ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PARQUE EÓLICO VIENTO PACÍFICO VERDE

APENDICE 4.7.3: MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

Región del Maule

2026

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Ubicación del proyecto 1
1.2. Intersecciones del proyecto con la red hidrográfica 3
2. ANTECEDENTES 7
2.1. Caudal de diseño 7
2.2. Topografía 12
3. METODOLOGÍA 14
3.1. Características geométricas del modelo 15
3.2. Estimación del coeficiente de rugosidad 15
3.3. Características de la modelación 16
3.4. Área de inundación 16
4. RESULTADOS 16
4.1. Características de la modelación 16
4.1.1. Coeficiente de rugosidad 18
4.2. Resultados modelación 1D 19
4.2.1. Situación sin Proyecto 19
4.2.2. Situación con Proyecto 38
5. DISEÑO OBRAS PROYECTADAS 50
6. CONCLUSIONES 54
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Información puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica 6
Tabla 1-2. Información de obras existentes 7
Tabla 2-1. Superficie de microcuencas aportantes 11
Tabla 2-2. Resultados de caudal máximo 12
Tabla 3-1. Variables y valores para la ecuación de Cowan 15
Tabla 4-1. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning “n” 19

Tabla 4-2. Resultados modelación Cauce 1 – Situación sin Proyecto 22
Tabla 4-3. Resultados modelación Cauce 2 – Situación sin Proyecto 22
Tabla 4-4. Resultados modelación Cauce 3 – Situación sin Proyecto 23
Tabla 4-5. Resultados modelación Cauce 4 – Situación sin Proyecto 25
Tabla 4-6. Resultados modelación Cauce 5 – Situación sin Proyecto 26
Tabla 4-7. Resultados modelación Cauce 11 – Situación sin Proyecto..... 27
Tabla 4-8. Resultados modelación Cauce 12 – Situación sin Proyecto..... 28
Tabla 4-9. Resultados modelación Cauce 14 – Situación sin Proyecto..... 29
Tabla 4-10. Resultados modelación Cauce 15 – Situación sin Proyecto..... 30
Tabla 4-11. Resultados modelación Cauce 16 – Situación sin Proyecto..... 30
Tabla 4-12. Resultados modelación Cauce 17 – Situación sin Proyecto..... 31
Tabla 4-13. Información de obras proyectadas 38
Tabla 4-14. Resultados modelación Cauce 1 – Situación con Proyecto..... 42
Tabla 4-15. Resultados modelación Cauce 2 – Situación con Proyecto..... 42
Tabla 4-16. Resultados modelación Cauce 3 – Situación con Proyecto..... 43
Tabla 4-17. Resultados modelación Cauce 4 – Situación con Proyecto..... 45
Tabla 4-18. Resultados modelación Cauce 5 – Situación con Proyecto..... 46
Tabla 4-19. Resultados modelación Cauce 11 – Situación con Proyecto..... 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación general del Proyecto 2
Figura 1-2. Ubicación local del Proyecto 3
Figura 1-3. Ubicación puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica 5
Figura 2-1. Microcuencas aportantes al área de Proyecto (1 de 3)..... 8
Figura 2-2. Microcuencas aportantes en la zona norte del área de Proyecto (2 de 3)..... 9
Figura 2-3. Microcuencas aportantes en la zona sur del área de Proyecto (3 de 3)..... 10
Figura 2-4. Información topográfica levantada para la zona norte del área del Proyecto (1 de 2) .. 13
Figura 2-5. Información topográfica levantada para la zona sur del área del Proyecto (2 de 2) 14
Figura 4-1. Modelación zona norte del área del Proyecto (1 de 2) 17

Figura 4-2. Modelación zona sur del área del Proyecto (2 de 2) 18
Figura 4-3. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto – Situación sin Proyecto (1 de 2) 20
Figura 4-4. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto - Situación sin Proyecto (2 de 2) 21
Figura 4-5. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación sin Proyecto 33
Figura 4-6. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación sin Proyecto 33
Figura 4-7. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación sin Proyecto 34
Figura 4-8. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación sin Proyecto 34
Figura 4-9. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación sin Proyecto 35
Figura 4-10. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación sin Proyecto 35
Figura 4-11. Perfil longitudinal Cauce 12 – Situación sin Proyecto 36
Figura 4-12. Perfil longitudinal Cauce 14 – Situación sin Proyecto 36
Figura 4-13. Perfil longitudinal Cauce 15 – Situación sin Proyecto 37
Figura 4-14. Perfil longitudinal Cauce 16 – Situación sin Proyecto 37
Figura 4-15. Perfil longitudinal Cauce 17 – Situación sin Proyecto 38
Figura 4-16. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto – Situación con Proyecto (1 de 2) 40
Figura 4-17. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto – Situación con Proyecto (2 de 2) 41
Figura 4-18. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación con Proyecto 48
Figura 4-19. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación con Proyecto 48
Figura 4-20. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación con Proyecto 49
Figura 4-21. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación con Proyecto 49
Figura 4-22. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación con Proyecto 50
Figura 4-23. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación con Proyecto 50
Figura 5-1. Vista en planta del badén tipo sin escurrimiento permanente 51
Figura 5-2. Badén tipo sin escurrimiento permanente (corte B-B) 51
Figura 5-3. Vista en corte del badén tipo sin escurrimiento permanente (corte A-A) 51
Figura 5-4. Vista en planta de alcantarilla simple en tubo de hormigón 52
Figura 5-5. Alcantarilla simple en tubo de hormigón 52

Figura 5-6. Vista en corte de alcantarilla simple en tubo de hormigón (corte A-A).....53

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se representa, mediante la modelación hidráulica, la situación actual de los cauces que pasan por el Proyecto denominado Parque Eólico Viento Pacífico Verde (en adelante, el Proyecto).

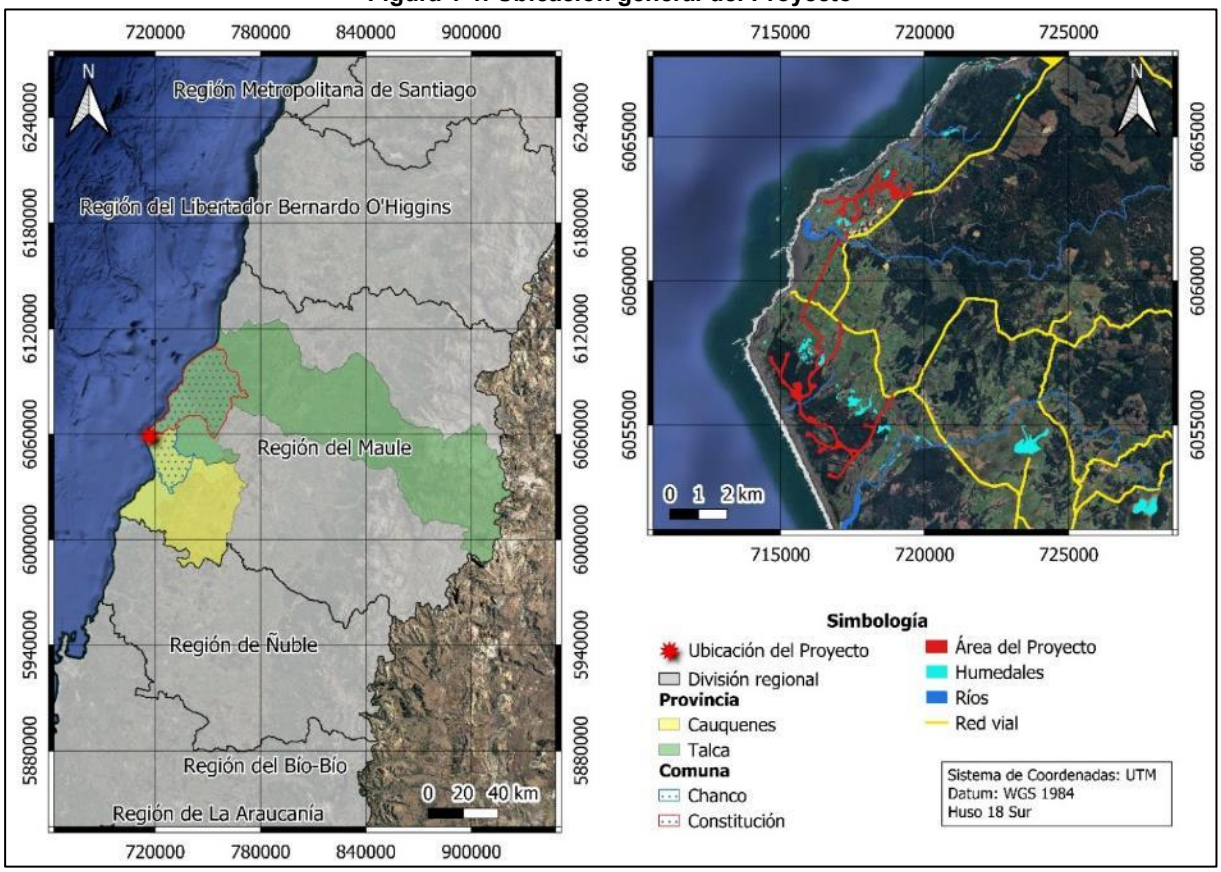
Para el desarrollo de este estudio, inicialmente se definieron las condiciones hidrológicas del área del Proyecto determinando caudales máximos para diferentes periodos de retorno, y posteriormente, con la modelación hidráulica, se define el área de inundación de los cauces identificados.

La modelación hidráulica se realiza utilizando el software de libre acceso HEC-RAS (Hydraulic Engineering Center – River Analysis System), desarrollado por el US Corp Engineers, el cual es aceptado en proyectos hidráulicos por la Dirección General de Aguas (DGA) y la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).

1.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

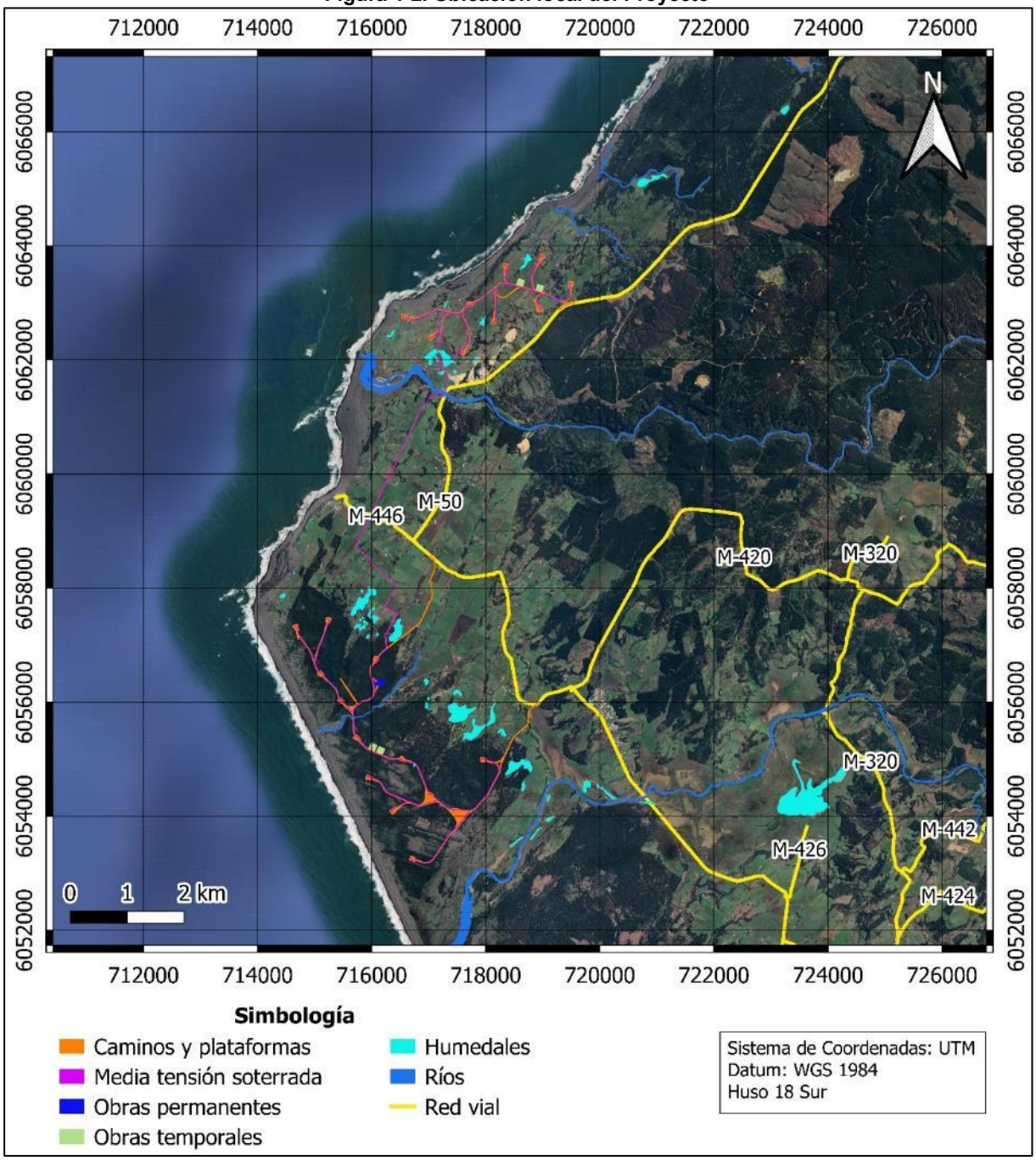
El Proyecto se ubica en la comuna de Chanco, provincia de Cauquenes y en la comuna de Constitución, provincia de Talca, ambas ubicadas en la Región del Maule. En la Figura 1-1 se muestra la ubicación general del Proyecto en el contexto regional y en la Figura 1-2 se muestra la ubicación local del Proyecto.

Figura 1-1. Ubicación general del Proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 1-2. Ubicación local del Proyecto

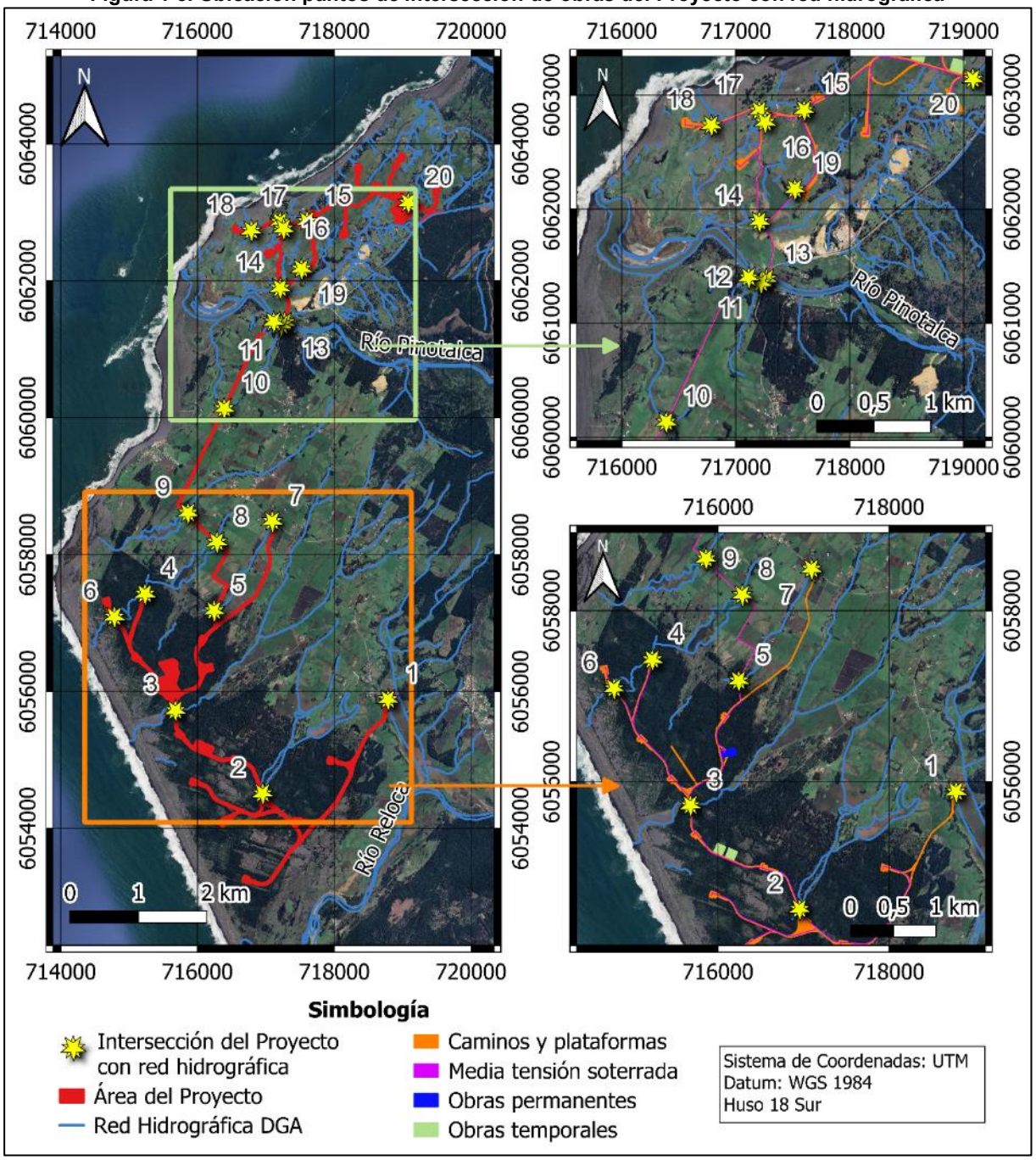


Fuente: Elaboración propia, 2025.

1.2. INTERSECCIONES DEL PROYECTO CON LA RED HIDROGRÁFICA

Debido a que se identifican puntos donde las partes del Proyecto pasan por los cursos de agua que componen la red hidrográfica definida, se requiere la construcción de obras de atravieso. En la Figura 1-3 se muestra la ubicación de los puntos de intersección entre las obras del Proyecto y los cursos de agua que forman parte de la red hidrográfica definida.

Figura 1-3. Ubicación puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la Tabla 1-1 se indican las coordenadas de los puntos de intersección del área del Proyecto con la red hidrográfica identificada y la parte del Proyecto que pasa por el cauce.

Tabla 1-1. Información puntos de intersección de obras del Proyecto con red hidrográfica

ID Punto de intersección con cauce	Coordenadas UTM WGS 84 – HUSO 18 Sur		Parte del Proyecto en la intersección
	Este (m)	Norte (m)	
1	718.784	6.055.884	Camino proyectado
2	716.954	6.054.512	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
3	715.677	6.055.718	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
4	715.200	6.057.473	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
5	716.242	6.057.180	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
6	714.784	6.057.091	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
7	717.094	6.058.487	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
8	716.284	6.058.183	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
9	715.860	6.058.609	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
10	716.390	6.060.134	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
11	717.222	6.061.355	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
12	717.114	6.061.403	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
13	717.271	6.061.389	Zanja línea media tensión
14	717.208	6.061.893	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
15	717.601	6.062.870	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
16	717.258	6.062.763	Camino proyectado y zanja línea media tensión (soterrada)
17	717.208	6.062.862	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
18	716.786	6.062.736	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
19	717.520	6.062.176	Camino existente y zanja línea media tensión (soterrada)
20	719.082	6.063.142	Camino y zanja línea media tensión (soterrada)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En algunos puntos de intersección del área del Proyecto con la red hidrográfica se identifican obras de atravieso existentes, en la Tabla 1-2 se indican las obras existentes en las partes del Proyecto que pasan por cauces.

Tabla 1-2. Información de obras existentes

ID	Obra existente	Observación
1	Badén	
2	Tubo HA (D1000)	
3	Tubo colector HA (D600)	
4	-	
5	-	
6	-	Cauce no identificado en topografía
7	Ruta M-50	
8	Huella Rural	
9	Huella Rural	
10	-	
11	Camino Rural	
12	Camino Rural	
13	Puente Ruta M-50	
14	Camino Rural	Cauce no identificado en topografía
15	Tubo HA (D800)	
16	Tubo HA (D800)	
17	Tubo HA (D800) en Huella Rural	
18	Tubo HA (D800) en Huella Rural	
19	Camino Rural	
20	Tubo HA (D800)	

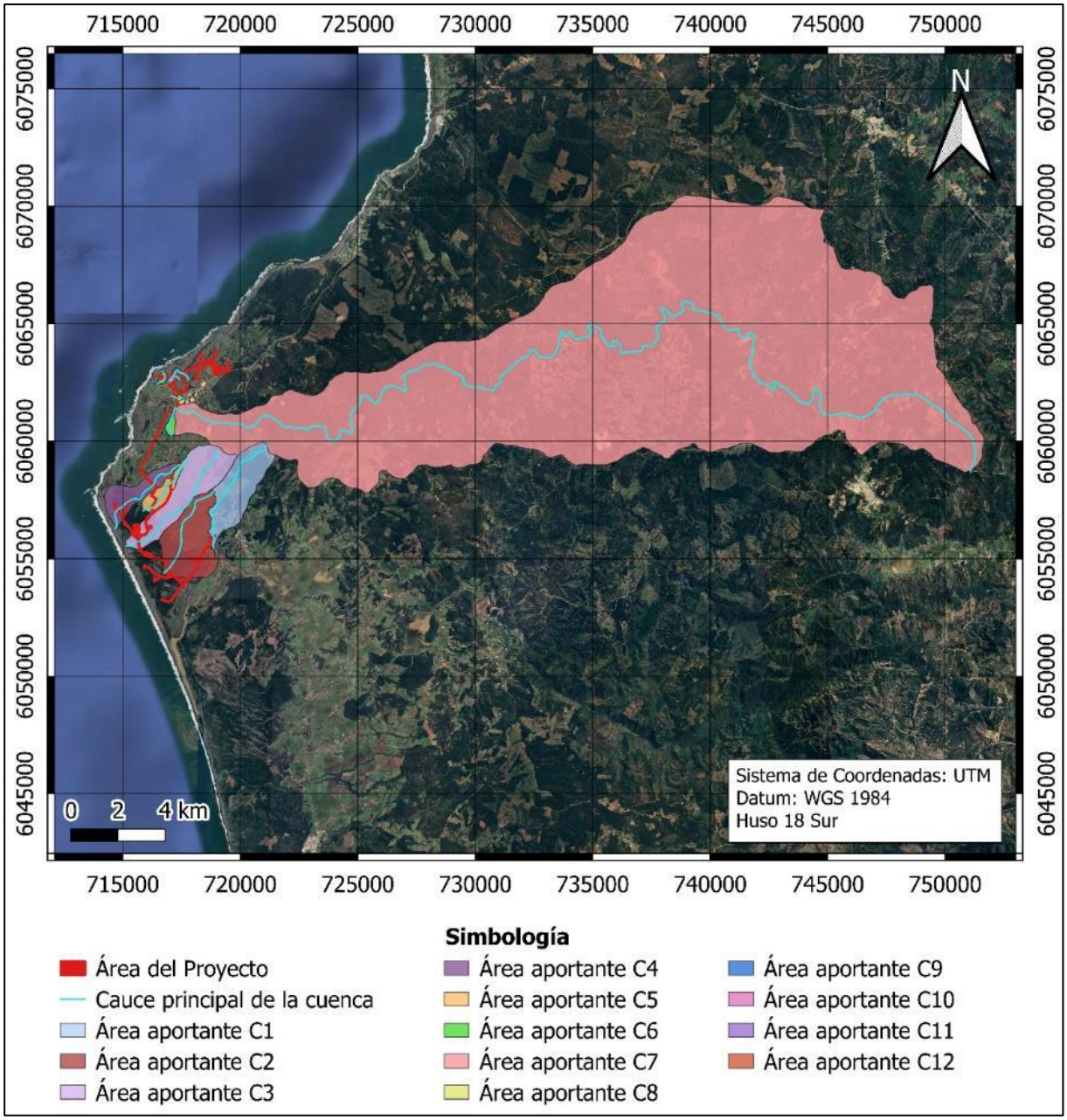
Fuente: Elaboración propia, 2025.

2. ANTECEDENTES

2.1. CAUDAL DE DISEÑO

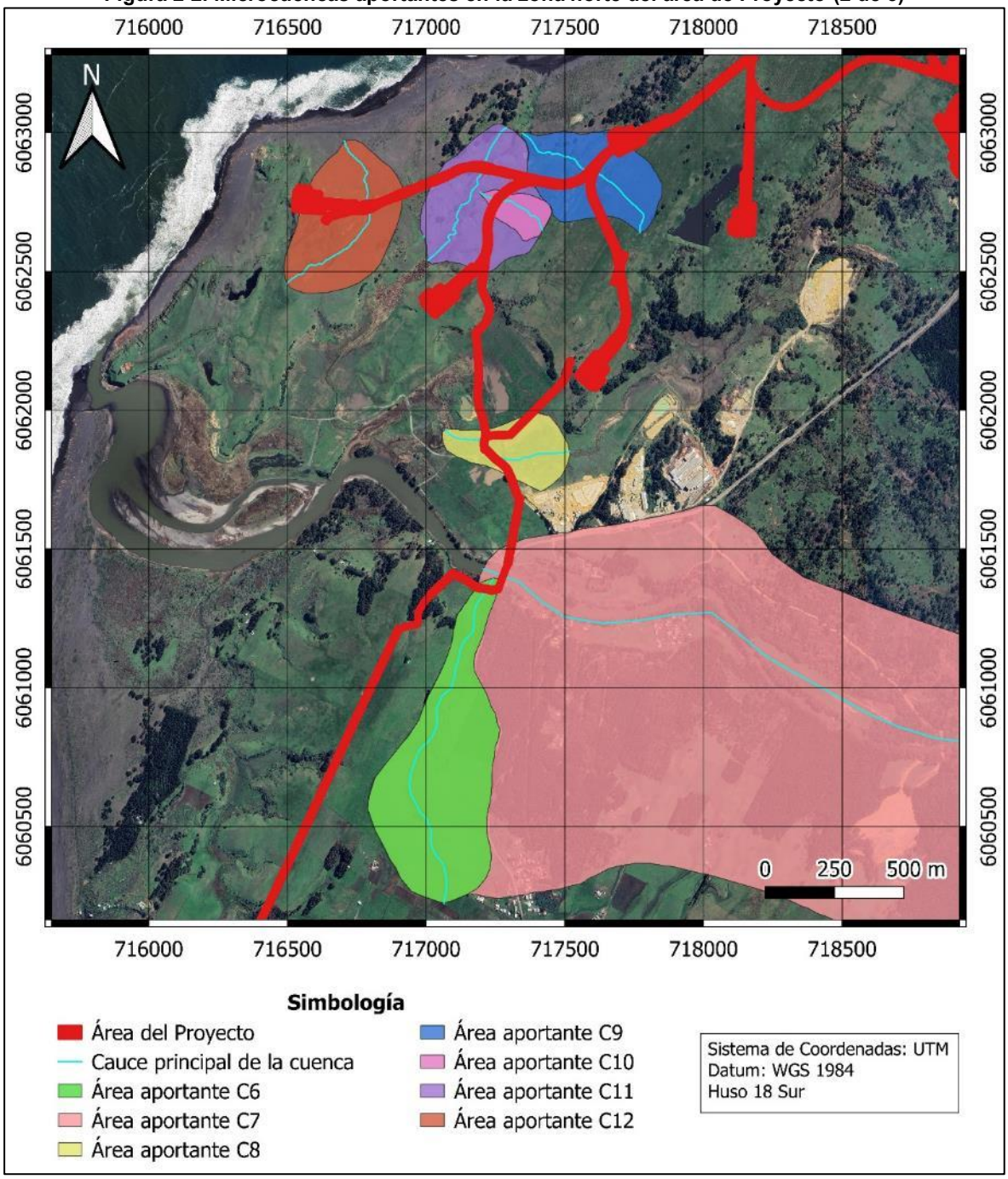
Para el presente estudio se ha definido un área aportante para cada cauce que interactúa con el área del Proyecto, por lo que se han definido las microcuencas aportantes que se muestran en la Figura 2-1 (ver detalle en Figura 2-2 y Figura 2-3).

Figura 2-1. Microcuencas aportantes al área de Proyecto (1 de 3)



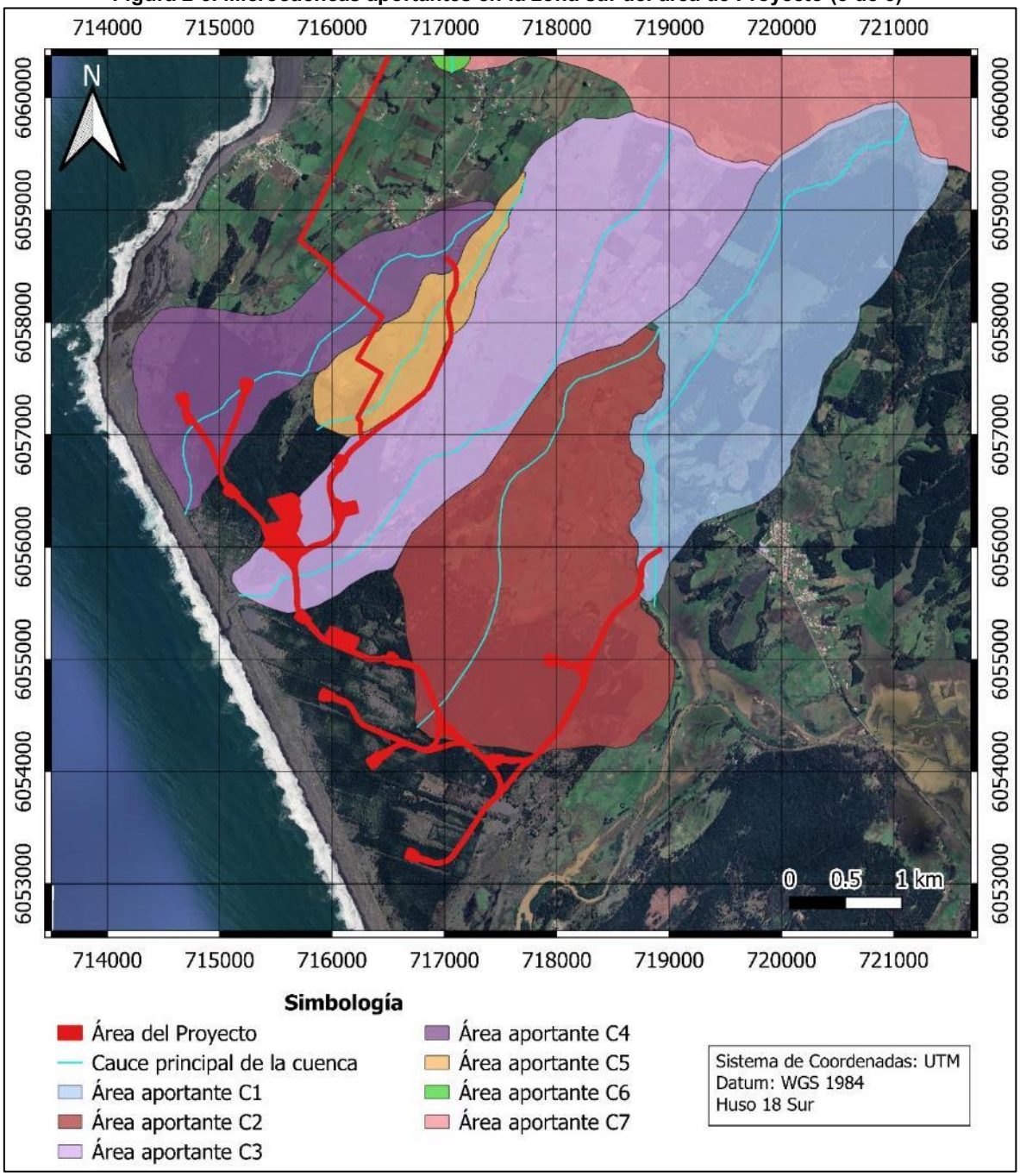
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 2-2. Microcuencas aportantes en la zona norte del área de Proyecto (2 de 3)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 2-3. Microcuencas aportantes en la zona sur del área de Proyecto (3 de 3)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la Tabla 2-1 se resumen los datos morfométricos de las microcuencas identificadas.

Tabla 2-1. Superficie de microcuencas aportantes

Área aportante	A_t (km²)	L (km)	H_{min} (m)	H_{max} (m)
Área C1	5,51	5,45	18,00	194,00
Área C2	7,71	4,45	19,00	74,00
Área C3	6,26	6,08	8,00	121,00
Área C4	2,95	4,37	12,00	61,00
Área C5	1,25	3,04	39,00	67,00
Área C6	0,31	1,29	10,00	63,00
Área C7	221,00	53,14	10,00	668,00
Área C8	0,08	0,49	8,00	10,00
Área C9	0,13	0,63	23,00	35,00
Área C10	0,03	0,28	24,00	30,00
Área C11	0,17	0,58	21,00	23,00
Área C12	0,16	0,70	11,00	32,00

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Donde:

$\mathrm{A_t}$: Área total de la cuenca.

L : Longitud cauce principal.

$\mathrm{H_{min}}$: Cota menor área aportante.

$\mathrm{H_{max}}$: Cota mayor área aportante.

La metodología utilizada para la estimación de caudales de crecida considerando el análisis de una cuenca con información fluviométrica, es la sugerida por la Guía de Presentación y Aprobación de Proyectos de Modificación de Cauce (DGA, 2016), que corresponde a la Transposición de Caudales.

Para obtener los caudales afluentes a la zona del Proyecto se realiza una transposición desde la cuenca afluente a la estación fluviométrica estudiada hasta el punto de control escogido para realizar el estudio hidráulico. El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{PControl} = Q_{Estación} \cdot \frac{A_{PControl} \cdot PP_{PControl}}{A_{Estación} \cdot PP_{Estación}}$$

Donde:

$Q_{PControl}$: Caudal máximo instantáneo afluente al punto de control (m^3/s).

$Q_{Estación}$: Caudal máximo instantáneo para la estación fluviométrica (m^3/s).

$A_{PControl}$: Área pluvial afluente al punto de control (km²).

$A_{Estación}$: Área pluvial afluente a la estación fluviométrica (km²).

$PP_{PControl}$: Precipitación media anual sobre la cuenca afluente al punto de control (mm).

$PP_{Estación}$: Precipitación media anual sobre la cuenca afluente a la estación fluviométrica (mm).

En la Tabla 2-2 se muestran los valores de caudales utilizados para la modelación hidráulica, obtenidos con el método directo de transposición de caudales. Para mayor detalle de los valores utilizados en la obtención de caudales máximos, se recomienda revisar el Anexo 3.6 Línea de Base Hidrológica del presente EIA.

Tabla 2-2. Resultados de caudal máximo

T (años)		2	5	10	25	50	100
Caudal (m³/s)	Área 1	3,80	9,72	15,86	26,75	37,49	50,80
	Área 2	5,33	13,60	22,19	37,41	52,43	71,02
	Área 3	4,33	11,04	18,01	30,35	42,53	57,60
	Área 4	2,04	5,20	8,49	14,32	20,06	27,18
	Área 5	0,86	2,21	3,60	6,08	8,52	11,55
	Área 6	0,21	0,55	0,89	1,50	2,09	2,83
	Área 7	66,67	103,85	128,21	164,11	191,03	217,96
	Área 8	0,06	0,14	0,23	0,39	0,55	0,74
	Área 9	0,09	0,23	0,38	0,64	0,90	1,21
	Área 10	0,03	0,06	0,08	0,11	0,13	0,15
	Área 10	0,12	0,30	0,49	0,84	1,18	1,60
	Área 12	0,11	0,28	0,45	0,76	1,06	1,43

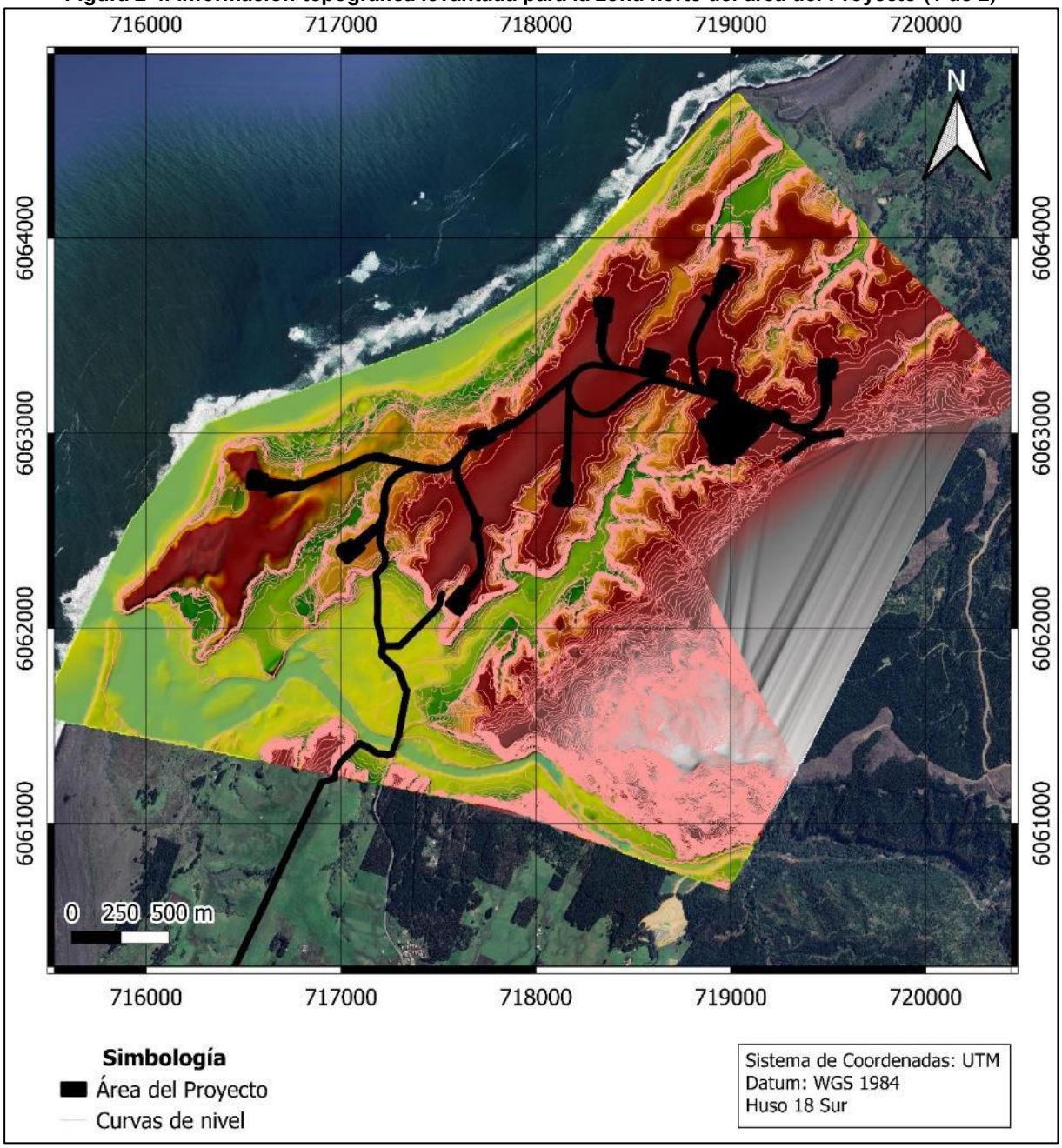
Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2. TOPOGRAFÍA

Se cuenta con un levantamiento topográfico del área de estudio, cubriendo los cauces donde se proyecta cada obra. Este levantamiento topográfico se utiliza para determinar el área de inundación, lo que consiste en verificar la interacción del cauce con el área del Proyecto.

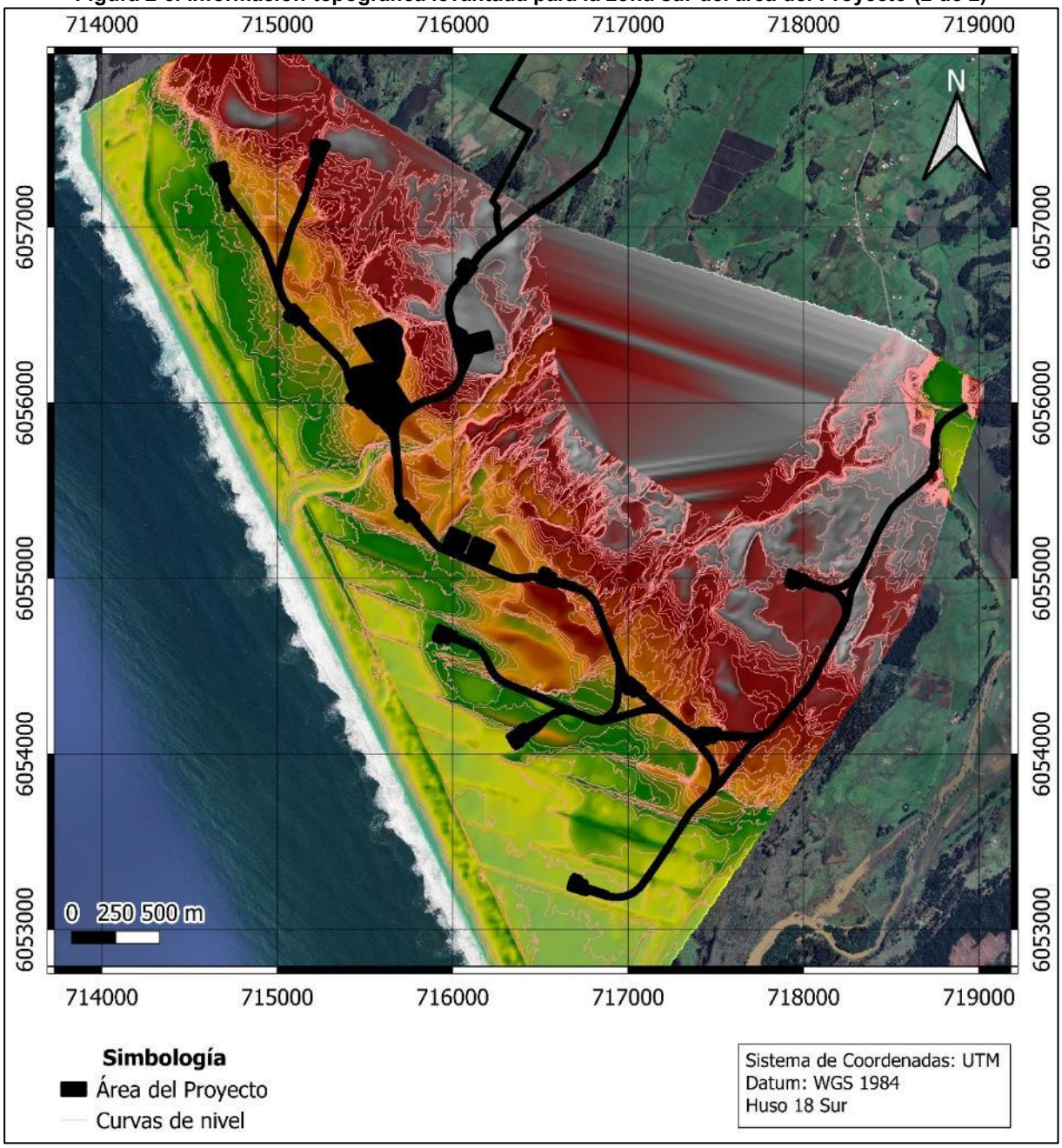
En la Figura 2-4 y Figura 2-5 se muestra la información topográfica que será utilizada en la modelación hidráulica.

Figura 2-4. Información topográfica levantada para la zona norte del área del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 2-5. Información topográfica levantada para la zona sur del área del Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

3. METODOLOGÍA

A continuación, se describe la metodología empleada para el desarrollo del presente estudio, el cual busca definir el eje hidráulico del cauce aguas arriba y aguas abajo de la obra de descarga.

Para definir el eje hidráulico, primero se genera un levantamiento topográfico del cauce en estudio mediante el programa AutoCAD Civil 3D. Sobre el levantamiento topográfico se define el trazado del eje de cauce y de sus perfiles transversales, para luego exportar esta información al software de libre acceso HEC-RAS (Hydraulic Engineering Center – River Analysis System), desarrollado por el US Corp Engineers, el cual resuelve la ecuación unidimensional del balance de energía, y en situaciones donde la superficie del agua varía rápidamente utiliza la ecuación de momento.

Los datos requeridos para la modelación son:

- Geometría del cauce por medio de secciones transversales.
- Rugosidad relativa del tramo a modelar (n de Manning).
- Pendiente media aguas arriba y aguas abajo de la zona de interés.

3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL MODELO

Para la caracterización geométrica se utilizó el levantamiento topográfico digital disponible, definiéndose un perfil longitudinal y perfiles transversales en sentido del escurrimiento, los cuales fueron definidos al menos cada 20 metros. La longitud de los tramos modelados es variable, dependiendo de las características del cauce en estudio.

3.2. ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad se obtuvo mediante el método de Cowan (1956), el cual estima el número de Manning a partir de la separación de diversos factores, dado por la siguiente ecuación:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

En la Tabla 3-1 se indican los parámetros que determinan el coeficiente de rugosidad y sus correspondientes valores.

Tabla 3-1. Variables y valores para la ecuación de Cowan

Condiciones del canal		Valor	
Material del lecho	Tierra	n_0	0,020
	Roca cortada		0,025
	Grava fina		0,024
	Grava gruesa		0,028
Grado de irregularidad perímetro mojado	Despreciable	n_1	0,000
	Leve		0,005
	Moderado		0,010
	Alto		0,020
Variación de las secciones	Graduales	n_2	0,000

Condiciones del canal		Valor	
	Alternándose ocasionalmente		0,005
	Alternándose frecuentemente		0,010-0,015
Efecto relativo de las obstrucciones	Despreciable	n_3	0,000
	Leve		0,010-0,015
	Apreciable		0,020-0,030
	Alto		0,040-0,060
Densidad de vegetación	Baja	n_4	0,005-0,010
	Media		0,010-0,025
	Alta		0,025-0,050
	Muy alta		0,050-0,100
Sinuosidad y frecuencia de meandros	Leve	m_5	1,000
	Apreciable		1,150
	Alto		1,300

Fuente: Tabla 3.707.104B del Manual de Carreteras Volumen 3 (MOP, 2024).

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA MODELACIÓN

Debido a que en la modelación no se observa la presencia de grandes obstrucciones ni cambios bruscos en el eje del flujo, se consideran los coeficientes de contracción y expansión C_{CON}= 0,1 y C_{EXP}= 0,3 sugeridos por defecto en el software HEC-RAS.

3.4. ÁREA DE INUNDACIÓN

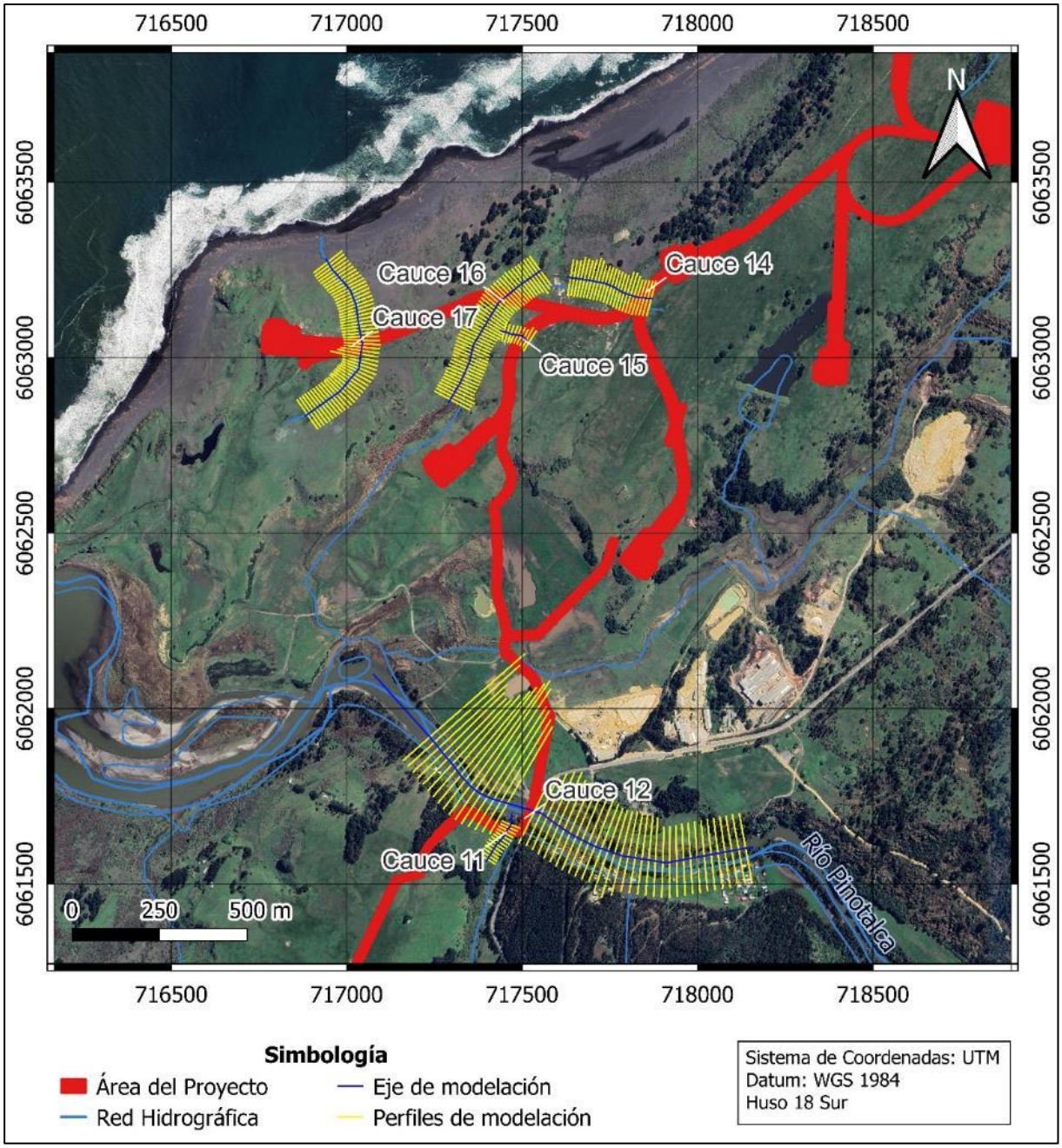
Las áreas de inundación se calculan en base a los caudales y perfiles obtenidos mediante la modelación por medio del programa HEC-RAS V5.0.7, los que son exportados al software Lamina considerando un caudal de 100 años de periodo de retorno, con esto se generan las áreas de inundación en planta que se muestran en el presente documento.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MODELACIÓN

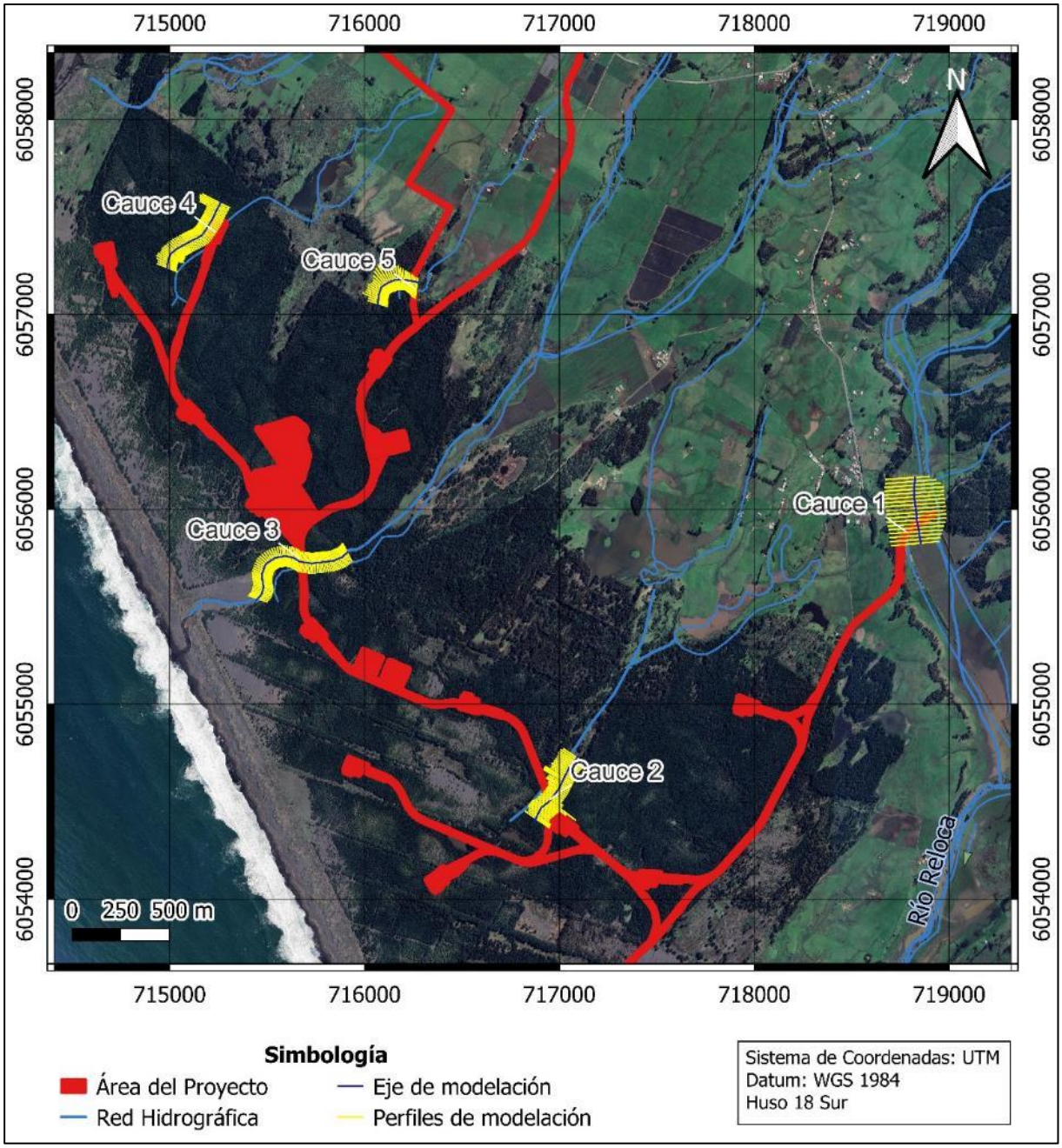
En la Figura 4-1 y Figura 4-2 se muestran los perfiles transversales utilizados para la modelación hidráulica de cada cauce y su ubicación respecto a la obra proyectada.

Figura 4-1. Modelación zona norte del área del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4-2. Modelación zona sur del área del Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.1.1. Coeficiente de rugosidad

En la Tabla 4-1 se muestran los coeficientes de rugosidad que serán utilizado en la modelación hidráulica y fueron obtenidos teniendo en consideración los valores asignados de acuerdo con las características de cada cauce (Tabla 3-1).

Tabla 4-1. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning "n"

Cauce	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	m_5	n
Cauce 1	0,020	0,005	0,000	0,000	0,005	1,000	**0,030**
Cauce 2	0,020	0,005	0,005	0,000	0,025	1,000	**0,055**
Cauce 3	0,020	0,005	0,005	0,010	0,010	1,150	**0,058**
Cauce 4	0,020	0,005	0,005	0,000	0,025	1,150	**0,063**
Cauce 5	0,020	0,005	0,005	0,010	0,025	1,150	**0,075**
Cauce 11	0,020	0,005	0,000	0,000	0,010	1,000	**0,035**
Cauce 12	0,020	0,000	0,005	0,010	0,005	1,000	**0,040**
Cauce 14	0,020	0,005	0,000	0,010	0,005	1,000	**0,040**
Cauce 15	0,020	0,005	0,005	0,010	0,005	1,000	**0,045**
Cauce 16	0,020	0,005	0,005	0,010	0,010	1,000	**0,050**
Cauce 17	0,020	0,005	0,005	0,020	0,005	1,150	**0,063**

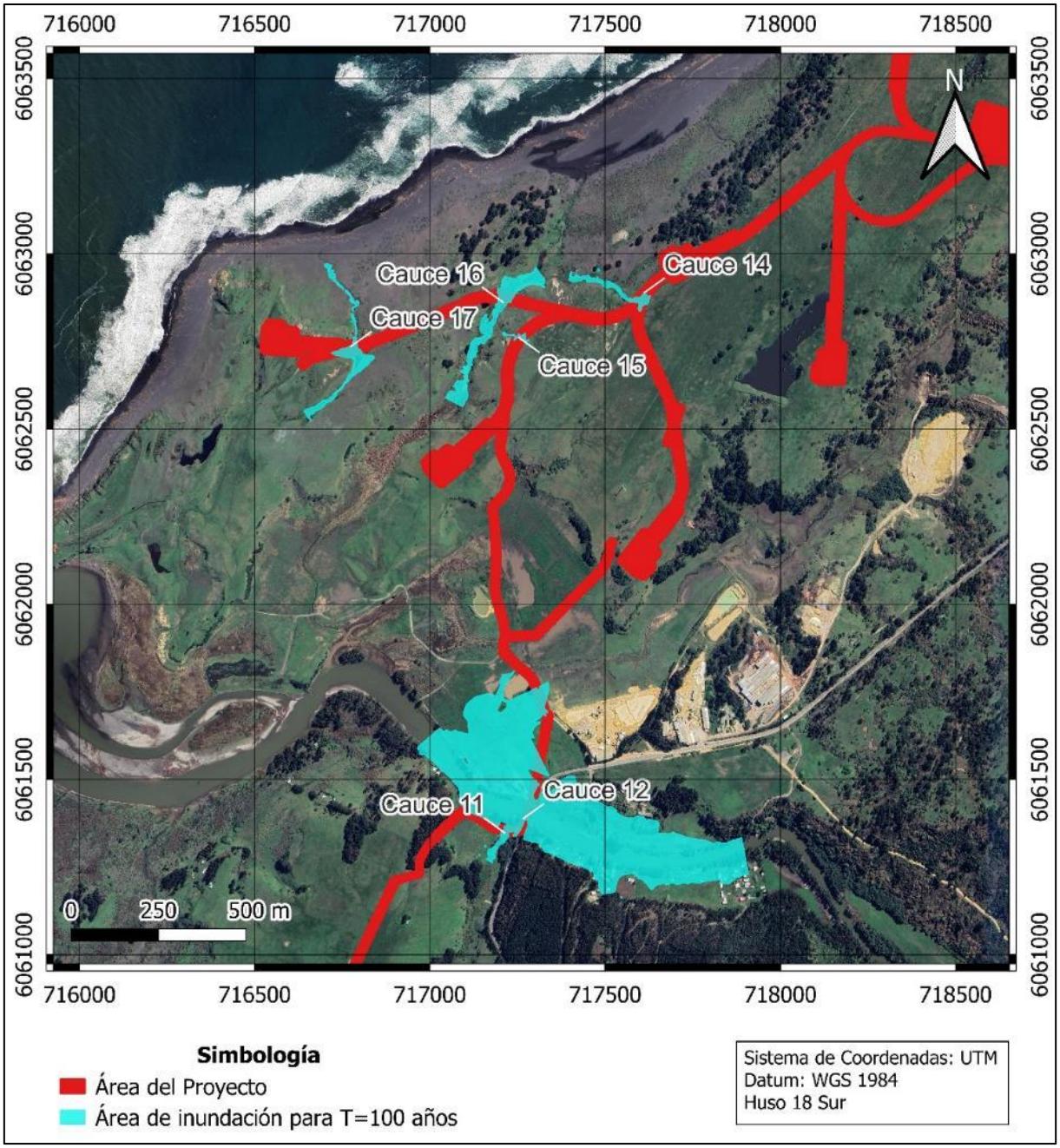
Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2. RESULTADOS MODELACIÓN 1D

4.2.1. Situación sin Proyecto

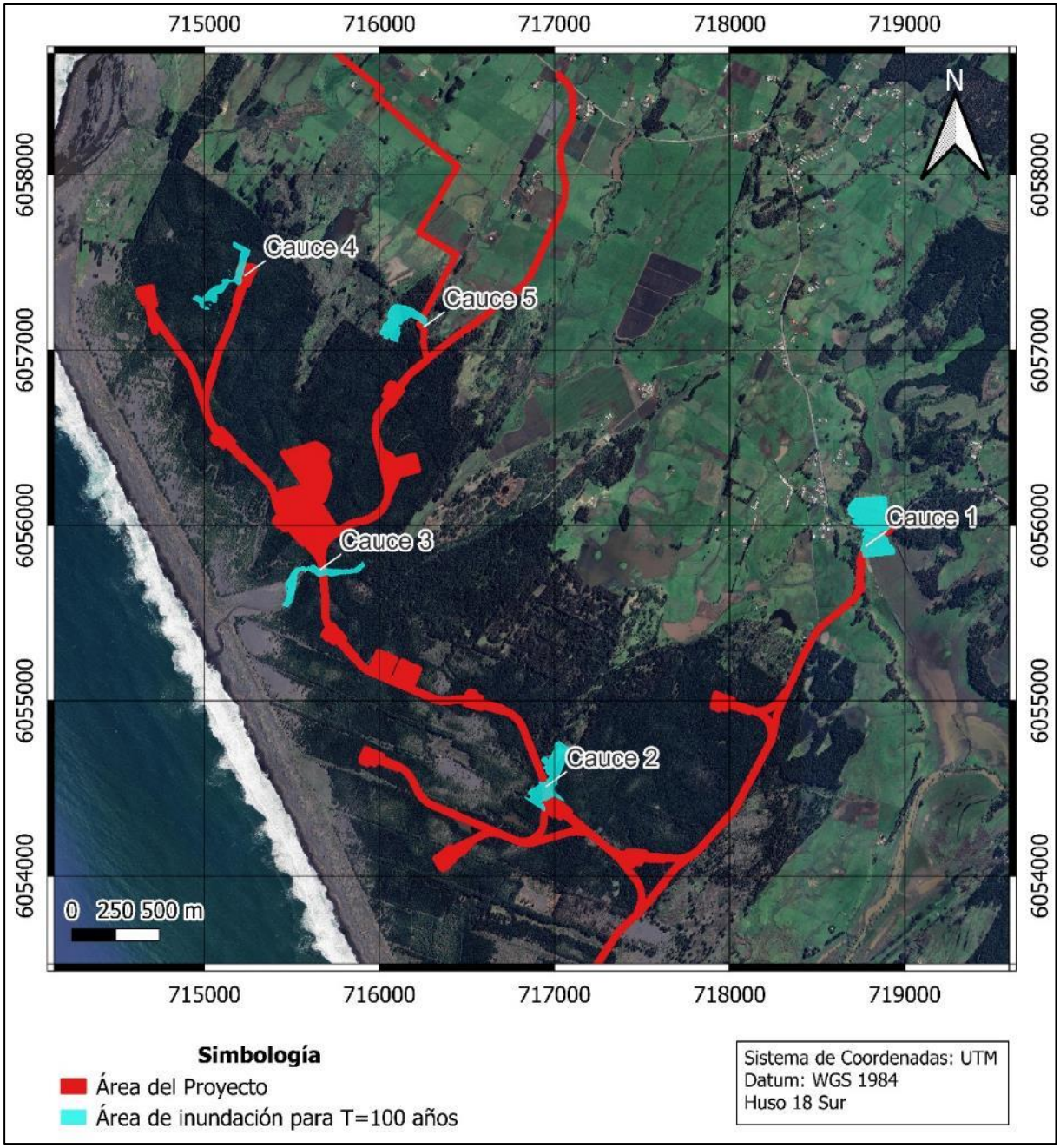
En la Figura 4-3 y Figura 4-4 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce. Para mayor detalle, las modelaciones hidráulicas realizadas se adjuntan en el Apéndice 4.7.1 Modelación Hidráulica sin Proyecto.

Figura 4-3. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto – Situación sin Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4-4. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto - Situación sin Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De la Tabla 4-2 a la Tabla 4-12 se muestran los resultados obtenidos en la modelación de cada cauce, para el caudal de T=100 años y la situación sin Proyecto.

Tabla 4-2. Resultados modelación Cauce 1 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
60	7,48	7,87	0,011	1,29	0,87	0,39
80	7,53	8,05	0,005	0,99	0,60	0,52
100	7,70	8,16	0,008	1,14	0,75	0,46
120	7,86	8,31	0,008	1,22	0,76	0,45
140	8,00	8,48	0,010	1,34	0,83	0,48
160	8,00	8,65	0,007	1,25	0,73	0,65
180	8,23	8,70	0,075	3,14	2,23	0,47
200	8,94	9,66	0,014	1,58	1,00	0,72
220	8,90	9,81	0,001	0,57	0,22	0,91
240	8,76	9,83	0,000	0,34	0,12	1,07
260	8,51	9,83	0,000	0,29	0,10	1,32
280	8,55	9,83	0,000	0,29	0,09	1,28
300	8,62	9,84	0,000	0,25	0,08	1,22
320	8,69	9,84	0,000	0,26	0,09	1,15
340	8,75	9,84	0,000	0,28	0,10	1,09
360	8,85	9,84	0,000	0,32	0,12	0,99
380	8,93	9,84	0,000	0,39	0,15	0,91
400	9,00	9,84	0,001	0,52	0,22	0,84

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-3. Resultados modelación Cauce 2 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
20	12,36	13,22	0,006	0,93	0,41	0,86
30	12,79	13,35	0,043	1,91	1,01	0,56
40	13,00	13,74	0,031	1,74	0,88	0,74
50	13,00	14,07	0,036	1,82	0,93	1,07
60	13,10	14,34	0,012	1,39	0,58	1,24
70	13,30	14,47	0,008	1,16	0,47	1,17
80	13,49	14,55	0,007	1,11	0,45	1,06
90	13,69	14,62	0,009	1,19	0,50	0,93
100	13,88	14,72	0,015	1,39	0,64	0,84
110	13,98	14,87	0,012	1,31	0,58	0,89
120	14,00	14,99	0,011	1,26	0,55	0,99
130	14,00	15,10	0,014	1,46	0,63	1,10
140	14,23	15,97	0,001	0,54	0,20	1,74
150	14,51	15,97	0,003	0,91	0,31	1,46
160	14,76	15,99	0,006	1,25	0,44	1,23
170	15,00	16,02	0,014	1,76	0,66	1,02

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
180	15,00	16,17	0,019	1,88	0,74	1,17
190	15,00	16,36	0,010	1,57	0,56	1,36
200	14,85	16,46	0,007	1,49	0,49	1,61
210	14,68	16,57	0,007	1,26	0,45	1,88
220	14,53	16,65	0,004	1,00	0,34	2,12
230	15,52	16,68	0,010	1,25	0,53	1,16
240	15,85	16,78	0,009	1,21	0,49	0,93
250	15,92	16,86	0,010	1,28	0,53	0,94
260	15,99	16,98	0,007	1,01	0,44	0,99
270	16,08	17,05	0,008	1,05	0,46	0,97
280	16,19	17,13	0,011	1,16	0,53	0,94
290	16,50	17,23	0,019	1,57	0,70	0,73
300	16,77	17,43	0,024	1,69	0,79	0,66
310	16,88	17,65	0,014	1,45	0,62	0,77
320	17,02	17,79	0,019	1,63	0,72	0,77
330	17,16	18,00	0,029	1,81	0,87	0,84
340	17,33	18,29	0,023	1,62	0,77	0,96
350	17,16	18,51	0,015	1,40	0,63	1,35
360	17,07	18,65	0,007	1,13	0,45	1,58
370	17,14	18,71	0,005	1,04	0,38	1,57
380	17,59	18,76	0,005	1,08	0,39	1,17
390	17,50	18,81	0,004	1,03	0,37	1,31
400	17,49	18,86	0,004	0,97	0,34	1,37

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-4. Resultados modelación Cauce 3 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	5,23	6,30	0,038	2,61	1,00	1,07
10	5,28	6,69	0,012	1,79	0,58	1,41
20	5,31	6,82	0,009	1,66	0,52	1,51
30	5,36	6,92	0,006	1,50	0,45	1,56
40	5,40	7,00	0,005	1,41	0,41	1,60
50	5,46	7,05	0,005	1,38	0,40	1,59
60	5,53	7,11	0,005	1,38	0,41	1,58
70	5,73	7,16	0,007	1,50	0,46	1,43
80	5,61	7,23	0,006	1,43	0,43	1,62
90	5,68	7,31	0,004	1,19	0,36	1,63
100	5,98	7,28	0,027	2,18	0,84	1,30
110	6,04	7,57	0,014	1,74	0,61	1,53

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
120	6,03	7,74	0,008	1,34	0,47	1,71
130	6,03	7,83	0,002	0,93	0,28	1,80
140	5,72	7,86	0,002	0,86	0,24	2,14
150	5,65	7,87	0,003	1,07	0,32	2,22
160	5,68	7,90	0,005	1,21	0,40	2,22
170	5,69	7,95	0,006	1,28	0,41	2,26
180	5,66	8,01	0,005	1,24	0,39	2,35
190	5,90	8,05	0,006	1,33	0,41	2,15
200	5,71	8,11	0,005	1,34	0,41	2,39
210	5,69	8,16	0,005	1,36	0,41	2,47
220	5,74	8,20	0,005	1,51	0,42	2,46
230	5,82	8,23	0,009	1,78	0,52	2,41
240	5,94	8,32	0,007	1,72	0,46	2,38
250	5,97	8,34	0,011	2,18	0,59	2,37
260	5,96	8,39	0,014	2,61	0,66	2,43
270	5,99	8,68	0,004	1,67	0,38	2,69
280	6,10	8,69	0,014	2,11	0,64	2,59
290	6,14	7,87	0,116	5,94	1,79	1,73
300	7,48	9,94	0,037	3,03	1,01	2,45
310	8,65	10,05	0,084	4,01	1,50	1,40
320	8,99	11,08	0,039	2,49	1,00	2,09
330	9,28	11,45	0,005	1,28	0,40	2,17
340	9,48	11,48	0,009	1,64	0,51	2,00
350	9,98	11,60	0,006	1,34	0,42	1,62
360	10,03	11,61	0,022	2,10	0,77	1,58
370	9,62	11,88	0,011	1,54	0,56	2,26
380	9,64	11,99	0,012	1,59	0,57	2,35
390	9,69	12,09	0,015	1,87	0,65	2,40
400	9,71	12,57	0,005	1,25	0,40	2,86
410	9,77	12,61	0,005	1,38	0,40	2,84
420	9,77	12,67	0,004	1,33	0,37	2,90
430	9,90	12,74	0,002	0,94	0,24	2,84
440	9,92	12,76	0,002	0,89	0,23	2,84
450	9,98	12,77	0,002	1,02	0,27	2,79
460	10,02	12,77	0,005	1,41	0,41	2,75
470	10,15	12,84	0,003	1,21	0,32	2,69
480	10,15	12,88	0,002	1,10	0,27	2,73
490	10,12	12,88	0,003	1,34	0,32	2,76
500	10,05	12,90	0,004	1,45	0,35	2,85
510	10,20	12,93	0,004	1,59	0,39	2,73
520	10,55	12,97	0,005	1,63	0,42	2,42

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
530	10,68	13,02	0,005	1,63	0,42	2,34
540	10,81	13,04	0,011	2,05	0,58	2,23
550	11,17	13,55	0,036	3,05	1,01	2,38
560	11,77	14,04	0,006	1,66	0,45	2,27
570	11,71	14,10	0,006	1,67	0,43	2,39
580	11,62	14,18	0,004	1,48	0,37	2,56
590	11,60	14,24	0,003	1,31	0,33	2,64
600	11,72	14,28	0,004	1,35	0,35	2,56
610	11,68	14,31	0,003	1,33	0,33	2,63
620	11,66	14,34	0,003	1,40	0,34	2,68
630	11,70	14,37	0,003	1,39	0,34	2,67
640	11,76	14,37	0,008	1,79	0,49	2,61

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-5. Resultados modelación Cauce 4 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	14,91	16,32	0,049	2,25	0,99	1,41
10	14,99	16,84	0,022	1,24	0,64	1,85
20	15,21	16,99	0,012	1,32	0,51	1,78
30	15,39	17,16	0,034	1,40	0,77	1,77
40	15,45	17,38	0,009	0,92	0,42	1,93
50	16,00	17,37	0,044	2,40	0,97	1,37
60	16,52	17,83	0,012	1,17	0,50	1,31
70	16,71	18,00	0,032	1,36	0,75	1,29
80	16,65	18,24	0,013	0,95	0,49	1,59
90	16,84	18,34	0,006	0,80	0,36	1,50
100	17,15	18,41	0,006	0,81	0,36	1,26
110	17,47	18,48	0,010	0,96	0,45	1,01
120	17,58	18,60	0,022	1,27	0,64	1,02
130	17,54	18,74	0,006	0,96	0,36	1,20
140	17,68	18,80	0,010	1,12	0,46	1,12
150	17,83	18,91	0,009	1,02	0,44	1,08
160	18,04	19,01	0,011	1,09	0,48	0,97
170	18,19	19,13	0,020	1,36	0,64	0,94
180	18,35	19,32	0,023	1,54	0,68	0,97
190	18,46	19,54	0,025	1,73	0,73	1,08
200	18,44	19,82	0,030	1,71	0,78	1,38
210	18,69	20,10	0,015	1,29	0,56	1,41
220	18,53	20,23	0,013	1,40	0,54	1,70

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
230	18,76	20,36	0,018	1,64	0,64	1,60
240	19,00	20,29	0,080	3,49	1,32	1,29
250	19,55	21,09	0,044	2,85	1,00	1,54
260	20,58	21,76	0,024	1,41	0,68	1,17
270	20,74	21,94	0,008	0,99	0,42	1,20
280	21,14	22,04	0,021	1,34	0,64	0,90
290	21,47	22,28	0,037	1,64	0,84	0,81
300	21,51	22,56	0,013	1,20	0,52	1,05
310	21,68	22,68	0,009	1,06	0,44	1,00
320	21,96	22,77	0,011	1,16	0,49	0,81
330	22,14	22,89	0,014	1,25	0,53	0,75
340	22,18	23,02	0,013	1,25	0,52	0,84
350	22,24	23,14	0,011	1,21	0,48	0,90
360	22,43	23,25	0,014	1,31	0,55	0,82
370	22,51	23,39	0,009	1,12	0,44	0,88
380	22,70	23,49	0,018	1,35	0,60	0,79
390	22,77	23,66	0,011	1,15	0,49	0,89
400	22,87	23,77	0,010	1,12	0,46	0,90
410	22,86	23,87	0,010	1,11	0,46	1,01
420	22,91	23,97	0,008	0,99	0,41	1,06
430	22,99	24,06	0,011	1,00	0,47	1,07
440	22,94	24,16	0,005	0,80	0,34	1,22
450	23,03	24,21	0,005	0,81	0,33	1,18

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-6. Resultados modelación Cauce 5 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
10	28,00	28,66	0,018	1,16	0,51	0,65
20	27,67	28,77	0,003	0,53	0,21	1,10
30	27,35	28,79	0,001	0,27	0,10	1,44
40	27,53	28,80	0,001	0,36	0,13	1,27
50	27,85	28,81	0,001	0,39	0,14	0,96
60	27,93	28,82	0,001	0,33	0,12	0,89
70	27,98	28,83	0,001	0,35	0,13	0,85
80	28,08	28,84	0,003	0,52	0,23	0,76
90	28,22	28,89	0,011	0,76	0,38	0,67
100	28,28	29,03	0,022	0,96	0,53	0,75
110	28,13	29,19	0,010	0,76	0,37	1,06
120	27,99	29,25	0,003	0,59	0,22	1,26

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
130	28,00	29,28	0,001	0,45	0,16	1,28
140	27,78	29,29	0,001	0,36	0,11	1,51
150	27,95	29,30	0,001	0,38	0,12	1,35
160	28,24	29,31	0,002	0,45	0,16	1,07
170	28,56	29,33	0,002	0,48	0,19	0,81
180	28,67	29,36	0,009	0,79	0,36	0,69
190	28,70	29,45	0,012	0,88	0,40	0,75
200	28,68	29,57	0,013	0,98	0,43	0,89
210	28,67	29,68	0,008	0,88	0,36	1,01
220	28,68	29,75	0,006	0,78	0,30	1,07
230	28,70	29,81	0,007	0,85	0,33	1,11
240	28,72	29,88	0,008	0,95	0,36	1,16
250	28,70	29,95	0,004	0,75	0,27	1,25
260	28,84	30,00	0,004	0,69	0,24	1,16
270	28,77	30,03	0,004	0,72	0,24	1,26
280	28,26	30,06	0,001	0,46	0,13	1,80
290	28,18	30,07	0,001	0,50	0,13	1,89

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-7. Resultados modelación Cauce 11 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
30	3,45	3,61	0,027	0,98	1,01	0,16
40	3,54	3,80	0,011	0,72	0,67	0,26
50	3,65	3,89	0,043	1,53	1,34	0,24
60	4,43	4,55	0,127	1,70	2,08	0,12
70	4,84	5,11	0,023	1,08	0,98	0,27
80	4,75	5,20	0,002	0,54	0,32	0,45
90	5,06	5,34	0,040	1,60	1,33	0,28
100	5,50	5,77	0,054	1,87	1,55	0,27
110	6,18	6,39	0,069	1,80	1,68	0,21
120	6,63	6,90	0,025	1,09	1,01	0,27
130	6,86	7,08	0,010	0,78	0,67	0,22
140	7,16	7,30	0,118	2,11	2,13	0,14
150	7,79	7,96	0,025	1,06	1,01	0,17

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-8. Resultados modelación Cauce 12 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
220	2,02	3,15	0,015	2,92	0,97	1,13
240	2,01	3,62	0,004	1,75	0,54	1,61
260	2,05	3,73	0,004	1,62	0,50	1,68
280	2,02	3,81	0,003	1,51	0,46	1,79
300	2,07	3,88	0,004	1,50	0,48	1,81
320	2,12	3,95	0,004	1,51	0,48	1,83
340	2,02	4,03	0,003	1,53	0,47	2,01
360	2,00	4,10	0,003	1,49	0,47	2,10
380	2,04	4,18	0,004	1,45	0,47	2,14
400	2,01	4,27	0,002	1,11	0,34	2,26
420	2,01	4,32	0,001	0,92	0,26	2,31
440	2,00	4,33	0,001	0,97	0,27	2,33
460	2,00	4,35	0,001	1,02	0,29	2,35
480	2,02	4,37	0,002	1,11	0,32	2,35
500	2,00	4,40	0,001	1,08	0,31	2,40
520	2,02	4,43	0,001	1,07	0,31	2,41
600	2,03	4,54	0,002	1,35	0,35	2,51
620	2,00	4,62	0,001	0,84	0,21	2,62
640	2,00	4,63	0,001	0,79	0,20	2,63
660	2,00	4,65	0,000	0,75	0,19	2,65
680	2,00	4,66	0,000	0,68	0,17	2,66
700	2,00	4,67	0,000	0,66	0,15	2,67
720	2,01	4,67	0,000	0,66	0,15	2,66
740	2,00	4,68	0,000	0,67	0,16	2,68
760	2,00	4,69	0,000	0,69	0,16	2,69
780	2,00	4,69	0,001	0,79	0,20	2,69
800	2,00	4,70	0,001	0,88	0,23	2,70
820	2,16	4,71	0,001	0,99	0,28	2,55
840	2,01	4,73	0,001	0,96	0,27	2,72
860	2,00	4,74	0,002	1,18	0,38	2,74
880	2,00	4,80	0,002	1,06	0,33	2,80
900	2,00	4,83	0,001	1,04	0,28	2,83
920	2,00	4,85	0,001	0,99	0,26	2,85
940	2,00	4,87	0,001	1,01	0,27	2,87
960	2,00	4,89	0,001	1,02	0,29	2,89
980	2,00	4,92	0,002	1,06	0,32	2,92
1000	2,02	4,94	0,001	1,12	0,31	2,92
1020	2,00	4,96	0,002	1,28	0,38	2,96
1040	2,03	5,01	0,002	1,17	0,33	2,98
1060	2,05	5,04	0,001	1,16	0,32	2,99

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
1080	2,08	5,07	0,002	1,21	0,33	2,99
1100	2,09	5,10	0,001	1,20	0,32	3,01
1120	2,08	5,13	0,002	1,24	0,33	3,05
1140	2,07	5,16	0,001	1,21	0,31	3,09
1160	2,04	5,18	0,001	1,18	0,29	3,14
1180	2,02	5,22	0,001	1,08	0,26	3,20
1200	2,03	5,23	0,001	1,11	0,26	3,20
1220	2,02	5,25	0,001	1,12	0,26	3,23
1240	2,04	5,27	0,001	1,12	0,27	3,23

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-9. Resultados modelación Cauce 14 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
10	19,52	19,69	0,012	0,52	0,57	0,17
20	19,71	19,88	0,036	0,95	1,01	0,17
30	19,85	20,08	0,009	0,56	0,54	0,23
40	19,97	20,17	0,010	0,71	0,59	0,20
50	20,17	20,37	0,034	1,05	1,01	0,20
60	20,32	20,56	0,008	0,53	0,49	0,24
70	20,38	20,63	0,007	0,61	0,49	0,25
80	20,49	20,71	0,013	0,77	0,65	0,22
90	20,60	20,84	0,013	0,75	0,64	0,24
100	20,74	20,99	0,023	0,99	0,86	0,25
110	20,81	21,12	0,005	0,52	0,41	0,31
120	20,90	21,17	0,004	0,42	0,35	0,27
130	21,04	21,22	0,011	0,66	0,60	0,18
140	21,16	21,35	0,019	0,86	0,78	0,19
150	21,25	21,52	0,013	0,77	0,66	0,27
160	21,31	21,62	0,006	0,57	0,46	0,31
170	21,43	21,70	0,015	0,86	0,71	0,27
180	21,53	21,83	0,011	0,78	0,61	0,30
190	21,69	21,94	0,055	1,59	1,35	0,25
200	22,23	22,44	0,033	1,08	1,01	0,21
210	22,26	22,58	0,004	0,46	0,36	0,32
220	22,61	22,80	0,033	1,06	1,01	0,19
230	22,81	24,02	0,000	0,04	0,02	1,21
240	23,40	24,02	0,000	0,15	0,09	0,62
250	24,00	24,13	0,060	1,00	1,24	0,13

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-10. Resultados modelación Cauce 15 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
10	17,00	17,19	0,002	0,25	0,24	0,19
20	17,74	17,82	0,073	0,59	1,07	0,08
30	18,05	18,13	0,557	2,12	3,15	0,08
40	19,57	19,65	0,056	0,69	1,01	0,08
50	19,81	19,88	0,010	0,28	0,43	0,07
60	20,15	20,22	0,058	0,64	1,00	0,07
70	20,73	21,10	0,000	0,03	0,02	0,37
80	20,96	21,10	0,011	0,42	0,49	0,14
90	21,52	21,60	0,047	0,56	0,90	0,08

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025

Tabla 4-11. Resultados modelación Cauce 16 – Situación sin Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	11,60	11,65	0,000	0,06	0,08	0,05
10	11,60	11,66	0,002	0,09	0,15	0,06
20	11,63	11,68	0,003	0,11	0,21	0,05
30	11,69	11,75	0,023	0,31	0,55	0,06
40	11,82	11,88	0,008	0,18	0,32	0,06
50	11,96	12,01	0,024	0,22	0,51	0,05
60	12,00	12,09	0,004	0,16	0,25	0,09
70	12,21	12,29	0,067	0,68	1,00	0,08
80	12,55	12,67	0,023	0,46	0,60	0,12
90	12,99	13,02	0,057	0,36	0,80	0,03
100	13,00	13,09	0,003	0,19	0,21	0,09
110	13,11	13,17	0,071	0,64	1,00	0,06
120	13,35	13,45	0,014	0,36	0,47	0,10
130	13,46	13,59	0,014	0,38	0,47	0,13
140	13,66	13,75	0,019	0,37	0,53	0,09
150	13,99	14,03	0,048	0,39	0,76	0,04
160	14,32	14,39	0,027	0,36	0,60	0,07
170	14,44	14,54	0,010	0,27	0,39	0,10
180	14,60	14,70	0,030	0,42	0,66	0,10
190	14,86	14,97	0,025	0,49	0,64	0,11
200	15,24	15,32	0,052	0,55	0,86	0,08
210	15,61	15,70	0,029	0,45	0,65	0,09
220	15,92	15,98	0,025	0,28	0,55	0,06
230	15,96	16,03	0,002	0,12	0,17	0,07
240	16,00	16,05	0,003	0,12	0,19	0,05

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
250	15,99	16,07	0,002	0,12	0,16	0,08
260	16,00	16,10	0,004	0,21	0,26	0,10
270	16,19	16,28	0,066	0,71	1,00	0,09
280	16,30	16,41	0,004	0,21	0,25	0,11
290	16,52	16,57	0,073	0,61	1,00	0,05
300	16,56	16,70	0,004	0,23	0,27	0,14
310	16,61	16,77	0,012	0,37	0,45	0,16
320	16,67	16,82	0,002	0,14	0,19	0,15
330	16,68	16,83	0,001	0,09	0,10	0,15
340	16,83	17,25	0,000	0,02	0,01	0,42
350	17,00	17,25	0,000	0,03	0,02	0,25
360	17,32	17,41	0,069	0,69	1,01	0,09
370	17,56	17,64	0,010	0,26	0,38	0,08
380	17,56	17,69	0,002	0,16	0,19	0,13
390	17,57	17,71	0,002	0,14	0,17	0,14
400	17,75	17,81	0,058	0,51	0,87	0,06
410	17,73	17,91	0,003	0,25	0,25	0,18
420	17,93	17,99	0,037	0,36	0,68	0,06
430	17,89	18,01	0,000	0,07	0,09	0,12
440	17,75	18,01	0,000	0,04	0,03	0,26
450	17,65	18,01	0,000	0,02	0,01	0,36
460	17,56	18,01	0,000	0,01	0,01	0,45

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-12. Resultados modelación Cauce 17 – Situación sin Proyecto

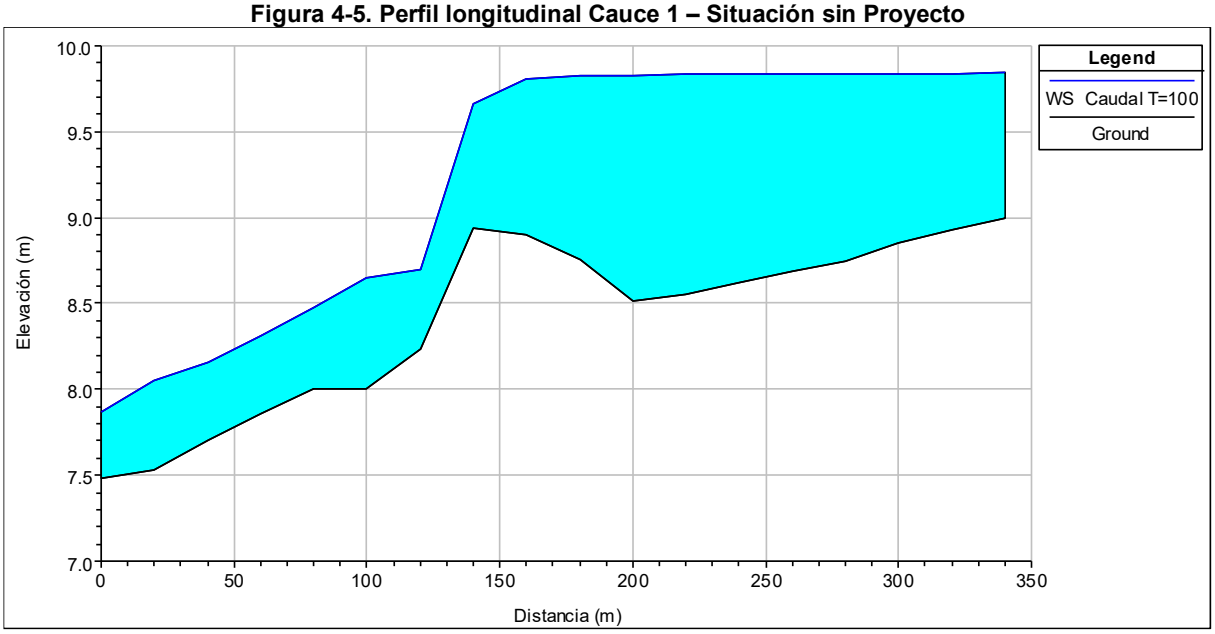
Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	5,80	6,11	0,018	0,74	0,52	0,31
10	5,96	6,26	0,012	0,60	0,42	0,30
20	6,44	6,65	0,079	1,12	1,01	0,21
30	6,41	6,92	0,009	0,47	0,36	0,51
40	6,52	6,98	0,005	0,39	0,28	0,46
50	6,79	7,10	0,071	1,30	1,00	0,31
60	7,20	7,61	0,036	1,16	0,76	0,41
70	7,41	7,90	0,020	0,92	0,57	0,49
80	7,76	8,12	0,024	0,93	0,61	0,36
90	8,04	8,50	0,065	1,59	1,00	0,46
100	8,85	9,19	0,062	1,27	0,95	0,34
110	8,66	9,36	0,004	0,54	0,27	0,70
120	9,36	9,75	0,066	1,50	1,00	0,39

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
130	8,99	9,90	0,001	0,28	0,13	0,91
140	9,75	9,98	0,081	1,10	1,01	0,23
150	9,67	10,13	0,003	0,38	0,23	0,46
160	9,87	10,16	0,215	2,33	1,75	0,29
170	11,14	11,47	0,069	1,43	1,01	0,33
180	11,73	12,08	0,048	1,12	0,83	0,35
190	12,57	12,96	0,084	1,16	1,04	0,39
200	13,83	14,08	0,195	2,09	1,64	0,25
210	14,80	15,24	0,066	1,59	1,01	0,44
220	15,20	15,60	0,148	2,22	1,48	0,40
230	16,99	17,32	0,198	2,13	1,66	0,33
240	18,67	18,84	0,098	1,18	1,11	0,17
250	19,48	19,72	0,078	1,16	1,01	0,24
260	19,95	20,21	0,030	0,87	0,66	0,26
280	20,40	22,01	0,000	0,03	0,01	1,61
290	20,00	22,01	0,000	0,01	0,00	2,01
300	20,00	22,01	0,000	0,01	0,00	2,01
310	20,23	22,01	0,000	0,03	0,01	1,78
320	20,38	22,01	0,000	0,05	0,01	1,63
330	20,42	22,01	0,000	0,06	0,02	1,59
340	20,57	22,01	0,000	0,10	0,04	1,44
350	20,77	22,01	0,000	0,15	0,06	1,24
360	20,96	22,01	0,000	0,21	0,08	1,05
370	21,06	22,01	0,001	0,29	0,13	0,95
380	21,32	22,02	0,004	0,51	0,26	0,70
390	21,66	22,07	0,037	1,15	0,76	0,41
400	21,85	22,35	0,019	0,98	0,57	0,50
410	22,06	22,55	0,019	0,90	0,55	0,49
420	22,39	22,78	0,032	1,01	0,70	0,39
430	22,59	23,01	0,014	0,69	0,46	0,42
440	22,78	23,15	0,014	0,68	0,46	0,37
450	22,97	23,28	0,012	0,62	0,43	0,31
460	23,17	23,46	0,037	0,90	0,72	0,29
470	23,50	23,75	0,021	0,65	0,54	0,25
480	23,74	23,97	0,024	0,66	0,56	0,23
490	23,93	24,18	0,019	0,62	0,50	0,25
500	24,20	24,44	0,044	0,86	0,76	0,25
510	24,43	24,70	0,014	0,50	0,43	0,27
520	24,69	24,89	0,029	0,62	0,59	0,20
530	24,89	25,09	0,013	0,40	0,40	0,20

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

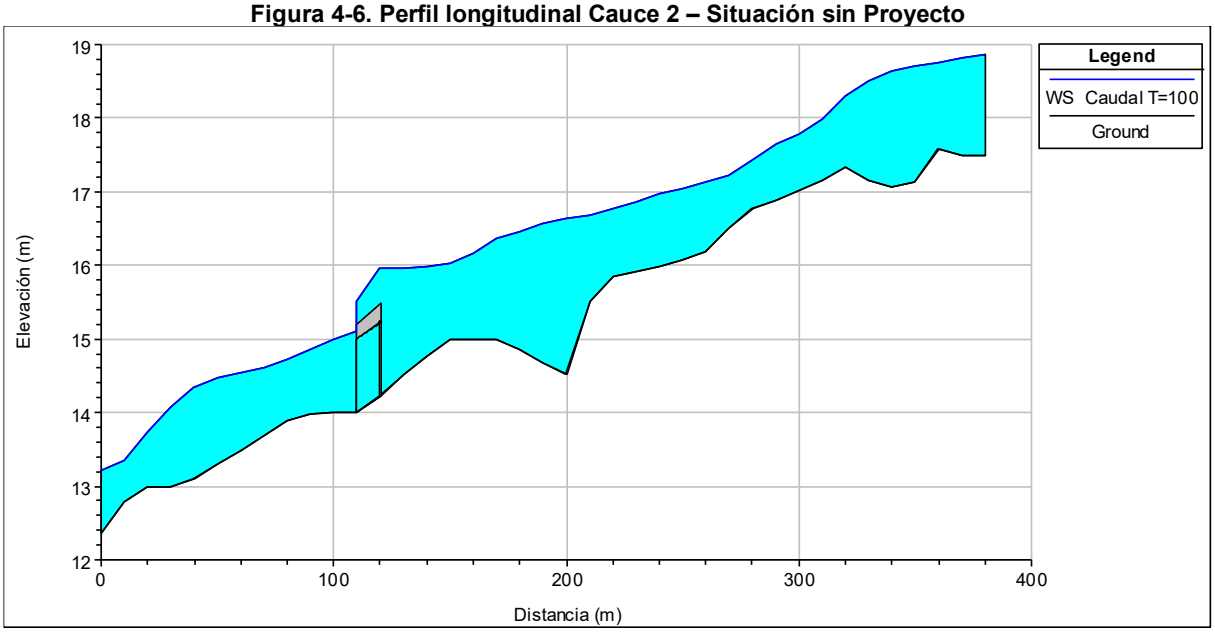
Considerando lo anterior, de la Figura 4-5 a la Figura 4-15 se muestra el eje hidráulico de las modelaciones de cada cauce, para 100 años de periodo de retorno.

Figura 4-5. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación sin Proyecto



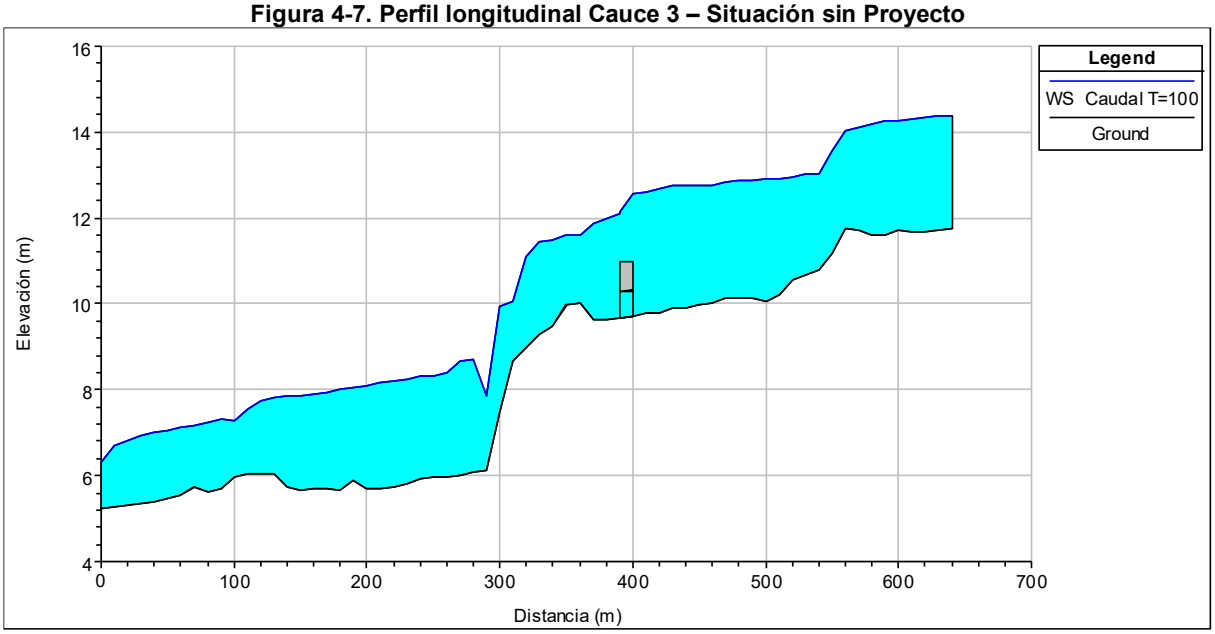
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-6. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación sin Proyecto



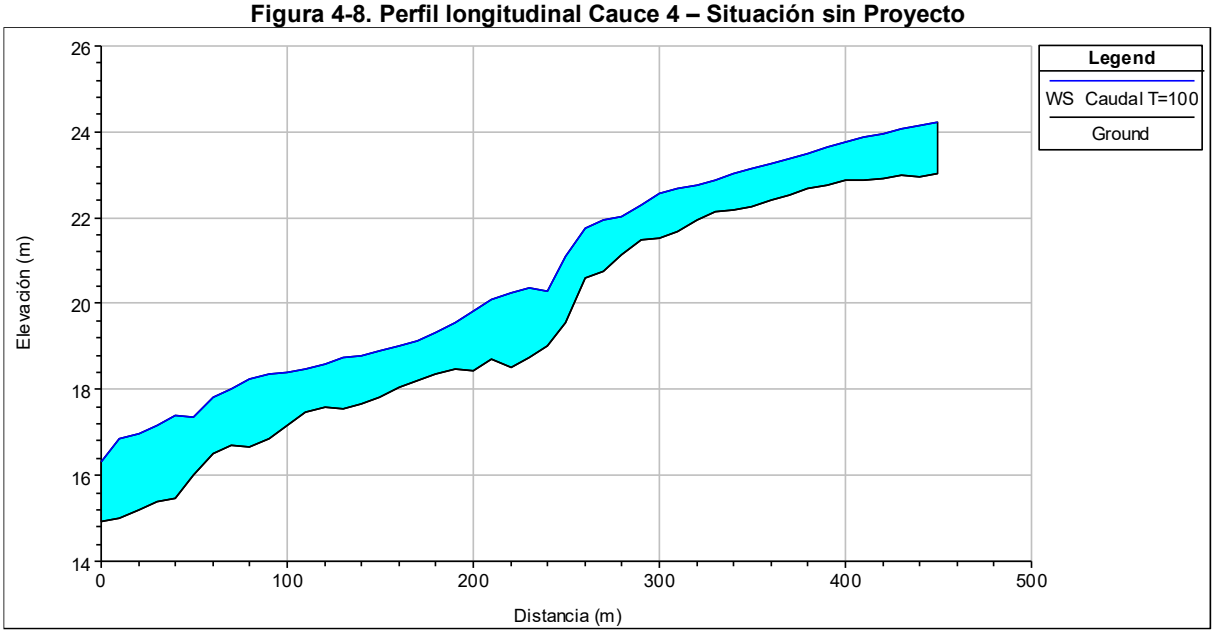
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-7. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación sin Proyecto



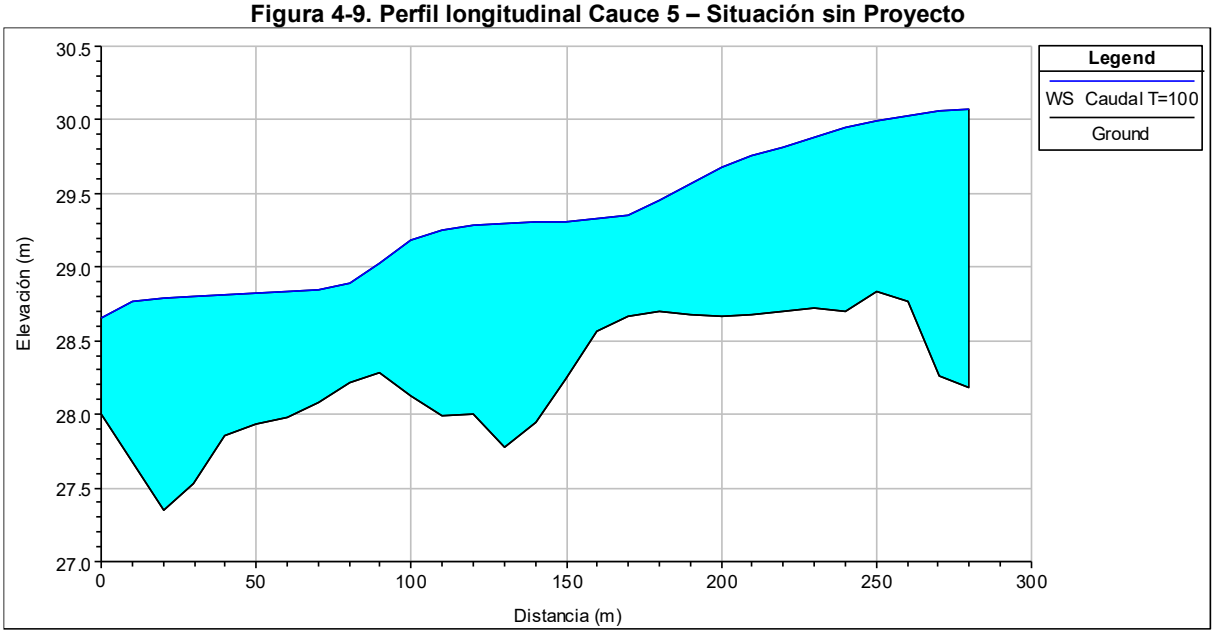
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-8. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación sin Proyecto



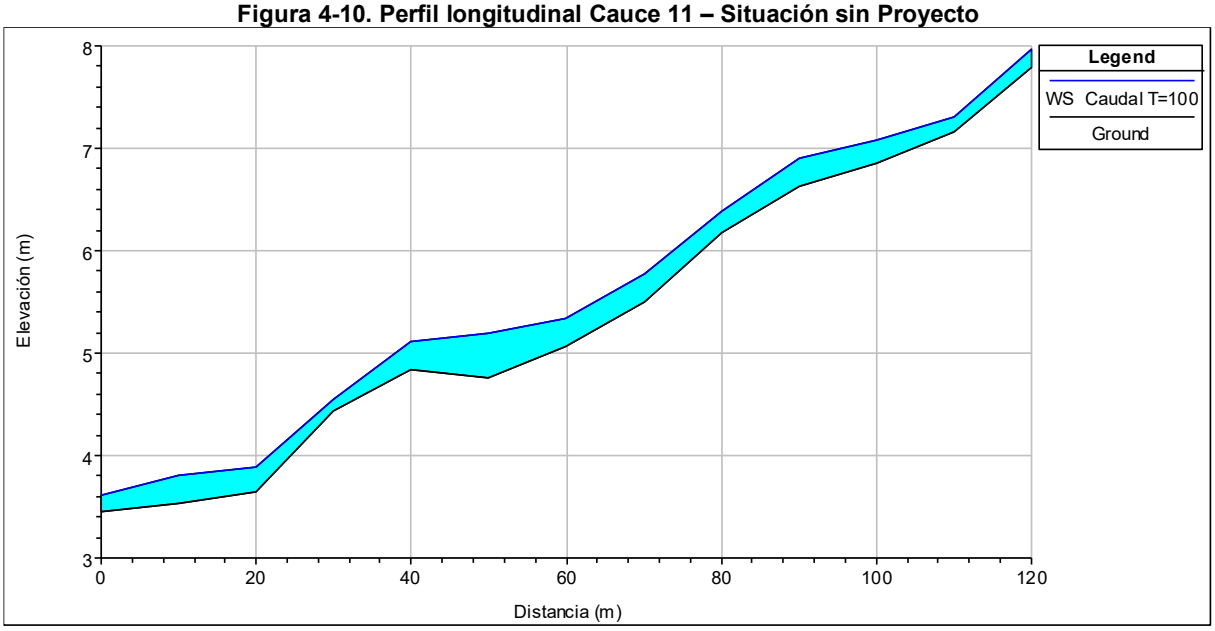
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-9. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación sin Proyecto



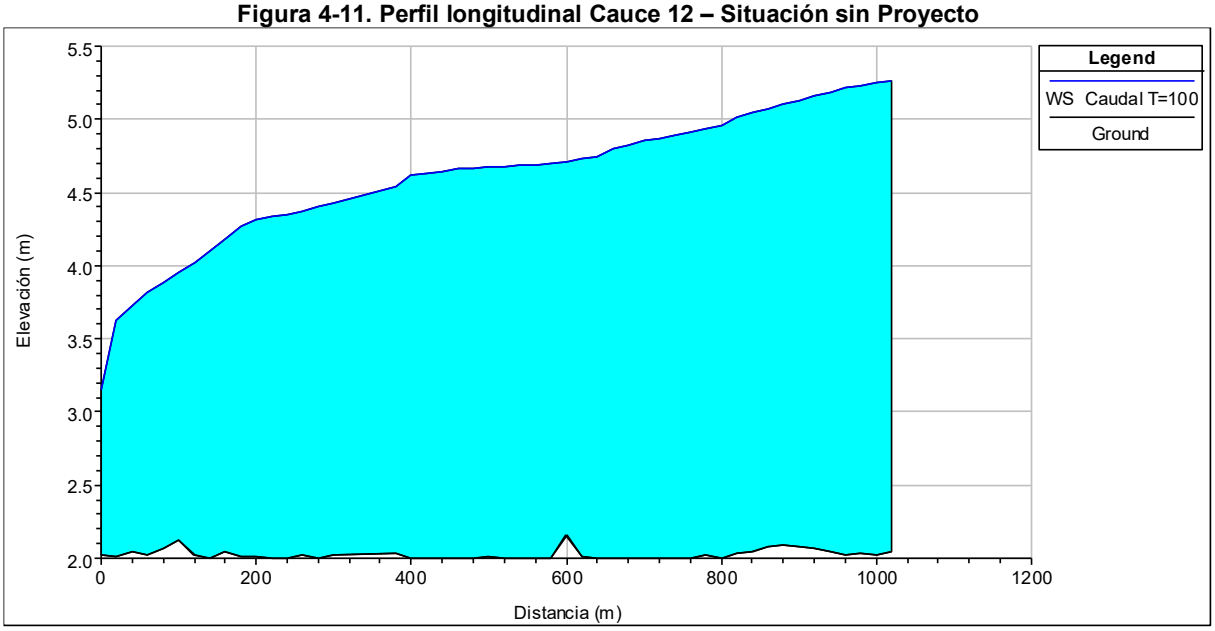
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-10. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación sin Proyecto



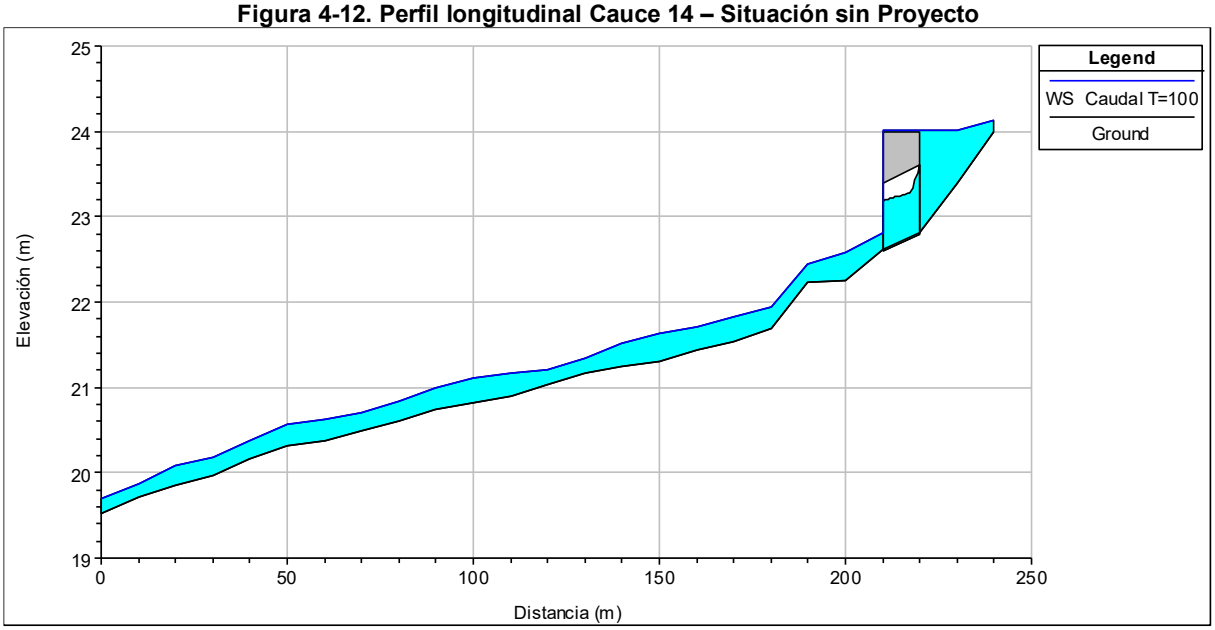
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-11. Perfil longitudinal Cauce 12 – Situación sin Proyecto



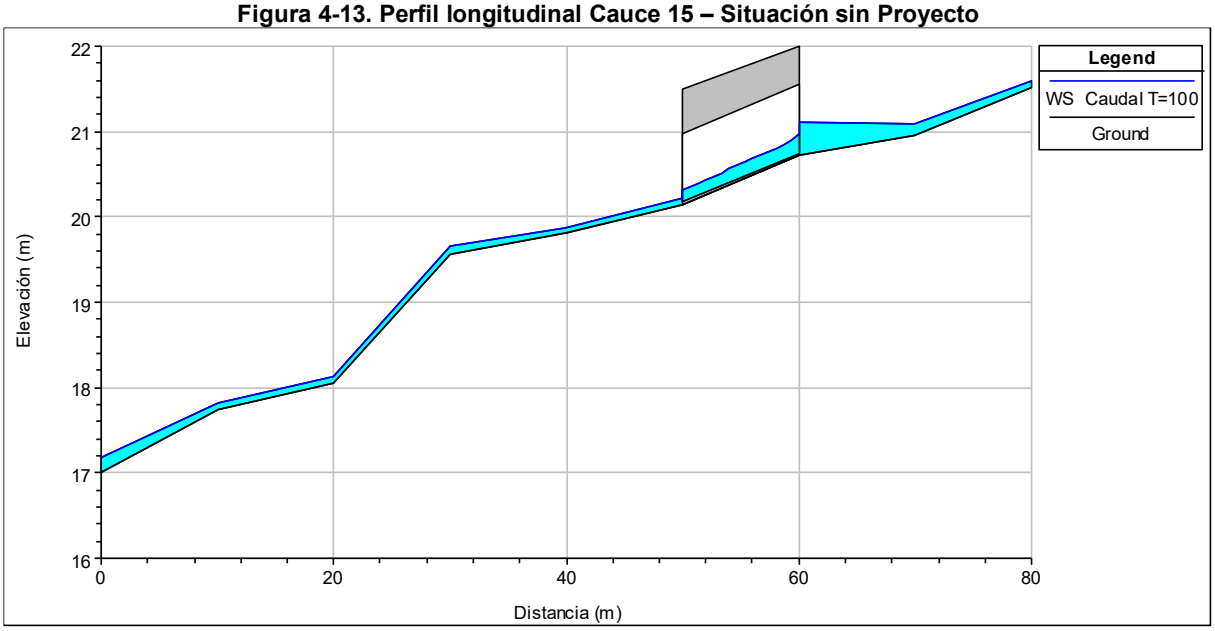
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-12. Perfil longitudinal Cauce 14 – Situación sin Proyecto



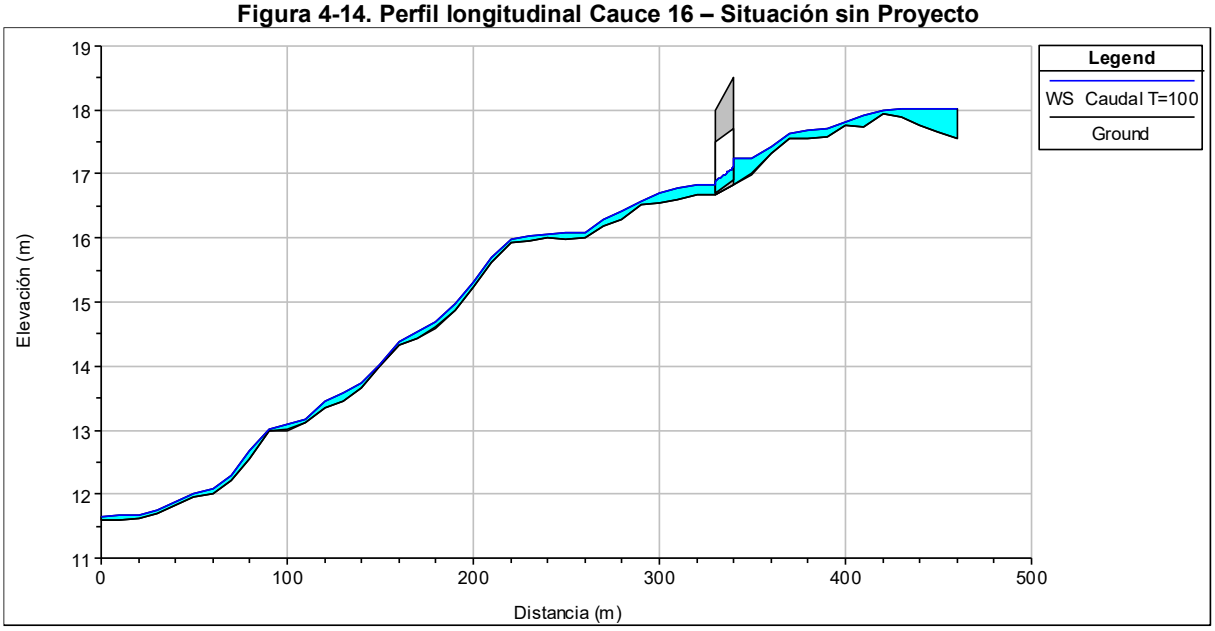
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-13. Perfil longitudinal Cauce 15 – Situación sin Proyecto



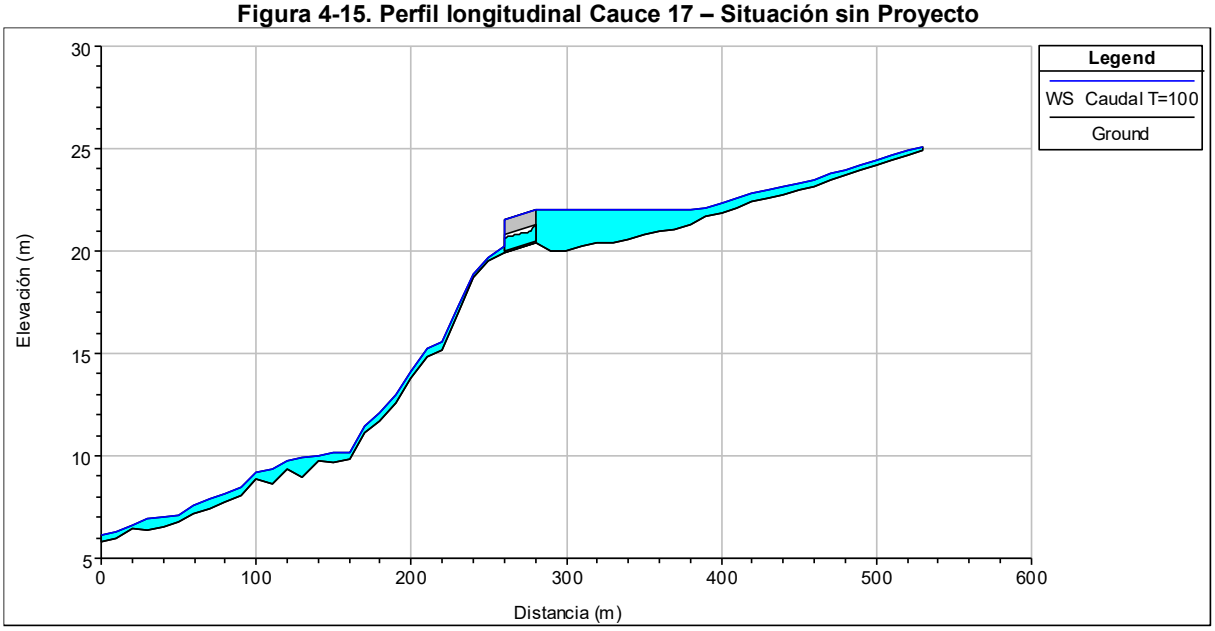
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-14. Perfil longitudinal Cauce 16 – Situación sin Proyecto



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-15. Perfil longitudinal Cauce 17 – Situación sin Proyecto



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

4.2.2. Situación con Proyecto

De acuerdo con los resultados obtenidos con la modelación hidráulica, en la Tabla 4-13 se indican las obras proyectadas en las partes y obras del Proyecto que pasan por cauces de la red hidrográfica identificada.

Tabla 4-13. Información de obras proyectadas

ID	Obra proyectada	Observación
1	Badén	
2	Alcantarilla	Se proyectan siete tubos de 2 m de diámetro
3	Alcantarilla	Se proyectan tres tubos de 3 m de diámetro
4	Defensa	Se puede evaluar defensa o canal de contorno
5	Badén	
6	-	Cauce no identificado en topografía
7	Alcantarilla	Canal local identificado satelitalmente
8	-	
9	-	
10	-	
11	-	
12	-	
13	-	
14	-	Cauce no identificado en topografía
15	-	Se mantiene obra existente
16	-	Se mantiene obra existente

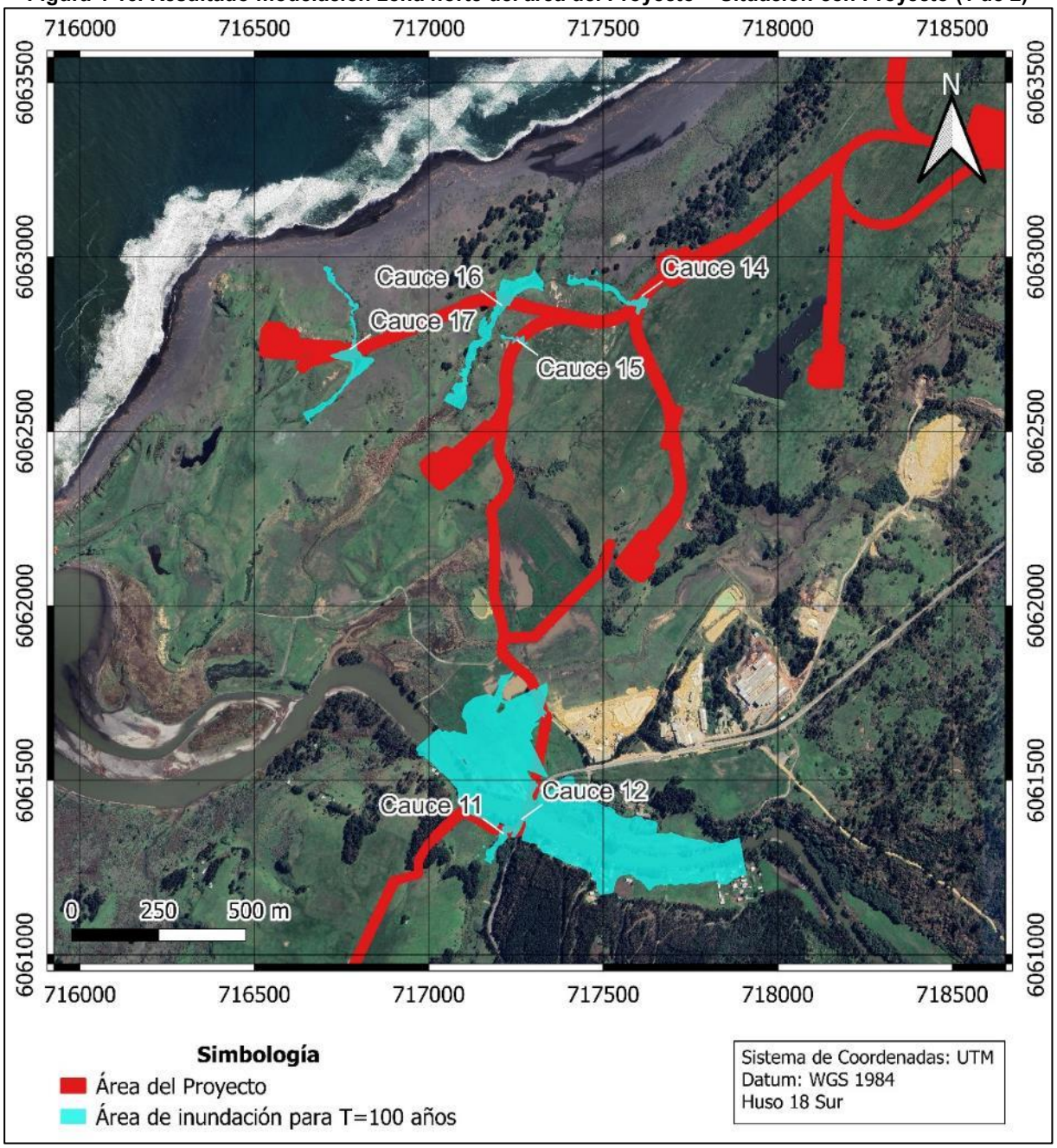
ID	Obra proyectada	Observación
17	-	Se mantiene obra existente
18	-	Se mantiene obra existente
19	-	
20	-	Se mantiene obra existente

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A partir de la información disponible, los puntos que poseen una obra proyectada en la serán los tramitados en los respectivos permisos, en específico, los puntos 1, 2, 3, 5 y 7 se tramitaran en un PASM 156, mientras que el punto 4 será tramitado en un PASM 157.

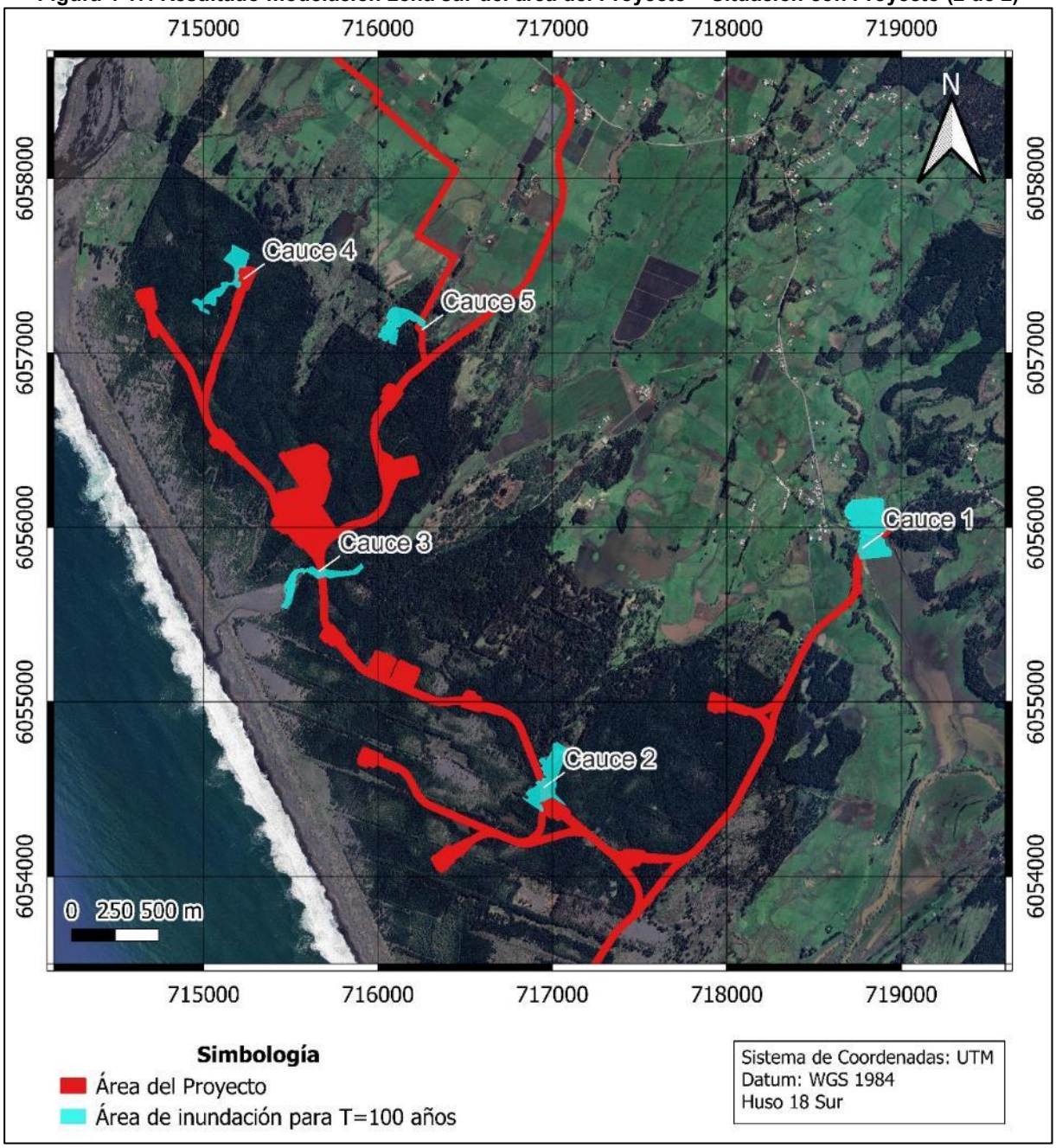
En la Figura 4-16 y Figura 4-17 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce. Para mayor detalle, las modelaciones hidráulicas realizadas se adjuntan en el Apéndice 4.7.2 Modelación Hidráulica con Proyecto.

Figura 4-16. Resultado modelación zona norte del área del Proyecto – Situación con Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4-17. Resultado modelación zona sur del área del Proyecto – Situación con Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De la Tabla 4-14 a la Tabla 4-19 se muestran los resultados obtenidos en la modelación de cada cauce, para el caudal de T=100 años y la situación con proyecto.

Tabla 4-14. Resultados modelación Cauce 1 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
60	7,48	7,87	0,011	1,29	0,87	0,39
80	7,53	8,05	0,005	0,99	0,60	0,52
100	7,70	8,16	0,008	1,14	0,75	0,46
120	7,86	8,31	0,007	1,23	0,76	0,45
140	8,00	8,47	0,010	1,38	0,87	0,47
160	8,00	8,66	0,007	1,23	0,72	0,66
180	8,23	8,70	0,075	3,14	2,23	0,47
200	8,94	9,66	0,014	1,58	1,00	0,72
220	8,90	9,81	0,001	0,57	0,22	0,91
240	8,76	9,83	0,000	0,34	0,12	1,07
260	8,51	9,83	0,000	0,29	0,10	1,32
280	8,55	9,83	0,000	0,29	0,09	1,28
300	8,62	9,84	0,000	0,25	0,08	1,22
320	8,69	9,84	0,000	0,26	0,09	1,15
340	8,75	9,84	0,000	0,28	0,10	1,09
360	8,85	9,84	0,000	0,32	0,12	0,99
380	8,93	9,84	0,000	0,39	0,15	0,91
400	9,00	9,84	0,001	0,52	0,22	0,84

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-15. Resultados modelación Cauce 2 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
20	12,36	13,12	0,006	0,83	0,40	0,76
30	12,79	13,28	0,046	1,74	1,01	0,49
40	13,00	13,68	0,029	1,54	0,83	0,68
50	13,00	13,93	0,029	1,83	0,87	0,93
60	13,10	14,21	0,012	1,30	0,57	1,11
70	13,30	14,33	0,008	1,08	0,47	1,03
80	13,49	14,42	0,007	1,03	0,45	0,93
90	13,69	14,49	0,010	1,11	0,51	0,80
100	13,88	14,60	0,017	1,32	0,65	0,72
110	13,98	14,76	0,012	1,19	0,56	0,78
120	14,00	14,89	0,011	1,15	0,53	0,88
130	14,00	14,99	0,013	1,33	0,59	0,99
140	14,23	16,43	0,000	0,23	0,07	2,20
150	14,51	16,43	0,000	0,42	0,13	1,92
160	14,76	16,43	0,001	0,56	0,18	1,67
170	15,00	16,44	0,002	0,75	0,26	1,44

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
180	15,00	16,45	0,004	0,91	0,34	1,45
190	15,00	16,49	0,004	0,99	0,35	1,49
200	14,85	16,52	0,004	1,03	0,34	1,67
210	14,68	16,57	0,004	0,92	0,33	1,89
220	14,53	16,61	0,002	0,77	0,27	2,08
230	15,52	16,63	0,007	1,01	0,44	1,11
240	15,85	16,70	0,007	1,02	0,43	0,85
250	15,92	16,77	0,009	1,11	0,49	0,85
260	15,99	16,87	0,007	0,93	0,44	0,88
270	16,08	16,95	0,008	0,96	0,46	0,87
280	16,19	17,04	0,012	1,07	0,54	0,85
290	16,50	17,15	0,017	1,37	0,66	0,65
300	16,77	17,34	0,024	1,54	0,77	0,57
310	16,88	17,55	0,013	1,29	0,59	0,67
320	17,02	17,68	0,019	1,48	0,71	0,66
330	17,16	17,91	0,032	1,68	0,88	0,75
340	17,33	18,21	0,023	1,45	0,74	0,88
350	17,16	18,42	0,014	1,26	0,60	1,26
360	17,07	18,53	0,006	1,00	0,40	1,46
370	17,14	18,59	0,004	0,90	0,35	1,45
380	17,59	18,63	0,005	0,95	0,37	1,04
390	17,50	18,68	0,004	0,91	0,35	1,18
400	17,49	18,72	0,004	0,86	0,32	1,23

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-16. Resultados modelación Cauce 3 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	5,23	6,16	0,041	2,41	1,01	0,93
10	5,28	6,53	0,011	1,58	0,55	1,25
20	5,31	6,64	0,008	1,47	0,49	1,33
30	5,36	6,74	0,006	1,32	0,43	1,38
40	5,40	6,80	0,005	1,24	0,39	1,40
50	5,46	6,86	0,005	1,22	0,38	1,40
60	5,53	6,90	0,005	1,24	0,40	1,37
70	5,73	6,95	0,007	1,36	0,45	1,22
80	5,61	7,03	0,006	1,29	0,42	1,42
90	5,68	7,10	0,004	1,08	0,35	1,42
100	5,98	7,05	0,043	2,34	1,01	1,07
110	6,04	7,43	0,012	1,52	0,56	1,39

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
120	6,03	7,57	0,008	1,22	0,46	1,54
130	6,03	7,66	0,002	0,80	0,25	1,63
140	5,72	7,68	0,001	0,73	0,21	1,96
150	5,65	7,69	0,003	0,93	0,30	2,04
160	5,68	7,72	0,005	1,09	0,36	2,04
170	5,69	7,76	0,005	1,15	0,39	2,07
180	5,66	7,81	0,004	1,11	0,36	2,15
190	5,90	7,85	0,005	1,20	0,39	1,95
200	5,71	7,90	0,004	1,20	0,37	2,19
210	5,69	7,95	0,005	1,22	0,38	2,26
220	5,74	7,98	0,005	1,32	0,38	2,24
230	5,82	8,01	0,008	1,60	0,50	2,19
240	5,94	8,10	0,006	1,49	0,42	2,16
250	5,97	8,12	0,009	1,89	0,52	2,15
260	5,96	8,17	0,011	2,22	0,59	2,21
270	5,99	8,39	0,004	1,44	0,34	2,40
280	6,10	8,37	0,017	2,14	0,70	2,27
290	6,14	7,57	0,146	5,88	1,97	1,43
300	7,48	9,74	0,040	2,82	1,02	2,26
310	8,65	9,91	0,082	3,64	1,46	1,26
320	8,99	10,69	0,036	2,95	1,00	1,70
330	9,28	11,21	0,006	1,21	0,42	1,93
340	9,48	11,26	0,009	1,53	0,52	1,78
350	9,98	11,38	0,006	1,26	0,43	1,40
360	10,03	11,38	0,023	2,11	0,79	1,35
370	9,62	11,65	0,010	1,51	0,54	2,03
380	9,64	11,75	0,011	1,57	0,55	2,11
390	9,69	11,83	0,011	1,86	0,58	2,14
400	9,71	12,30	0,006	1,23	0,40	2,59
410	9,77	12,34	0,004	1,26	0,35	2,57
420	9,77	12,38	0,003	1,22	0,33	2,61
430	9,90	12,45	0,001	0,84	0,22	2,55
440	9,92	12,47	0,001	0,80	0,22	2,55
450	9,98	12,48	0,002	0,94	0,27	2,50
460	10,02	12,47	0,005	1,34	0,40	2,45
470	10,15	12,54	0,003	1,10	0,30	2,39
480	10,15	12,58	0,002	0,97	0,25	2,43
490	10,12	12,59	0,003	1,18	0,30	2,47
500	10,05	12,61	0,003	1,28	0,32	2,56
510	10,20	12,63	0,004	1,41	0,36	2,43
520	10,55	12,67	0,005	1,48	0,40	2,12

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
530	10,68	12,71	0,005	1,48	0,40	2,03
540	10,81	11,94	0,124	4,71	1,80	1,13
550	11,17	13,27	0,036	3,06	1,00	2,10
560	11,77	13,79	0,006	1,49	0,43	2,02
570	11,71	13,84	0,005	1,47	0,40	2,13
580	11,62	13,91	0,004	1,30	0,35	2,29
590	11,60	13,96	0,003	1,17	0,32	2,36
600	11,72	13,99	0,003	1,21	0,33	2,27
610	11,68	14,03	0,003	1,18	0,31	2,35
620	11,66	14,05	0,003	1,23	0,32	2,39
630	11,70	14,08	0,003	1,22	0,31	2,38
640	11,76	14,08	0,006	1,63	0,43	2,32

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-17. Resultados modelación Cauce 4 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
0	14,91	16,82	0,006	0,82	0,35	1,91
10	14,99	16,89	0,015	1,09	0,54	1,90
20	15,21	17,01	0,011	1,29	0,50	1,80
30	15,39	17,17	0,030	1,36	0,74	1,78
40	15,45	17,38	0,009	0,93	0,42	1,93
50	16,00	17,37	0,044	2,41	0,97	1,37
60	16,52	17,83	0,012	1,17	0,50	1,31
70	16,71	18,00	0,032	1,36	0,75	1,29
80	16,65	18,24	0,013	0,94	0,49	1,59
90	16,84	18,34	0,006	0,80	0,36	1,50
100	17,15	18,41	0,006	0,81	0,36	1,26
110	17,47	18,48	0,010	0,96	0,45	1,01
120	17,58	18,60	0,022	1,27	0,64	1,02
130	17,54	18,74	0,006	0,96	0,36	1,20
140	17,68	18,80	0,010	1,12	0,46	1,12
150	17,83	18,91	0,009	1,02	0,44	1,08
160	18,04	19,01	0,011	1,09	0,48	0,97
170	18,19	19,13	0,020	1,36	0,64	0,94
180	18,35	19,32	0,023	1,54	0,68	0,97
190	18,46	19,54	0,025	1,73	0,73	1,08
200	18,44	19,82	0,030	1,71	0,78	1,38
210	18,69	20,10	0,015	1,29	0,56	1,41
220	18,53	20,23	0,013	1,40	0,54	1,70

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
230	18,76	20,36	0,018	1,64	0,64	1,60
240	19,00	20,29	0,080	3,49	1,32	1,29
250	19,55	21,09	0,044	2,85	1,00	1,54
260	20,58	21,75	0,023	1,43	0,68	1,17
270	20,74	21,94	0,009	1,00	0,43	1,20
280	21,14	22,04	0,021	1,34	0,64	0,90
290	21,47	22,36	0,050	2,29	1,00	0,89
300	21,51	22,75	0,011	1,31	0,49	1,24
310	21,68	22,85	0,011	1,39	0,50	1,17
320	21,97	23,46	0,051	2,41	1,00	1,49
330	22,14	23,90	0,012	1,36	0,51	1,76
340	22,18	24,06	0,005	0,67	0,31	1,88
350	22,24	24,11	0,006	0,70	0,32	1,87
360	22,43	24,15	0,001	0,50	0,17	1,72
370	22,51	24,16	0,001	0,39	0,13	1,65
380	22,70	24,17	0,001	0,45	0,16	1,47
390	22,78	24,18	0,001	0,49	0,18	1,40
400	22,87	24,19	0,002	0,55	0,20	1,32
410	22,86	24,21	0,002	0,58	0,22	1,35
420	22,91	24,23	0,002	0,58	0,22	1,32
430	22,99	24,25	0,003	0,62	0,25	1,26
440	22,94	24,28	0,002	0,60	0,23	1,34
450	23,03	24,30	0,003	0,68	0,26	1,27

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Tabla 4-18. Resultados modelación Cauce 5 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
10	28,00	28,66	0,018	1,16	0,51	0,65
20	27,67	28,77	0,003	0,53	0,21	1,10
30	27,35	28,79	0,001	0,27	0,10	1,44
40	27,53	28,80	0,001	0,36	0,13	1,27
50	27,85	28,81	0,001	0,39	0,14	0,96
60	27,93	28,82	0,001	0,33	0,12	0,89
70	27,98	28,83	0,001	0,35	0,13	0,85
80	28,08	28,84	0,003	0,52	0,23	0,76
90	28,22	28,89	0,011	0,76	0,38	0,67
100	28,28	29,03	0,022	0,96	0,53	0,75
110	28,13	29,19	0,010	0,76	0,37	1,06
120	27,99	29,25	0,003	0,59	0,22	1,26

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
130	28,00	29,28	0,001	0,45	0,16	1,28
140	27,78	29,29	0,001	0,36	0,11	1,51
150	27,95	29,30	0,001	0,38	0,12	1,35
160	28,24	29,31	0,002	0,45	0,16	1,07
170	28,56	29,33	0,002	0,48	0,19	0,81
180	28,67	29,36	0,009	0,79	0,36	0,69
190	28,70	29,45	0,012	0,88	0,40	0,75
200	28,68	29,57	0,013	0,98	0,43	0,89
210	28,67	29,68	0,008	0,88	0,36	1,01
220	28,68	29,75	0,006	0,78	0,30	1,07
230	28,70	29,81	0,007	0,85	0,33	1,11
240	28,72	29,88	0,008	0,95	0,36	1,16
250	28,70	29,95	0,004	0,75	0,27	1,25
260	28,84	30,00	0,004	0,69	0,24	1,16
270	28,77	30,03	0,004	0,72	0,24	1,26
280	28,26	30,06	0,001	0,46	0,13	1,80
290	28,18	30,07	0,001	0,50	0,13	1,89

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

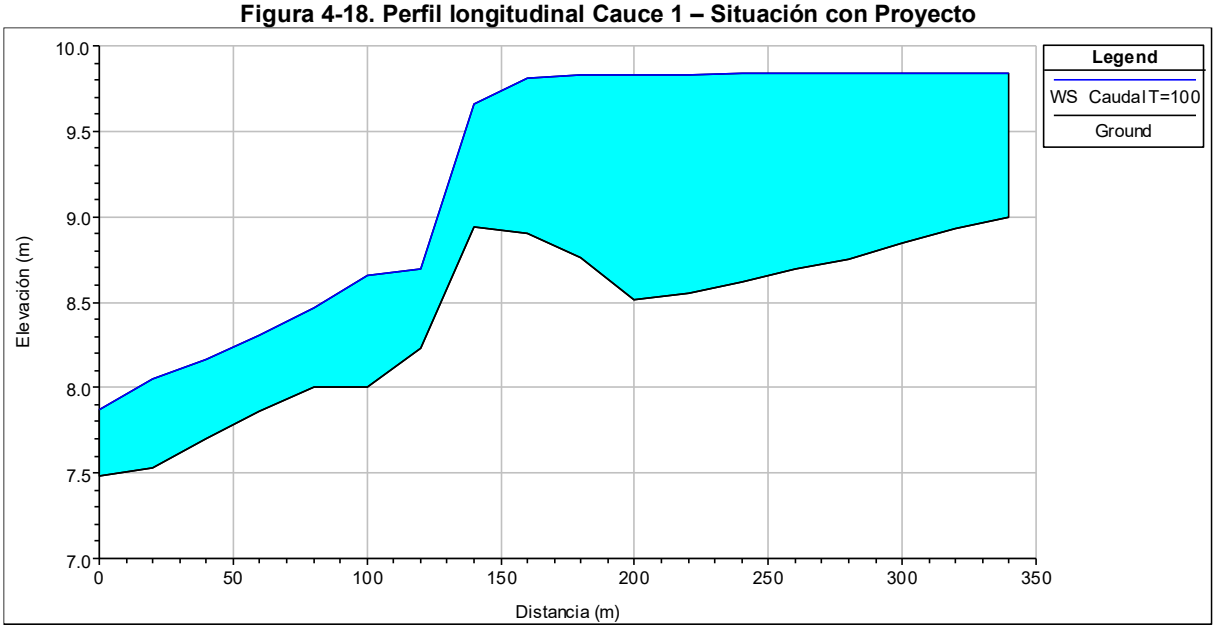
Tabla 4-19. Resultados modelación Cauce 11 – Situación con Proyecto

Perfil	Cota de fondo (m.s.n.m.)	Cota de agua (m.s.n.m.)	Pendiente de energía (m/m)	Velocidad (m/s)	Fr	Altura de agua (m)
30	3,45	3,61	0,027	0,98	1,01	0,16
40	3,54	3,80	0,011	0,72	0,67	0,26
50	3,65	3,84	0,035	2,17	2,08	0,19
60	4,43	4,55	0,127	1,70	2,08	0,12
70	4,84	5,11	0,023	1,08	0,98	0,27
80	4,75	5,20	0,002	0,54	0,32	0,45
90	5,06	5,34	0,040	1,60	1,33	0,28
100	5,50	5,77	0,054	1,87	1,55	0,27
110	6,18	6,39	0,069	1,80	1,68	0,21
120	6,63	6,90	0,025	1,09	1,01	0,27
130	6,86	7,08	0,010	0,78	0,67	0,22
140	7,16	7,30	0,118	2,11	2,13	0,14
150	7,79	7,96	0,025	1,06	1,01	0,17

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

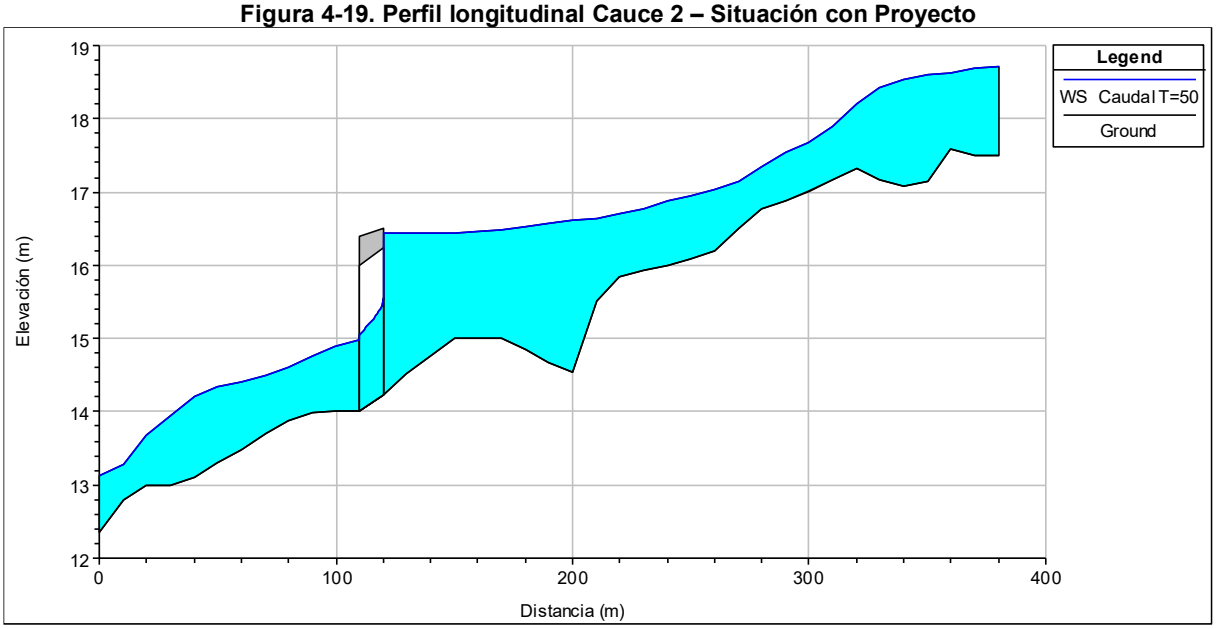
Considerando lo anterior, de la Figura 4-18 a la Figura 4-23 se muestra el eje hidráulico de las modelaciones de cada cauce, para 100 años de periodo de retorno.

Figura 4-18. Perfil longitudinal Cauce 1 – Situación con Proyecto



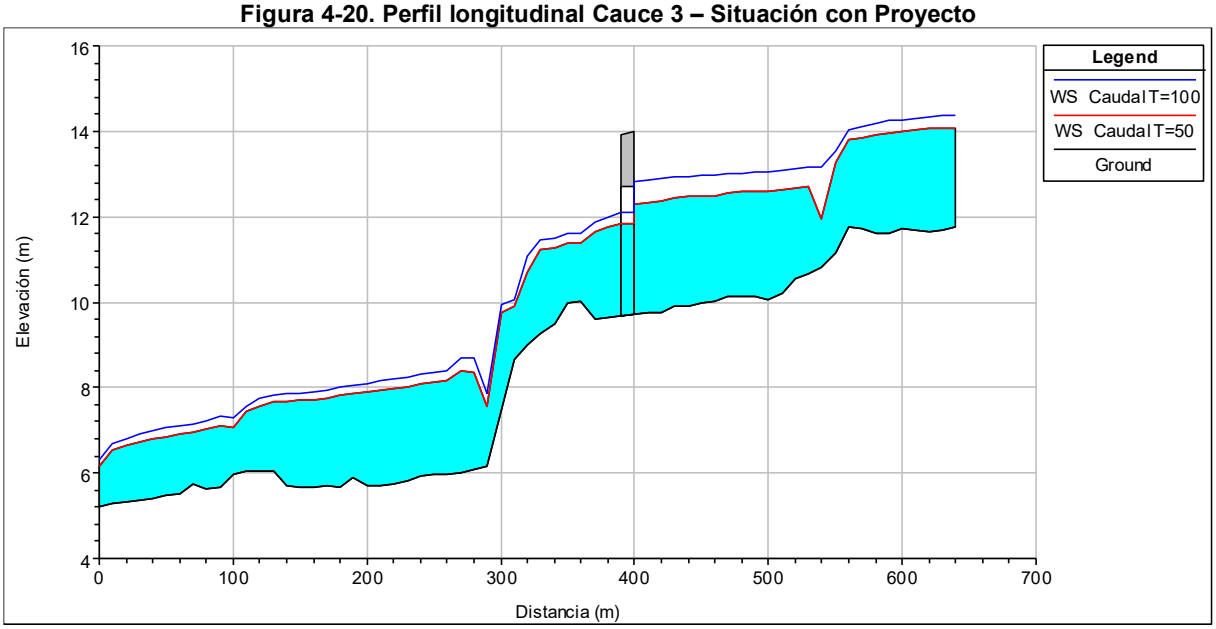
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-19. Perfil longitudinal Cauce 2 – Situación con Proyecto



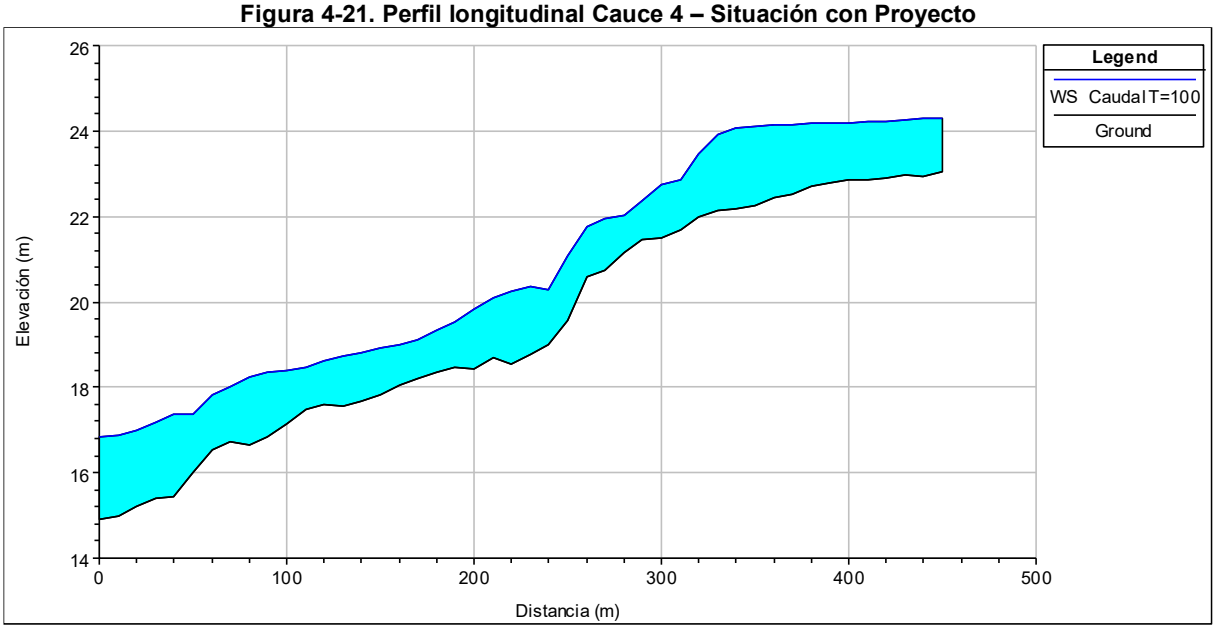
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-20. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación con Proyecto



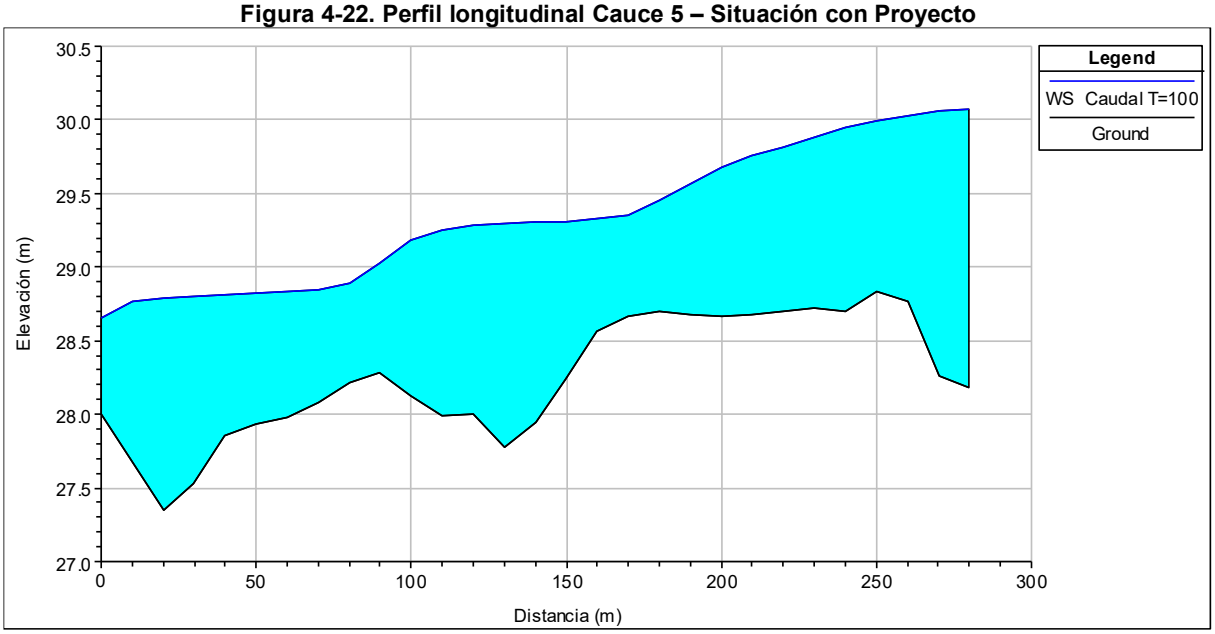
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-21. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación con Proyecto



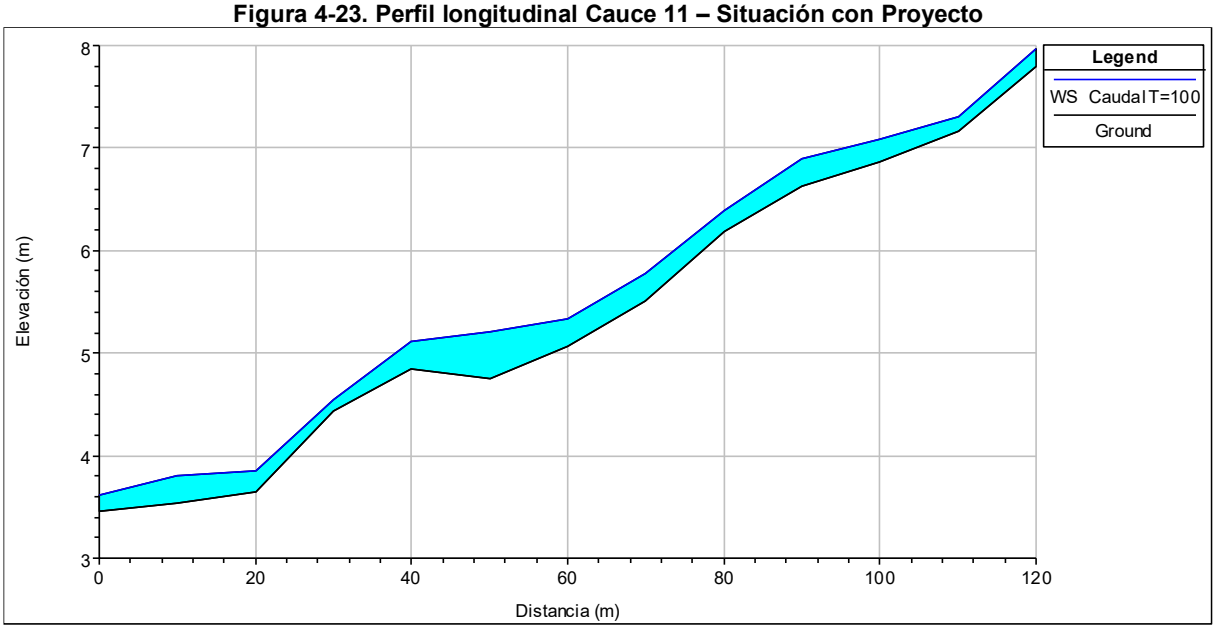
Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-22. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación con Proyecto



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

Figura 4-23. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación con Proyecto

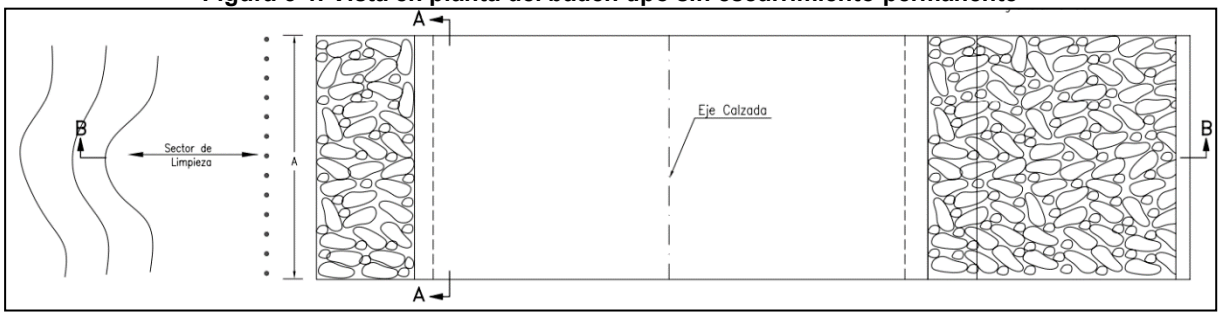


Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

5. DISEÑO OBRAS PROYECTADAS

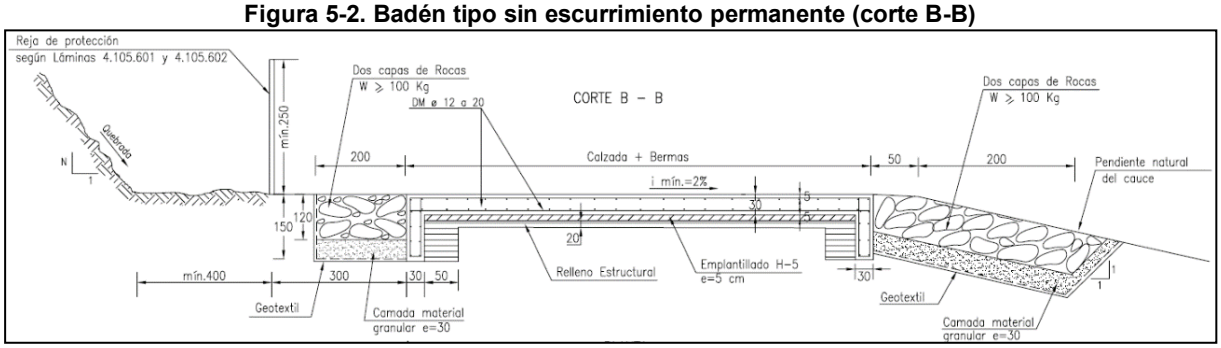
La construcción de las obras proyectadas se realizará de acuerdo con lo indicado en el Manual de Carreteras, Volumen 4 (MOP, 2024). En la Figura 5-1, Figura 5-2 y Figura 5-3 se muestra un esquema general de la construcción de los badenes proyectados, y en la Figura 5-4, Figura 5-5 y Figura 5-6 se muestra un esquema general de la construcción de la alcantarilla proyectada.

Figura 5-1. Vista en planta del badén tipo sin escurrimiento permanente



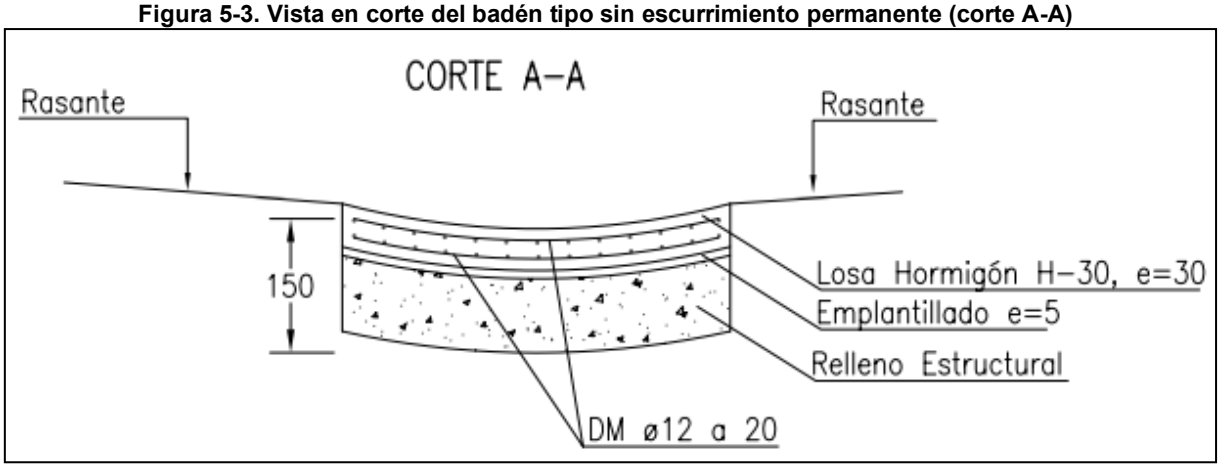
Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 5-2. Badén tipo sin escurrimiento permanente (corte B-B)



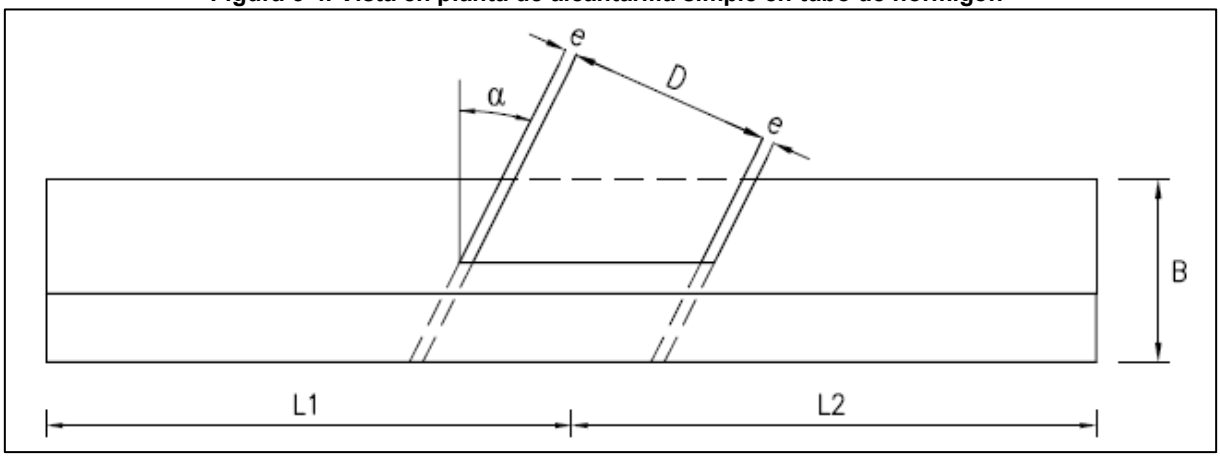
Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 5-3. Vista en corte del badén tipo sin escurrimiento permanente (corte A-A)



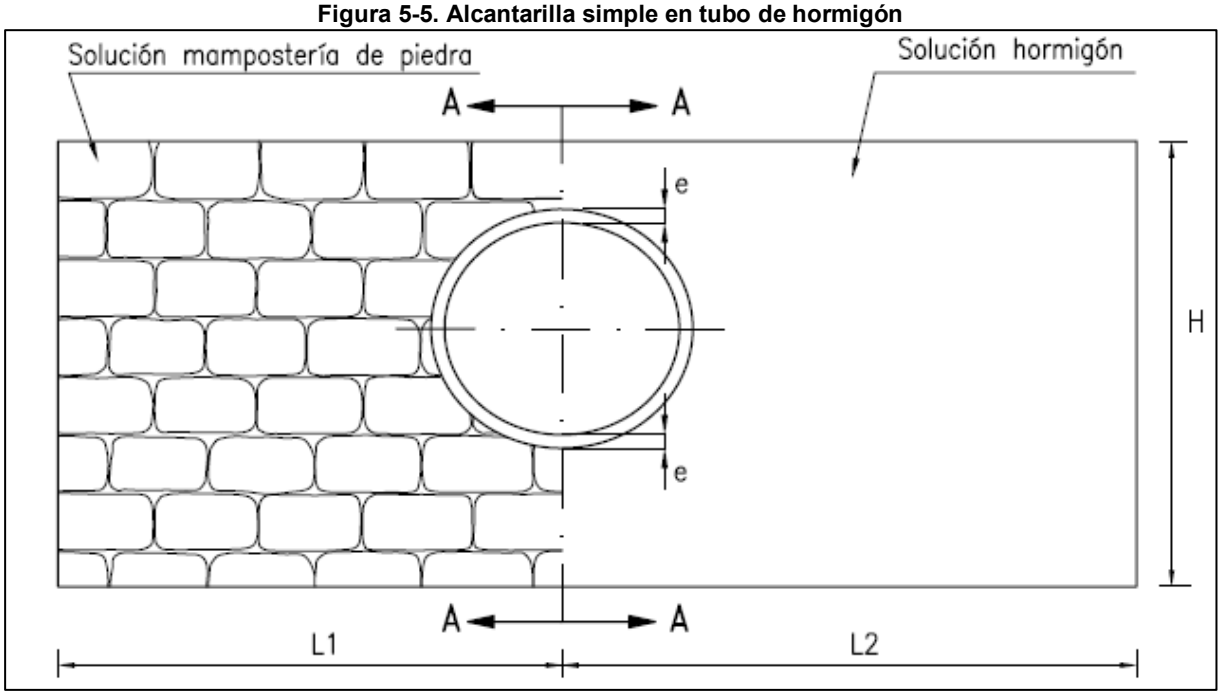
Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 5-4. Vista en planta de alcantarilla simple en tubo de hormigón



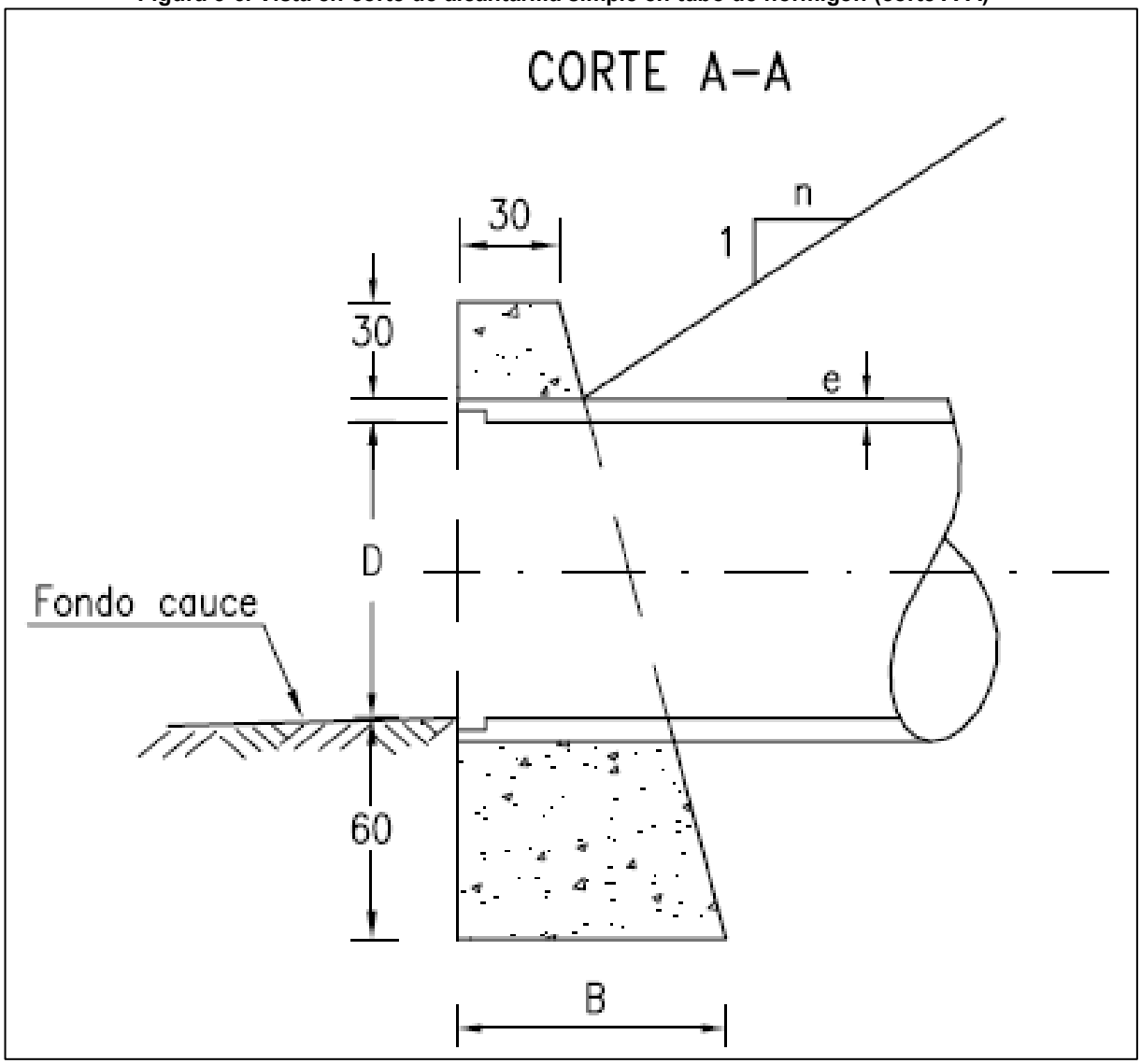
Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 5-5. Alcantarilla simple en tubo de hormigón



Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

Figura 5-6. Vista en corte de alcantarilla simple en tubo de hormigón (corte A-A)



Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

- Comparando los escenarios sin y son Proyecto de los cauces modelados, se aprecia que las máximas variaciones de altura de aguas obtenidas son del orden de 1 m. Esto se observa en el Cauce 4, donde la altura de aguas aumenta en un máximo de 1,04 m, y en el Cauce 3, donde la altura de aguas disminuye hasta un máximo de 1,10 m.
- Si bien se observan esas variaciones de alturas considerables, estas son puntuales en la modelación y en la mayor parte de la extensión de los cauces, la variación es menor a los 50 cm. Esto sumado a los perfiles longitudinales observados y a las áreas de inundación permiten inferir que las obras logran contener con éxito la crecida con periodo de retorno T=100 años.
- Las áreas potencialmente inundables se mantienen relativamente sin cambios en la situación con Proyecto, con la excepción del punto 4, dado que la defensa proyectada mueve el caudal fuera de la zona de obras, provocando que el caudal se mueva en dirección oeste. A pesar de ello, el aumento en el área de inundación para T=100 años es más notorio en la zona aguas arriba de la modelación, es decir, directamente en la zona de obras donde el desvío de las aguas es efectivo. Adicionalmente, el aumento en el área de inundación es en una zona donde no existe ninguna proyección de partes u obras de Proyecto.
- Las estructuras están proyectadas en zonas alejadas de asentamientos poblacionales, y las áreas de inundación resultantes siguen su geografía actual aún en situación con proyecto, por lo que se puede concluir que las obras no generan riesgos adicionales para la población.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS

- DGA (1995). “Manual de cálculos de crecidas y caudales mínimos en cuencas sin información fluviométrica”. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.
- MOP (2024). Manual de Carreteras Volumen N°3.