

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - "ESPE"

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

Diseño hidrológico e hidráulico aplicado al diseño de puentes sobre el Río Upano

AUTORAS: Almeida Aspiazu Angélica Jazmín
Ortiz Jácome Yaritza Clara

DIRECTOR: Ing. Masabanda Caisaguano Marco Vinicio Ph.D.



CONTENIDO



CONTENIDO





PUENTES AFECTADOS POR FUERTES CRECIDAS
COLAPSO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO BLANCO



Río Upano registra alto caudal, desbordamiento y bloquea paso al Puyo

Por Redacción El Mercurio - 5 marzo, 2023





 municipioderuminahui • [Seguir](#) ...

 municipioderuminahui 69 sem
Finalizamos la construcción 🚧🏗️ del muro de gaviones para proteger el talud, puente y mesa de la calle Avelina Lasso, en Capelo. Los técnicos 👷 aseguraron que el puente no sufrió afección.
#AlcaldíaDeRumiñahuiSiempreContigo
Ver traducción

Todavía no hay comentarios.

👍 🗨️ 📍 📌

20 Me gusta
25 DE ABRIL DE 2022

 Agrega un comentario... 😊



CONTENIDO



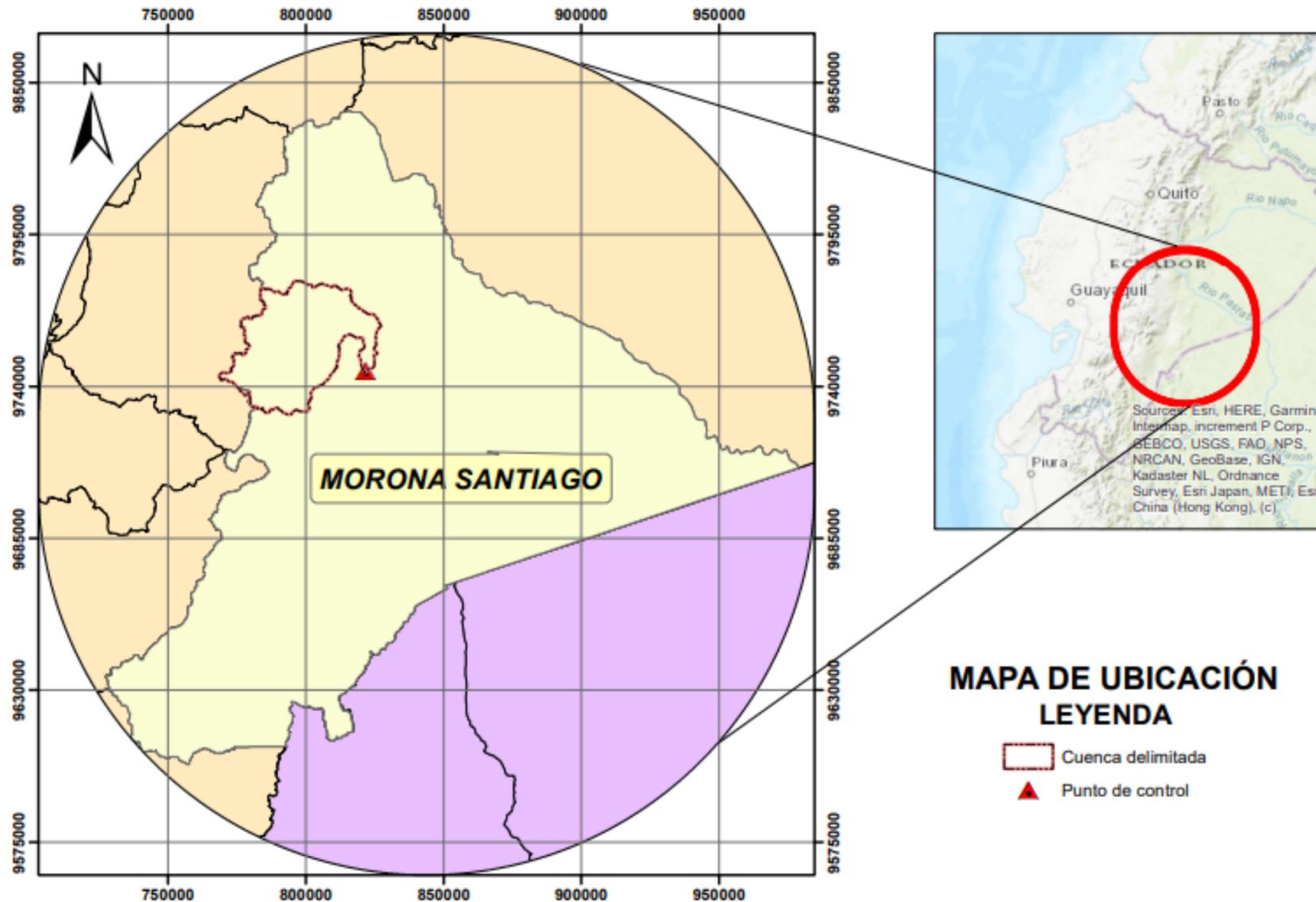
OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio hidrológico, hidráulico y tránsito de avenidas sobre el río Upano en la provincia de Morona Santiago, ciudad de Macas y en el río San Pedro en la provincia de Pichincha, Sangolquí.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las condiciones hidrológicas y meteorológicas de la cuenca en la que se encuentran ubicados los puentes de estudio.
- Determinar parámetros morfométricos de las cuencas hidrográficas de los sistemas que conforman el Río Upano y el Río San Pedro con sus respectivos afluentes.
- Determinar los caudales de diseño y condiciones hidráulicas.
- Establecer las características del cauce en la zona del puente.
- Modelar la caracterización hidráulica del cauce de los ríos y puentes mediante el uso del programa HEC RAS para determinar el comportamiento del puente ante una crecida.

UBICACIÓN

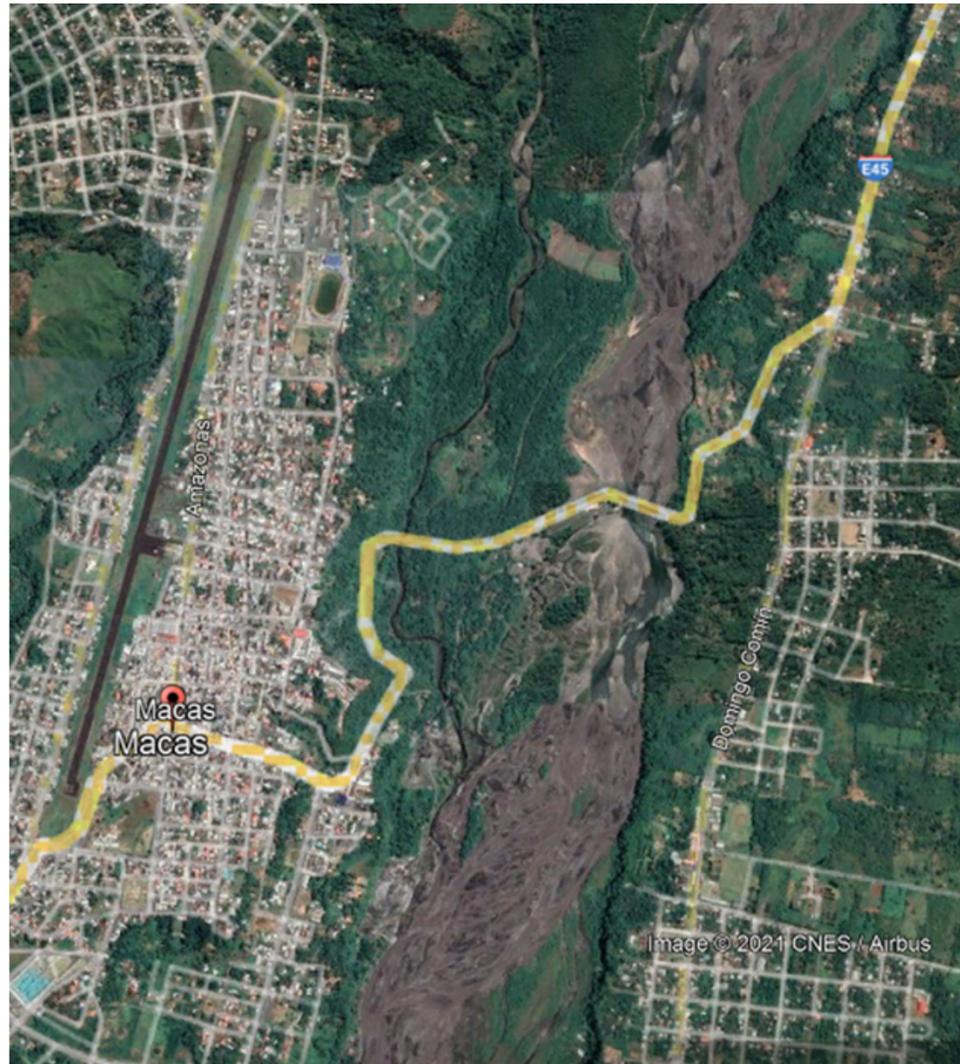


Coordenadas UTM - Zona 17 S

Norte (m) 9 745 409,41

Este (m) 821 944,15

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL RÍO UPANO

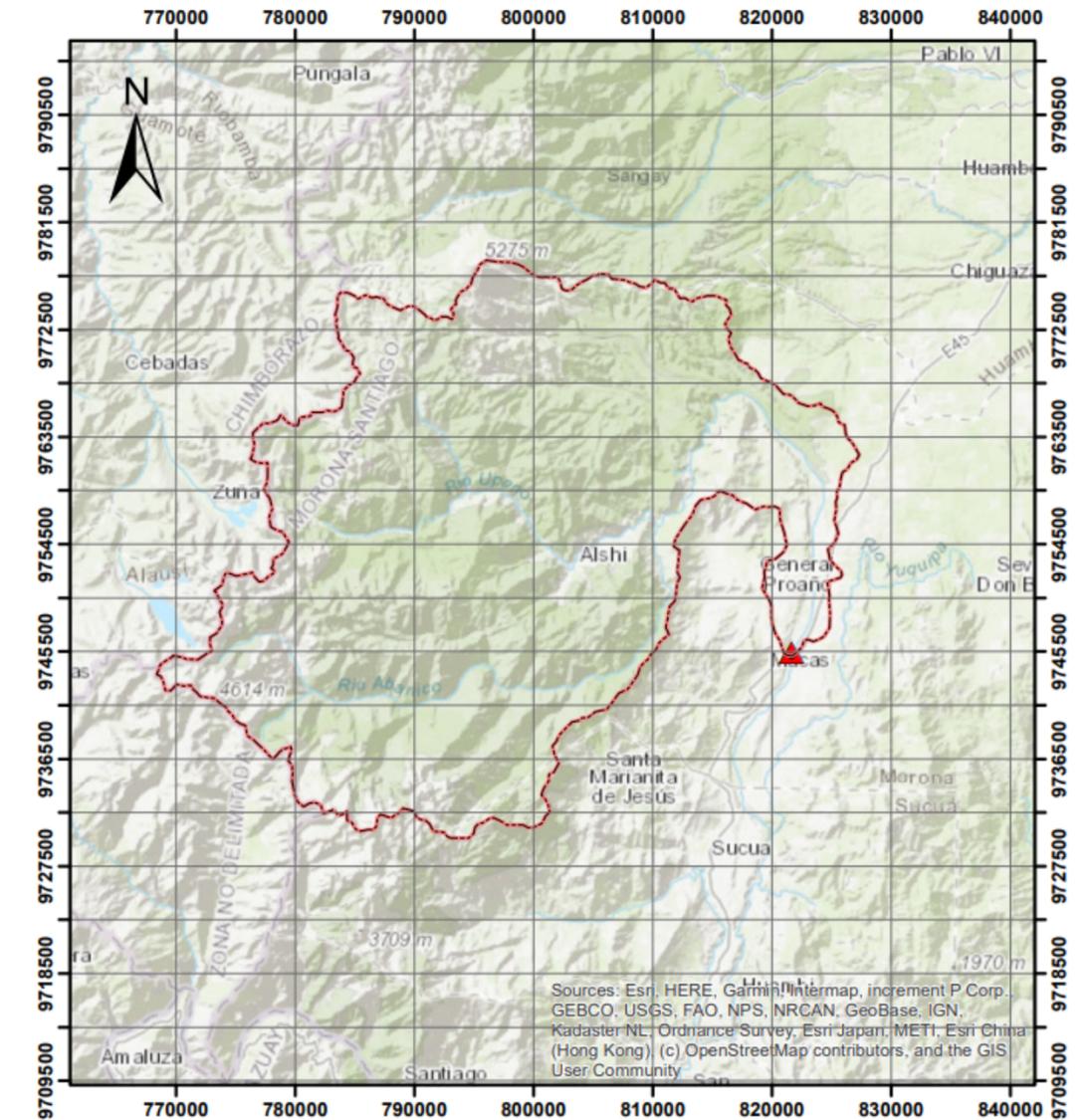


2020

INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- VOLCÁN SANGAY
Ñ V-B1 3987-IV
- SINAÍ
Ñ V-B2 3987-I
- CHIGUAZA
O V-A1 4087-IV
- ZUÑA
Ñ V-B3 3987-III
- MACAS
Ñ V-B4 3987-II

93	3988-III	94	4088-III	89
93	VOLCÁN SANGAY Ñ V-B1 3987-IV	93	SINAÍ Ñ V-B2 3987-I	92
93	ZUÑA Ñ V-B3 3987-III	96	MACAS Ñ V-B4 3987-II	90
CERRO DE AMARILLO		SUCUA		MORONA



UBICACIÓN



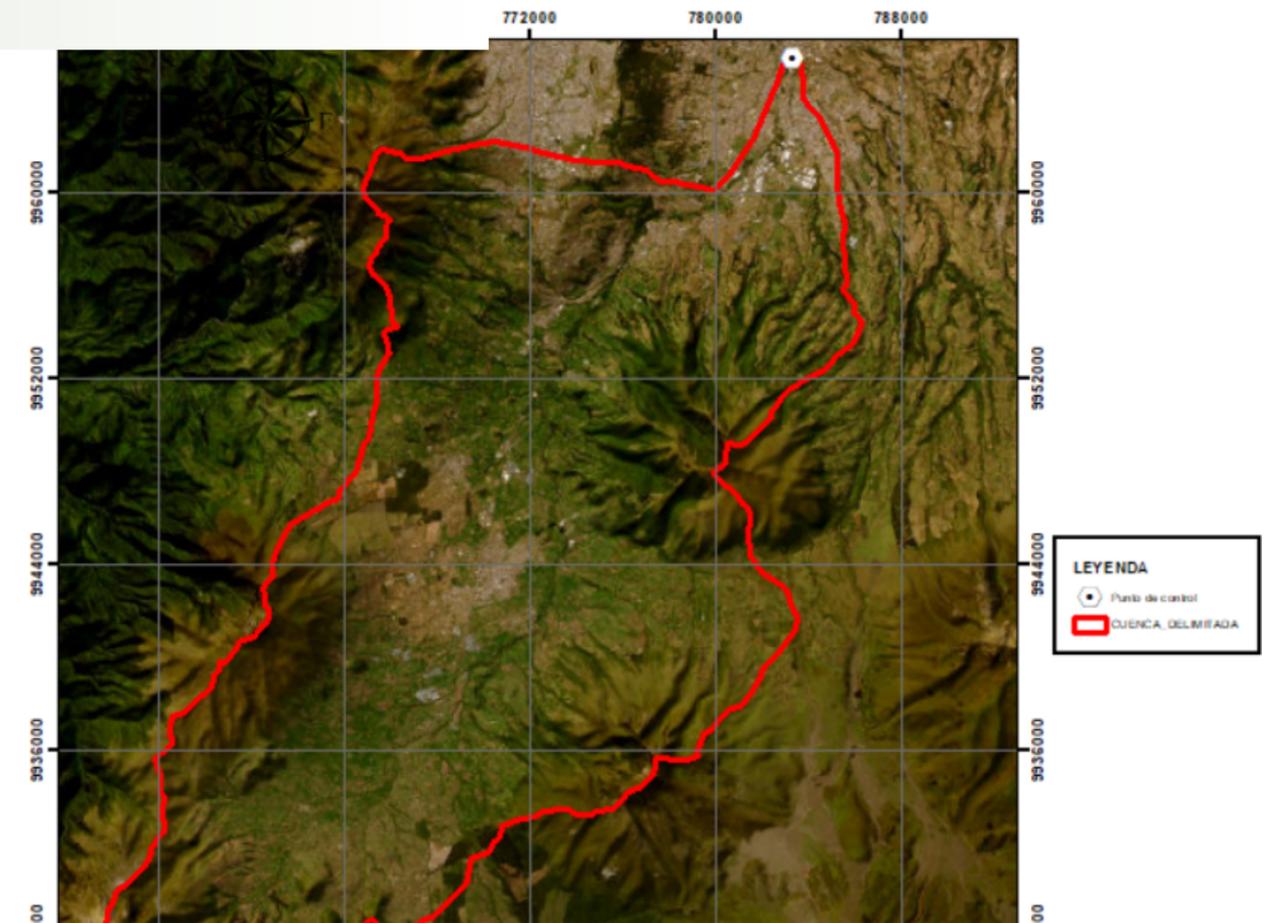
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA EL RÍO SAN PEDRO



INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- QUITO
Ñ III-A4 3893-II
- SANGOLQUÍ
Ñ V-B3 3993-III
- AMAGUAÑA
Ñ III-C2 3892-I
- PÍNTAG
Ñ III-D1 3992-IV
- MACHACHI
Ñ III-C4 3892-II
- SINCHOLAGUA
Ñ III-D3 3992-III

① 2008	③ 96	④ 96
PICHINCHA		EL QUINCHE
NONO Ñ II-A2	Ñ III-B1 3993-IV	
① 2008 3893-I	③ 2008	④ 96
QUITO Ñ III-A4 3893-II	SANGOLQUÍ Ñ III-B3 3993-III	
② 2008	③ 2008	④ 96
AMAGUAÑA Ñ III-C2 3892-I	PÍNTAG Ñ III-D1 3992-IV	
② 90	③ 2008	④ 96
MACHACHI Ñ III-C4 3892-II	SINCHOLAGUA Ñ III-D3 3992-III	LA
② 2008	③ 2008	② 96



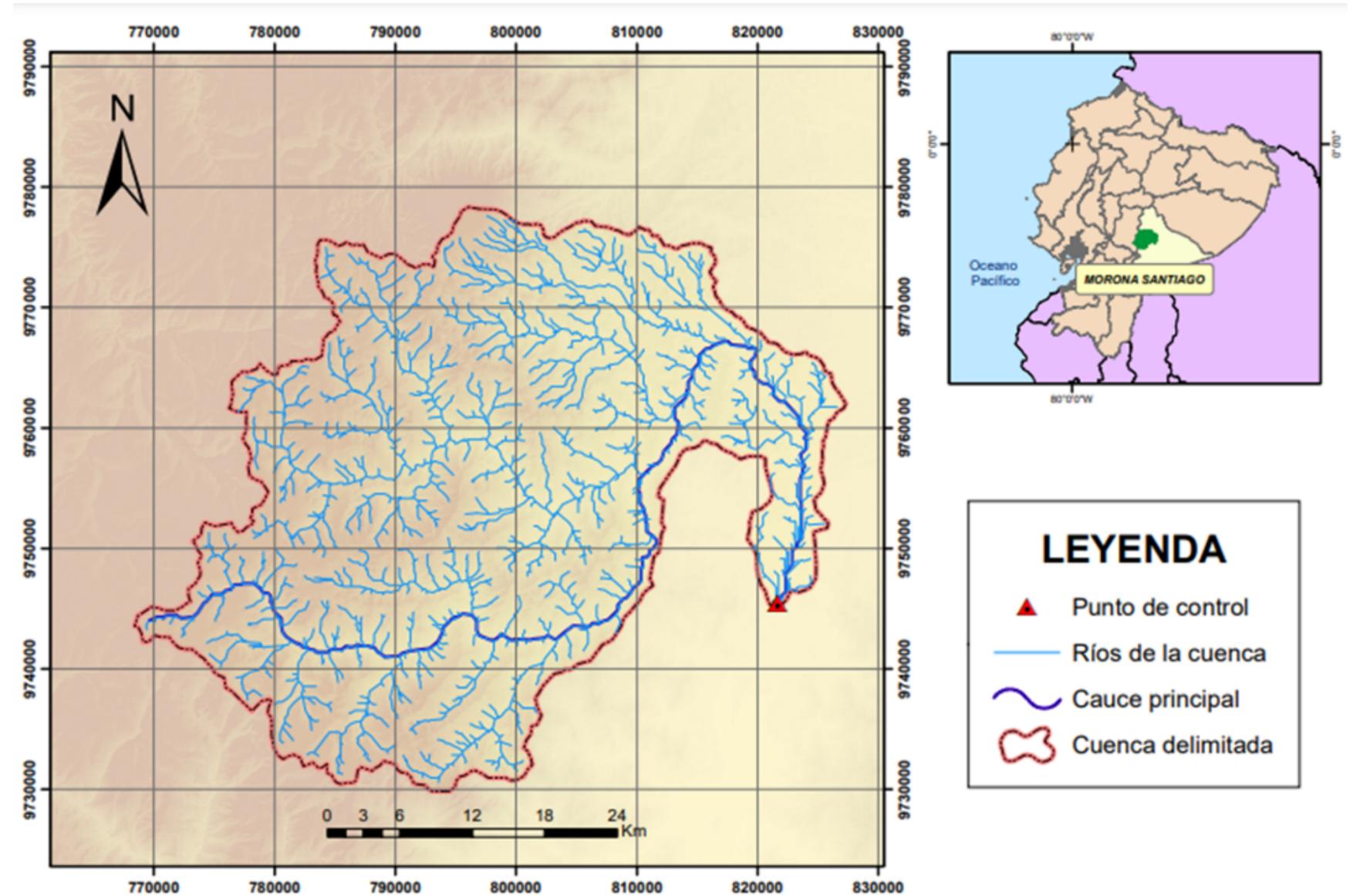
CONTENIDO



PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

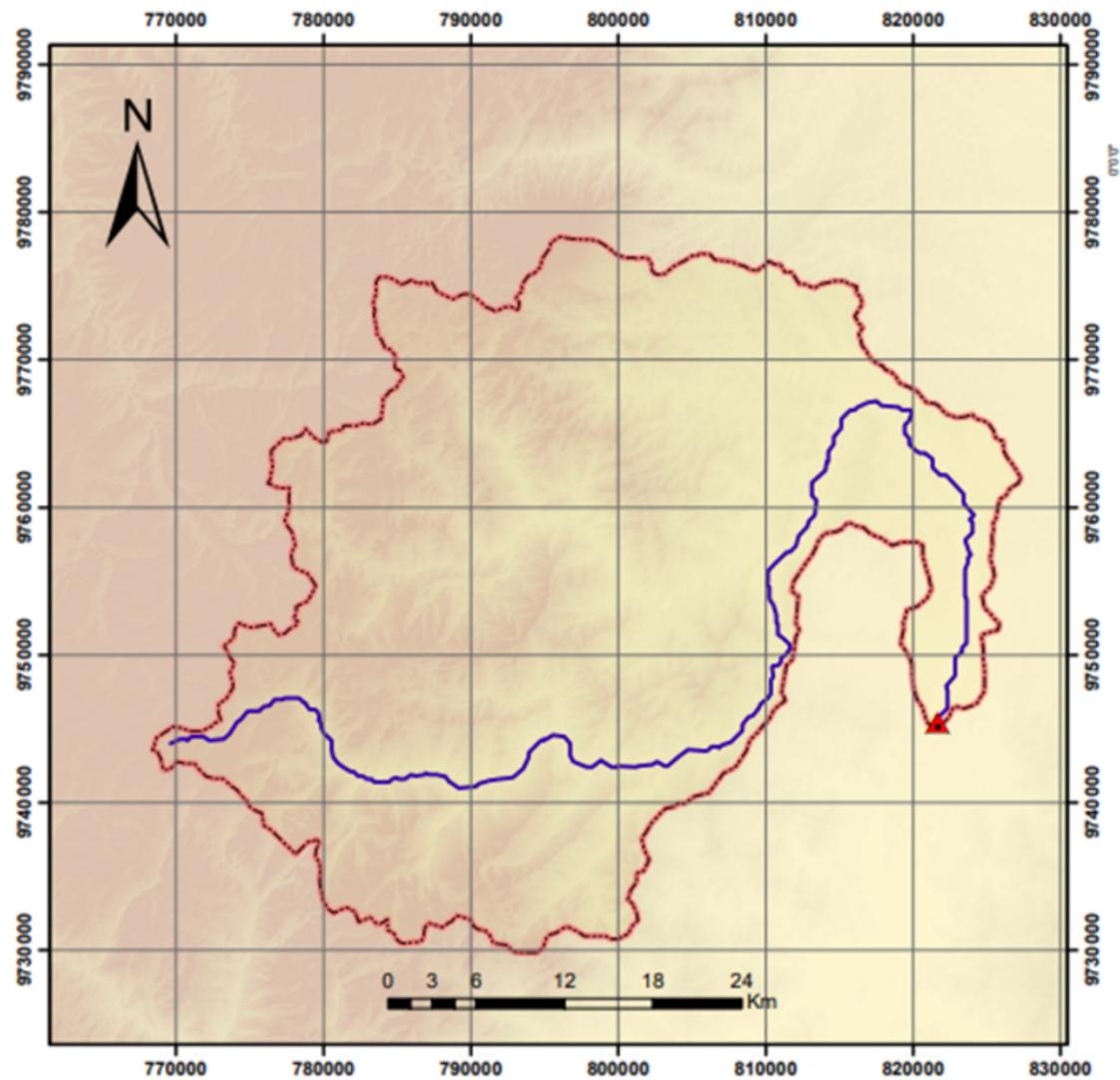
Área (A) = 1631.611 km²

Perímetro (P) = 238,106 km



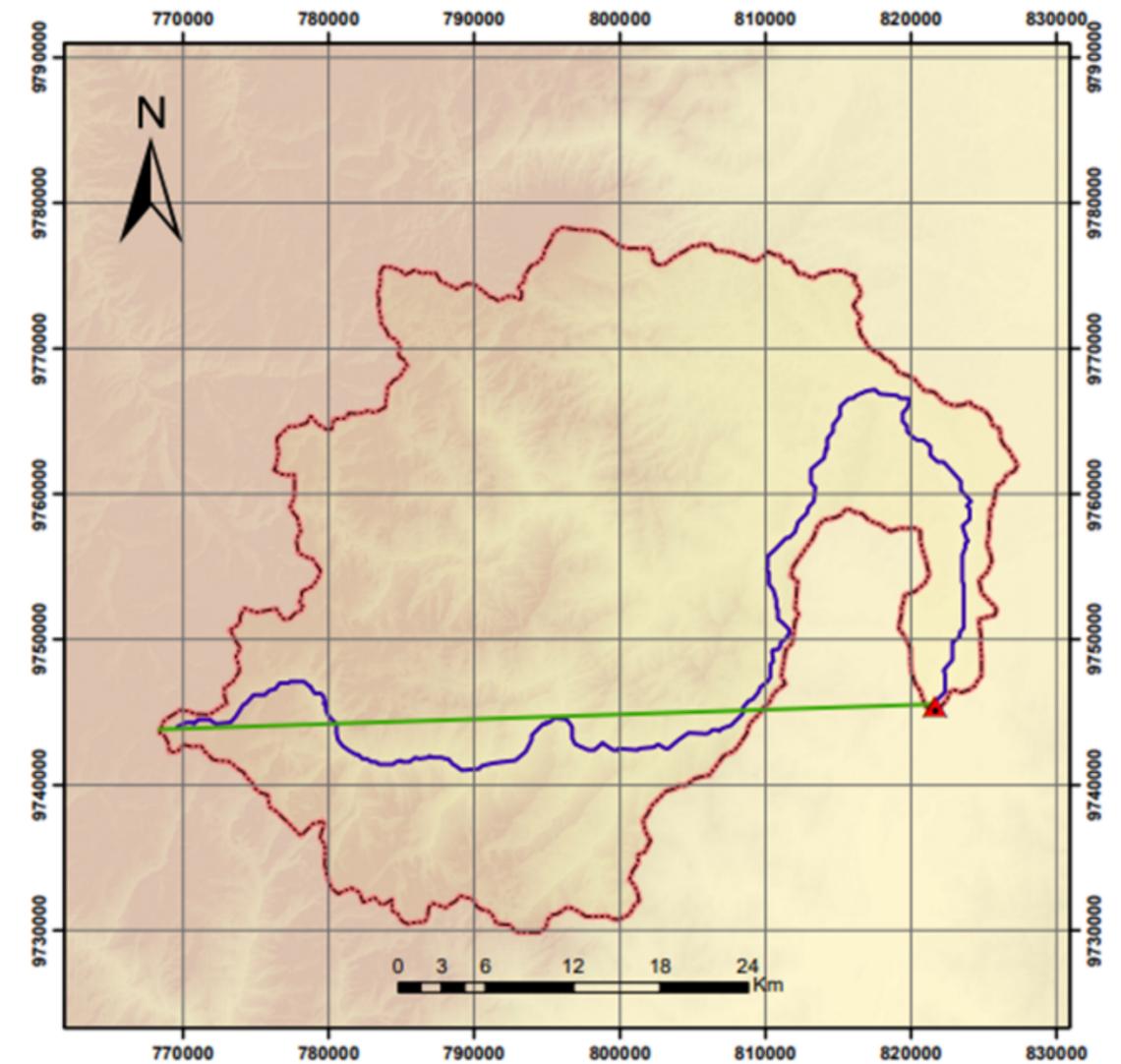
CAUCE PRINCIPAL

$L = 108,701 \text{ km}$



LONGITUD AXIAL

Longitud Axial = 53,1026 km



COEFICIENTE DE COMPACIDAD

Coeficiente de compacidad (Kc)	
Rango de Kc	Clases de compacidad
1-1,25	Redonda a oval redonda
1,25-1,50	De oval redonda a oval oblonga
1,50-1,75	De oval Oblonga a rectangular oblonga
> 1,75	Rectangular - muy lobuladas

$$\text{Área (A)} = 1631.611 \text{ km}^2$$

$$\text{Perimetro (P)} = 238.106 \text{ km}$$

$$Kc = \frac{238.106}{2\sqrt{\pi * 1631.611}}$$

$$Kc = 1.66$$

FACTOR DE FORMA

$$I_f = \frac{A}{La^2}$$

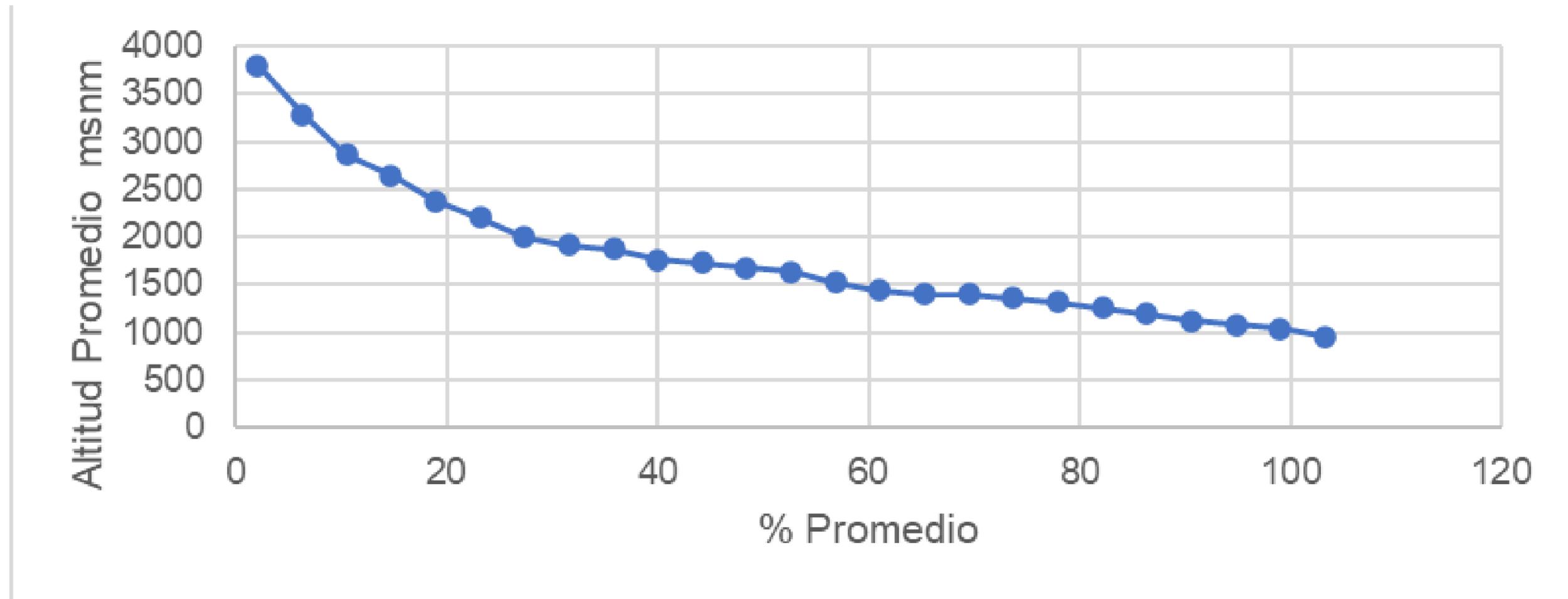
Valores interpretativos del Factor de forma	
Valores Aproximados	Forma de la cuenca
< 0,22	Muy alargada
0,22 – 0,300	Alargada
0,300 – 0,370	Ligeramente alargada
0,370 – 0,475	Ni alargada ni ensanchada
0,475 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80– 1,20	Muy ensanchada
> 1,20	Rodeando el desagüe

$$\text{Área (A)} = 1631.611 \text{ km}^2$$

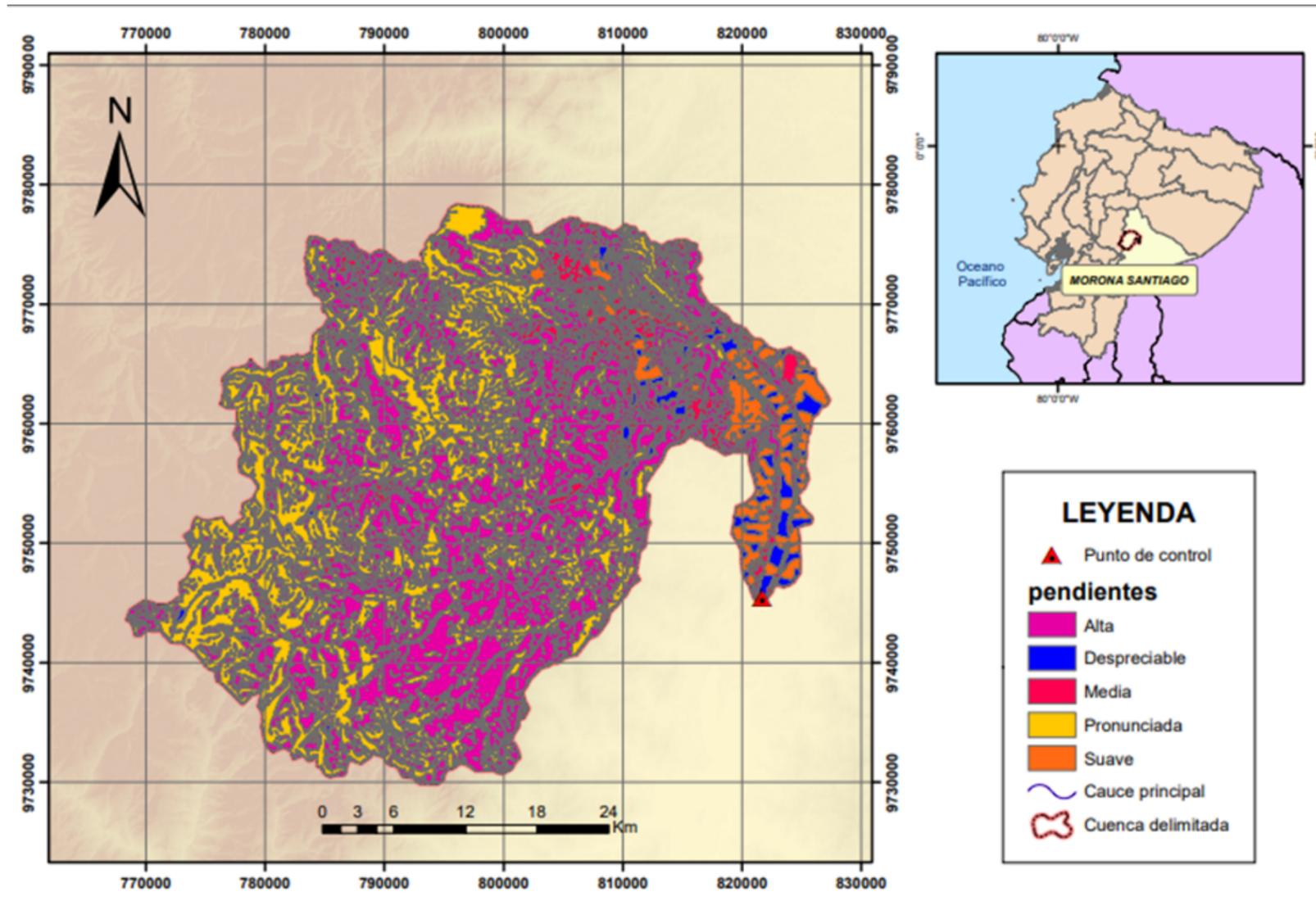
$$\text{Longitud Axial (La)} = 53.103 \text{ km}$$

$$I_f = 0.57$$

CURVA HIPSOMÉTRICA



PENDIENTES DE LA CUENCA



S_{cp} = Pendiente media del cauce principal

$$S_{cp} = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_{\text{máxima}} - H_{\text{mínima}}}{L} * 100$$

$$S_{cp} = \frac{5320 - 960}{108701} * 100$$

$$S_{cp} = 4,01\%$$

PENDIENTES MEDIA DE LA CUENCA

\sum_{cwr}	Desnivel [m]	Área [km ²]	Área [m ²]	Pendiente media [m/m]
28271899.12 [m]	20.00	1631.61	1631610881.81	0.35

DENSIDAD DE DRENAJE $D_d = \frac{L + \sum li}{A}$

Valores interpretativos de la densidad de drenaje

Densidad de drenaje (km/km ²)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy alta

$$D_d = \frac{108.701 + 667.293}{1631.611}$$

$$D_d = 0.4756 \frac{km}{km^2}$$

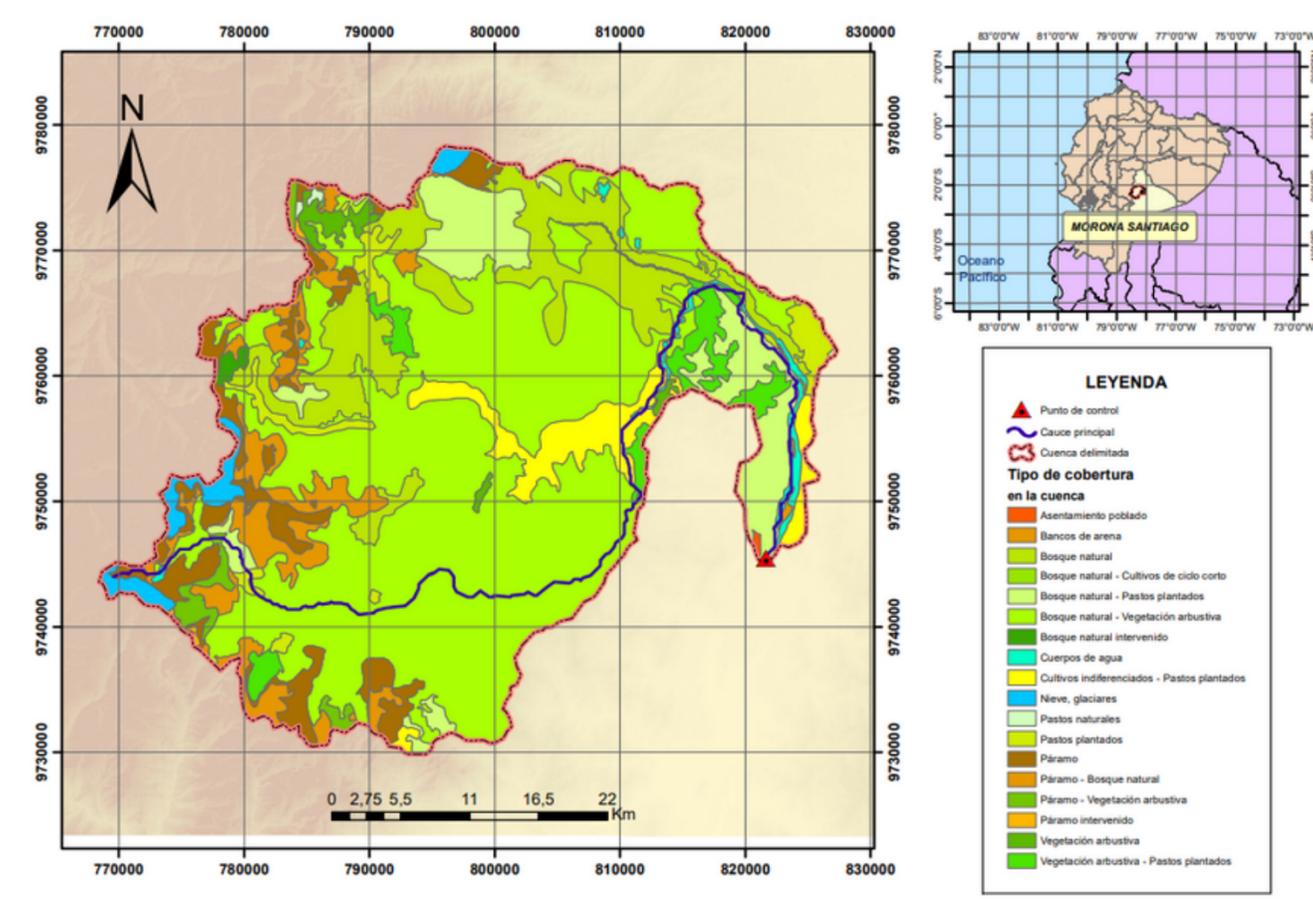
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

AUTOR	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN TC
Giandotti	6.15
Ven T chow	15.37
Termez	8.13
Kirpich	8.41

$$T_c = 8.41 \text{ horas}$$

NÚMERO DE CURVA

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	ÁREA Km^2	CN
		SUELO TIPO B
Bancos de arena	1,85	90
Bosque natural	206,11	60
Bosque natural - Cultivos de ciclo corto	0,08	60
Bosque natural - Pastos plantados	143,73	60
Bosque natural - Vegetación arbustiva	816,81	60
Bosque natural intervenido	4,82	60
Cuerpos de agua	19,03	100
Cultivos indiferenciados - Pastos plantados	74,57	72
Nieve, glaciares	30,04	100
Páramo	99,61	65
Páramo - Bosque natural	105,92	65
Páramo - Vegetación arbustiva	19,91	65
Páramo intervenido	1,69	65
Pastos naturales	1,64	72
Pastos plantados	38,57	72
Vegetación arbustiva	16,1	66
Vegetación arbustiva - Pastos plantados	50,06	66
TOTAL	1630,56	63,02



COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

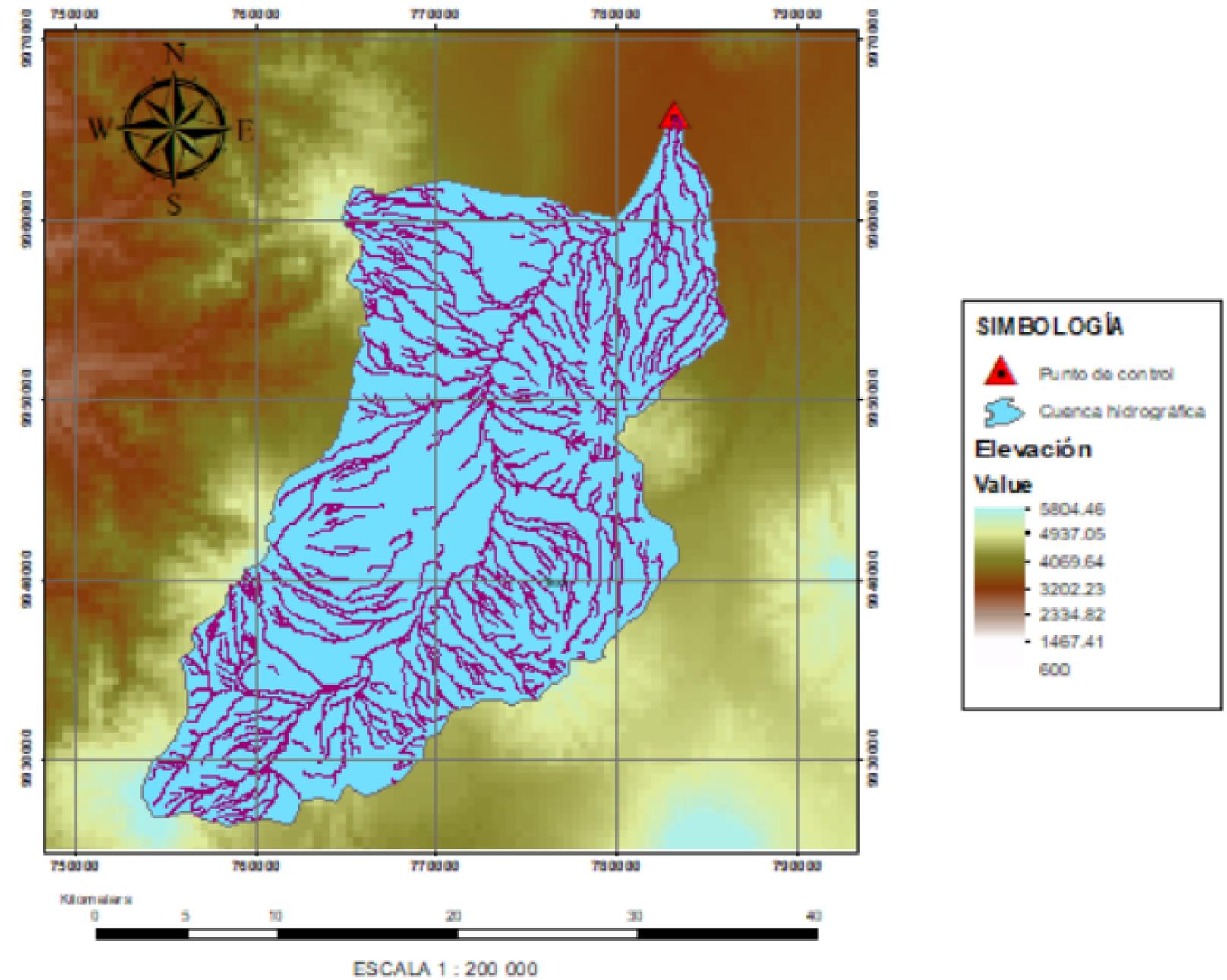
AUTOR	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)
Nadal	0.39
Anónimo	0.5
Numero de curva (SCS)	0.41

$$C=0.43$$

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

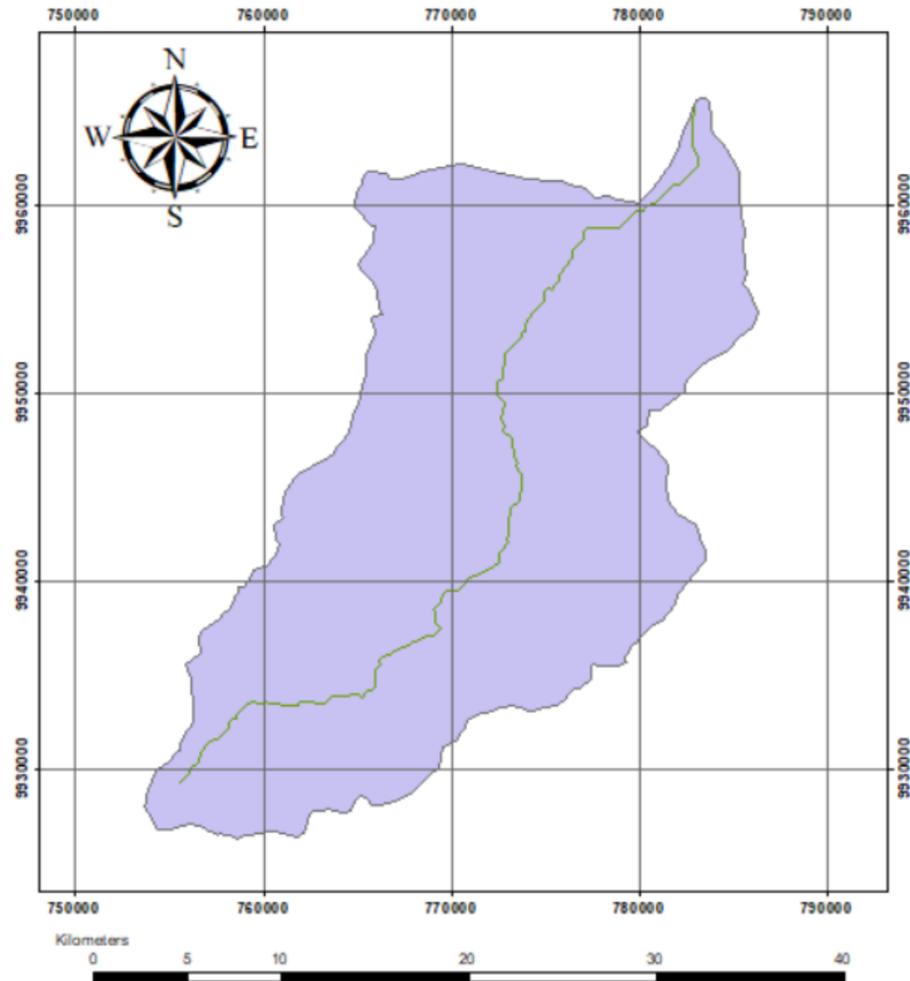
$$\text{Área } (A) = 664.81 \text{ km}^2$$

$$\text{Perímetro } (P) = 133 \text{ km}$$



CAUCE PRINCIPAL

$$(L) = 52.63 \text{ km}$$

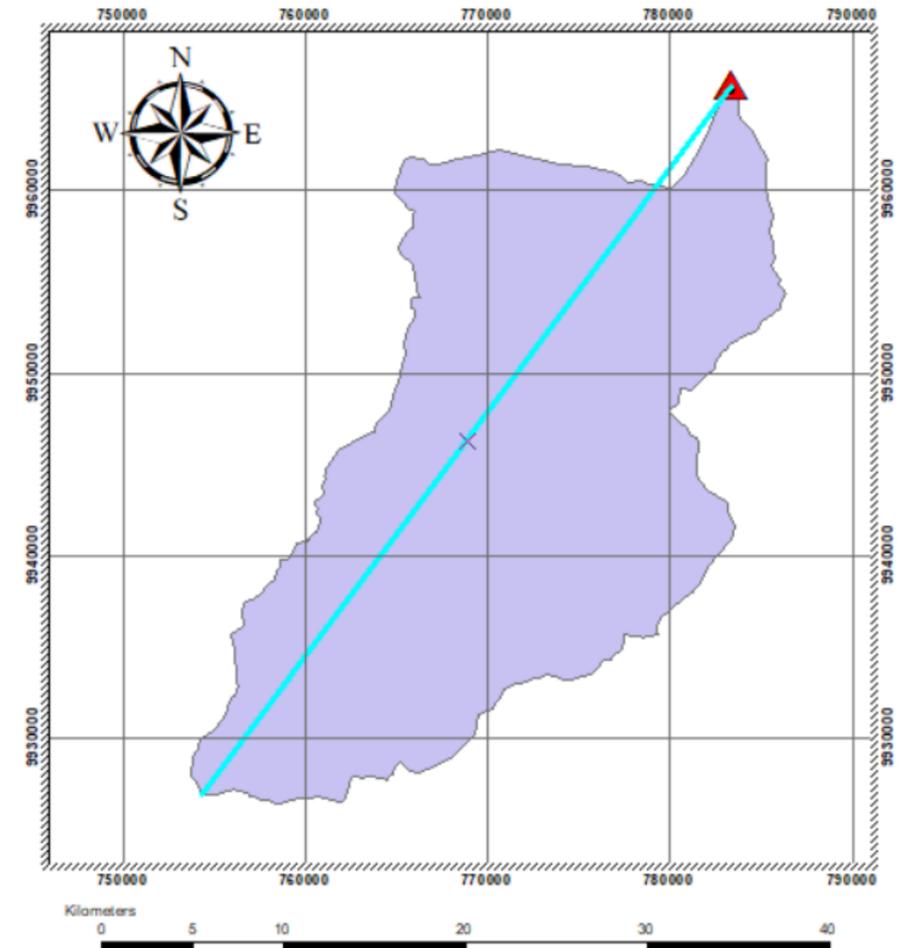


ESCALA 1 : 200 000

SIMBOLOGÍA	
	Cauce Principal
	Cuenca Hidrográfica
	Cuenca hidrográfica

LONGITUD AXIAL

$$\text{Longitud Axial } (L_a) = 48.53 \text{ km}$$



ESCALA 1 : 200 000

SIMBOLOGÍA	
	Longitud Axial
	Punto de control
	Cuenca Hidrográfica

COEFICIENTE DE COMPACIDAD

$$\text{Área } (A) = 664.81 \text{ km}^2$$

$$\text{Perímetro } (P) = 133 \text{ km}$$

$$Kc = \frac{133}{2\sqrt{\pi * 664.81}}$$

$$Kc = 1.46$$

Coeficiente de compacidad (Kc)	
Rango de Kc	Clases de compacidad
1-1,25	Redonda a oval redonda
1,25-1,50	De oval redonda a oval oblonga
1,50-1,75	De oval Oblonga a rectangular oblonga
> 1,75	Rectangular - muy lobuladas

FACTOR DE FORMA $I_f = \frac{A}{La^2}$

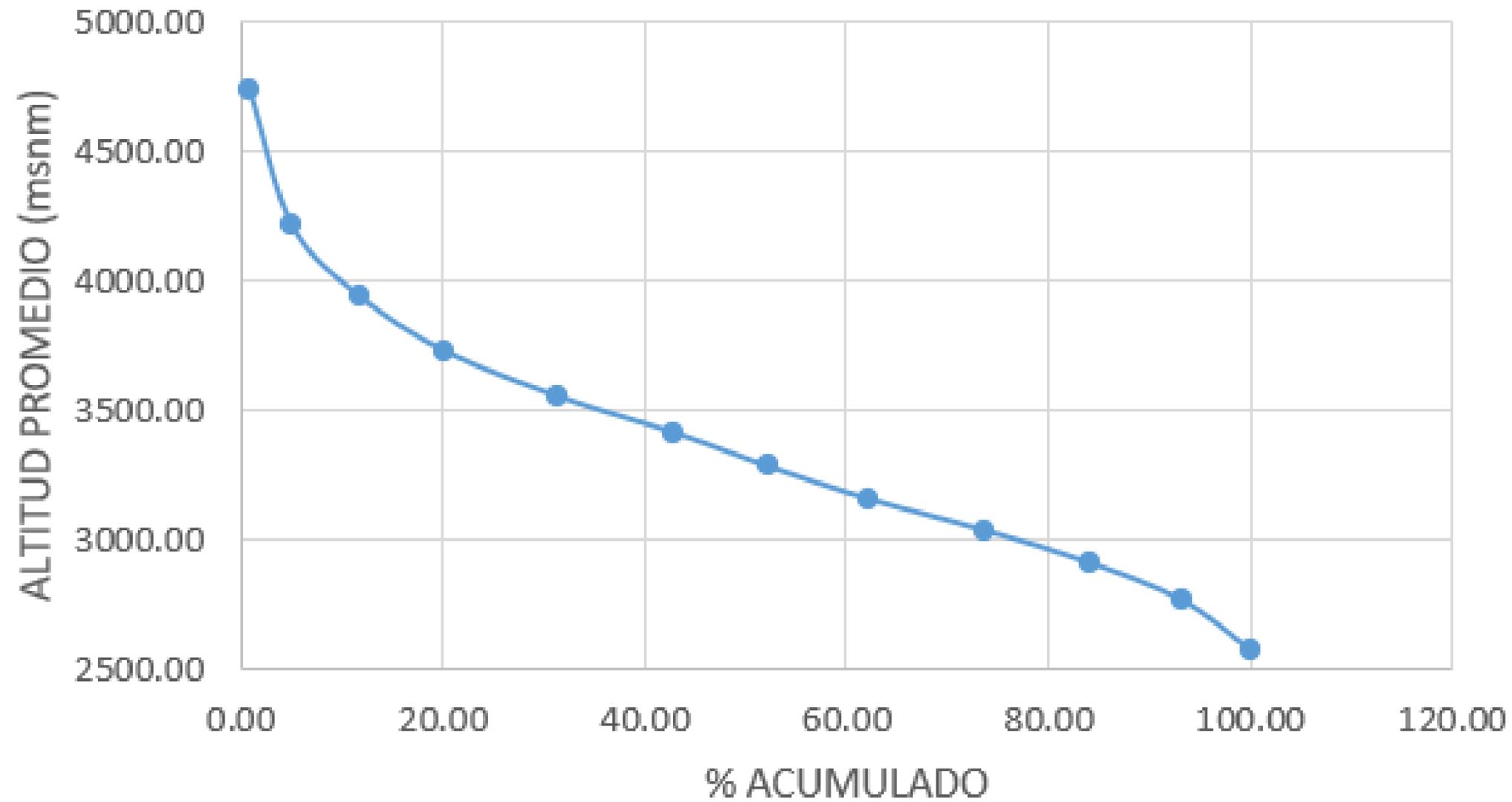
$$\text{Área (A)} = 664.81 \text{ km}^2$$

$$\text{Longitud Axial (La)} = 48.53 \text{ km}$$

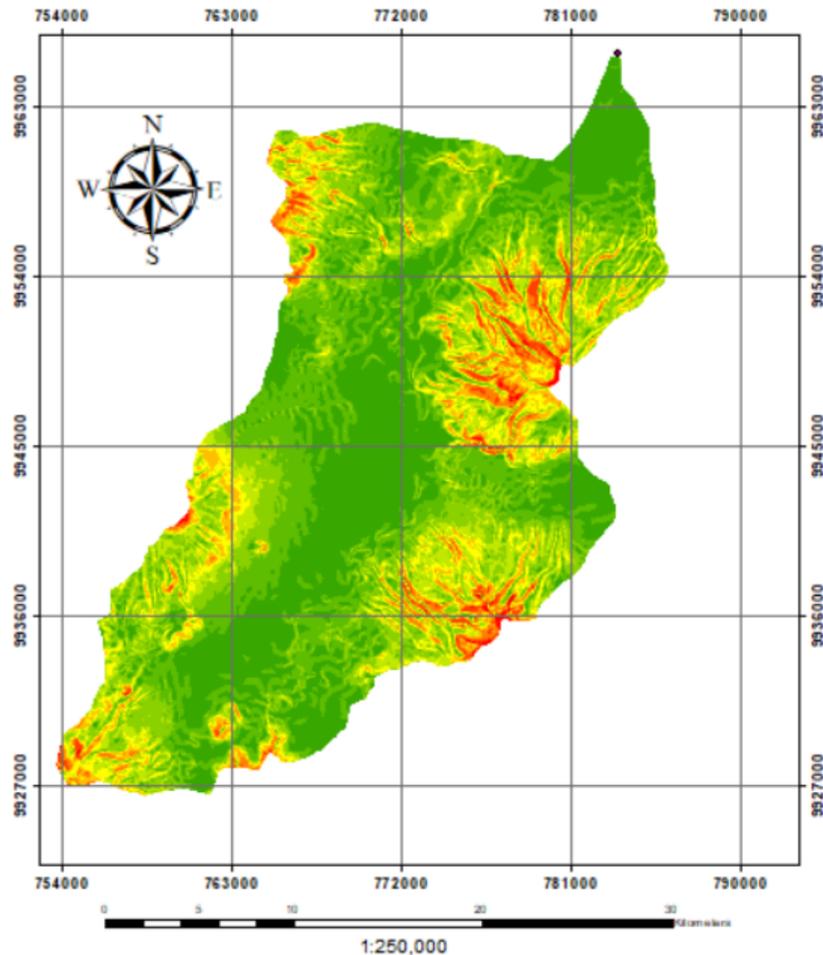
$$I_f = 0.28$$

Valores interpretativos del Factor de forma	
Valores Aproximados	Forma de la cuenca
< 0,22	Muy alargada
0,22 – 0,300	Alargada
0,300 – 0,370	Ligeramente alargada
0,370 – 0,475	Ni alargada ni ensanchada
0,475 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80– 1,20	Muy ensanchada
> 1,20	Rodeando el desagüe

CURVA HIPSOMETRICA



PENDIENTES DE LA CUENCA



$$S_{cp} = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_{m\acute{a}xima} - H_{m\acute{i}nima}}{L} * 100$$

$$S_{cp} = 4.08\%$$

Tabla_resultados

Rowid	MIN	MAX	Pendiente media de la cuenca
1	0	151.06	18.79

DENSIDAD DE DRENAJE $D_d = \frac{L + \sum li}{A}$

$$D_d = \frac{56.48 + 352.04}{664.81}$$

$$D_d = 0.61 \frac{km}{km^2}$$

Valores interpretativos de la densidad de drenaje

Densidad de drenaje (km/km ²)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy alta

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

AUTOR	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN TC
Giandotti	4.85
Ven T chow	10.05
Temez	11.80
Valencia y Zuluaga	6.36
Kirpich	5.06
Goroshkov	4.39

$$T_c = 7,08 \text{ horas}$$

NÚMERO DE CURVA

<i>Número de Curva</i>				
Uso de suelo	USO DE SUELO	Area (km2)	CN (B)	Area*CN
Areas erosionadas	Caminos de terraceria	9,78	82	801,76
asentamiento Poblado	caminos con superficie dura	0,91	84	76,40
Bosque natural	Bosques Naturales muy espeso	50,82	44	2236,00
Pastos plantados	Pastizales	10,24	67	685,91
Bosque intervenido	Bosque natural muy ralo	0,93	75	69,79
Cultivos bajo invernadero	Sin cultivo	11,87	86	1020,51
cultivos de ciclo corto	cultivo en surco	104,58	81	8471,19
cultivos de ciclo corto, pastos plantados	Praderas con rotación	54,95	72	3956,62
Maiz	cultivo en surco	6,31	81	510,88
Maiz- pasto plantado	praderas en rotación	3,89	72	280,39
páramo	Bosque Natural normal	128,78	60	7726,54
páramo intervenido	Pradera Permanente	2,56	58	148,57
pastos plantados	Pastizales	245,42	79	19388,09
plantaciones forestales	Bosque Natural muy Espeso	6,73	44	296,13
Plantaciones forestales - Cultivos de ciclo corto	pradera con rotación	6,07	72	436,85
Vegetación arbustiva	Bosque natural espeso	20,98	52	1090,71
	TOTAL	664,81	1109	47196,35
			CN	71,0

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

AUTOR	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)
Nadal	0.66
Anónimo	0.6
Keller	0.65
Numero de curva (SCS)	0.71

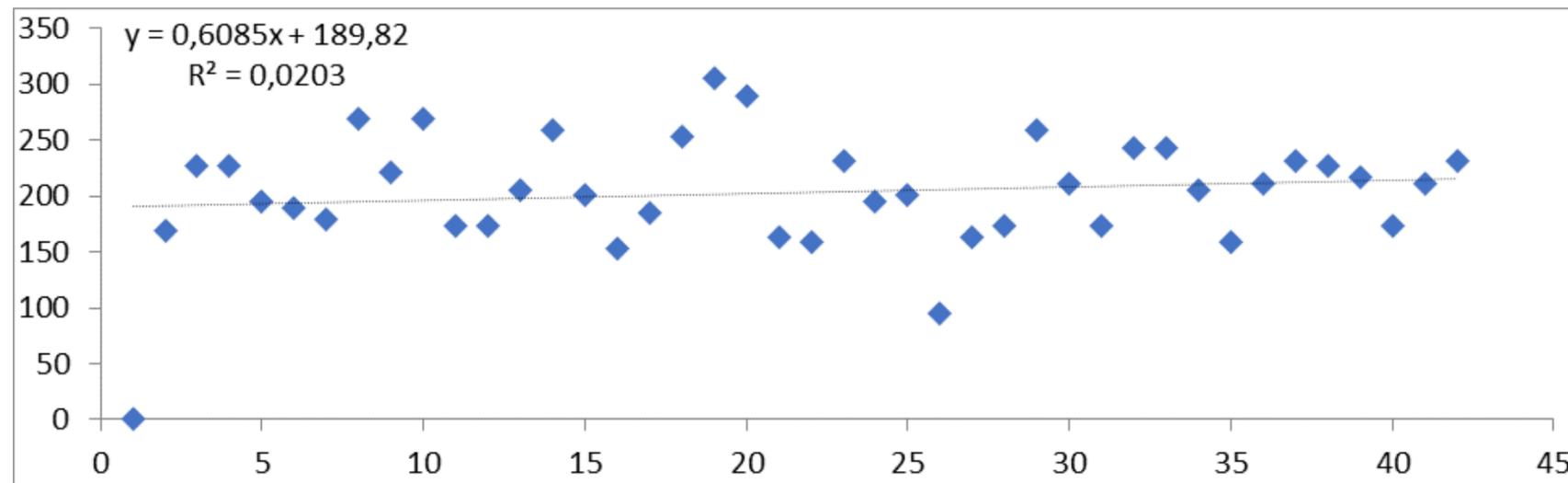
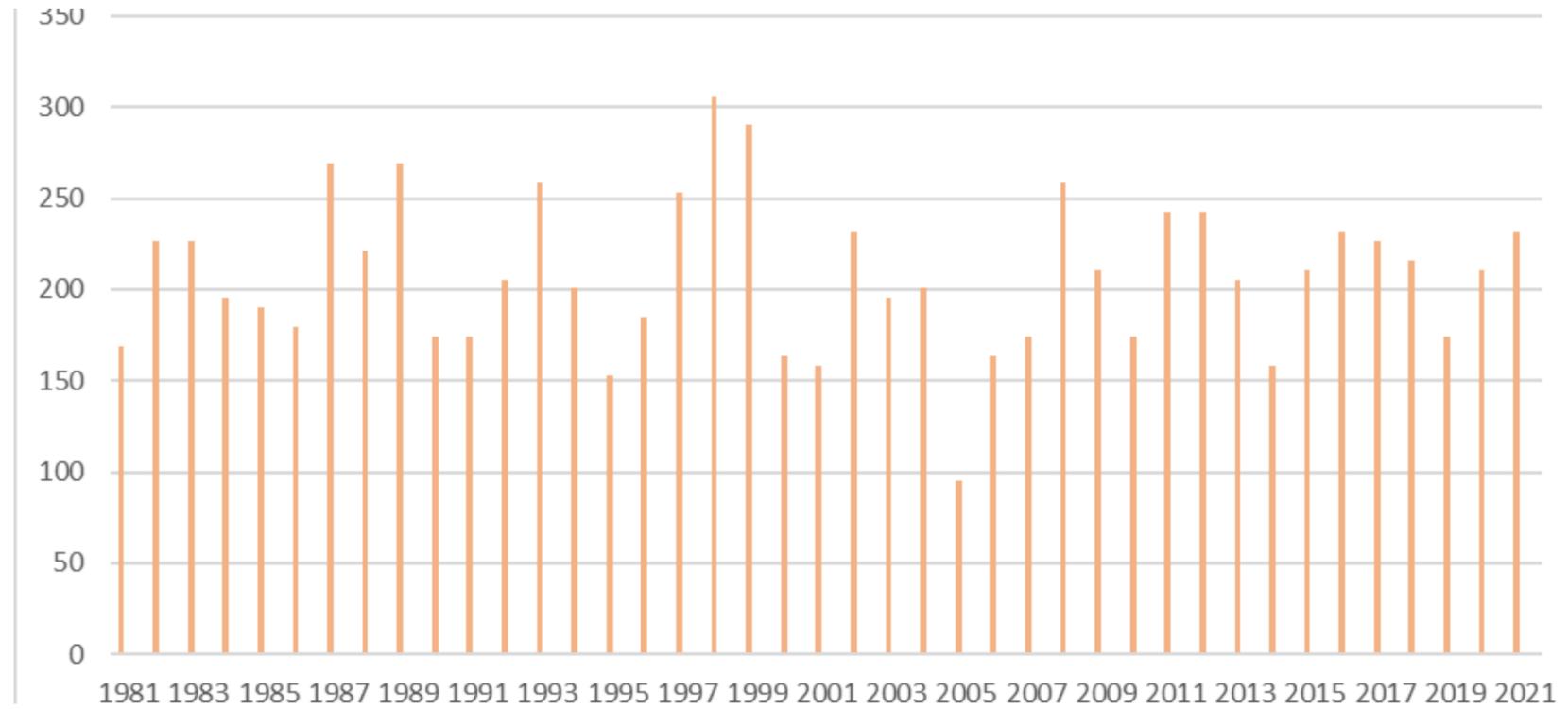
$$C=0.63$$

CONTENIDO

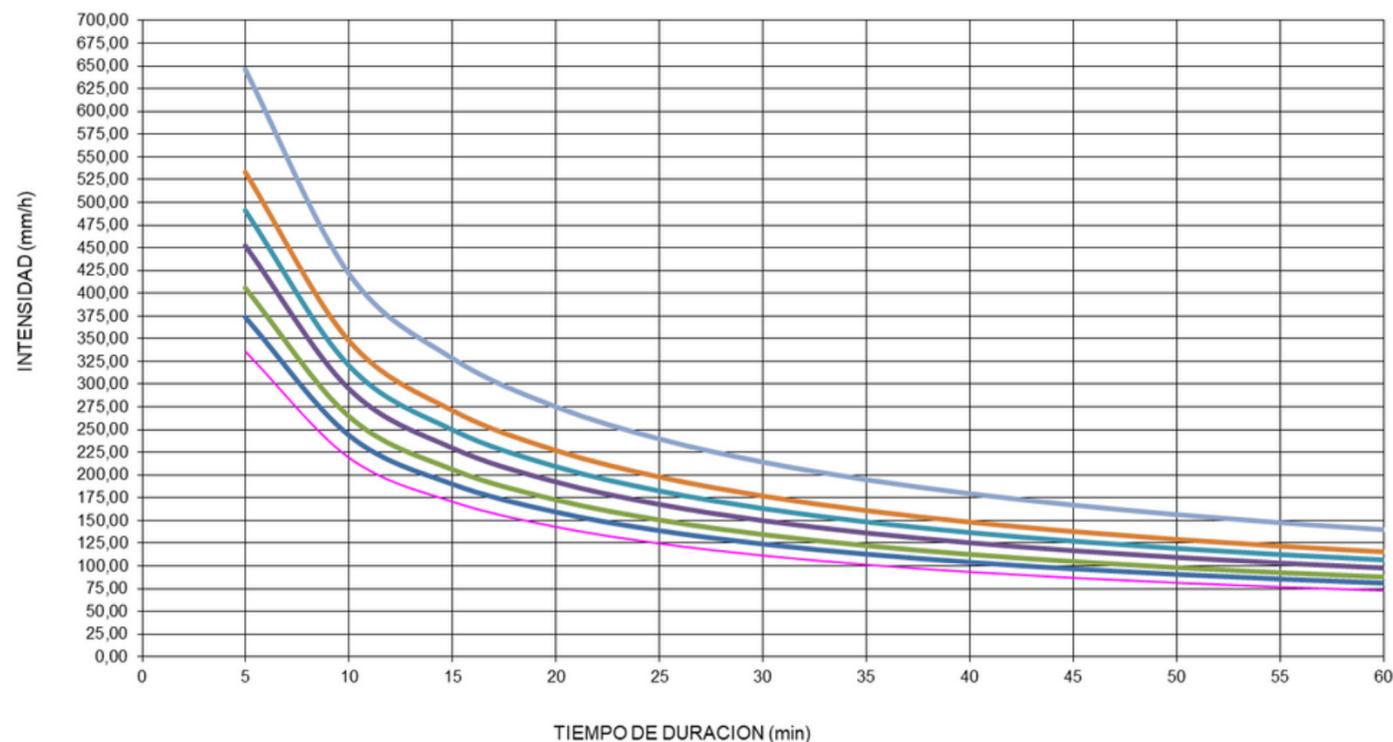


*Location: Latitude -2,2094
Longitude -78,4454*

DATOS METEREOLÓGICOS



Curvas IDF de la cuenca

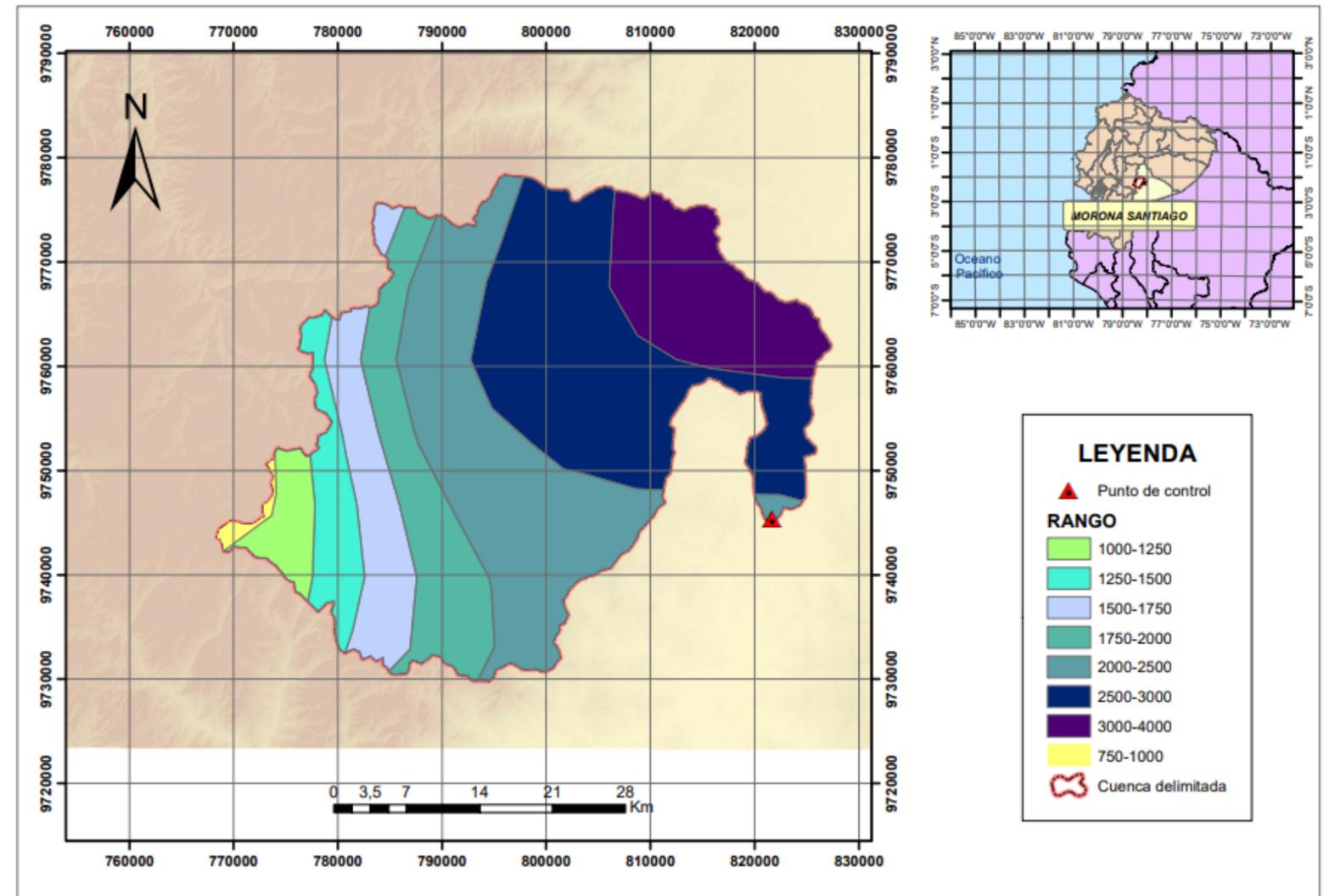
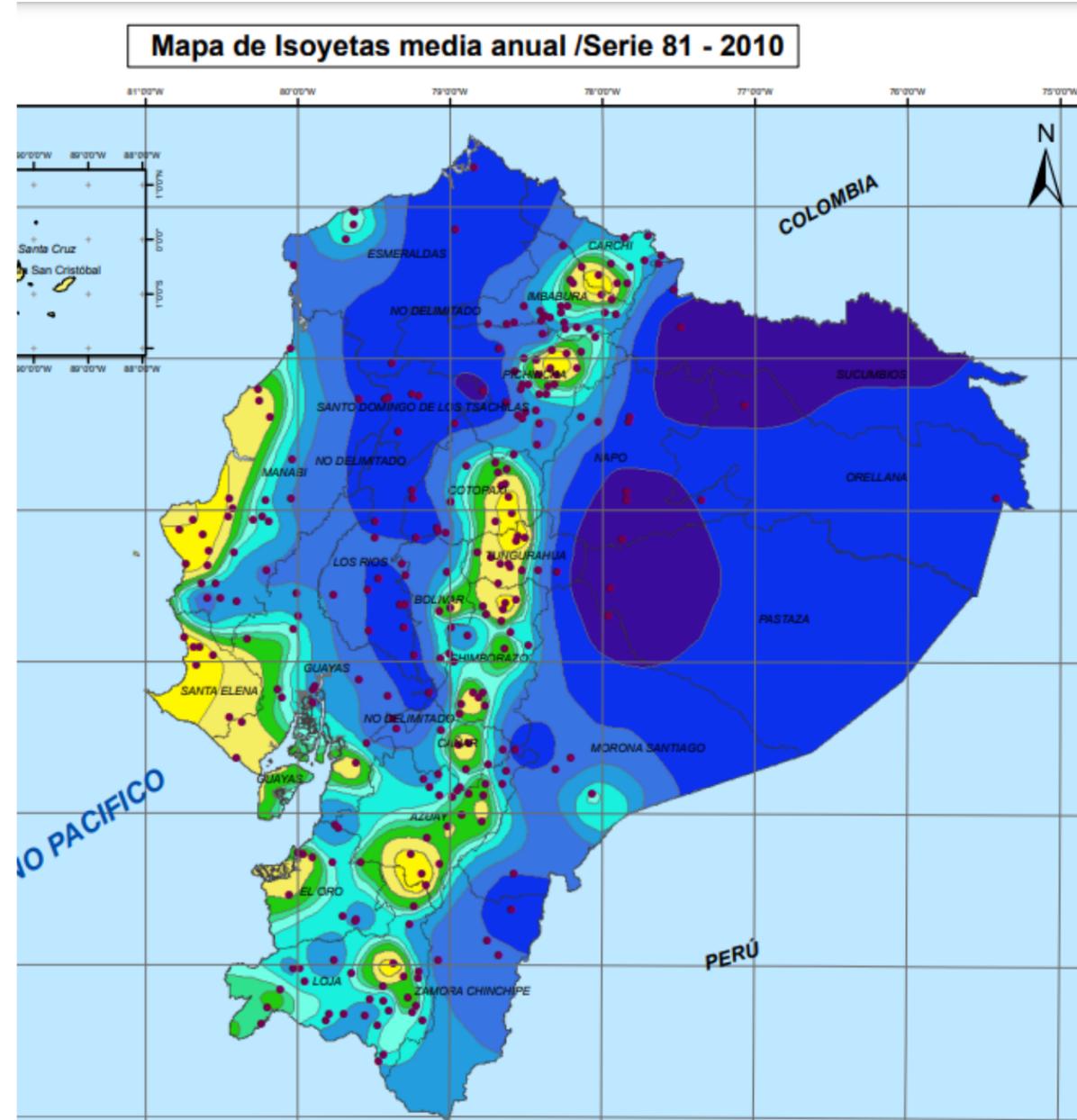


$$I = \frac{832,0629 * T^{0,118987}}{t^{0,61639}}$$

Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Periodo de retorno años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	335,07	218,57	170,23	142,57	124,25	111,04	100,98	93,00	86,49	81,05	76,43	72,43
5	373,67	243,75	189,84	159,00	138,56	123,84	112,61	103,71	96,45	90,39	85,23	80,78
10	405,80	264,70	206,17	172,67	150,48	134,48	122,29	112,63	104,74	98,16	92,56	87,72
25	452,54	295,19	229,91	192,56	167,81	149,97	136,38	125,60	116,81	109,46	103,22	97,83
50	491,45	320,57	249,68	209,11	182,24	162,87	148,10	136,40	126,85	118,87	112,09	106,24
100	533,70	348,13	271,15	227,09	197,91	176,87	160,84	148,13	137,76	129,09	121,73	115,37

PRECIPITACIÓN MEDIA



PRECIPITACIÓN MEDIA

Año	Máximo	
1981	168,75	1207,62
1982	226,76	1592,56
1983	226,76	1560,93
1984	195,12	1434,39
1985	189,84	1429,13
1986	179,3	1318,38
1987	268,95	1576,75
1988	221,48	1497,67
1989	268,95	1545,13
1990	174,02	1397,47
1991	174,02	1212,88
1992	205,66	1381,65
1993	258,4	1671,7
1994	200,39	1524,04
1995	152,93	1218,16
1996	184,57	1392,2
1997	253,12	1782,42
1998	305,86	1845,71
1999	290,04	1703,33
2000	163,48	822,65
2001	158,2	1128,53
2002	232,03	1687,51
2003	195,12	1534,59
2004	200,39	1618,96

2004	200,39	1618,96
2005	94,92	332,23
2006	163,48	711,93
2007	174,02	849,01
2008	258,4	1597,87
2009	210,94	1054,69
2010	174,02	943,95
2011	242,58	1386,92
2012	242,58	1724,41
2013	205,66	1624,23
2014	158,2	1044,14
2015	210,94	1545,11
2016	232,03	1524,02
2017	226,76	1756,06
2018	216,21	1587,31
2019	174,02	1397,47
2020	210,94	1170,71
2021	232,03	1632,72
MAX	305,86	56967,14

$$\bar{P} \text{ media anual} = \frac{\sum \text{Precipitaciones de los 12 meses}}{\text{Número de años}} \text{ mm}$$

$$\bar{P} \text{ media anual} = \frac{56967,14}{41} \text{ mm}$$

$$\bar{P} \text{ media anual} = 1389,44 \text{ mm}$$

CAUDAL MÁXIMO

$$Q_{m\acute{a}x} = a1 * \frac{\bar{P} * \sqrt{A}}{10^3} * (0,5 * Ln (T) - 0,7)$$

$Q_{m\acute{a}x}$ = Caudal máximo

\bar{P} = Precipitación media anual

T = Tiempo de retorno de 100 años

$$a = 0,644 - 0,08 * \ln (P)$$

$$a = 0,644 - 0,08 * \ln (1389,44)$$

$$a = 0,065$$

$$Q_{m\acute{a}x} = a1 * \frac{1389,44 * \sqrt{1631,611}}{10^3} * (0,5 * Ln (100) - 0,7)$$

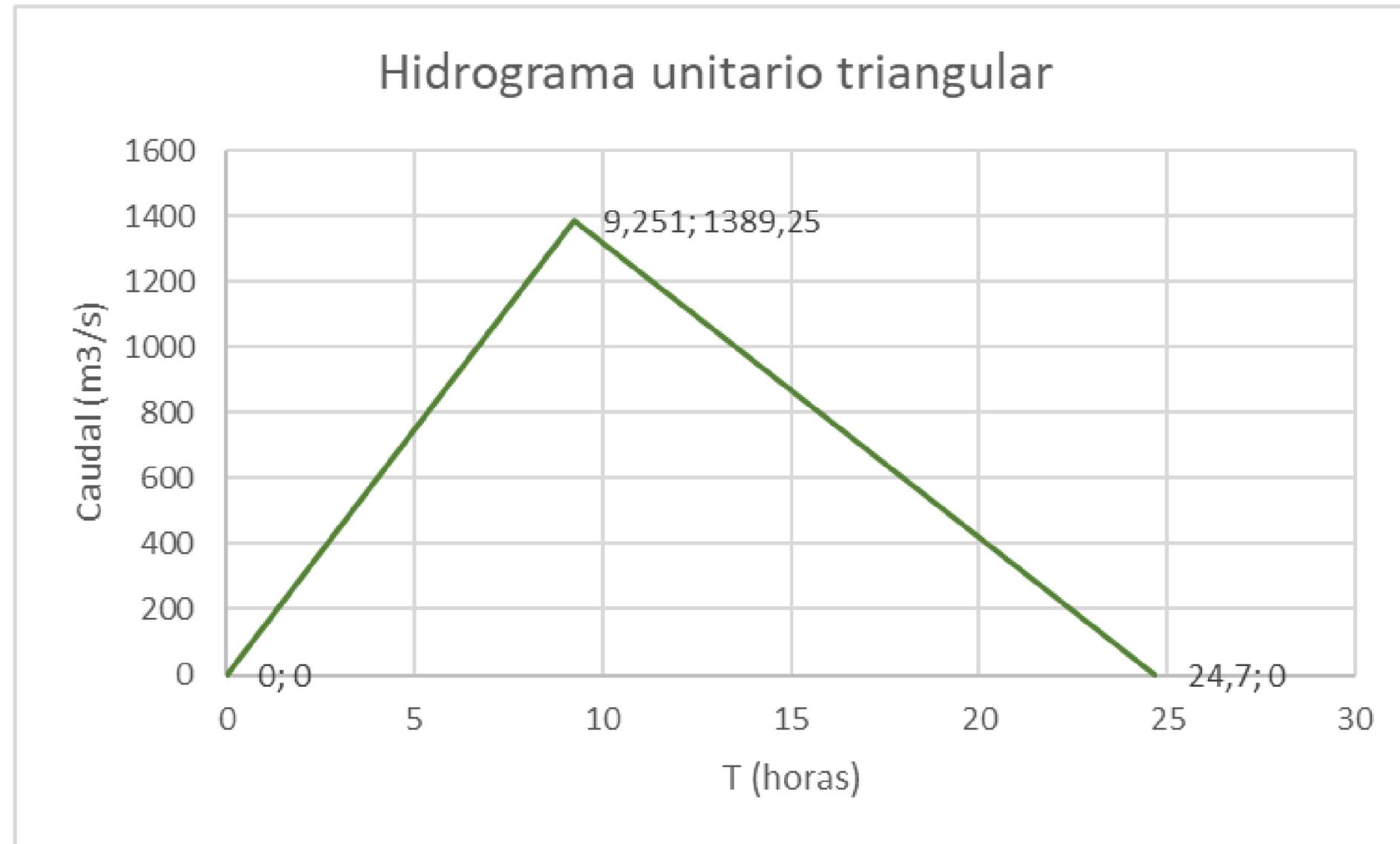
$$Q_{m\acute{a}x} = 1389,25 \frac{m^3}{s}$$

Factor de Seguridad

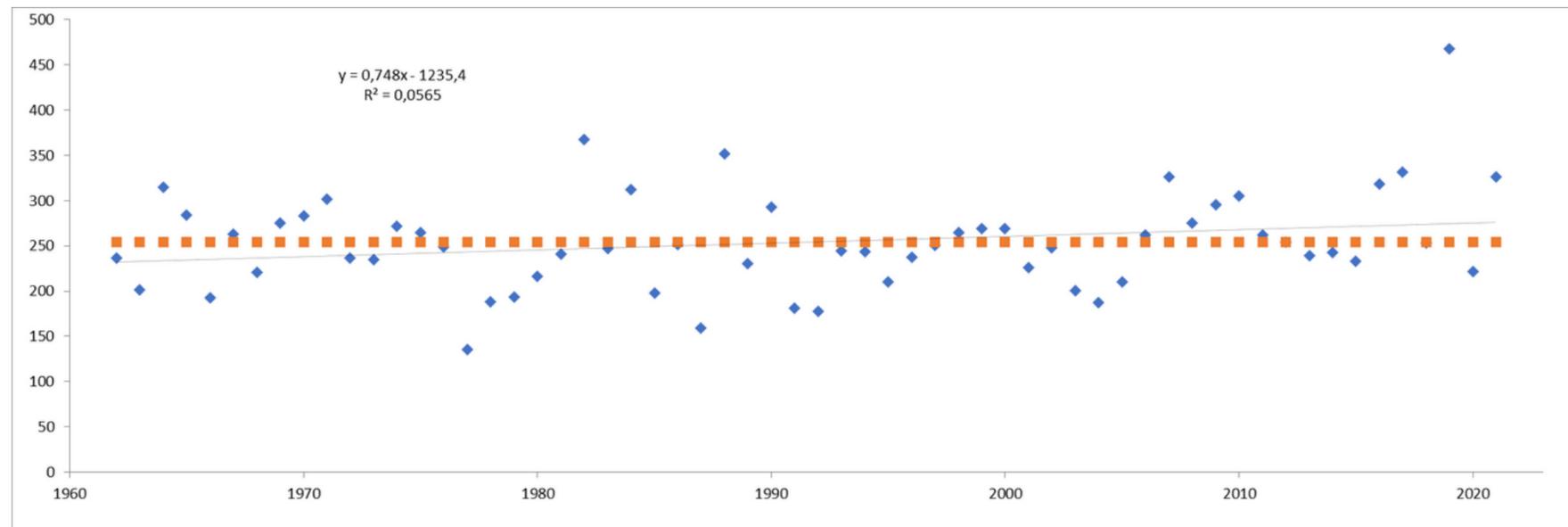
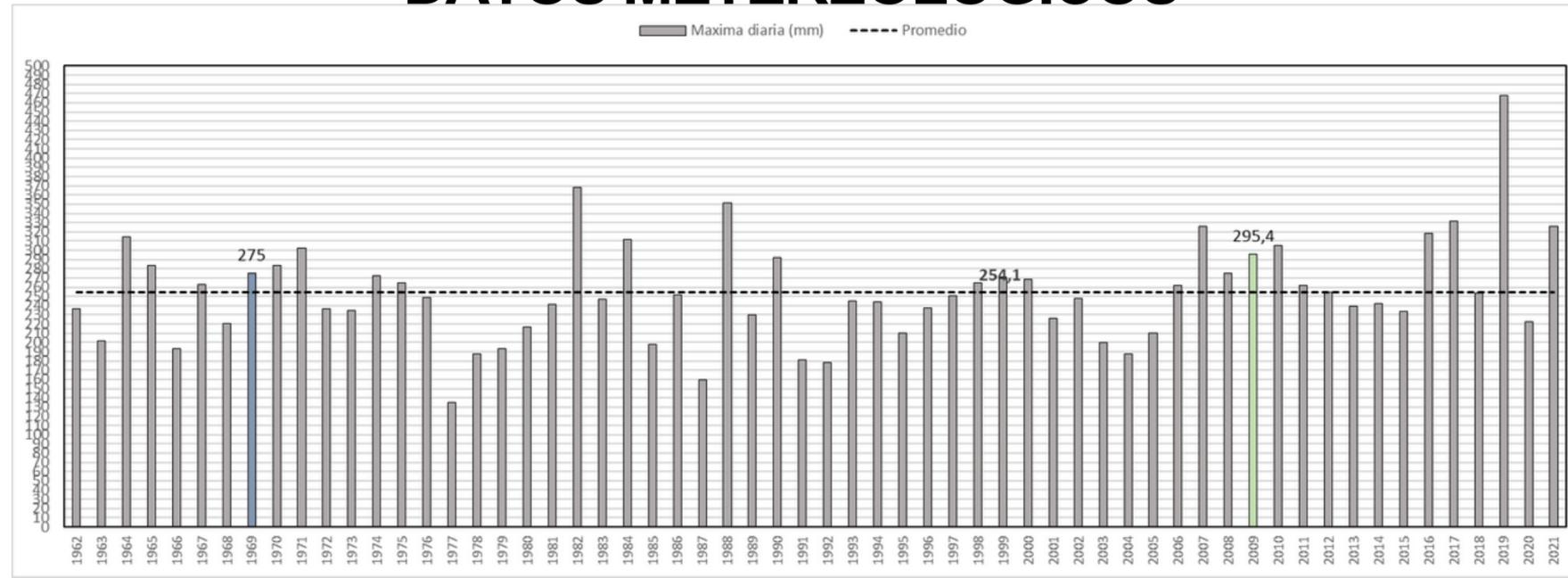
Se añade un factor de seguridad del 30% es decir nuestro caudal máximo toma un valor de :

$$Q_{m\acute{a}x}(30\%): 1806,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

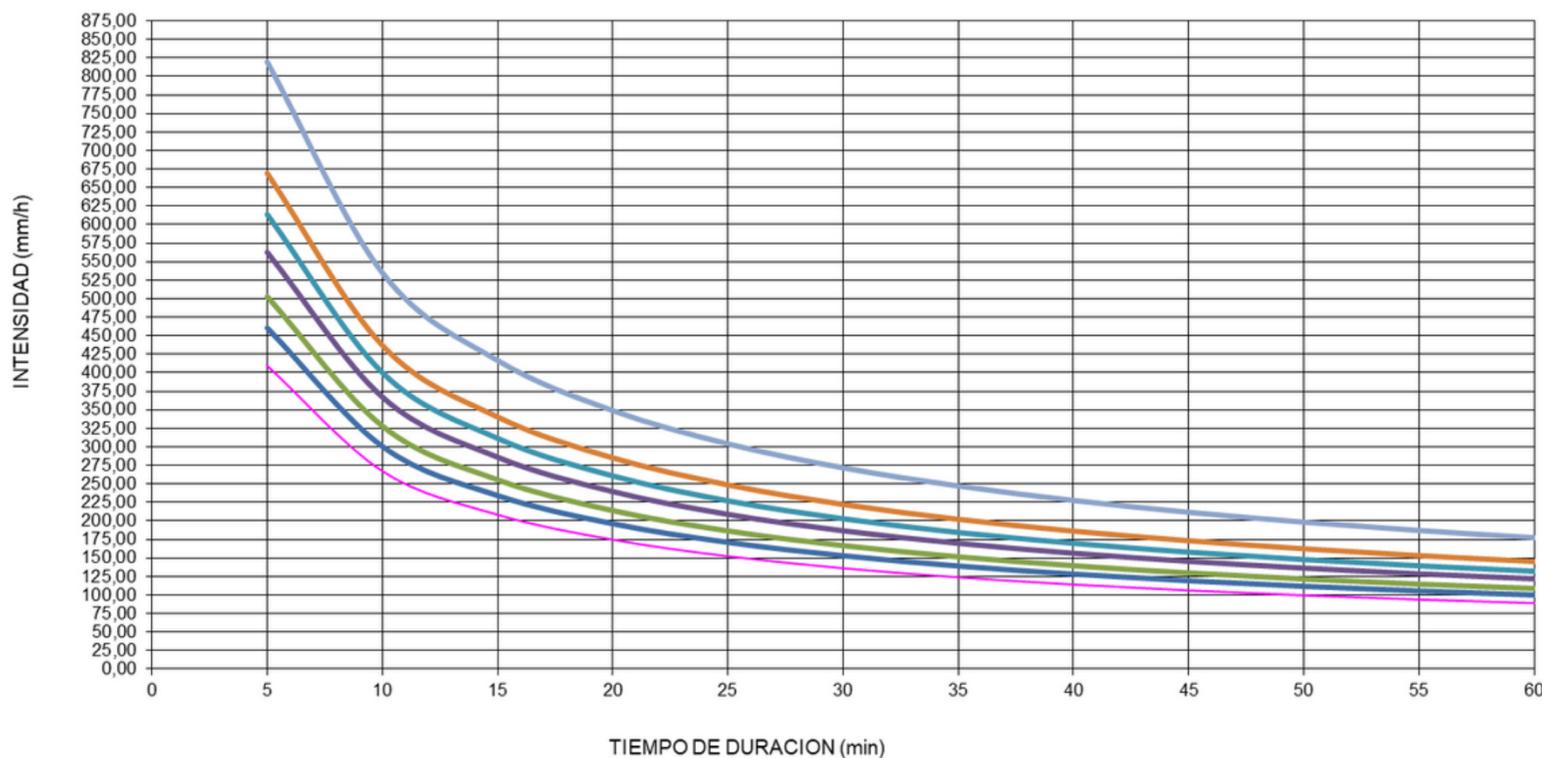
HIDROGRAMA



DATOS METEREOLÓGICOS



Curvas IDF de la cuenca



$$I = \frac{1015.4360 * T^{0.125112}}{t^{0.61639}}$$

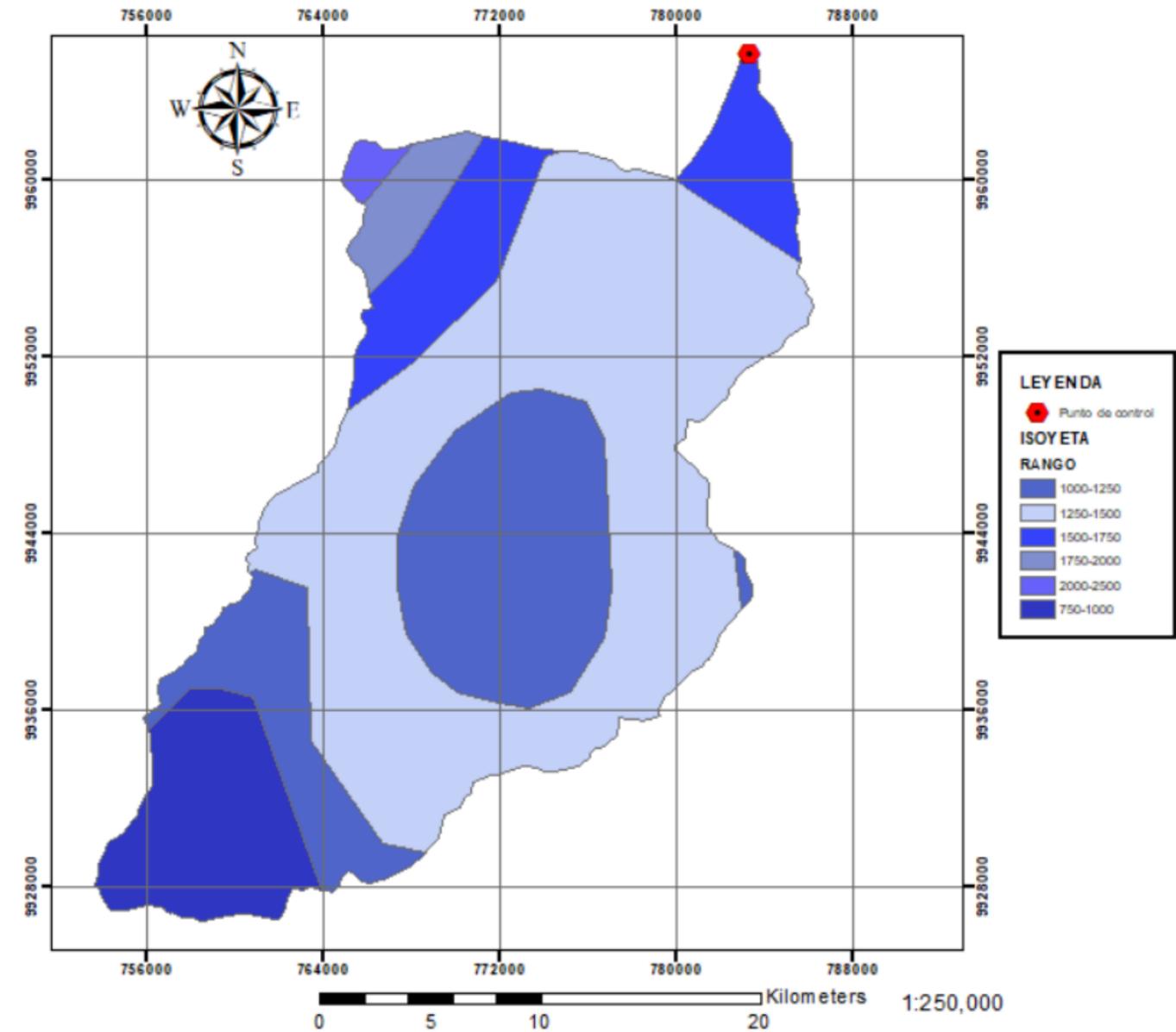
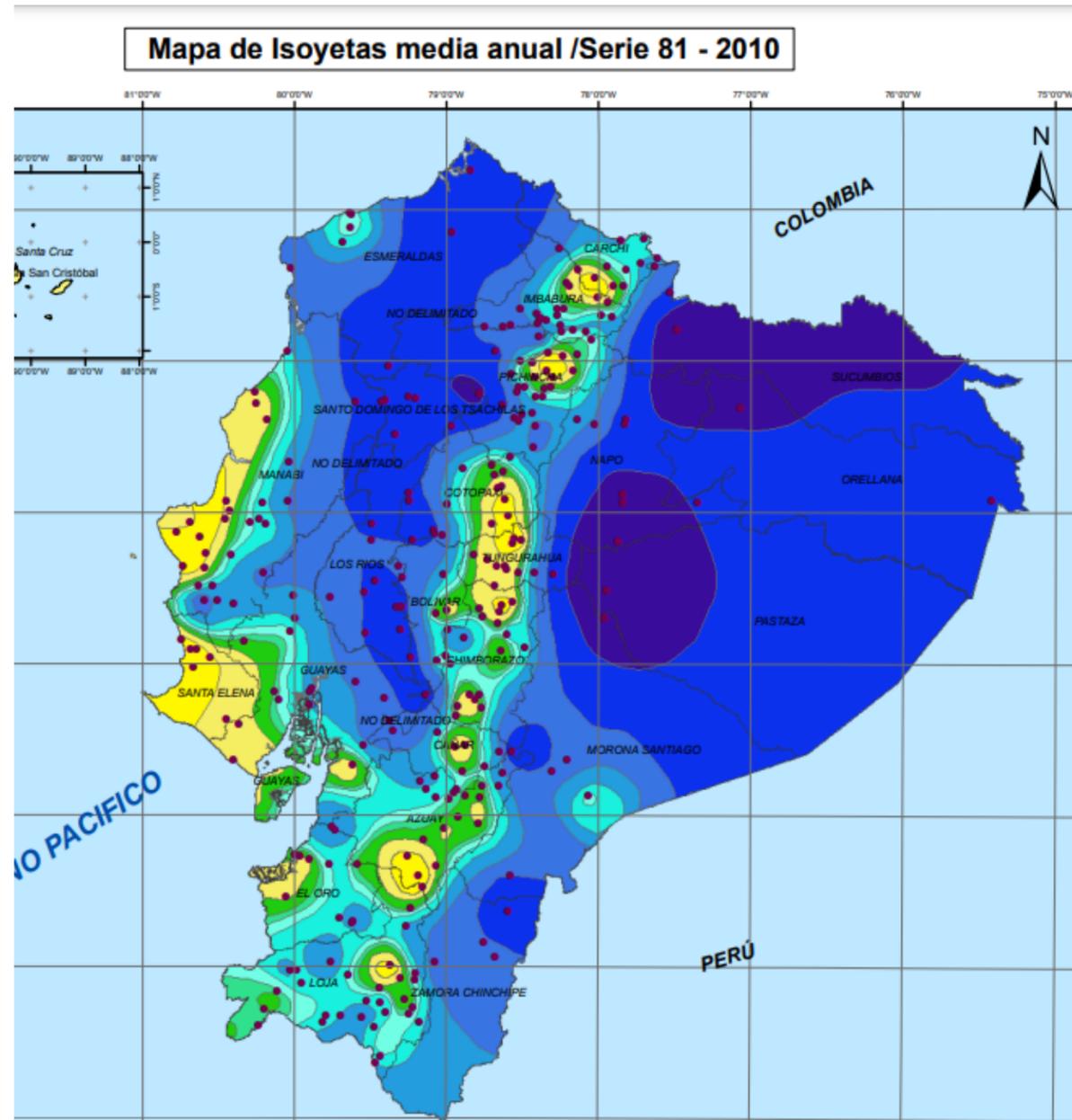
Tabla de intensidades - Tiempo de duración

Periodo de retorno años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	410,66	267,87	208,64	174,73	152,28	136,09	123,76	113,98	106,00	99,33	93,67	88,77
5	460,54	300,41	233,98	195,96	170,78	152,62	138,79	127,82	118,87	111,40	105,04	99,56
10	502,26	327,63	255,18	213,71	186,25	166,45	151,36	139,40	129,64	121,49	114,56	108,58
25	563,27	367,42	286,17	239,67	208,87	186,67	169,75	156,34	145,39	136,25	128,47	121,77
50	614,30	400,71	312,10	261,38	227,79	203,58	185,13	170,50	158,56	148,59	140,11	132,80
100	669,95	437,01	340,37	285,06	248,43	222,02	201,90	185,95	172,93	162,05	152,81	144,83

INTENSIDAD - TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

	Tiempo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
425,1	26,56	29,78	32,48	36,42	39,72	43,32	52,99

PRECIPITACIÓN MEDIA



PRECIPITACIÓN MEDIA

		Area (Km2)	Precipitación anual (mm)	Área * precipitación
A1		69,71	875	60996,25
A2		163,819	1125	184296,375
A3		338,64	1375	465630
A4		68,5	1625	111312,5
A5		19,4012	1875	36377,25
A6		4,74	2250	10665
total		664,8102		869277,375

$$\bar{P} = \frac{869277.375}{664.81}$$

$\bar{P} = 1307.55 \text{ mm} = \textit{Precipitación ponderada media}$

CAUDAL MÁXIMO

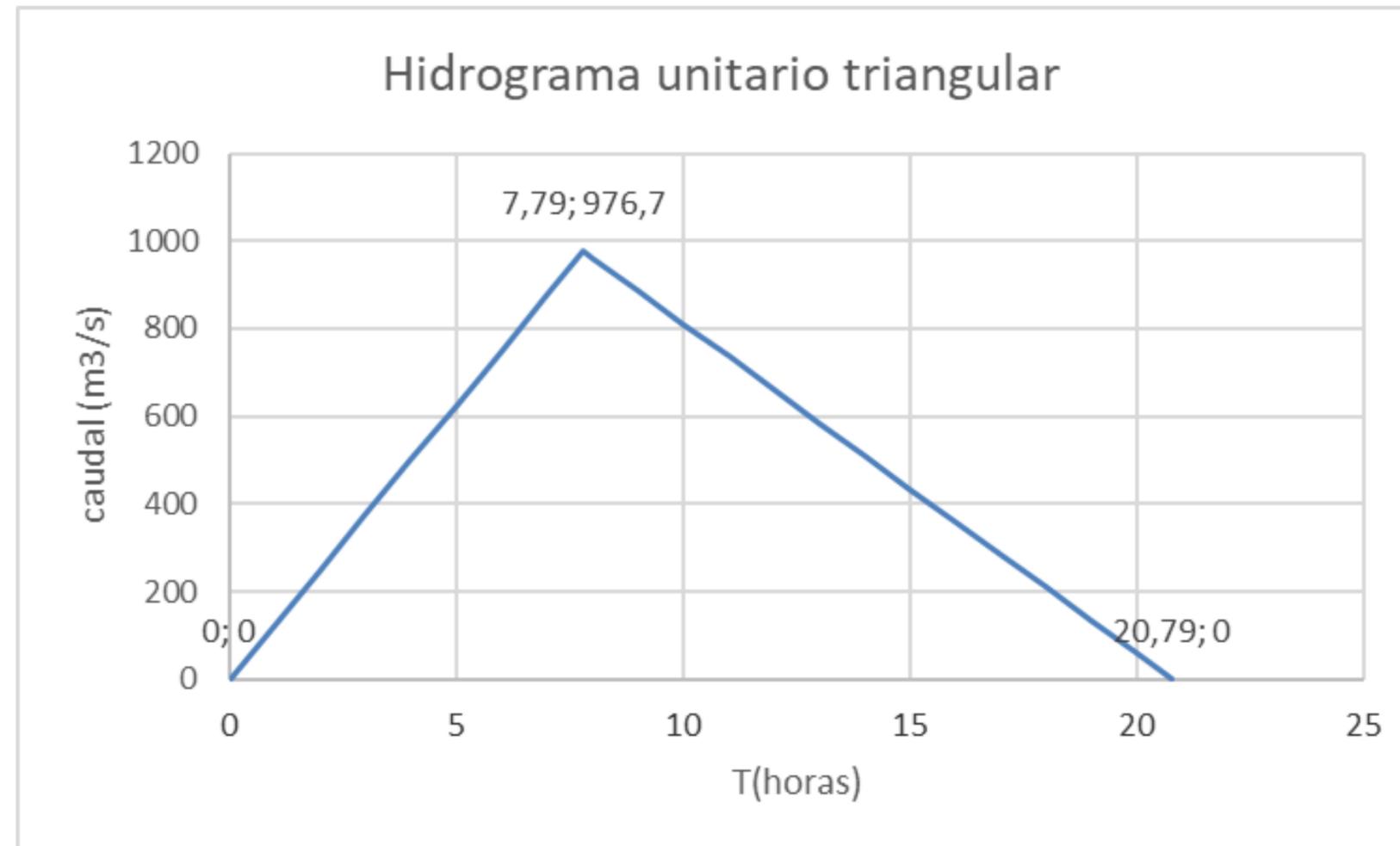
$$Q = a * \frac{P * \sqrt{A}}{(1 + LOG(A))} * (0.5 * Ln(T) - 0.7)$$

$$a = 0.644 - 0.08 * Ln(P)$$

$$Q = 0.06992 * \frac{1307.55 * \sqrt{664.81}}{(1 + LOG(664.81))} * (0.5 * Ln(100) - 0.7)$$

$$Q = 967,67 \text{ m}^3/\text{s}$$

HIDROGRAMA



CONTENIDO

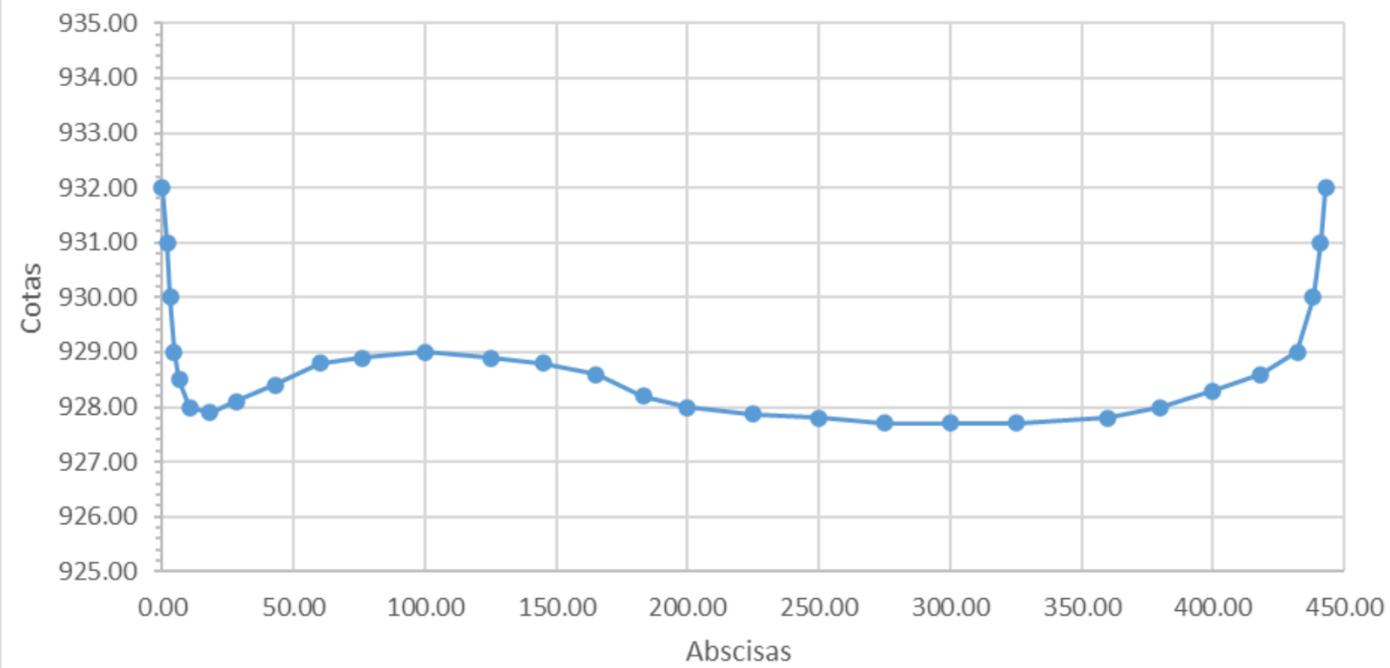


SECCIONES TRANSVERSALES

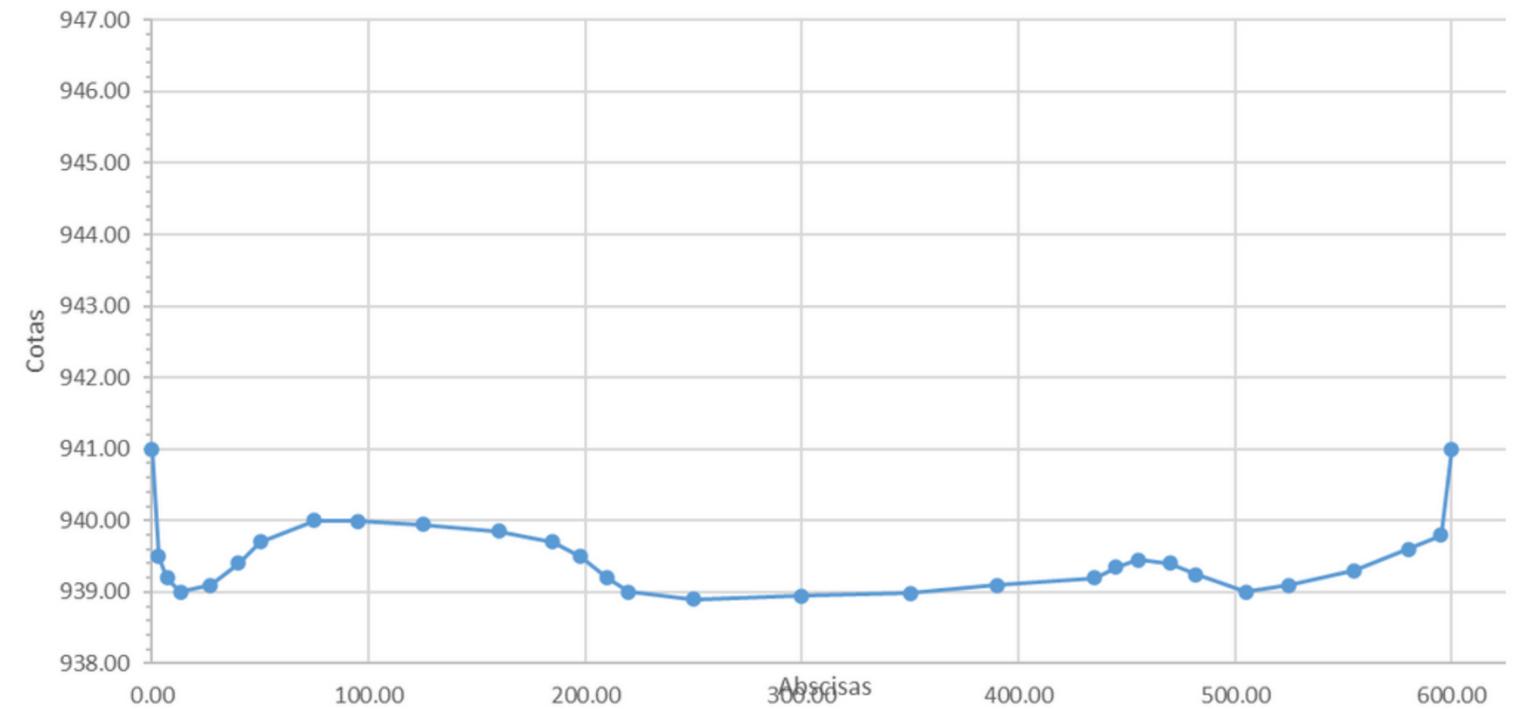


SECCIONES DEL RÍO

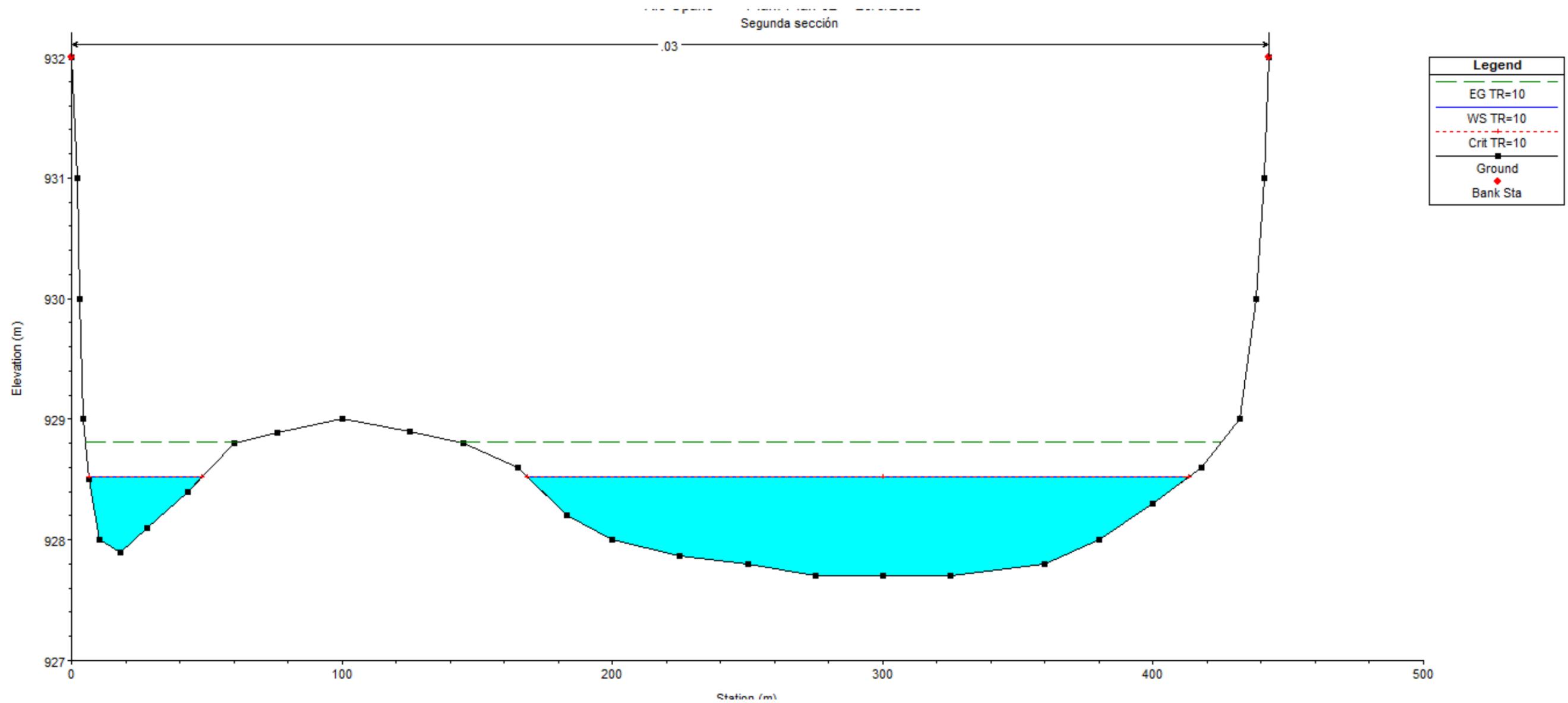
Sección en el Puente 0+000 m



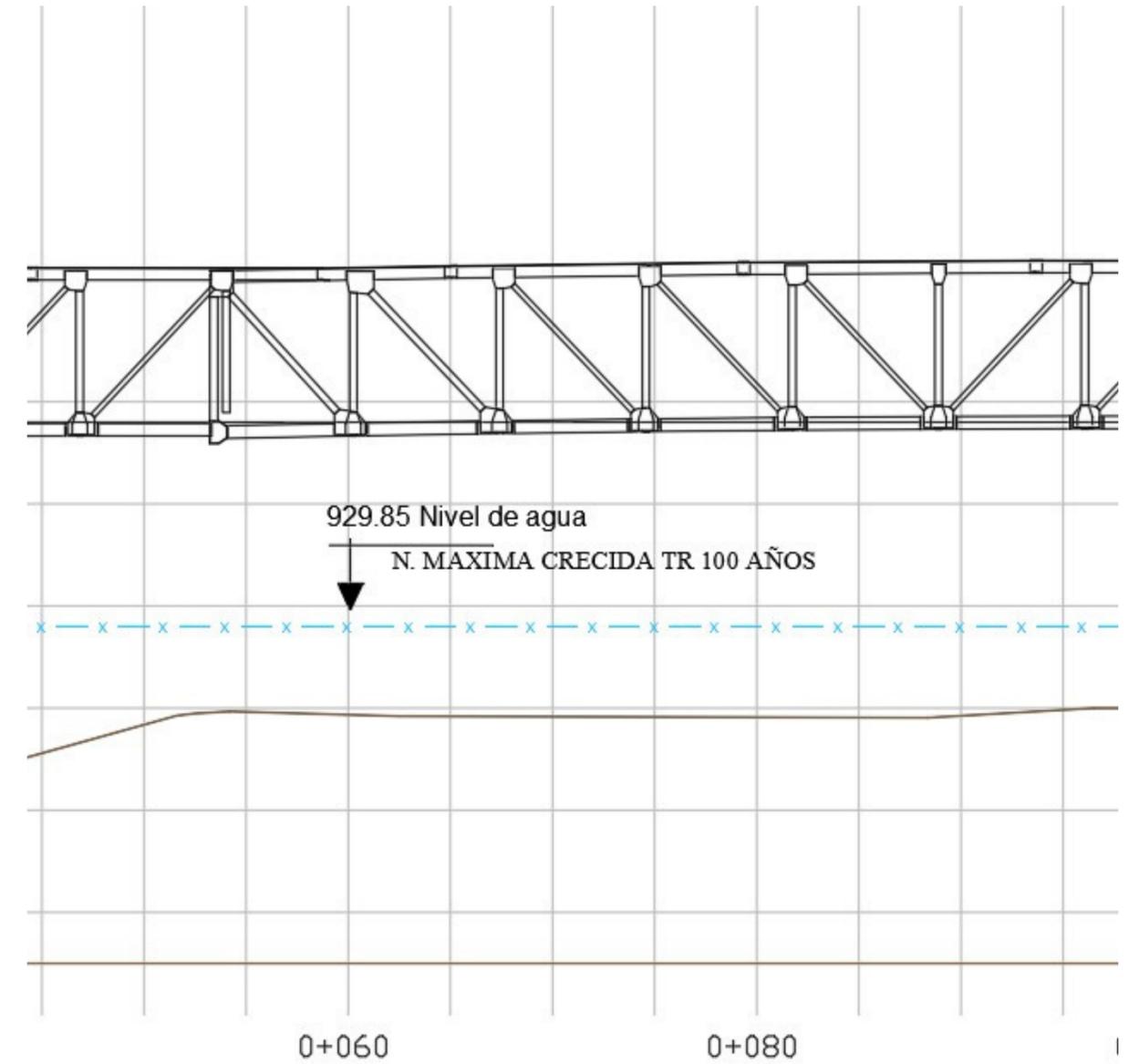
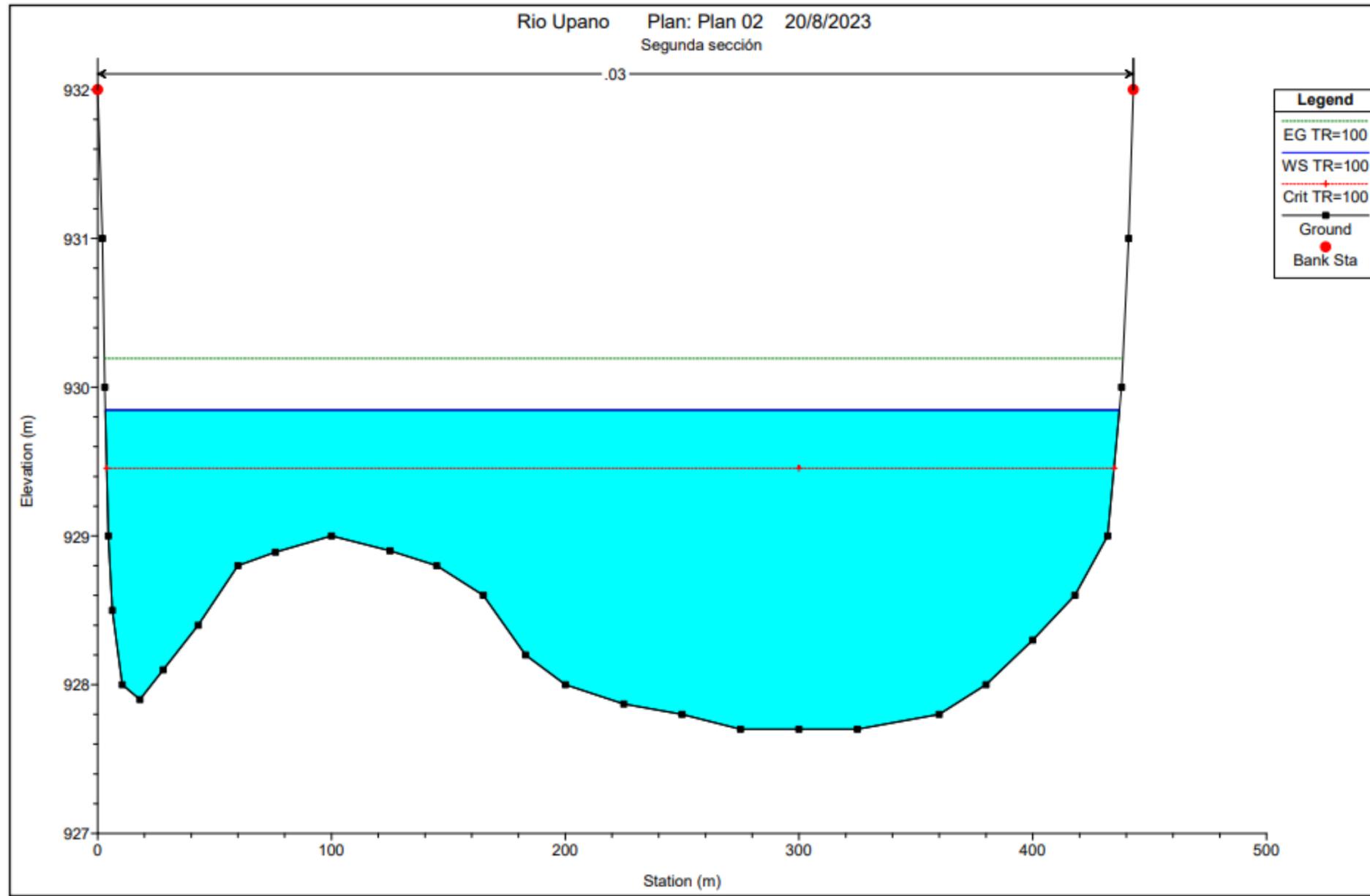
Sección 800m aguas arriba del puente



MODELACIÓN SECCIONES

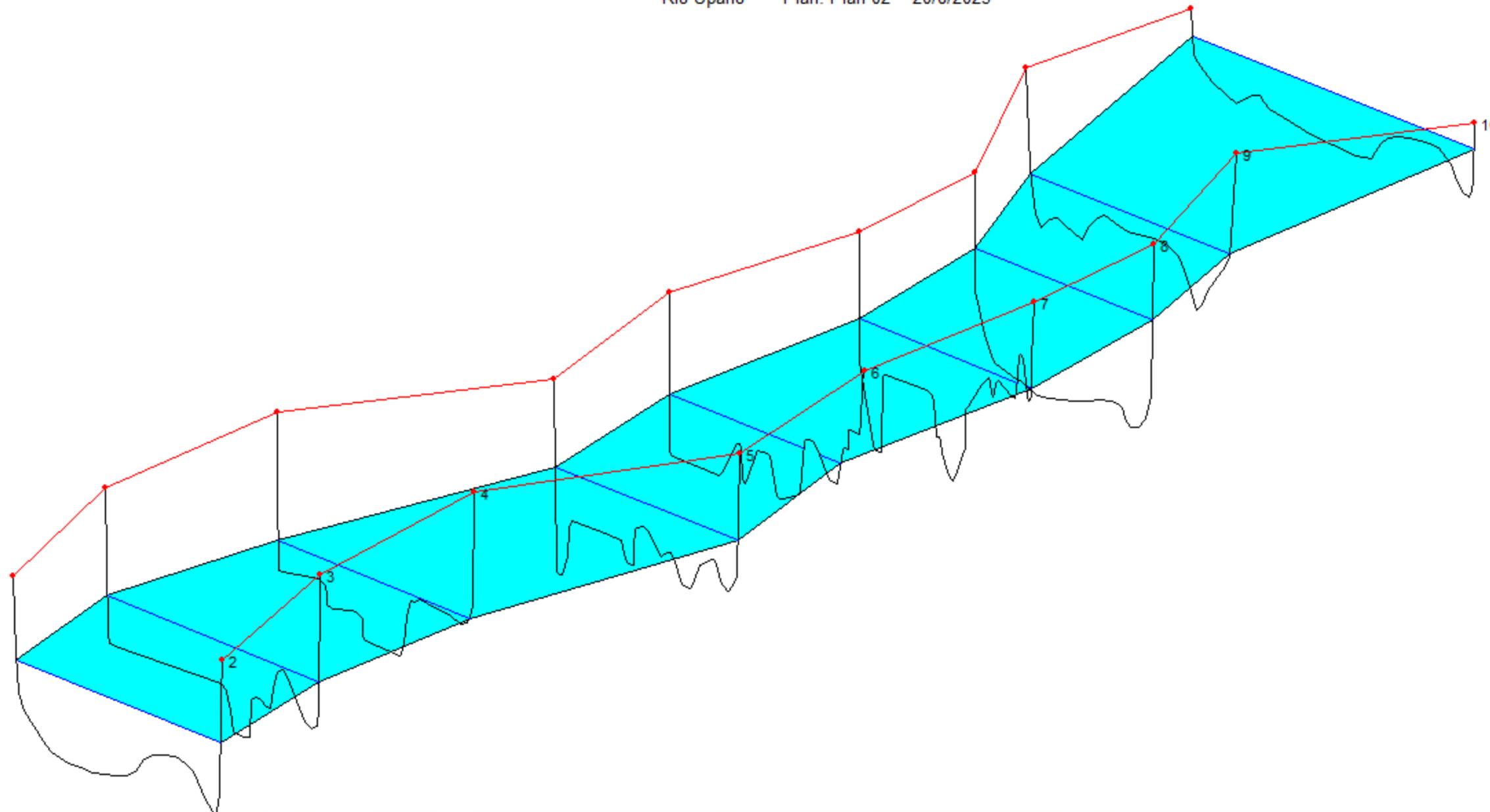


MODELACIÓN SECCIÓN DEL PUENTE PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



MODELACIÓN DEL RÍO UPANO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

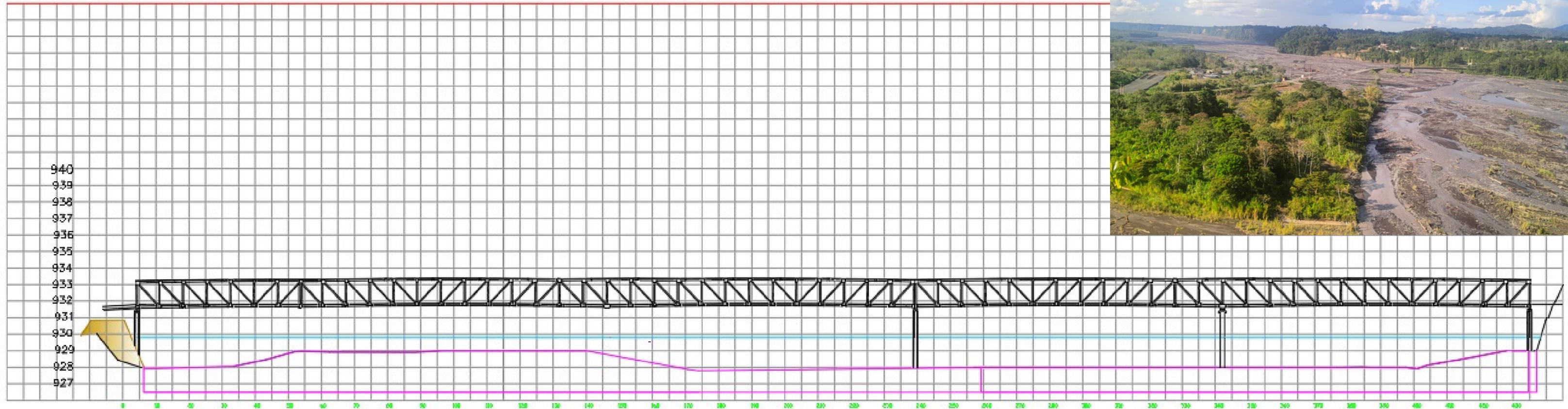
Rio Upano Plan: Plan 02 20/8/2023



Legend	
	WS TR=100
	Ground
	Bank Sta

MODELACIÓN SECCIÓN DEL PUENTE PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

ABSC 0+900 (PUENTE)



CONTENIDO



CONCLUSIONES

- La cuenca hidrográfica del río Upano tiene un área de 1631,611 km² y con un perímetro de 238,106 km.
- La longitud total del cauce abarca los 108,701 km, y su pendiente media es de 4.01%. La pendiente media de la cuenca es de 35% lo que significa existe variación en las cotas.
- La cuenca presenta un coeficiente de compacidad Gravelius de 1,66, dando como resultado una cuenca oval oblonga a rectangular oblonga. Se ha determinado un factor de forma de 0,57, lo que indica que la cuenca presenta una ligera tendencia a estar ensanchada en comparación con una forma más alargada.

- Considerando un período de retorno de 100 años para el río Upano, se ha calculado un caudal máximo de 1389,25 m³/s. Sin embargo, debido a la presencia de sedimentos provenientes del volcán Sangay en la zona, se ha aplicado un factor de seguridad del 30%, para garantizar la seguridad de las infraestructuras y comunidades cercanas a la zona.
- Al utilizar datos meteorológicos proporcionados por la NASA (Satélite que genera datos meteorológicos), se ha observado que dicho punto difiere de la ubicación del punto de control. Esta disparidad se debe a la falta de homogeneidad en los datos recopilados.
- A partir del estudio realizado en la cuenca el río Upano, se recomienda que el puente sea construido a partir de la cota 931,85 m.s.n.m, es decir, 2 metros más arriba de la cota a la que se encontrará el nivel del agua ante una crecida del río con un periodo de retorno de 100 años.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar un pluviómetro cerca de la zona de estudio, debido a que las estaciones que se encuentran en la cercanía de la cuenca no pueden proporcionar los datos necesarios para realizar un estudio de precipitaciones.
- Se recomienda la revisión de todos los documentos tipo shapefile a usarse en el software ArcGIS, para tener una mejor precisión en el cálculo de parámetros morfológicos, así mismo manejar el programa minuciosamente para un resultado satisfactorio.

- Se recomienda utilizar un tiempo de retorno de 100 años, debido a la importancia del puente para la movilidad entre Macas y el Puyo. Ya que de esta manera se podrá tener mayor seguridad que la obra civil no se verá afectada ante un desastre natural como una creciente que pueda suceder en el río de 50 años.
- Se recomienda utilizar un factor de seguridad al determinar el caudal de diseño, especialmente si se tiene presentes efectos de vulcanismos y arrastres de sólidos en la zona. De esta manera aumenta la probabilidad de que la estructura trabaje de manera adecuada, incluso en eventos de crecidas extremas.

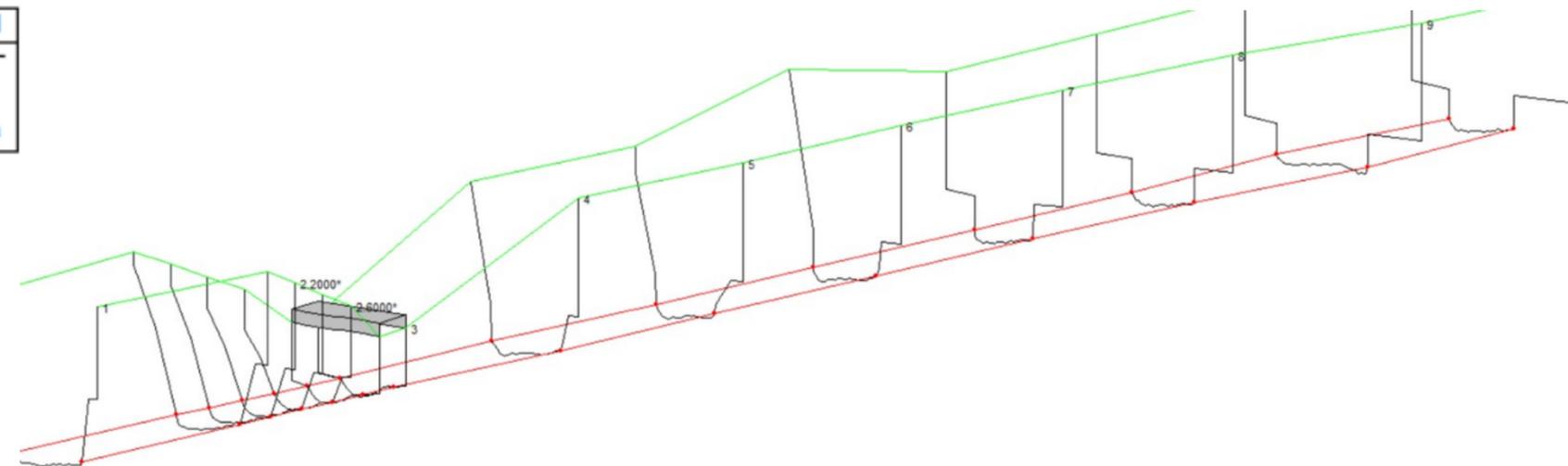
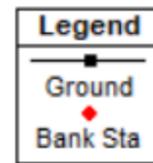
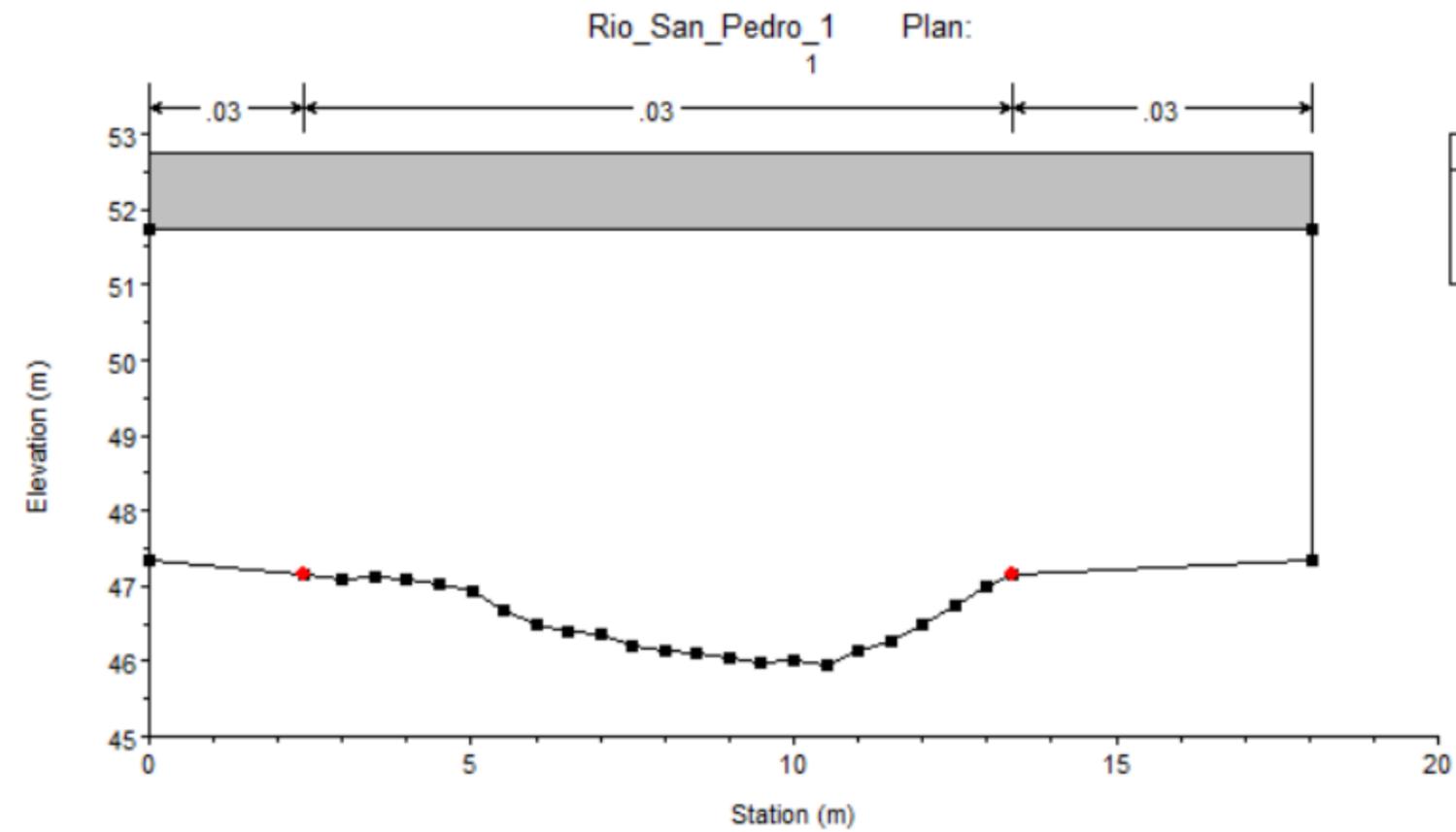
CONTENIDO



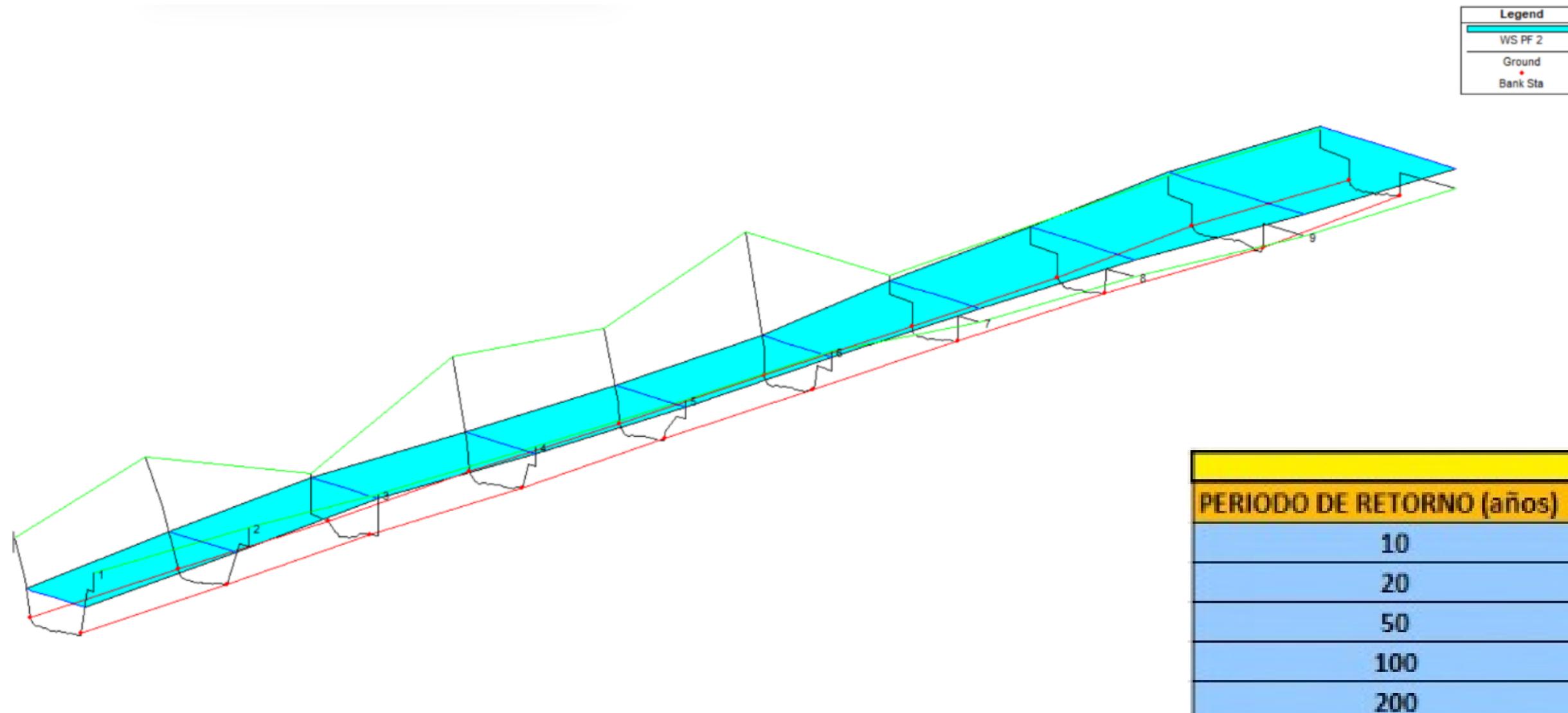
SECCIONES TRANSVERSALES



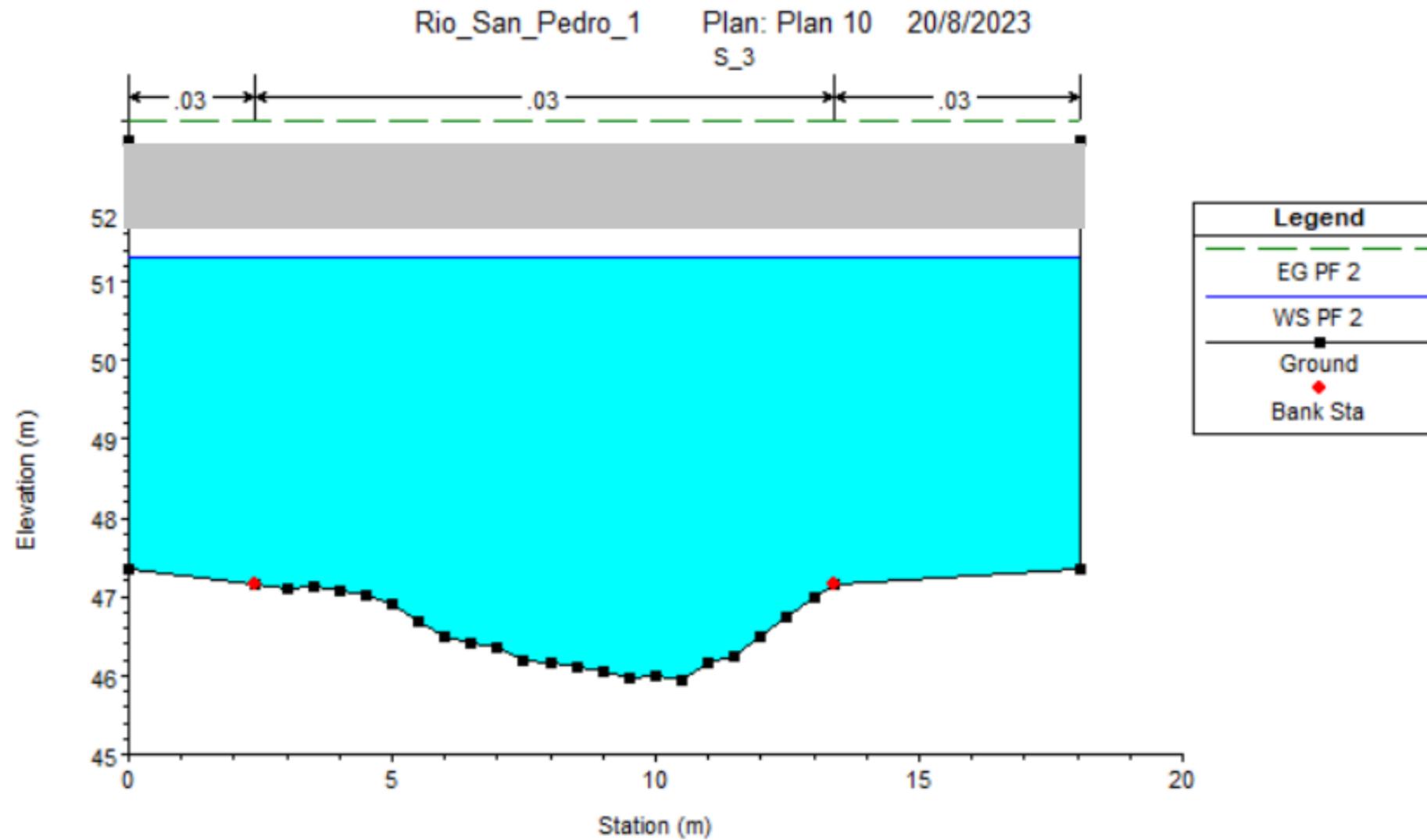
MODELACIÓN SECCIONES



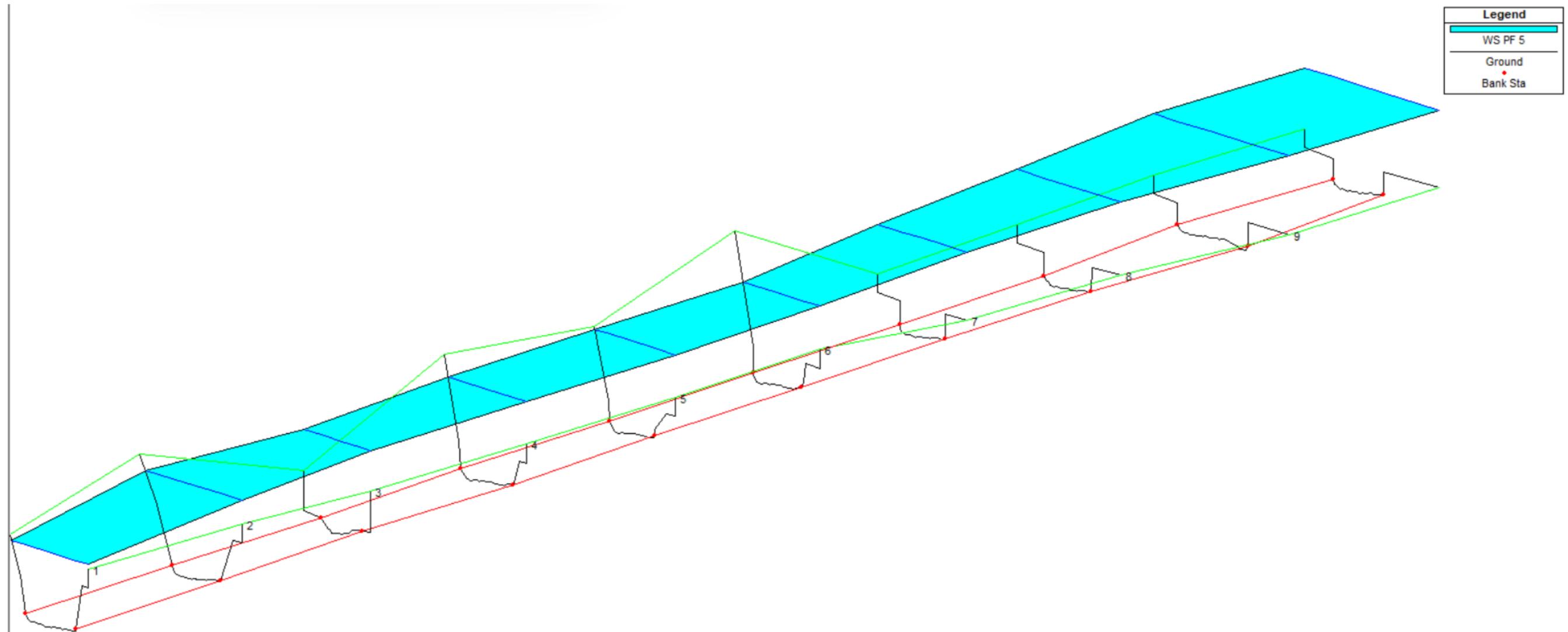
MODELACIÓN DEL RÍO SAN PEDRO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



MODELACIÓN SECCIÓN DEL PUENTE PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



MODELACIÓN DEL RÍO SAN PEDRO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



CONTENIDO



CONCLUSIONES

- La cuenca hidrográfica en la zona de estudio abarca un área total de 644.81 km² y se caracteriza por una forma que oscila entre el oval redondeado y el oval oblongo. La topografía que la delinea es predominantemente montañosa. Esta cuenca alberga un intrincado sistema de afluentes procedentes de elevaciones montañosas, entre las que se incluyen nombres como: Illinizas, Corazón, Rumiñahui y Atacazo. Estos afluentes contribuyen a la complejidad de la cuenca, influyendo en sus flujos y en la interacción dinámica entre el agua y la geografía circundante.
- Se determinó que la cuenca exhibe una forma alargada y se identificaron amenazas de crecidas relativamente bajas. El análisis reveló una pendiente de cauce del 4.08%, mientras que el tiempo de concentración se estableció en 7,08 horas. Este último dato cobra relevancia debido a la ubicación geográfica de la cuenca, enclavada en una zona montañosa.
- El caudal de máxima crecida de 967.67 m³/s Según las ecuaciones propuestas por Sandoval & Aguilar 2014.

- La modelación de avenidas para diferentes intervalos de tiempo de retorno permitió identificar una preocupante realidad con relación al Puente Avelina Lasso. Este puente sería incapaz de resistir una crecida con un período de retorno de 100 años, ya que el caudal máximo calculado superaría su capacidad estructural y provocaría daños considerables tanto al puente como a su entorno inmediato.
- En observaciones realizadas en el lugar, se evidenció que los enrocados y gaviones que conforman la estructura están socavados en su base y han perdido su capacidad de mantener la integridad de los taludes fluviales.
- El diseño del puente resulta adecuado únicamente para enfrentar crecidas de hasta 10 años de período de retorno

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio exhaustivo de todos los afluentes que contribuyen al caudal, ya que al comprender cómo cada afluente interactúa con el sistema fluvial principal, se puede anticipar y modelar con mayor precisión el comportamiento hidrológico.
- La adquisición de información topográfica actualizada y un levantamiento de campo minucioso son fundamentales para asegurar la precisión de los análisis hidrológicos. La obtención de datos detallados de las secciones transversales permitirá alimentar de manera confiable el modelamiento con HEC-RAS. Esto resultará en modelos hidráulicos más fiables, lo que a su vez conducirá a una toma de decisiones más sólida en términos de diseño de infraestructura y prevención de riesgos.

- Incorporar los resultados del estudio en las decisiones de planificación es esencial para prevenir desastres hidrológicos. La implementación de medidas preventivas, como la construcción de muros de gaviones en áreas vulnerables, reducirá significativamente el riesgo de inundaciones y socavaciones, salvaguardando tanto a las comunidades como a las infraestructuras cercanas.
- La incorporación de tecnología avanzada, como el uso de drones para el levantamiento topográfico en la zona de estudio, aporta ventajas sustanciales. Esta información visual y espacial detallada permitirá un entendimiento más profundo del terreno y las secciones del río
- Es necesario un estudio exhaustivo en conjunto con autoridades del GAD de Rumiñahui para prevenir futuros desastres en el sector, ya que existen varias construcciones sociales, como un gimnasio y un Parque, además de viviendas que fácilmente pueden ser inundadas.

GRACIAS

