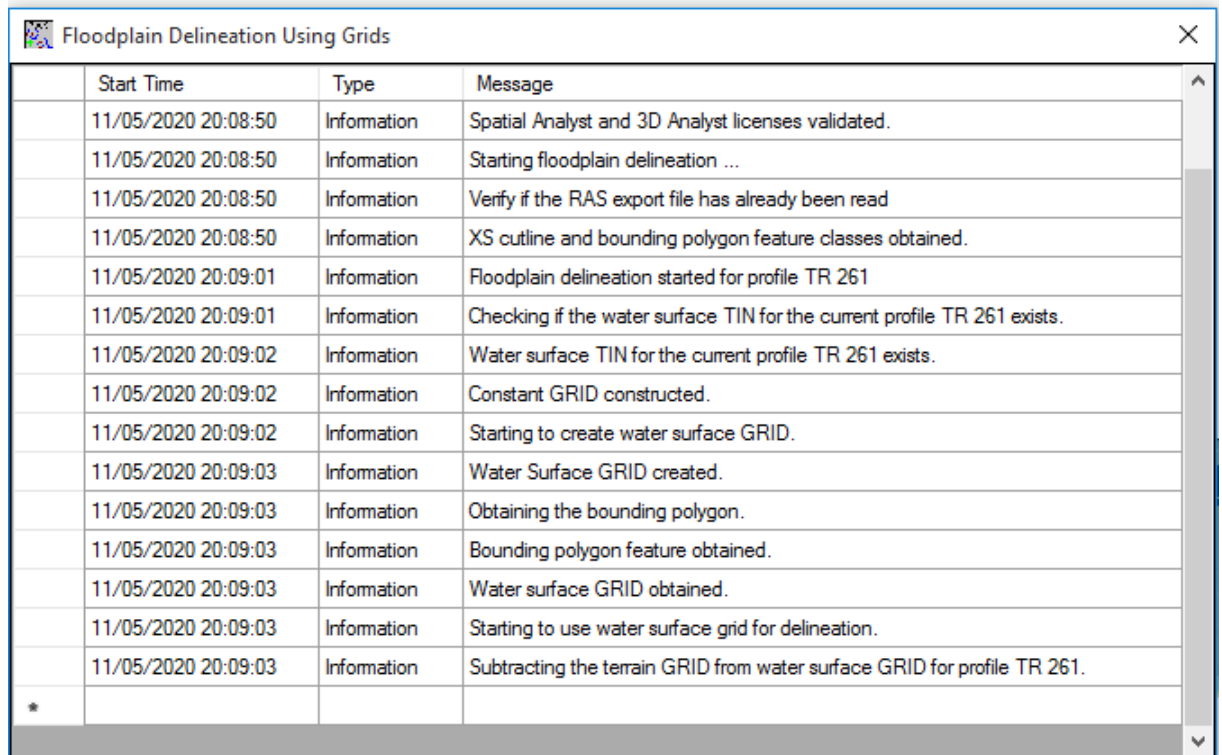
Figura N°189. Ventana de la delineación de llanuras de inundación



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Observar cómo se realizó la simulación de la delineación de llanuras de inundación para el periodo de retorno escogido.

Figura N°190. Ventana de la simulación de la delineación de llanuras de inundación

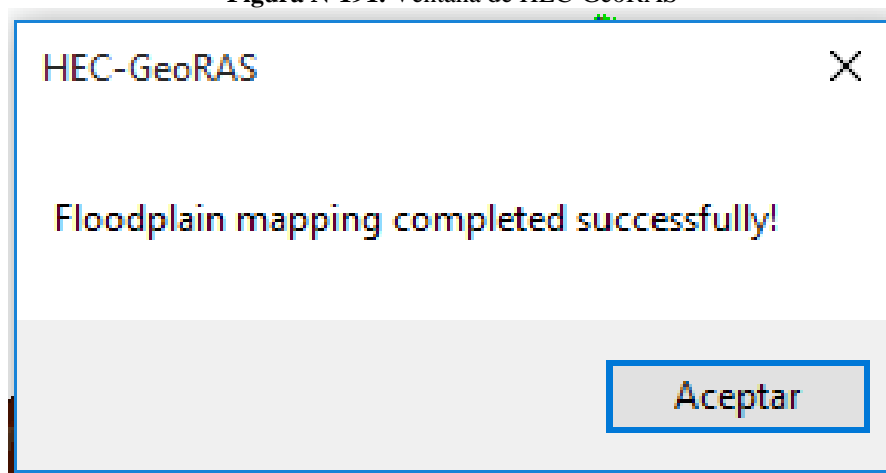


Start Time	Type	Message
11/05/2020 20:08:50	Information	Spatial Analyst and 3D Analyst licenses validated.
11/05/2020 20:08:50	Information	Starting floodplain delineation ...
11/05/2020 20:08:50	Information	Verify if the RAS export file has already been read
11/05/2020 20:08:50	Information	XS cutline and bounding polygon feature classes obtained.
11/05/2020 20:09:01	Information	Floodplain delineation started for profile TR 261
11/05/2020 20:09:01	Information	Checking if the water surface TIN for the current profile TR 261 exists.
11/05/2020 20:09:02	Information	Water surface TIN for the current profile TR 261 exists.
11/05/2020 20:09:02	Information	Constant GRID constructed.
11/05/2020 20:09:02	Information	Starting to create water surface GRID.
11/05/2020 20:09:03	Information	Water Surface GRID created.
11/05/2020 20:09:03	Information	Obtaining the bounding polygon.
11/05/2020 20:09:03	Information	Bounding polygon feature obtained.
11/05/2020 20:09:03	Information	Water surface GRID obtained.
11/05/2020 20:09:03	Information	Starting to use water surface grid for delineation.
11/05/2020 20:09:03	Information	Subtracting the terrain GRID from water surface GRID for profile TR 261.

Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En la ventana de HEC-GeoRAS, se visualiza un mensaje que indica que el mapa de llanura de inundación se simuló con éxito.

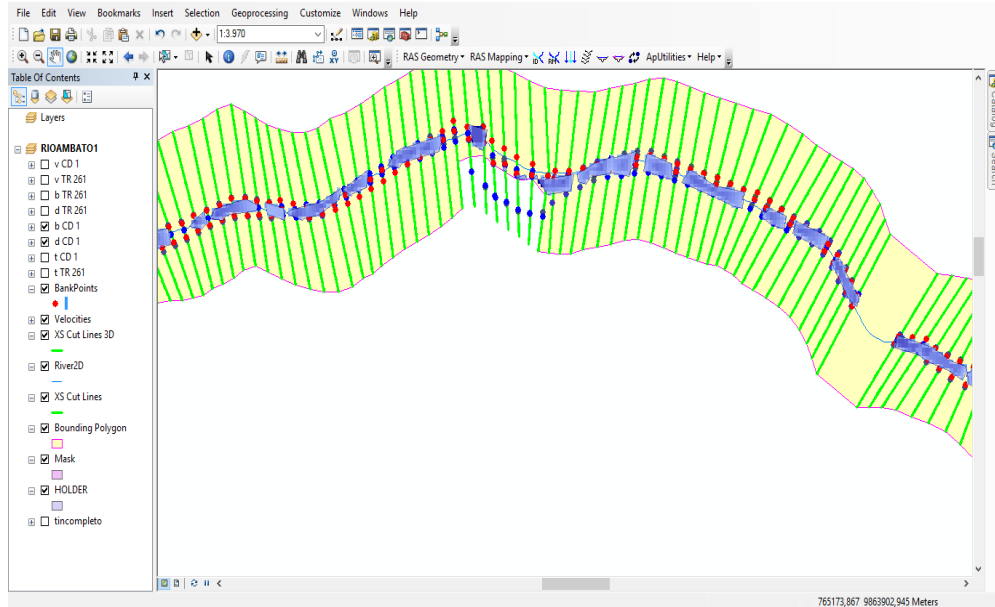
Figura N°191. Ventana de HEC-GeoRAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Observar como circulo el flujo en base a la delineación de llanuras de inundación para el periodo de retorno seleccionado.

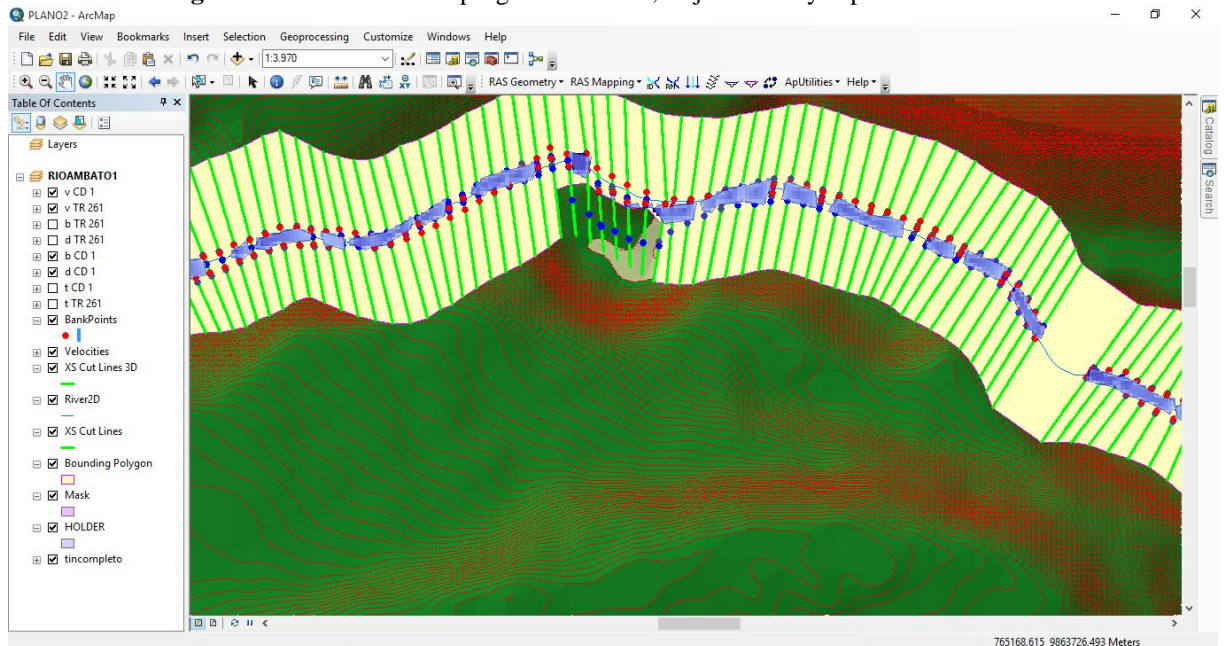
Figura N°192. Ventana del programa ArcGIS, visualización del flujo del Río.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Se visualiza la superficie TIN con el flujo del Río escogido para determinado periodo de retorno.

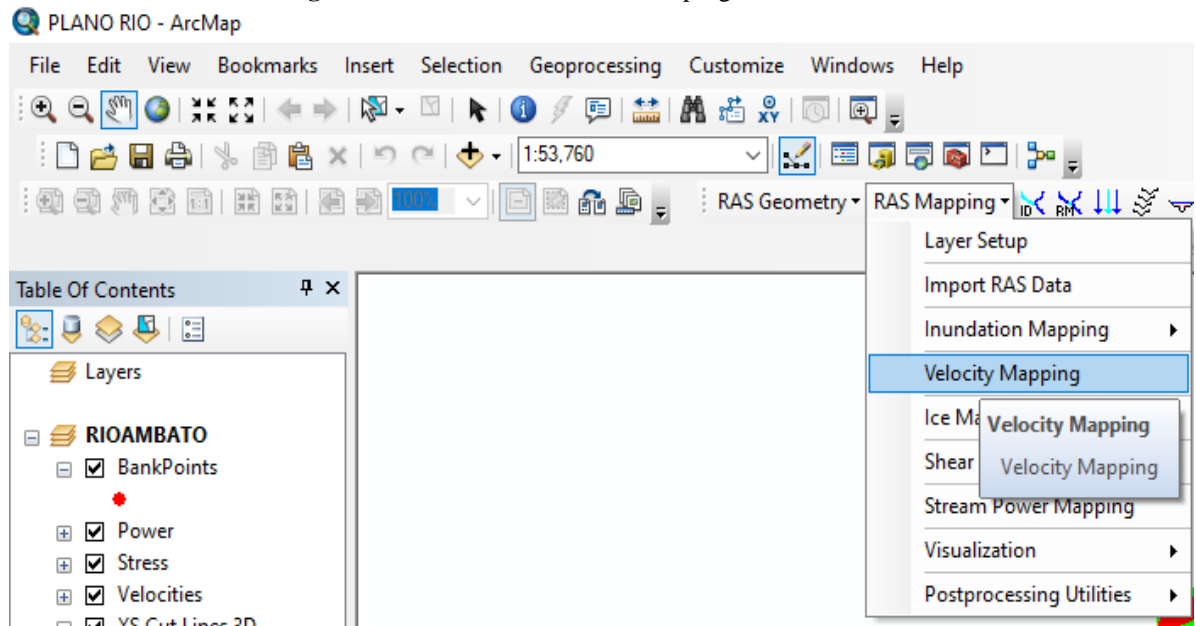
Figura N°193. Ventana del programa ArcGIS, flujo del Río y superficie TIN.



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapa de velocidad (**Velocity Mapping**).

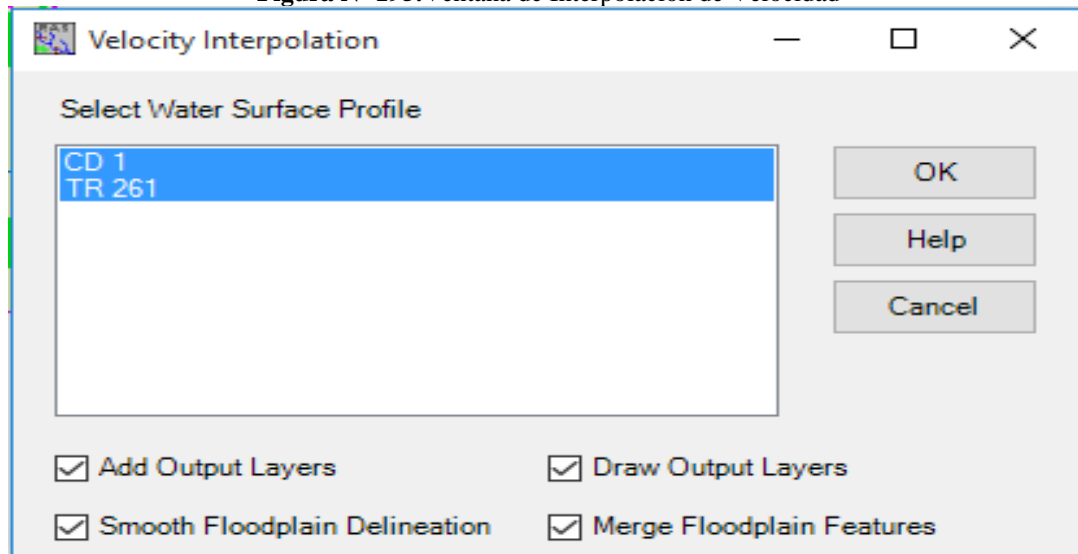
Figura N°194. Ventana de inicio del programa ArcGIS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

En el cuadro de Interpolación de Velocidad (Velocity Interpolation), se seleccionó los diferentes periodos de retorno. Luego se unió las características de llanura de inundación (**Merge Floodplain Features**). Clic en Ok.

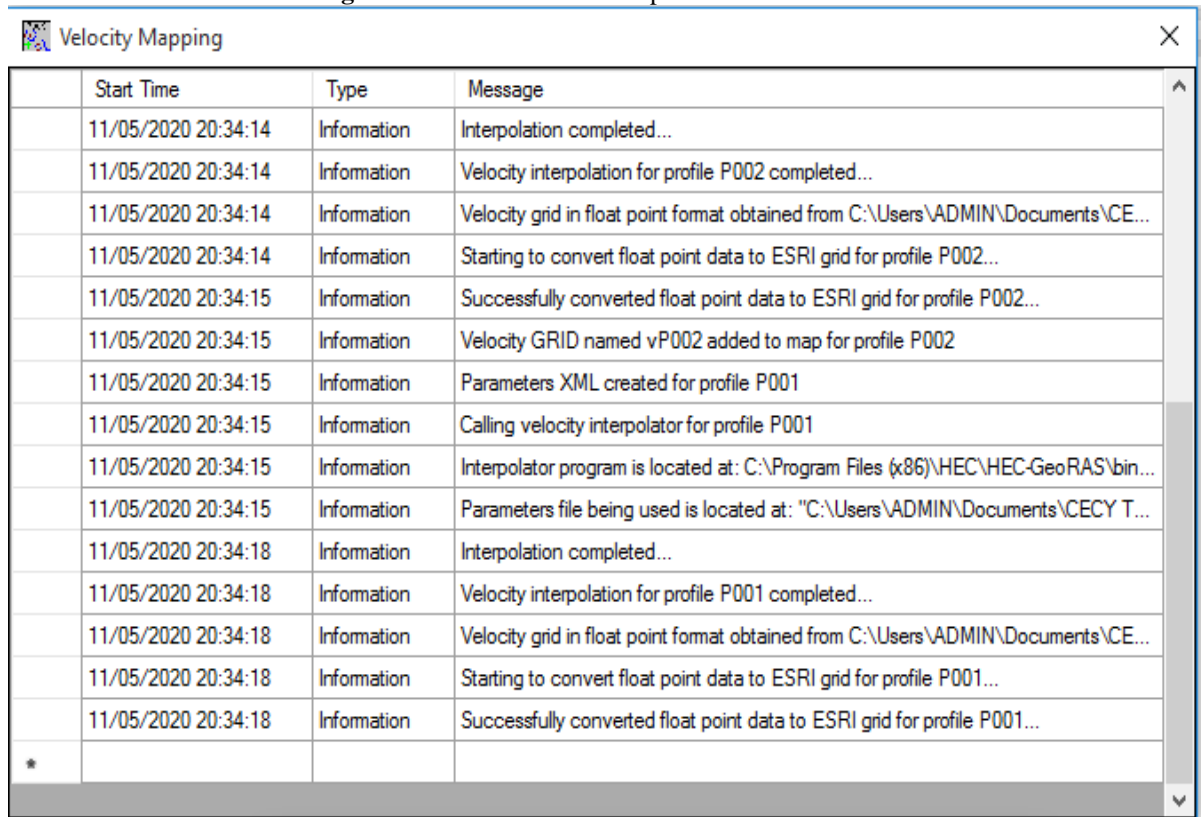
Figura N° 195. Ventana de Interpolación de Velocidad



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Visualizar la simulación del mapa de velocidad para el periodo de retorno seleccionado.

Figura N° 196. Ventana del mapa de velocidades



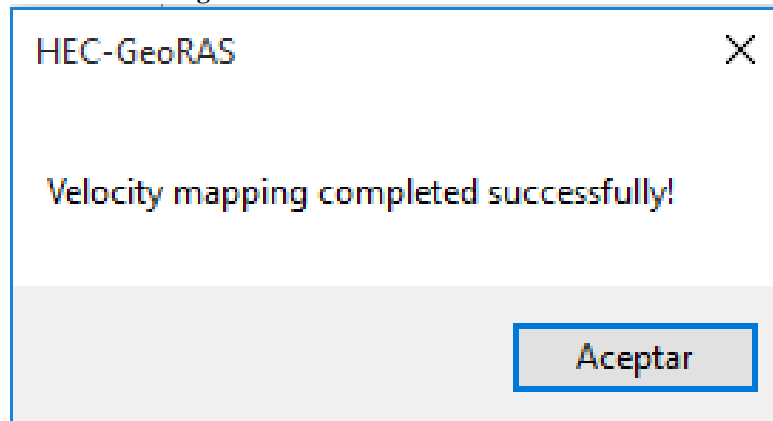
The screenshot shows a window titled "Velocity Mapping" with a close button (X) in the top right corner. The window contains a table with the following columns: Start Time, Type, and Message. The table lists various operations performed on 11/05/2020 at 20:34:14 and 20:34:15, including interpolation completion, velocity grid generation, and data conversion for profiles P001 and P002. The messages are as follows:

Start Time	Type	Message
11/05/2020 20:34:14	Information	Interpolation completed...
11/05/2020 20:34:14	Information	Velocity interpolation for profile P002 completed...
11/05/2020 20:34:14	Information	Velocity grid in float point format obtained from C:\Users\ADMIN\Documents\CE...
11/05/2020 20:34:14	Information	Starting to convert float point data to ESRI grid for profile P002...
11/05/2020 20:34:15	Information	Successfully converted float point data to ESRI grid for profile P002...
11/05/2020 20:34:15	Information	Velocity GRID named vP002 added to map for profile P002
11/05/2020 20:34:15	Information	Parameters XML created for profile P001
11/05/2020 20:34:15	Information	Calling velocity interpolator for profile P001
11/05/2020 20:34:15	Information	Interpolator program is located at: C:\Program Files (x86)\HEC\HEC-GeoRAS\bin...
11/05/2020 20:34:15	Information	Parameters file being used is located at: "C:\Users\ADMIN\Documents\CECY T...
11/05/2020 20:34:18	Information	Interpolation completed...
11/05/2020 20:34:18	Information	Velocity interpolation for profile P001 completed...
11/05/2020 20:34:18	Information	Velocity grid in float point format obtained from C:\Users\ADMIN\Documents\CE...
11/05/2020 20:34:18	Information	Starting to convert float point data to ESRI grid for profile P001...
11/05/2020 20:34:18	Information	Successfully converted float point data to ESRI grid for profile P001...

Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero

Finalmente, aparece un mensaje que mostro la ventana de HEC-GeoRAS, he indicó que la simulación se ejecutó con éxito.

Figura N° 197. Ventana de HEC-GeoRAS



Fuente: Captura de pantalla realizada por C. Salguero