# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

# PARQUE EÓLICO VIENTO PACÍFICO VERDE

APENDICE 4.8.3: 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 ..... 4
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 ..... 51
6. CONCLUSIONES ..... 55
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS ..... 56

## 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 .....32
Tabla 4-13. Información de obras proyectadas .....39
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 .....34
Figura 4-7. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación sin Proyecto .....34
Figura 4-8. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación sin Proyecto .....35
Figura 4-9. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación sin Proyecto .....35
Figura 4-10. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación sin Proyecto .....36
Figura 4-11. Perfil longitudinal Cauce 12 – Situación sin Proyecto .....36
Figura 4-12. Perfil longitudinal Cauce 14 – Situación sin Proyecto .....37
Figura 4-13. Perfil longitudinal Cauce 15 – Situación sin Proyecto .....37
Figura 4-14. Perfil longitudinal Cauce 16 – Situación sin Proyecto .....38
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 .....49
Figura 4-20. Perfil longitudinal Cauce 3 – Situación con Proyecto .....49
Figura 4-21. Perfil longitudinal Cauce 4 – Situación con Proyecto .....50
Figura 4-22. Perfil longitudinal Cauce 5 – Situación con Proyecto .....50
Figura 4-23. Perfil longitudinal Cauce 11 – Situación con Proyecto .....51
Figura 5-1. Vista en planta del badén tipo sin escurrimiento permanente .....51
Figura 5-2. Badén tipo sin escurrimiento permanente (corte B-B).....52
Figura 5-3. Vista en corte del badén tipo sin escurrimiento permanente (corte A-A) .....52
Figura 5-4. Vista en planta de alcantarilla simple en tubo de hormigón .....52
Figura 5-5. Alcantarilla simple en tubo de hormigón .....53
Figura 5-6. Vista en corte de alcantarilla simple en tubo de hormigón (corte A-A).....54

# 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).

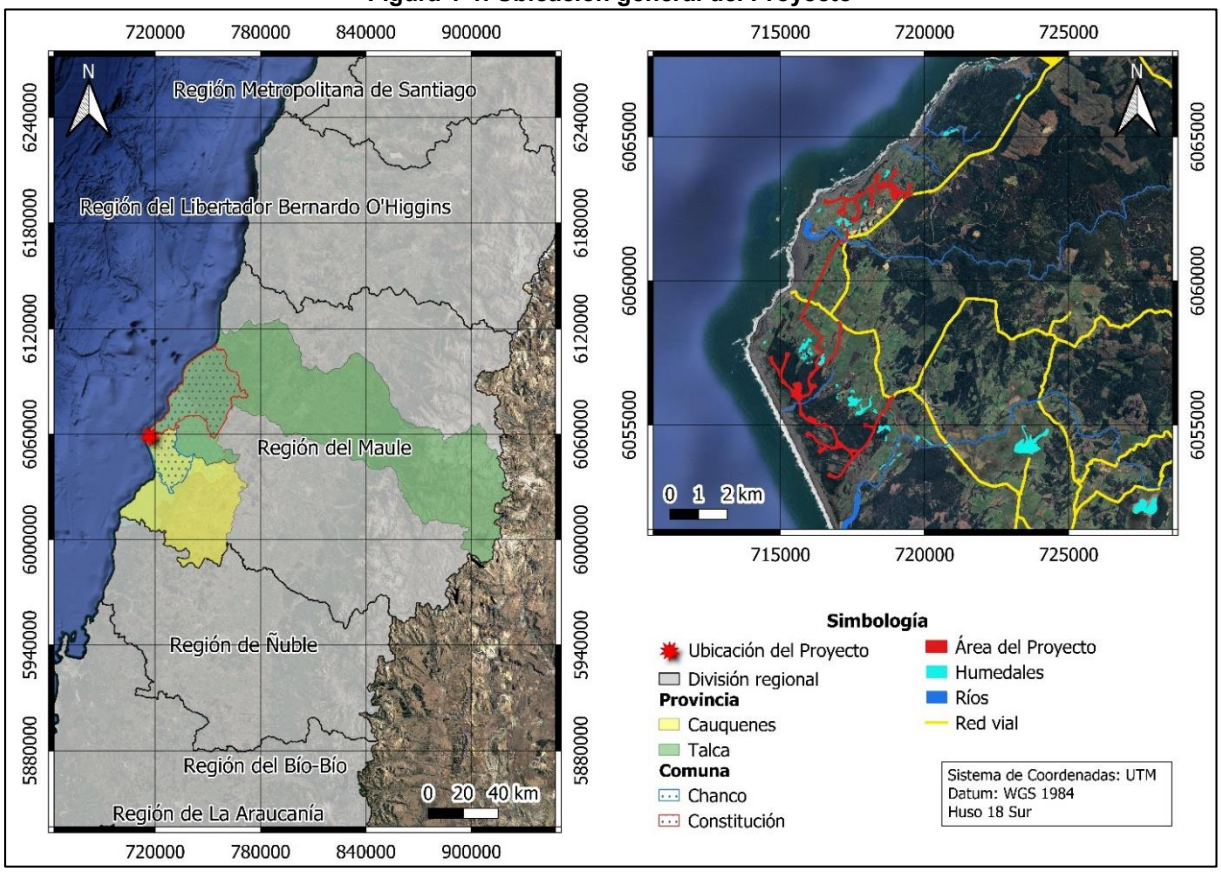
Para el desarrollo de este estudio, inicialmente se definieron las condiciones hidrológicas del área del Proyecto determinando caudales máximos para diferentes periodos de retorno, y posteriormente, con la modelación hidráulica, se define el área de inundación de los cauces identificados.

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

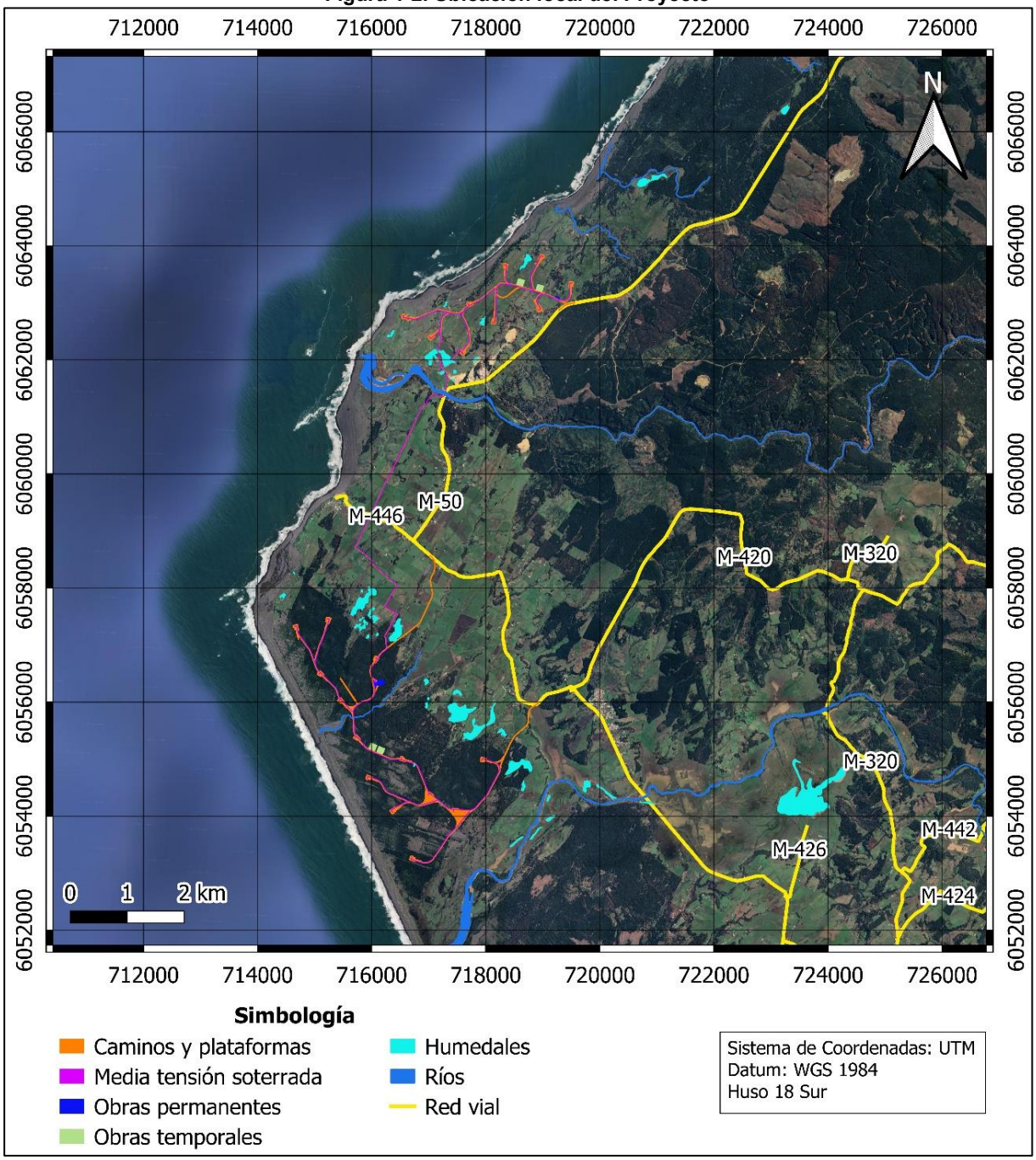
El Proyecto se ubica en la comuna de Chanco, provincia de Cauquenes y en la comuna de Constitución, provincia de Talca, ambas ubicadas en la Región del Maule. En la Figura 1-1 se muestra la ubicación general del Proyecto en el contexto regional y en la Figura 1-2 se muestra la ubicación local del Proyecto.

**Figura 1-1. Ubicación general del Proyecto**




Fuente: Elaboración propia, 2025.

**Figura 1-2. Ubicación local del Proyecto**

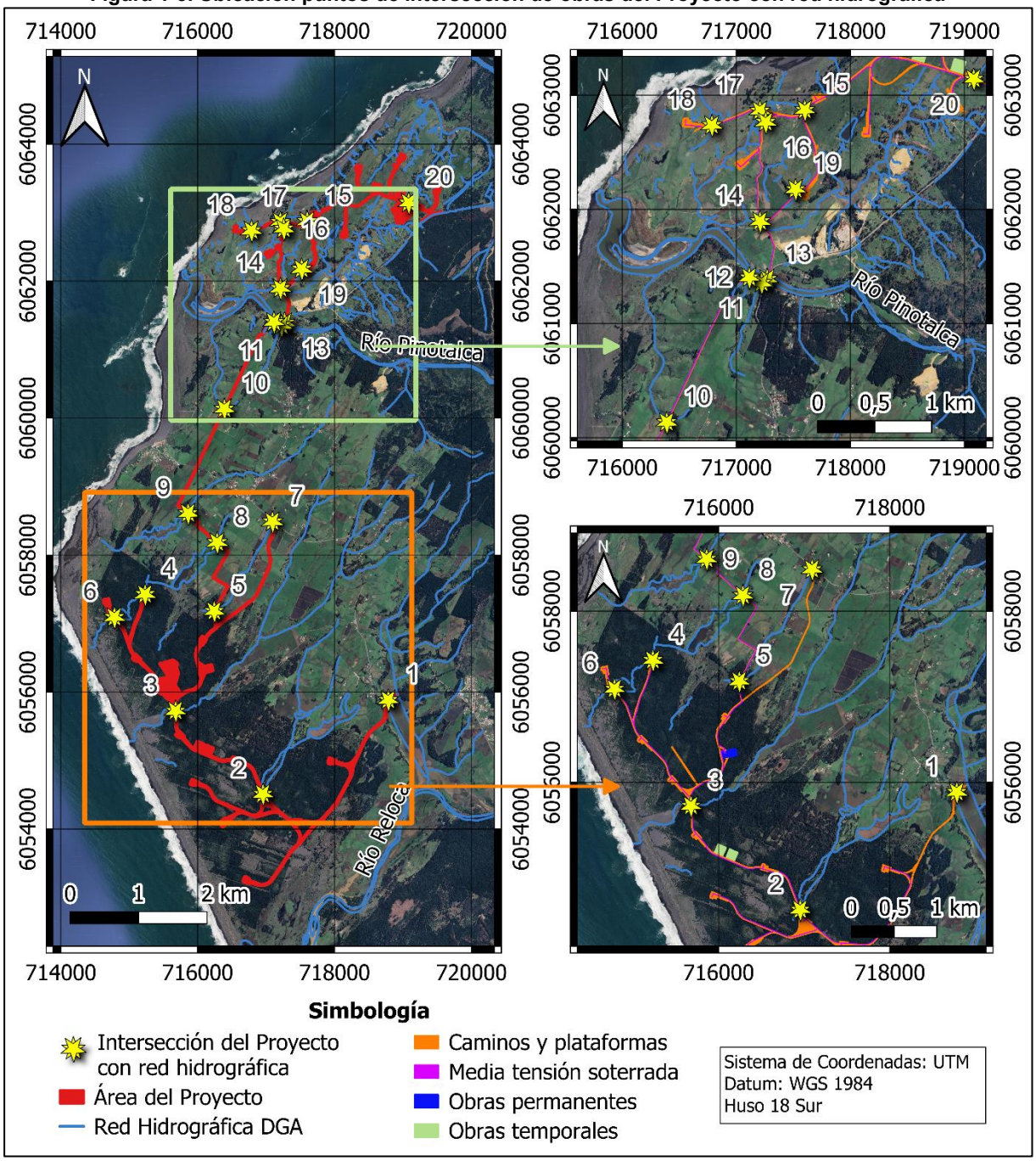



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## 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) | |

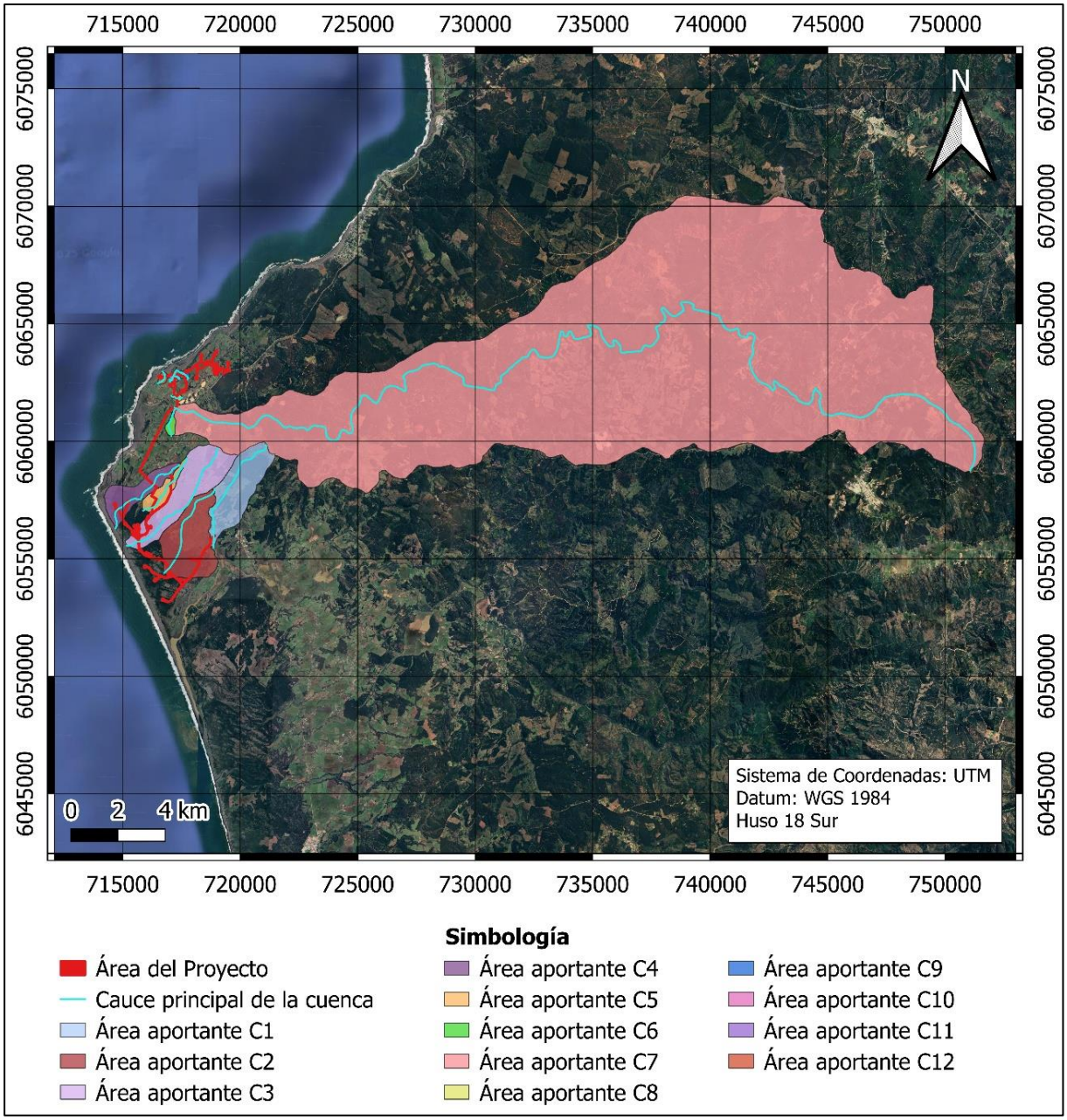
Fuente: Elaboración propia, 2025.

# 2. ANTECEDENTES

## 2.1. CAUDAL DE DISEÑO

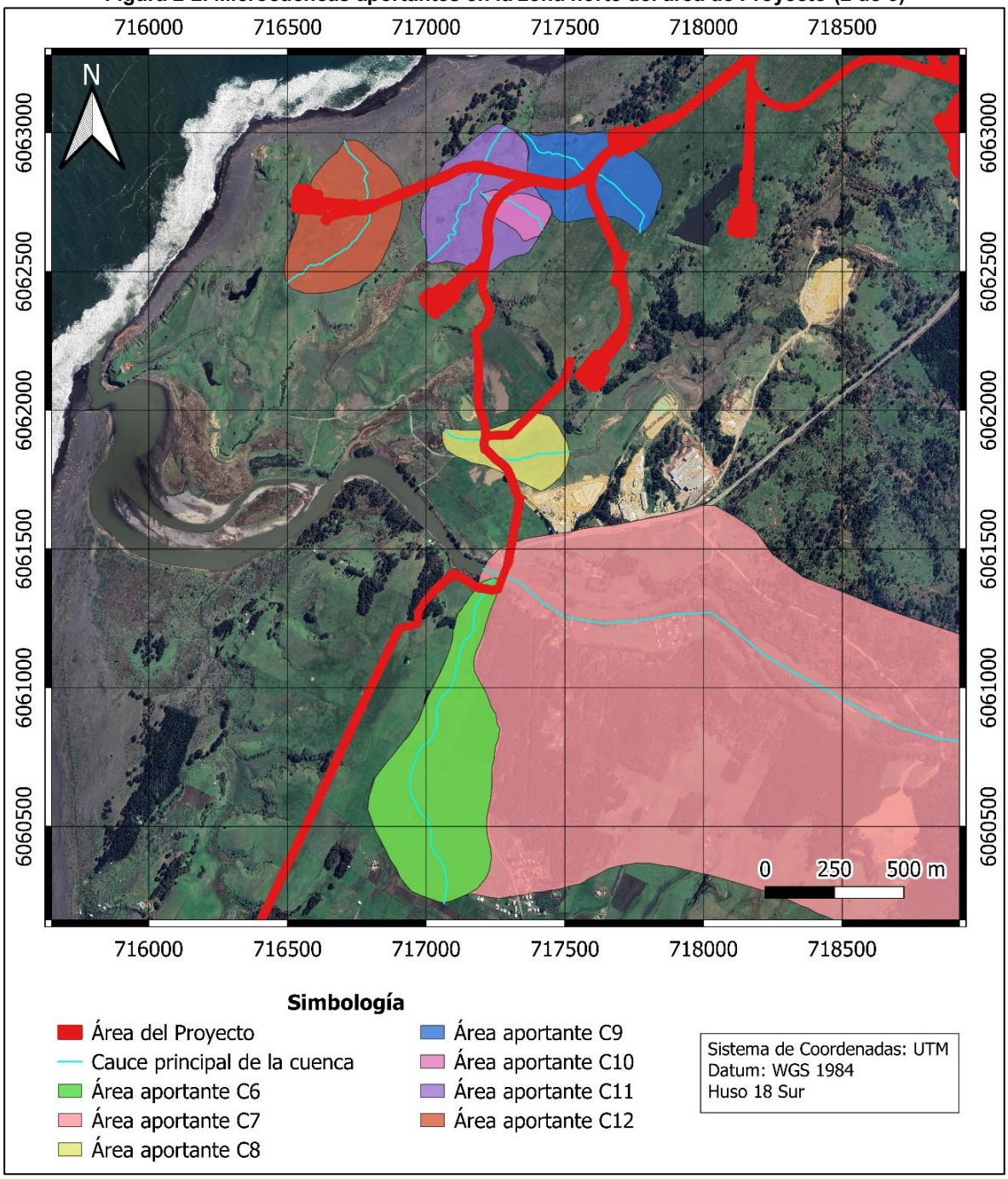
Para el presente estudio se ha definido un área aportante para cada cauce que interactúa con el área del Proyecto, por lo que se han definido las microcuencas aportantes que se muestran en la Figura 2-1 (ver detalle en Figura 2-2 y Figura 2-3).

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



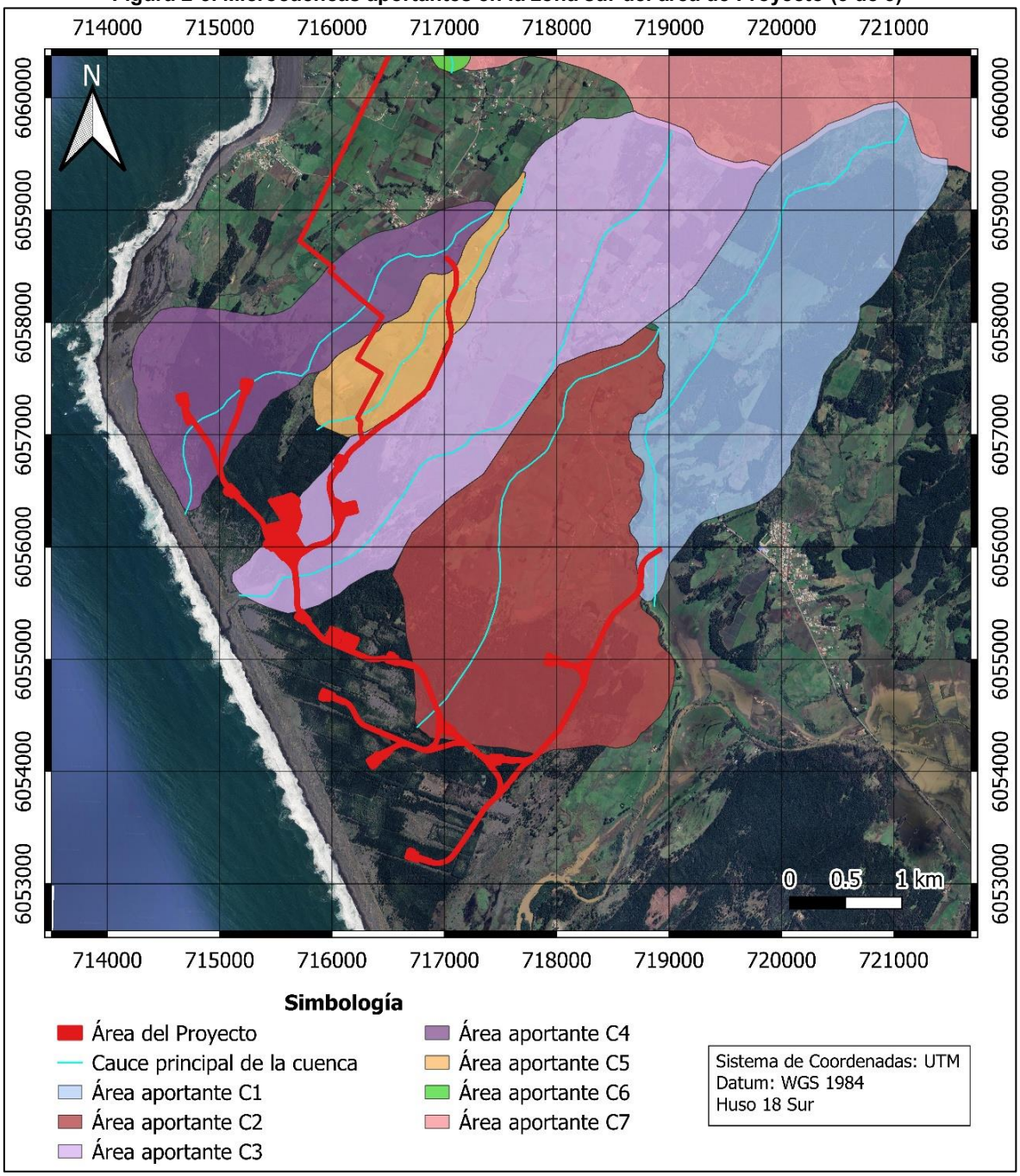

Fuente: Elaboración propia, 2025.

**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.

$\mathrm{L}$ : 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 ($km^2$).

$A_{Estación}$ : 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 |

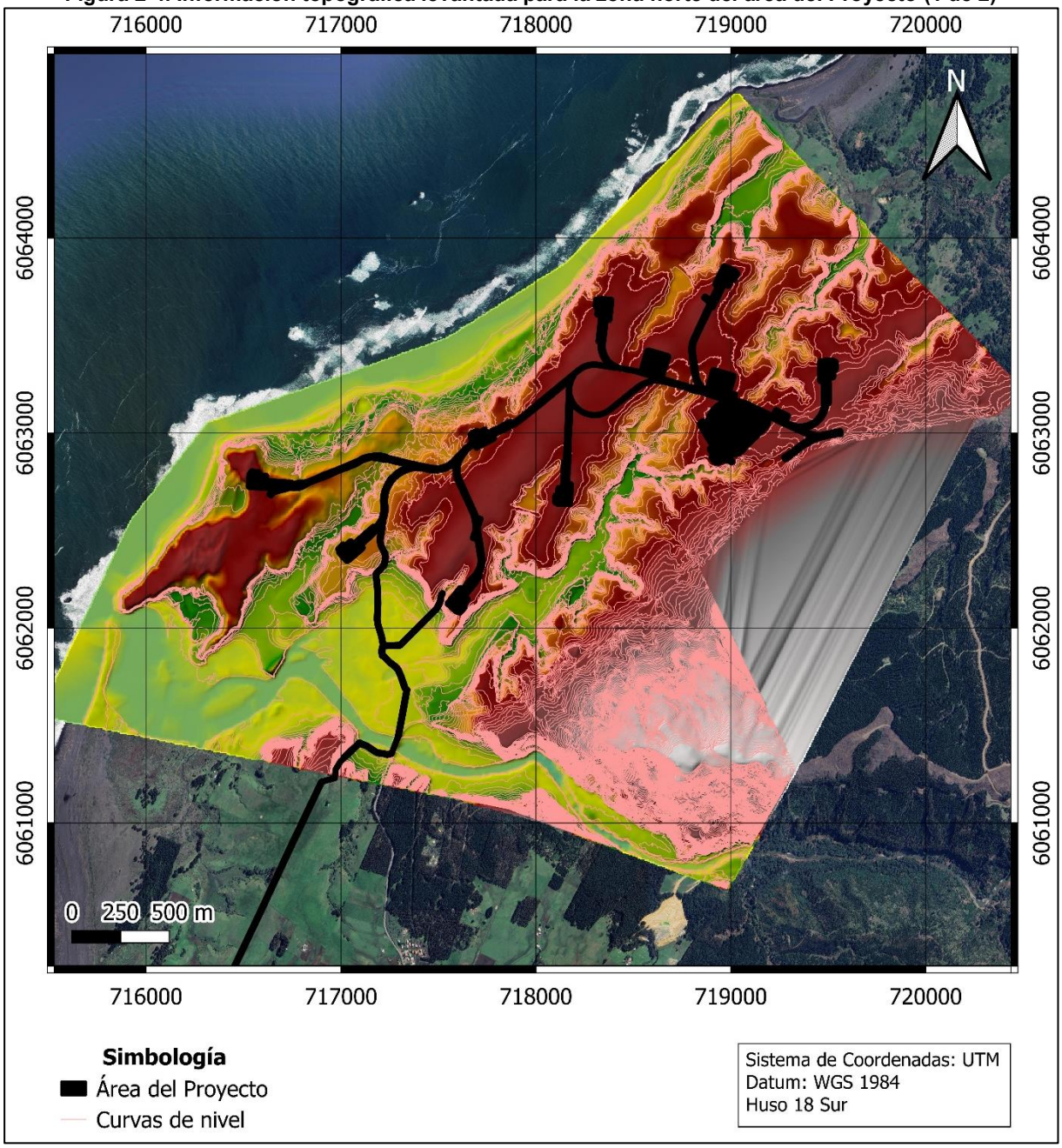
Fuente: Elaboración propia, 2025.

## 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.

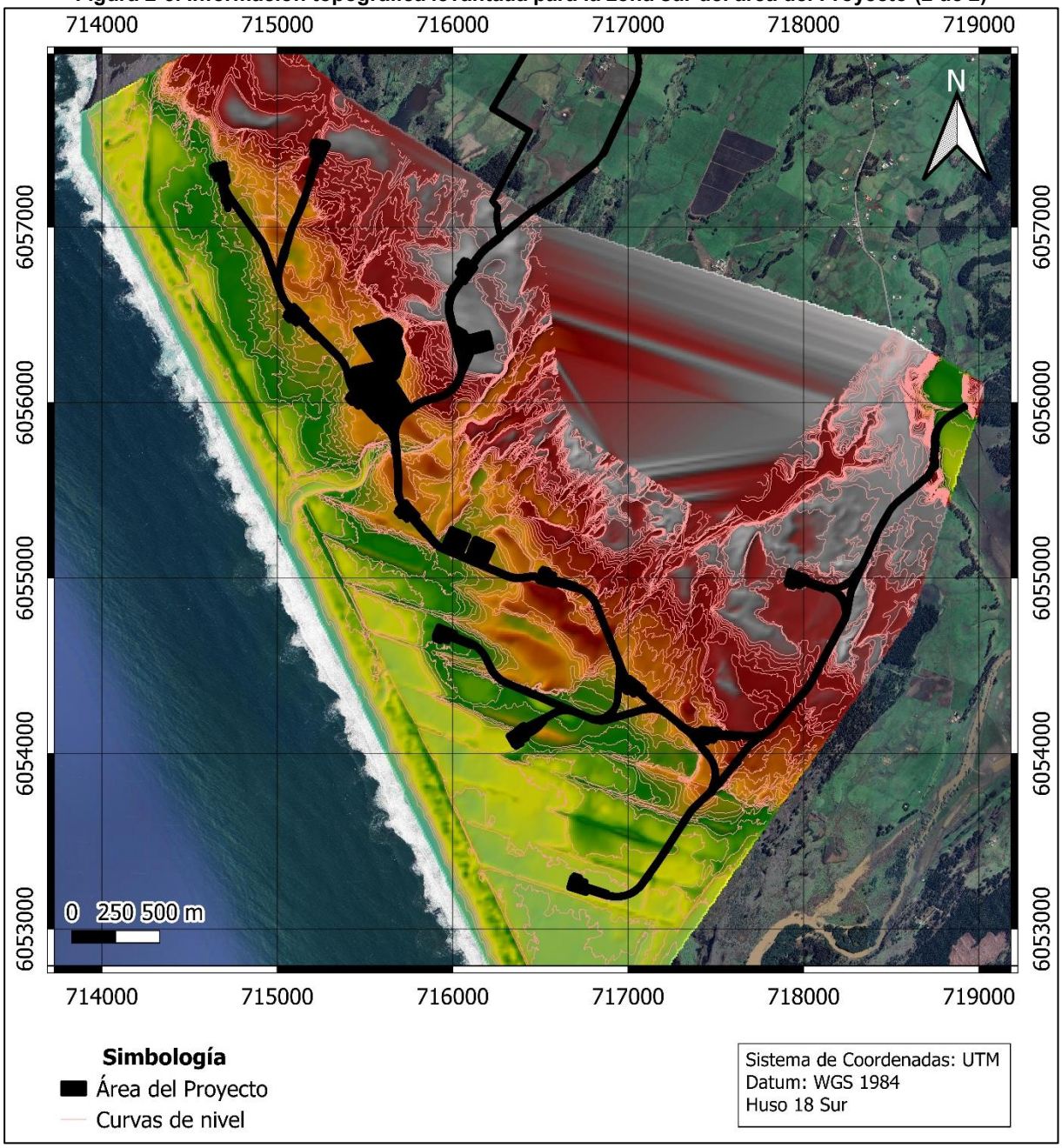
En la Figura 2-4 y Figura 2-5 se muestra la información topográfica que será utilizada en la modelación hidráulica.

**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 |

| Condiciones del canal | | Valor | |
|---|---|---|---|
| Variación de las secciones | Graduales | $n_2$ | 0,000 |
| | 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

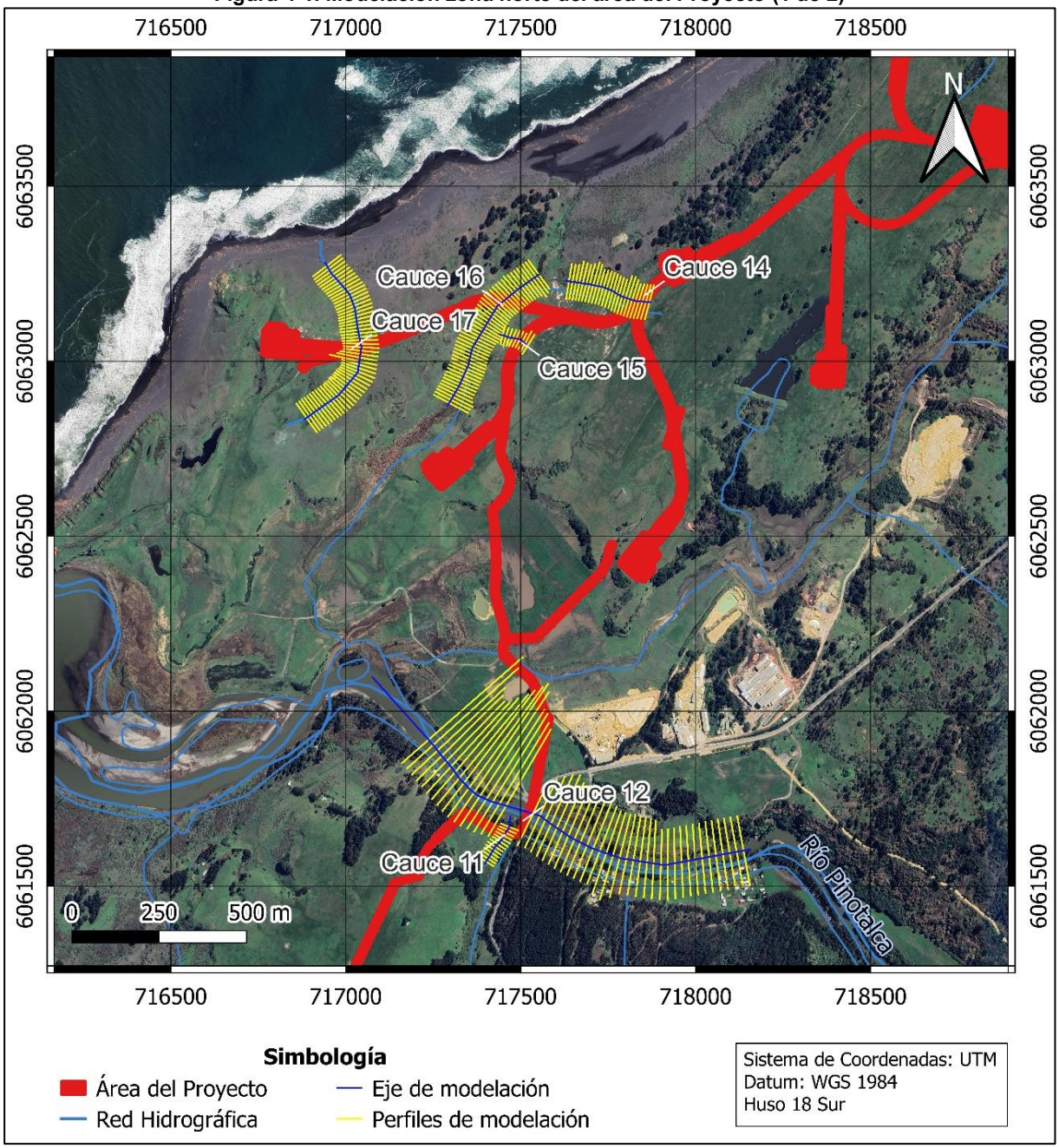
Las áreas de inundación se calculan en base a los caudales y perfiles obtenidos mediante la modelación por medio del programa HEC-RAS V5.0.7, los que son exportados al software Lamina considerando un caudal de 100 años de periodo de retorno, con esto se generan las áreas de inundación en planta que se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

# 4. RESULTADOS

## 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MODELACIÓN

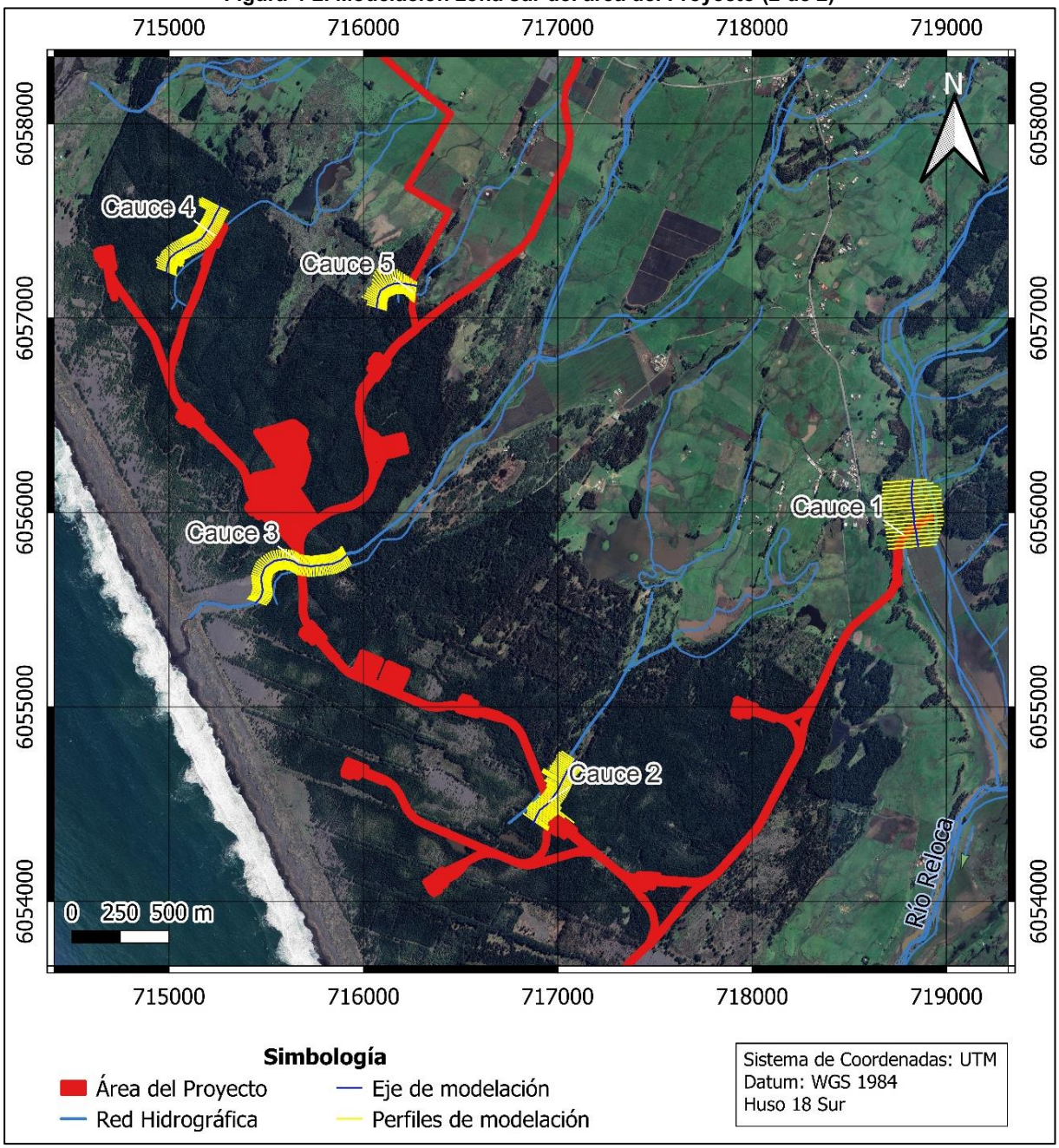
En la Figura 4-1 y Figura 4-2 se muestran los perfiles transversales utilizados para la modelación hidráulica de cada cauce y su ubicación respecto a la obra proyectada.

**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** |

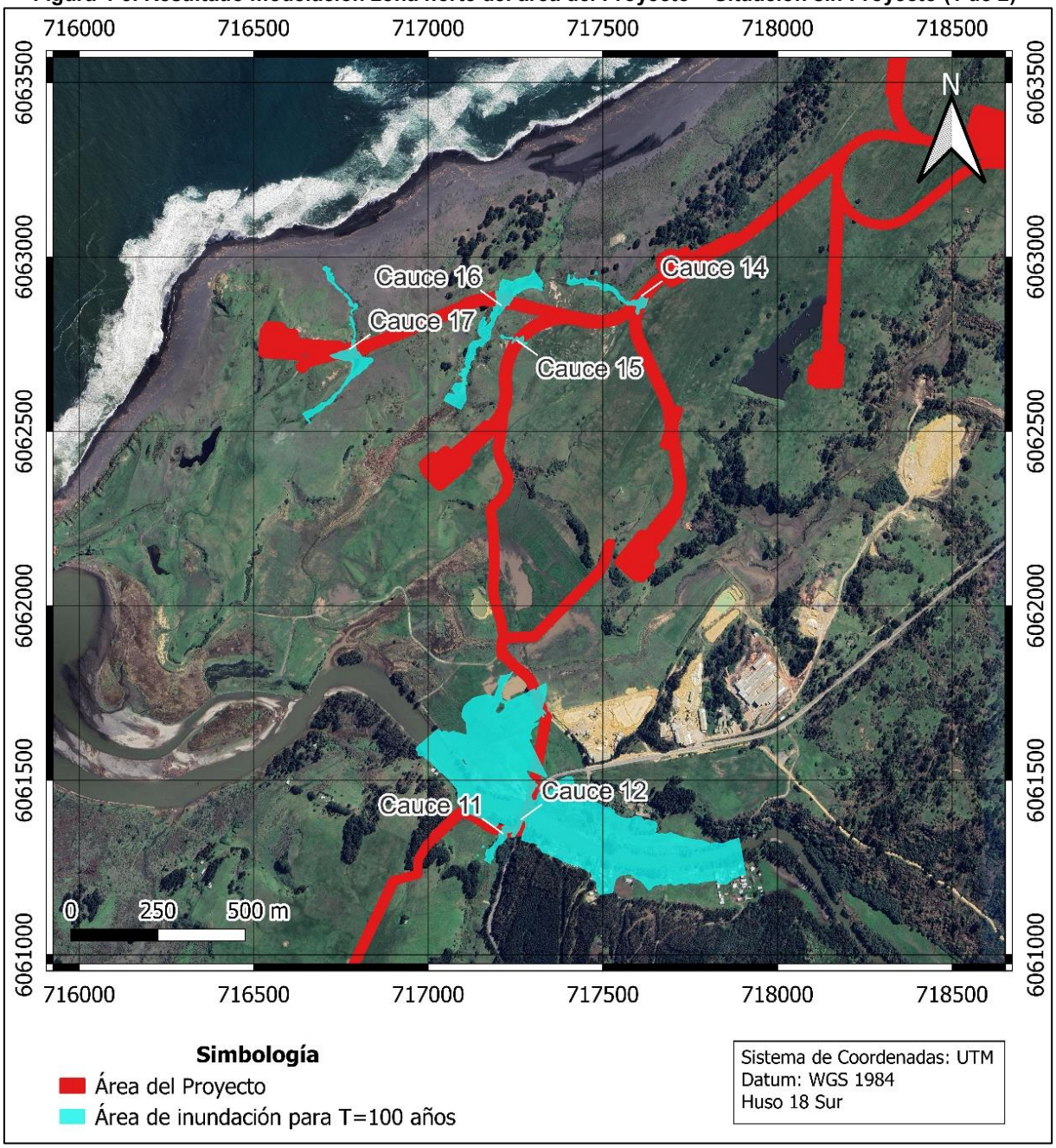
Fuente: Elaboración propia, 2025.

## 4.2. RESULTADOS MODELACIÓN 1D

### 4.2.1. SITUACIÓN SIN PROYECTO

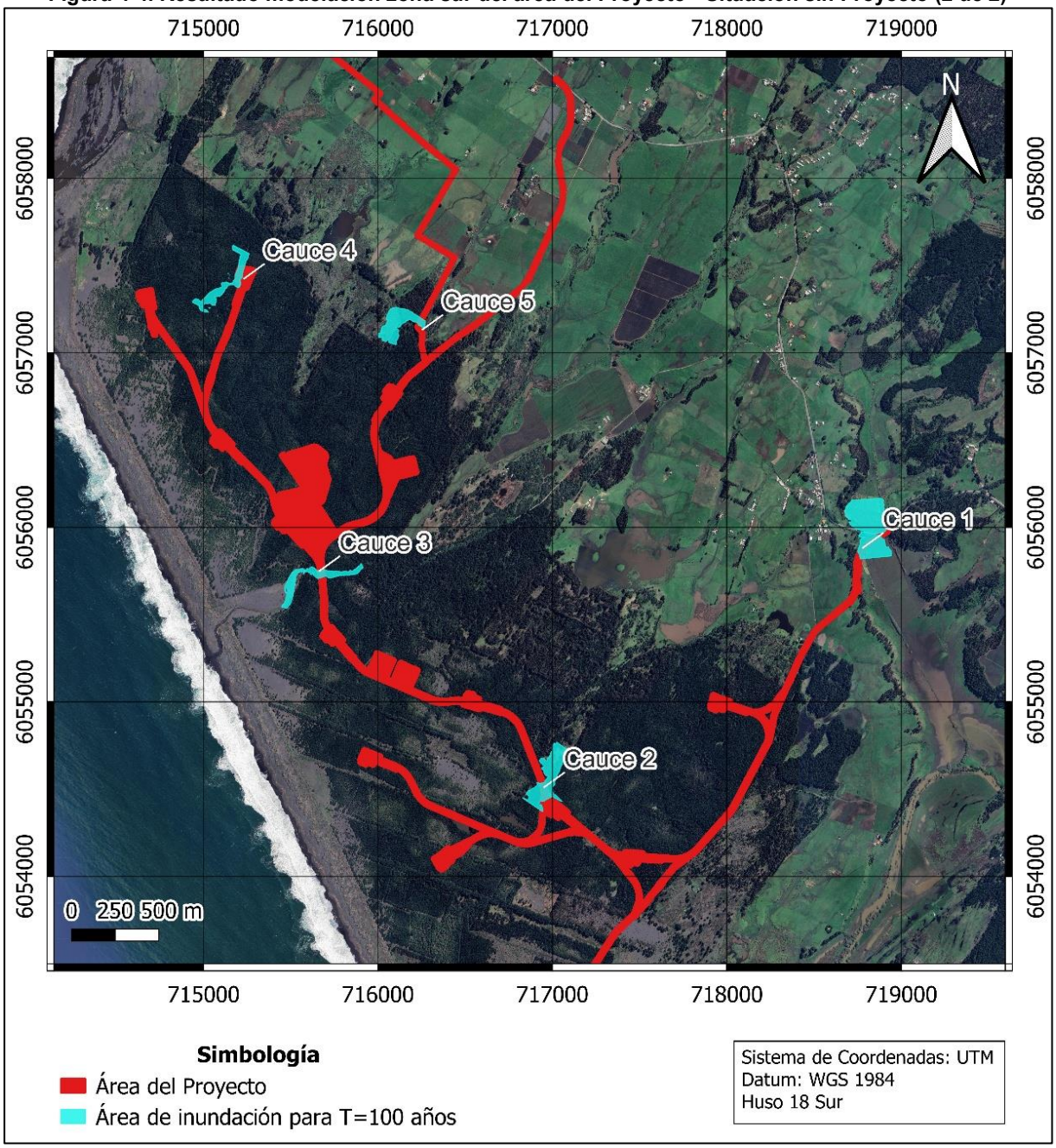
En la Figura 4-3 y Figura 4-4 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce. Para mayor detalle, las modelaciones hidráulicas realizadas se adjuntan en el Apéndice 4.7.1 Modelación Hidráulica sin Proyecto.

**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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 170 | 15,00 | 16,02 | 0,014 | 1,76 | 0,66 | 1,02 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |

| 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 | 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 |
| 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**

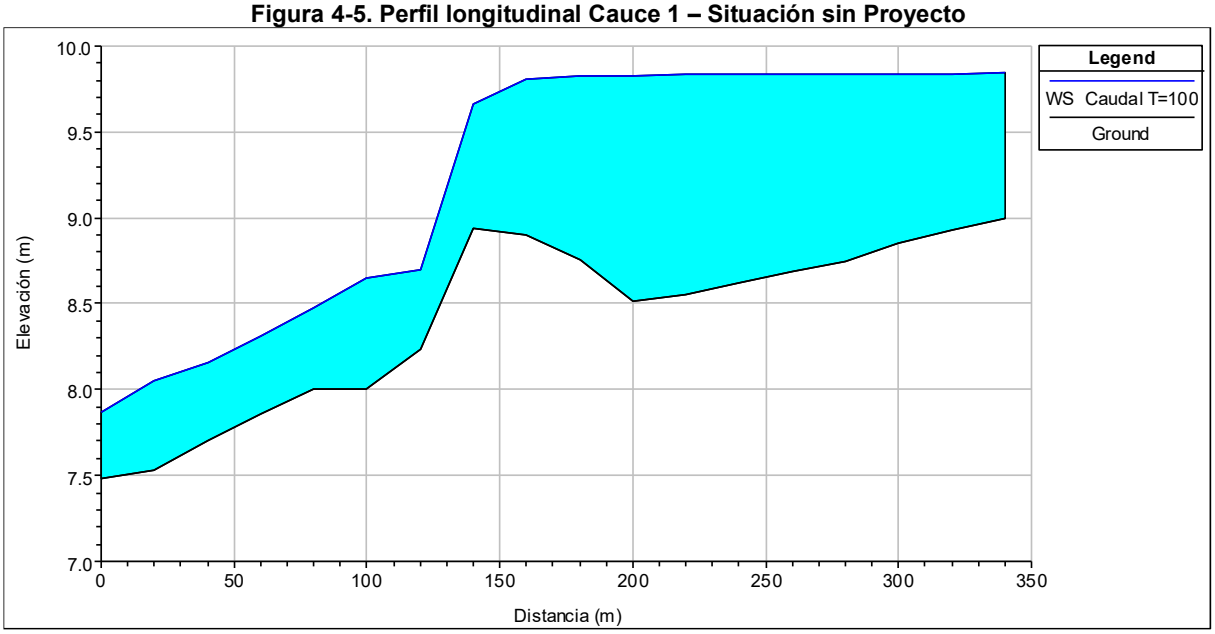
| Perfil | Cota de fondo (m.s.n.m.) | Cota de agua (m.s.n.m.) | Pendiente de energía (m/m) | Velocidad (m/s) | Fr | Altura de agua (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 5,80 | 6,11 | 0,018 | 0,74 | 0,52 | 0,31 |
| 10 | 5,96 | 6,26 | 0,012 | 0,60 | 0,42 | 0,30 |
| 20 | 6,44 | 6,65 | 0,079 | 1,12 | 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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.

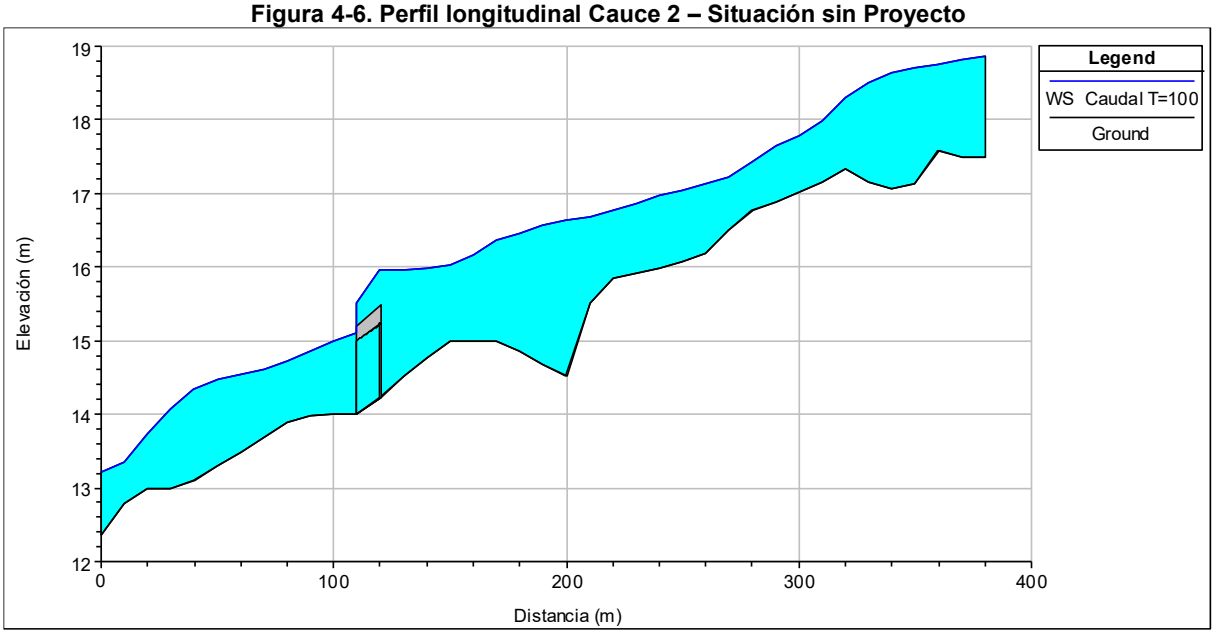
Considerando lo anterior, de la Figura 4-5 a la Figura 4-15 se muestra el eje hidráulico de las modelaciones de cada cauce, para 100 años de periodo de retorno.

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



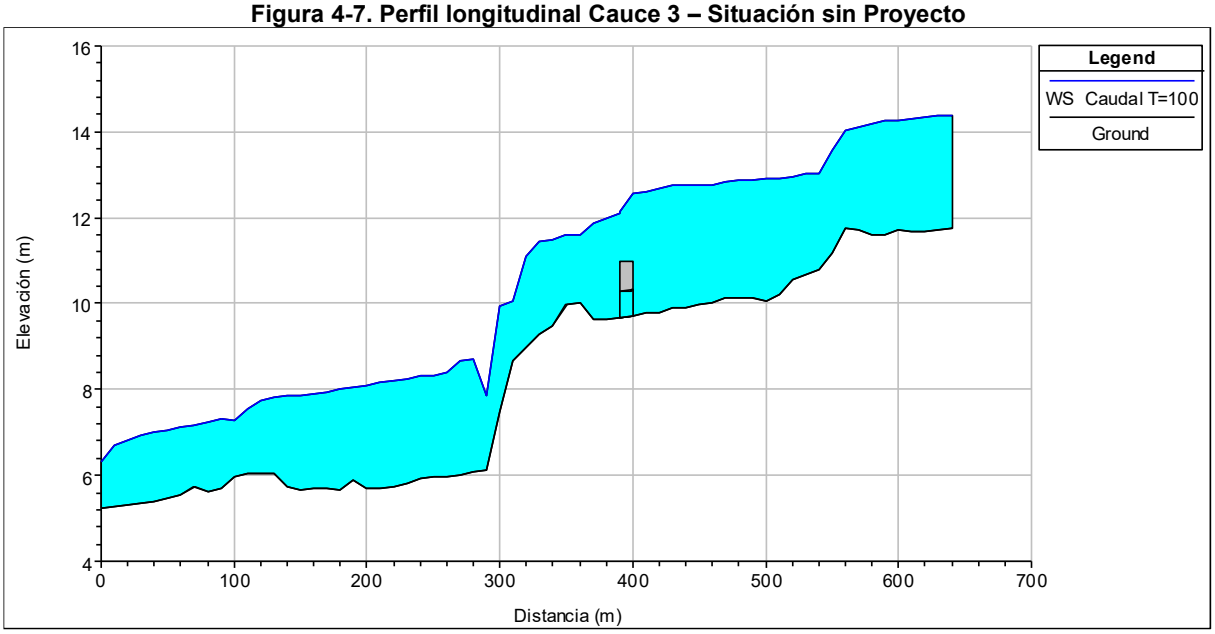

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



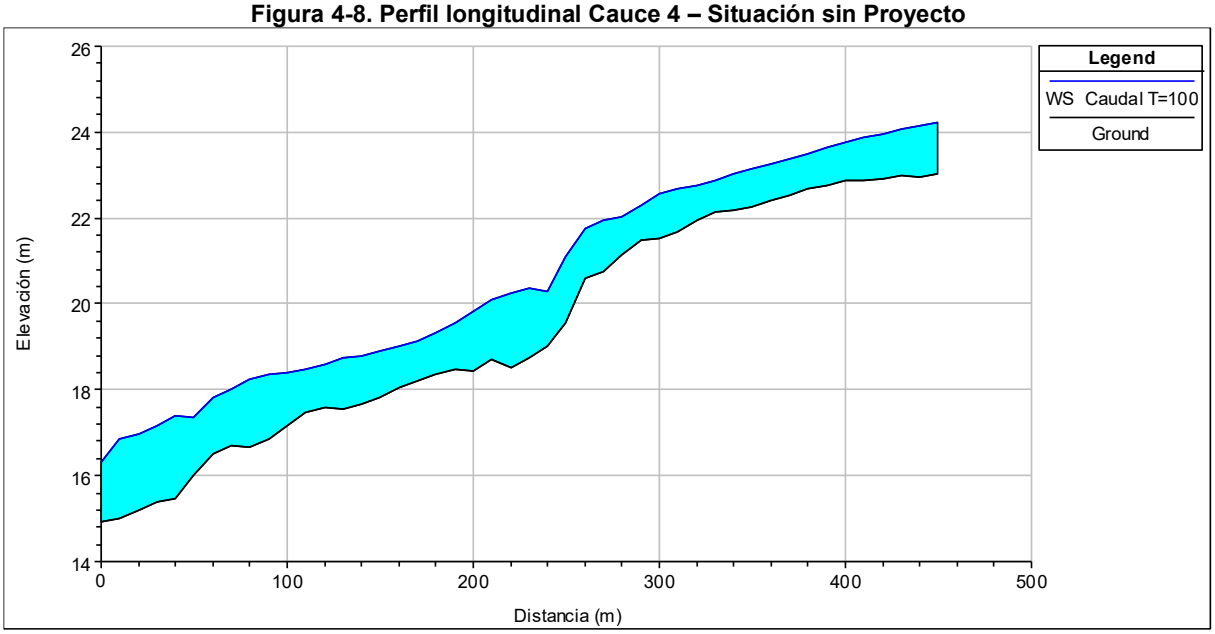

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



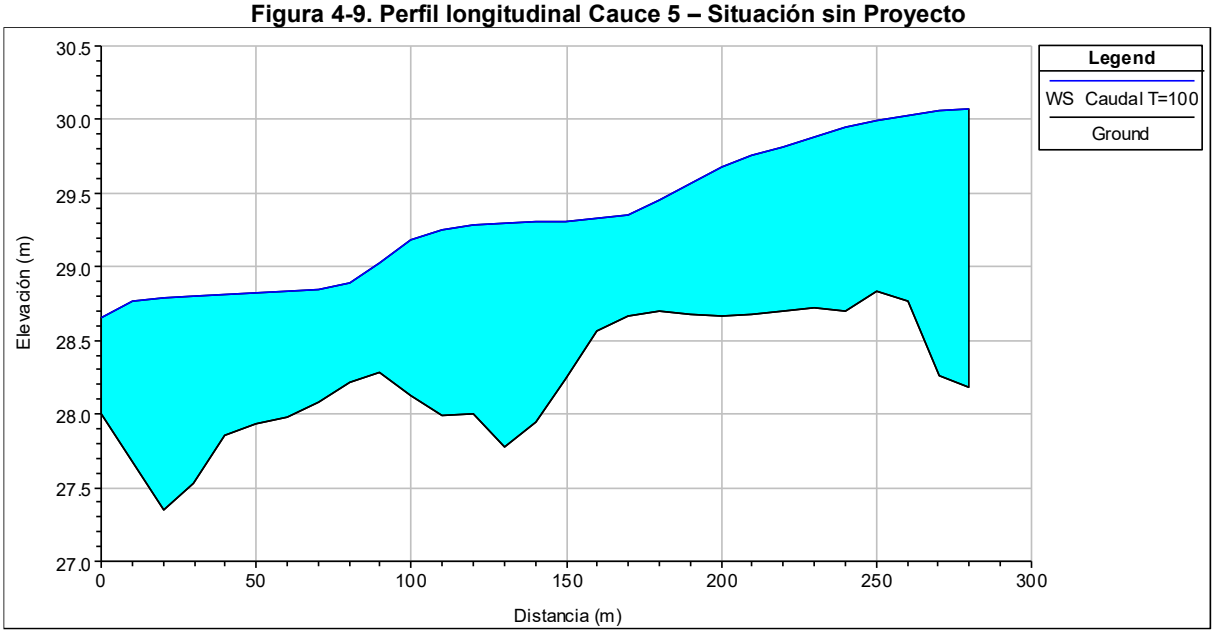

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



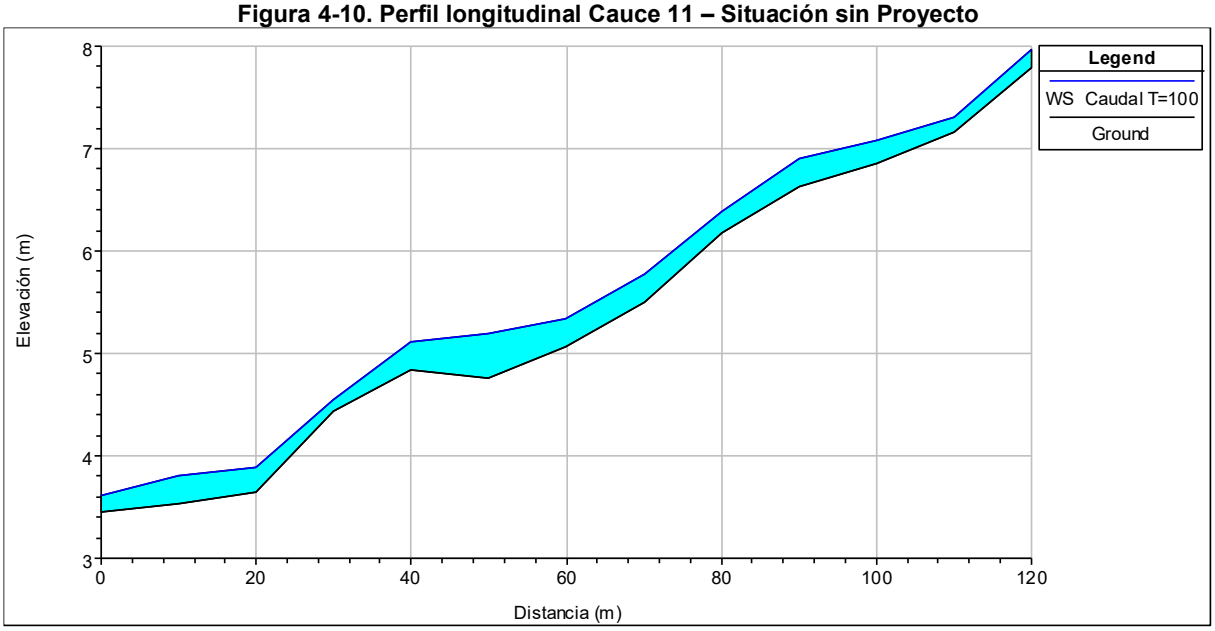

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



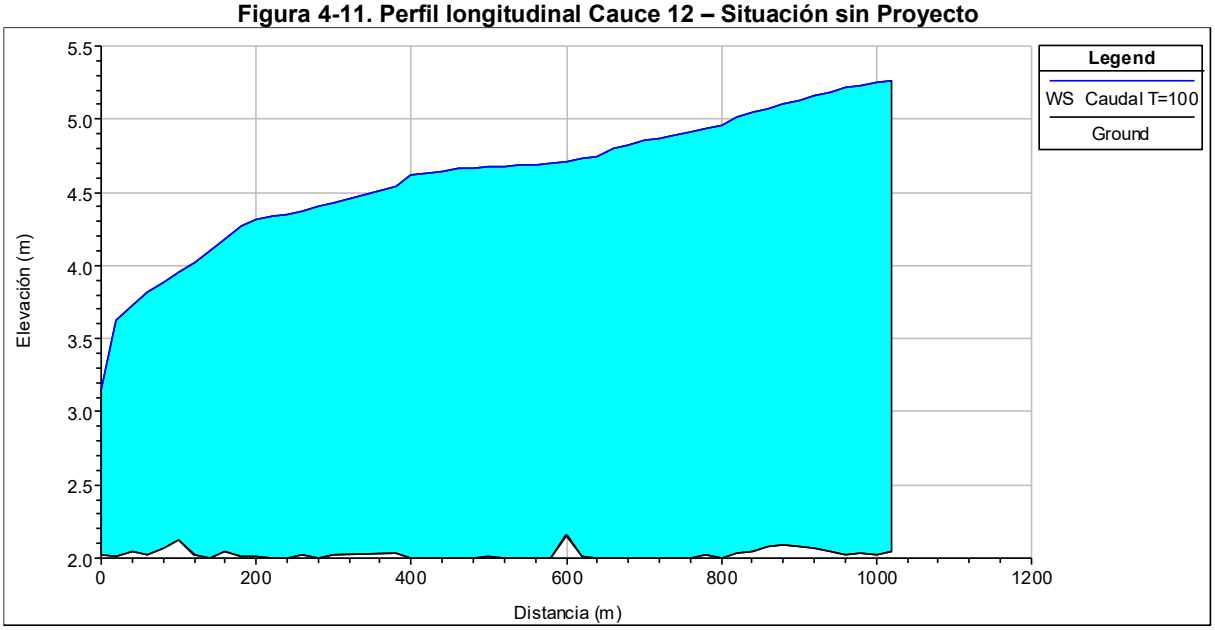

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



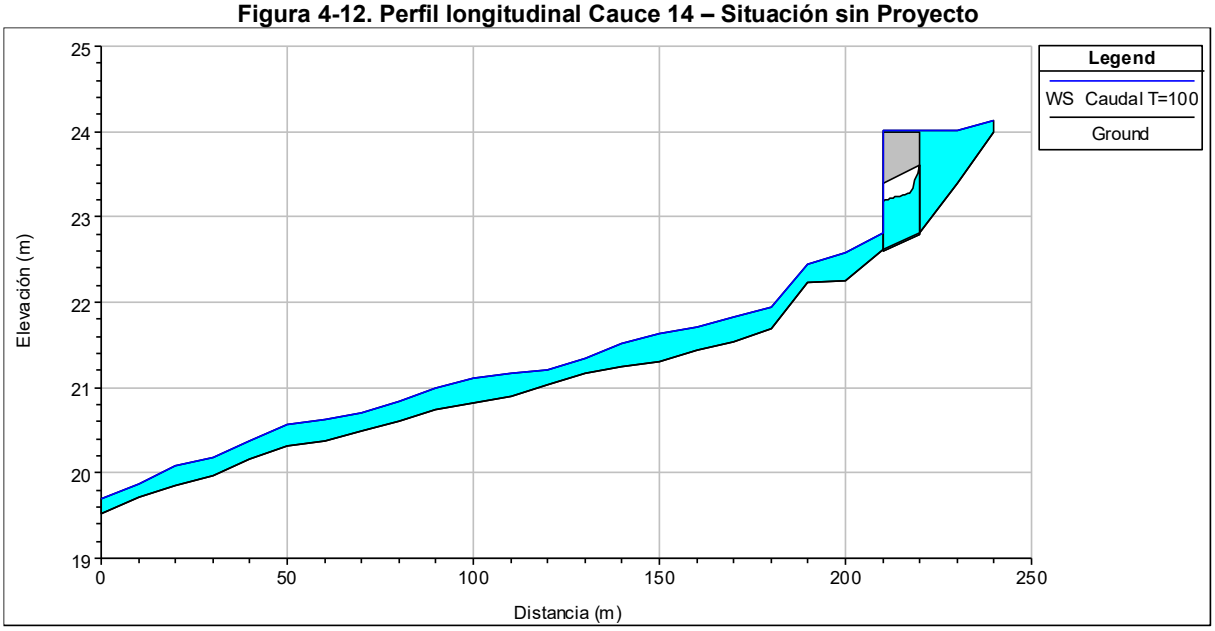

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



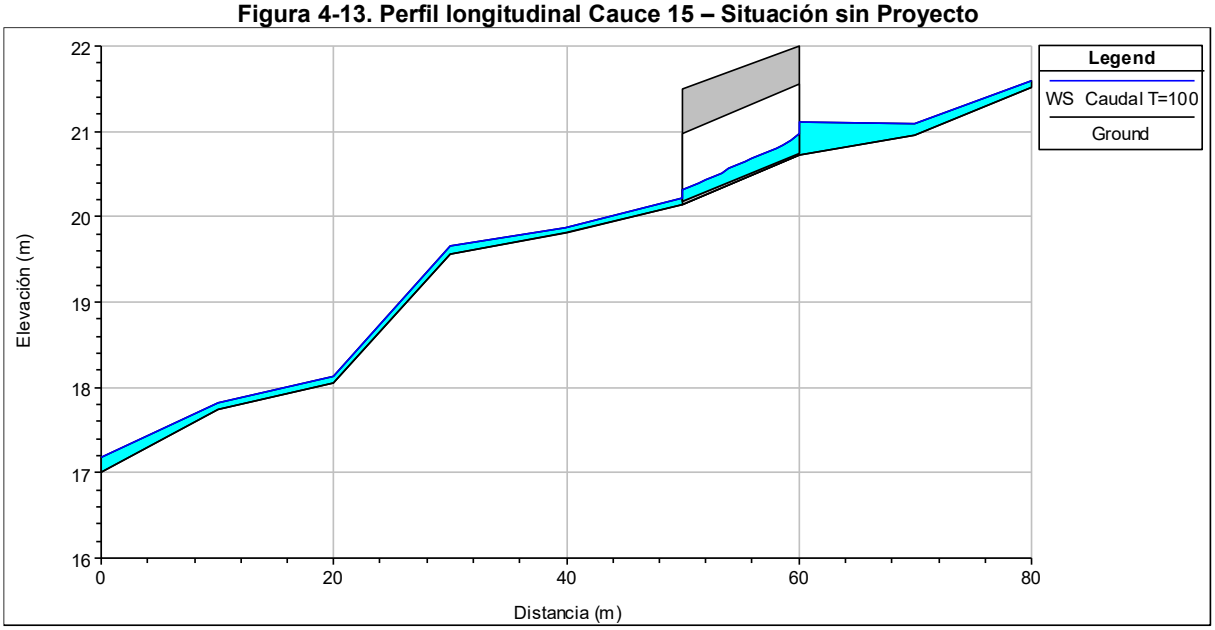

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



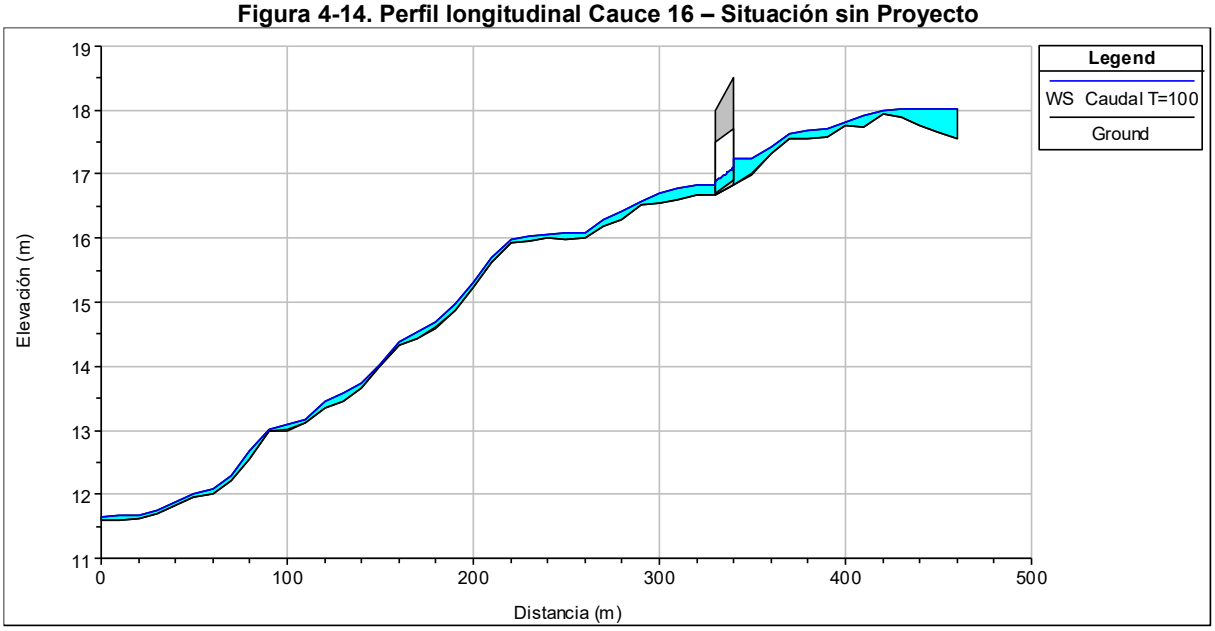

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



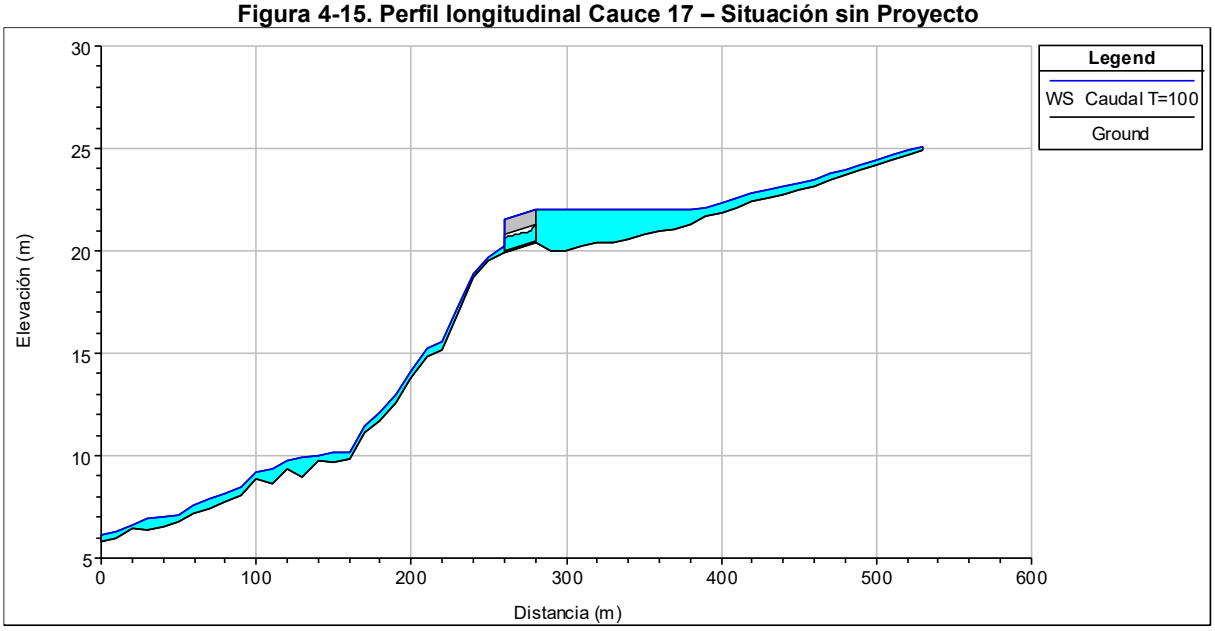

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

**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**

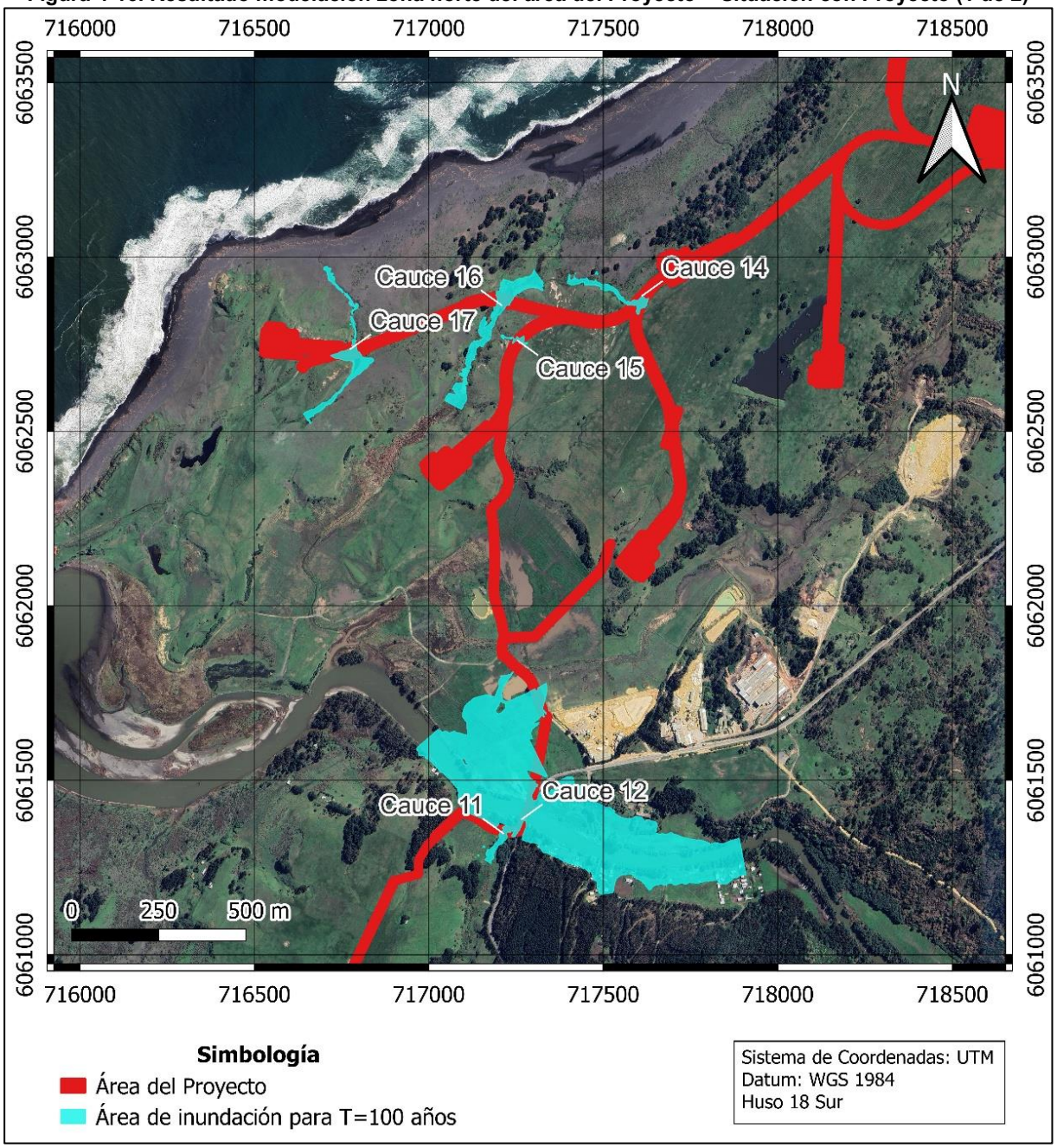
| ID | Obra proyectada | Observación |
|---|---|---|
| 1 | Badén | |
| 2 | Alcantarilla | Se proyectan siete tubos de 2 m de diámetro |
| 3 | Alcantarilla | Se proyectan tres tubos de 3 m de diámetro |
| 4 | Defensa | Se puede evaluar defensa o canal de contorno |
| 5 | Badén | |
| 6 | - | Cauce no identificado 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 |
| 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.

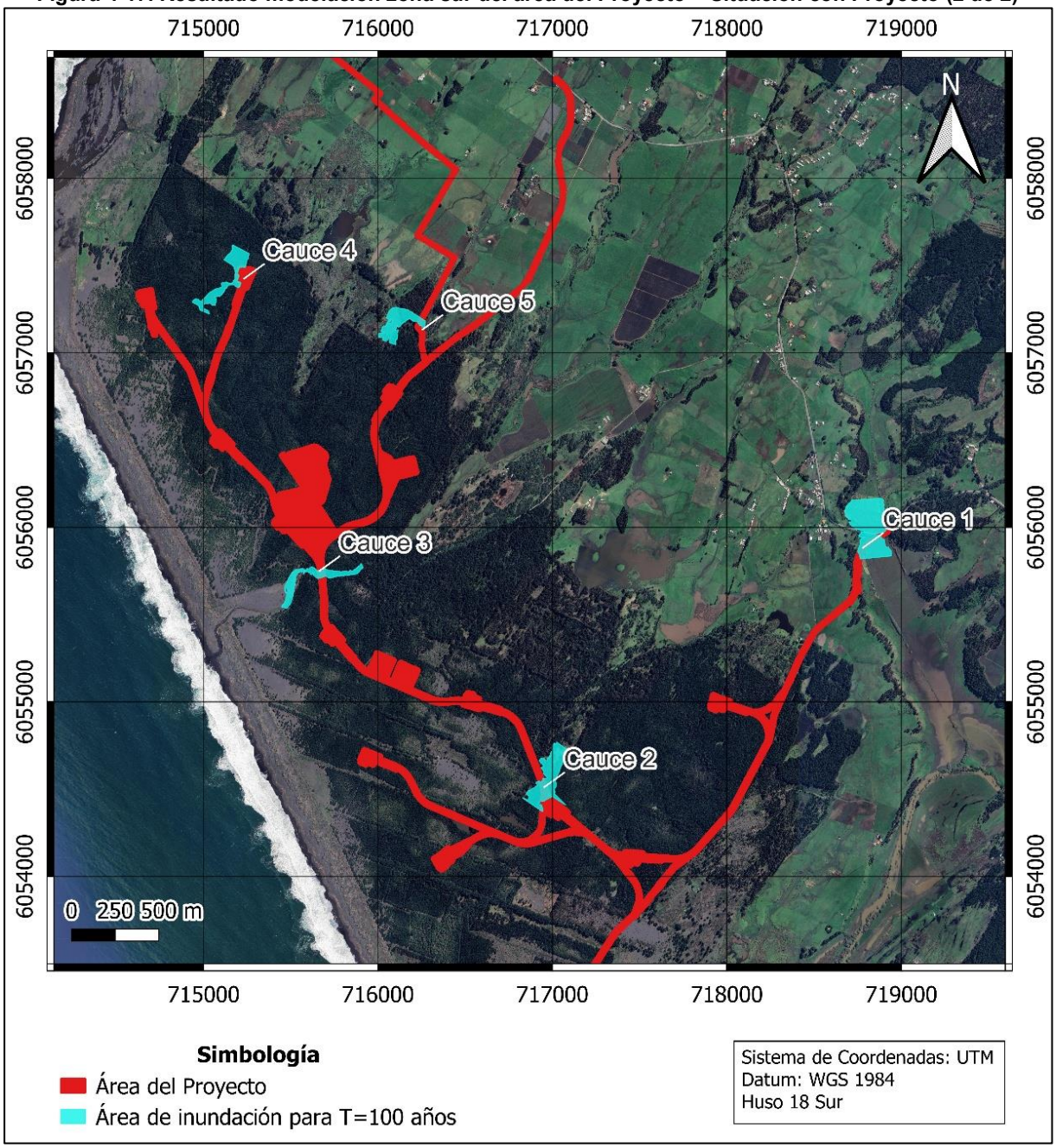
En la Figura 4-16 y Figura 4-17 se muestra el área de inundación obtenida para cada cauce. Para mayor detalle, las modelaciones hidráulicas realizadas se adjuntan en el Apéndice 4.7.2 Modelación Hidráulica con Proyecto.

**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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 170 | 15,00 | 16,44 | 0,002 | 0,75 | 0,26 | 1,44 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 |
| 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**

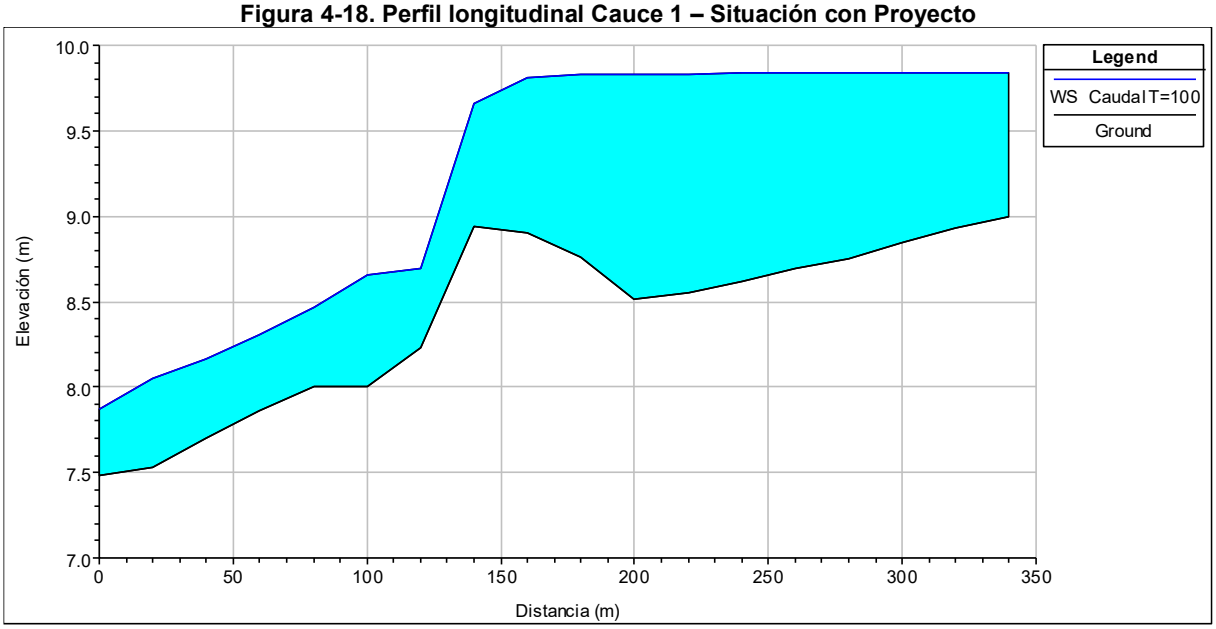
| Perfil | Cota de fondo (m.s.n.m.) | Cota de agua (m.s.n.m.) | Pendiente de energía (m/m) | Velocidad (m/s) | Fr | Altura de agua (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 3,45 | 3,61 | 0,027 | 0,98 | 1,01 | 0,16 |
| 40 | 3,54 | 3,80 | 0,011 | 0,72 | 0,67 | 0,26 |
| 50 | 3,65 | 3,84 | 0,035 | 2,17 | 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 |

| 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) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 150 | 7,79 | 7,96 | 0,025 | 1,06 | 1,01 | 0,17 |

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

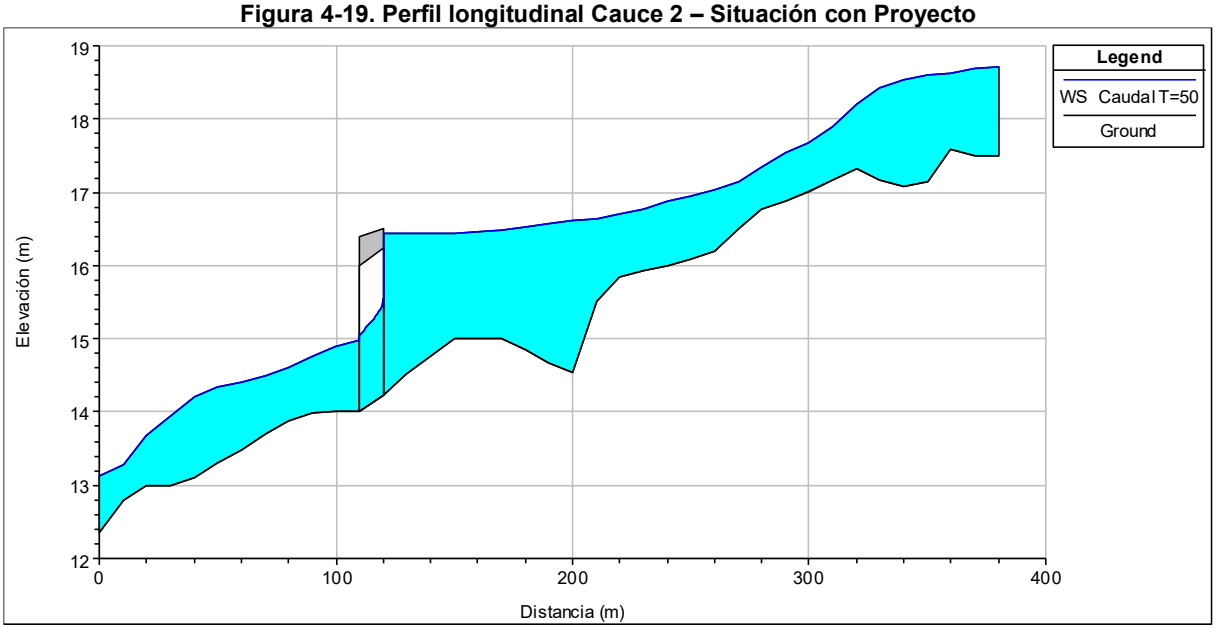
Considerando lo anterior, de la Figura 4-18 a la Figura 4-23 se muestra el eje hidráulico de las modelaciones de cada cauce, para 100 años de periodo de retorno.

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



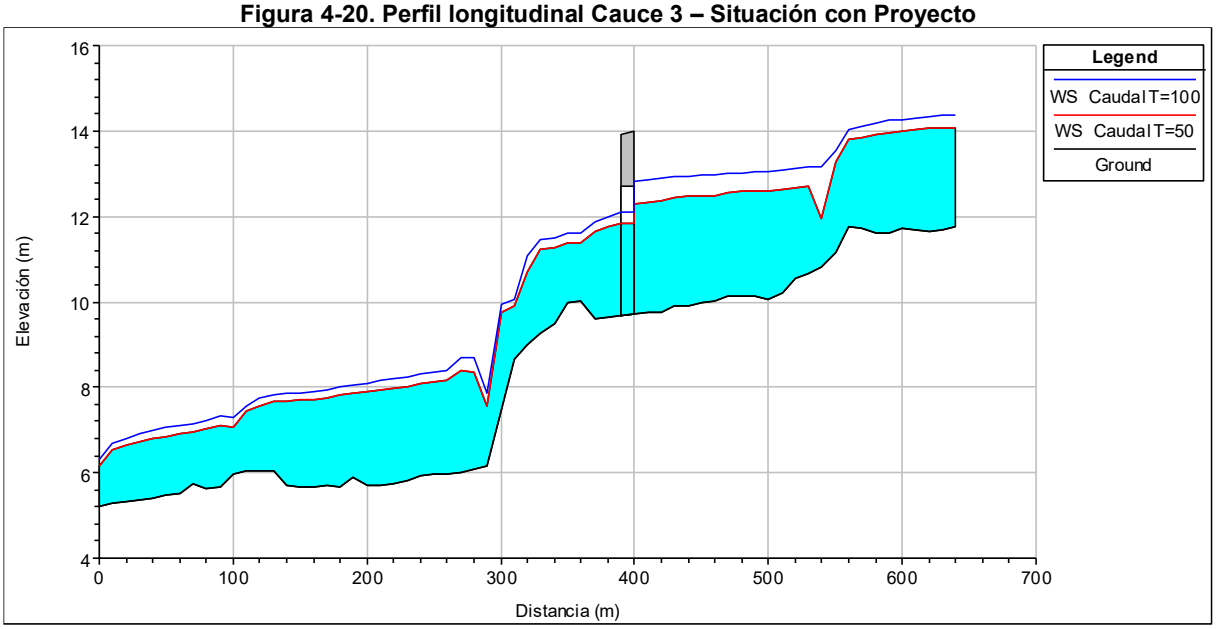

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



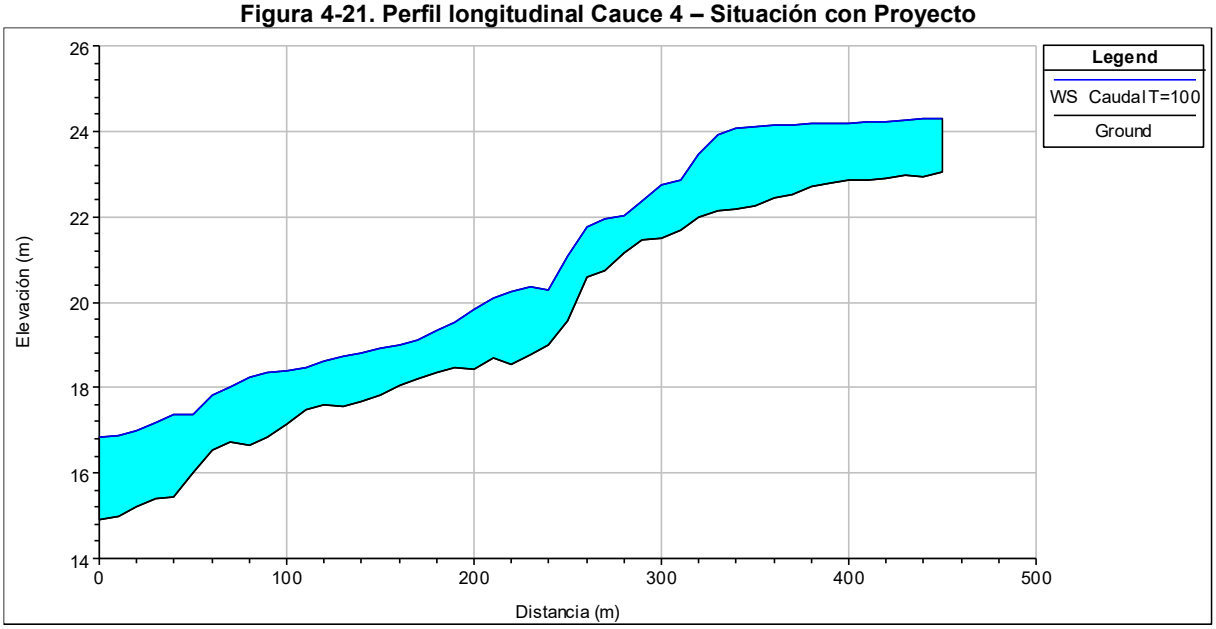

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



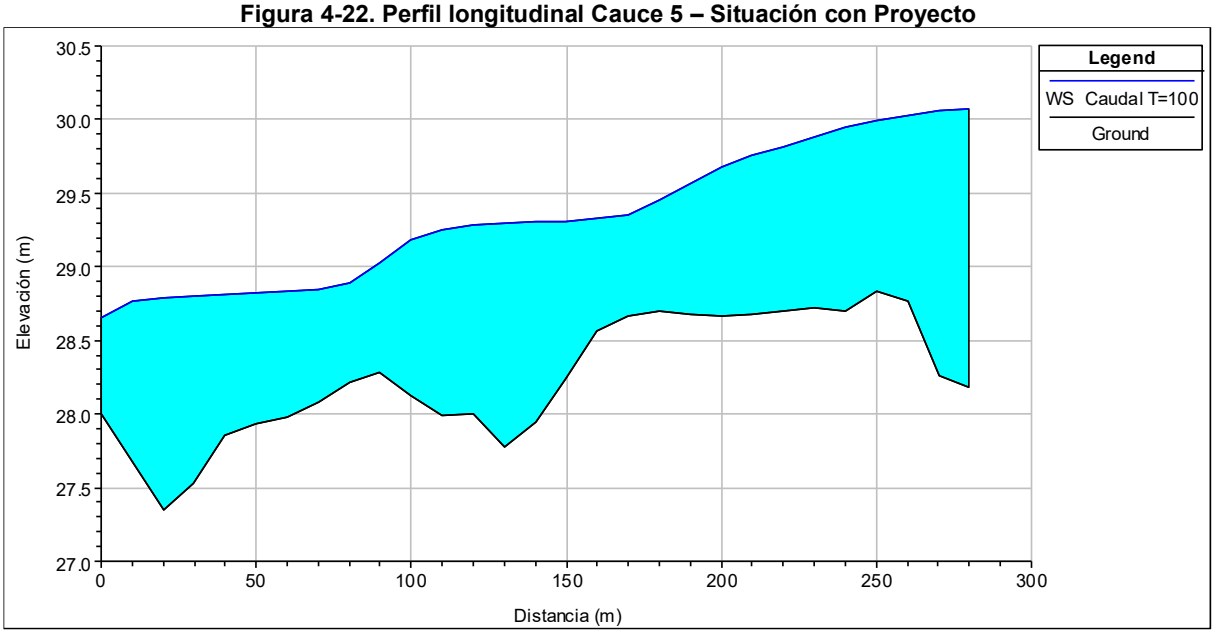

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

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



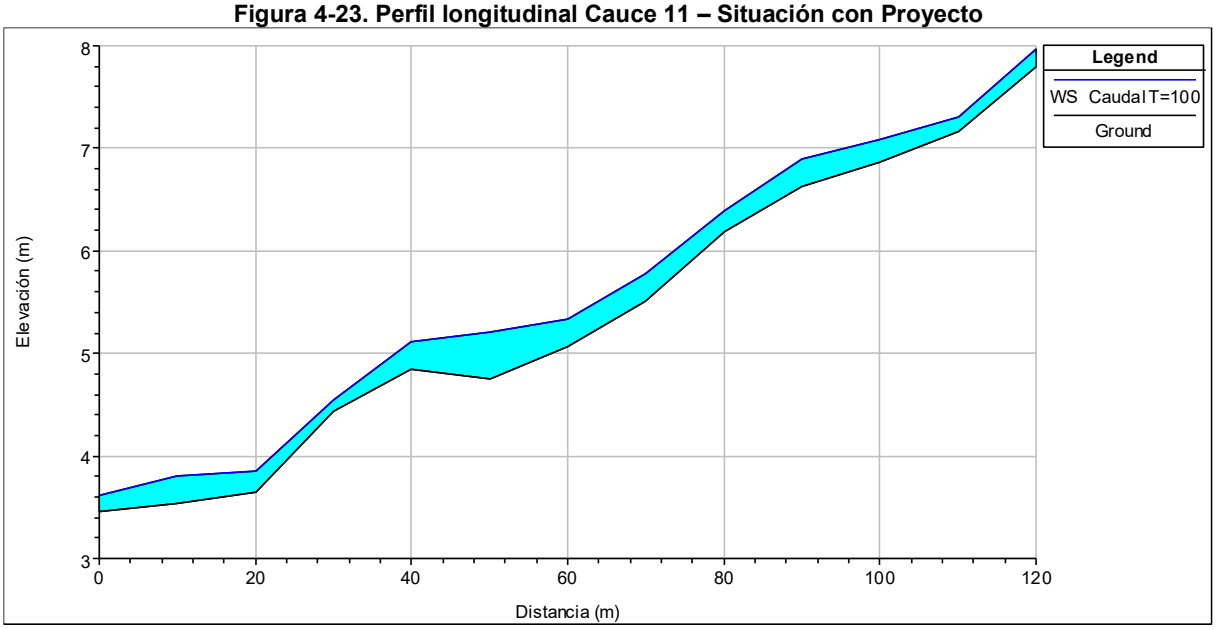

Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

**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**

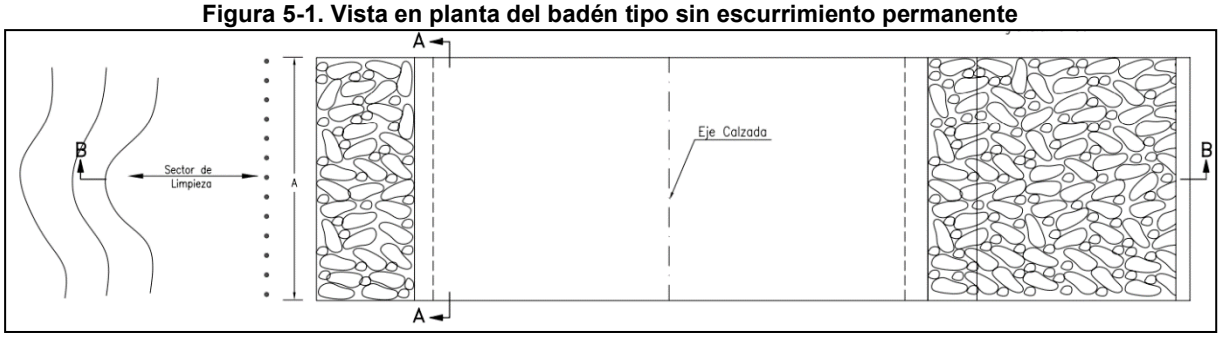



Fuente: Modelación hidráulica, HEC-RAS 2025.

## 5. DISEÑO OBRAS PROYECTADAS

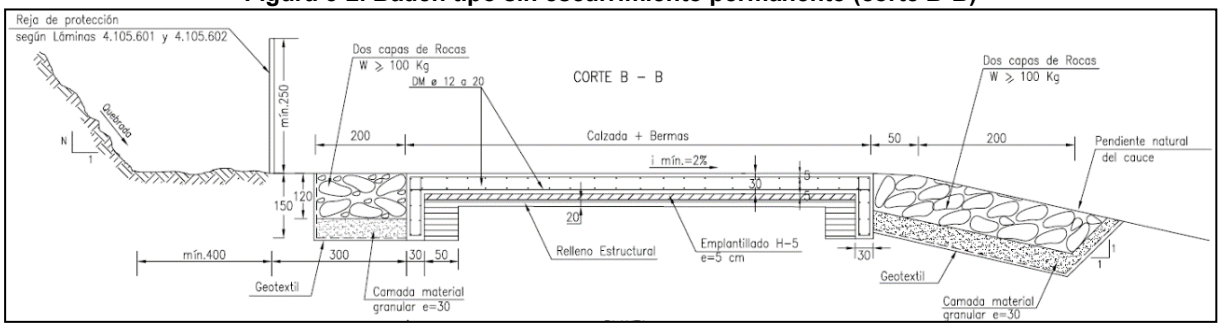
La construcción de las obras proyectadas se realizará de acuerdo con lo indicado en el Manual de Carreteras, Volumen 4 (MOP, 2024). En la Figura 5-1, Figura 5-2 y Figura 5-3 se muestra un esquema general de la construcción de los badenes proyectados, y en la Figura 5-4, Figura 5-5 y Figura 5-6 se muestra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

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



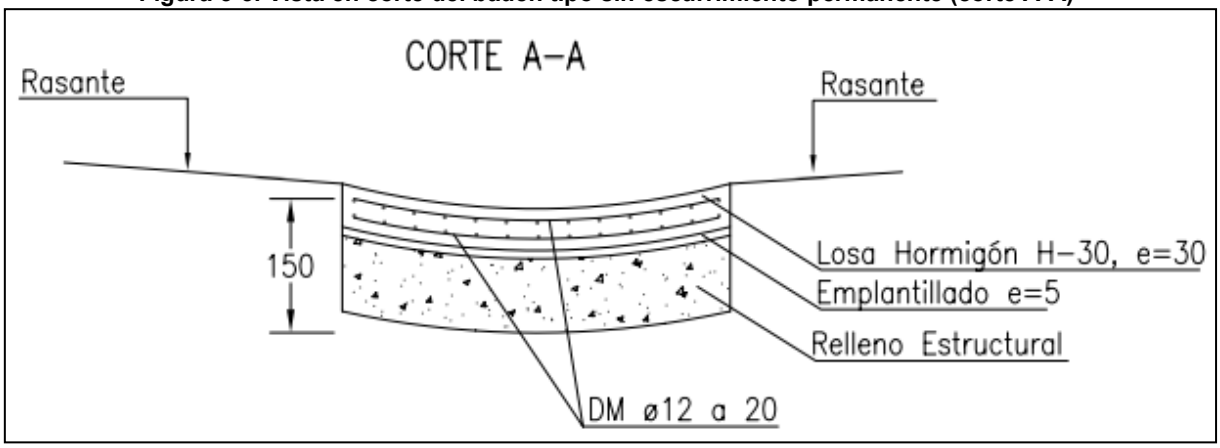

Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

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



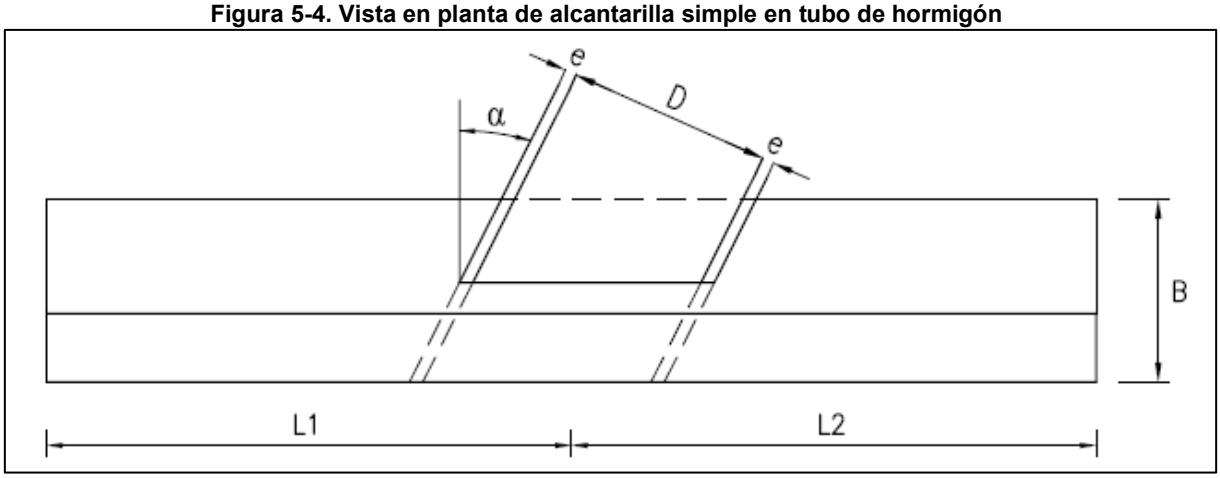

Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

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



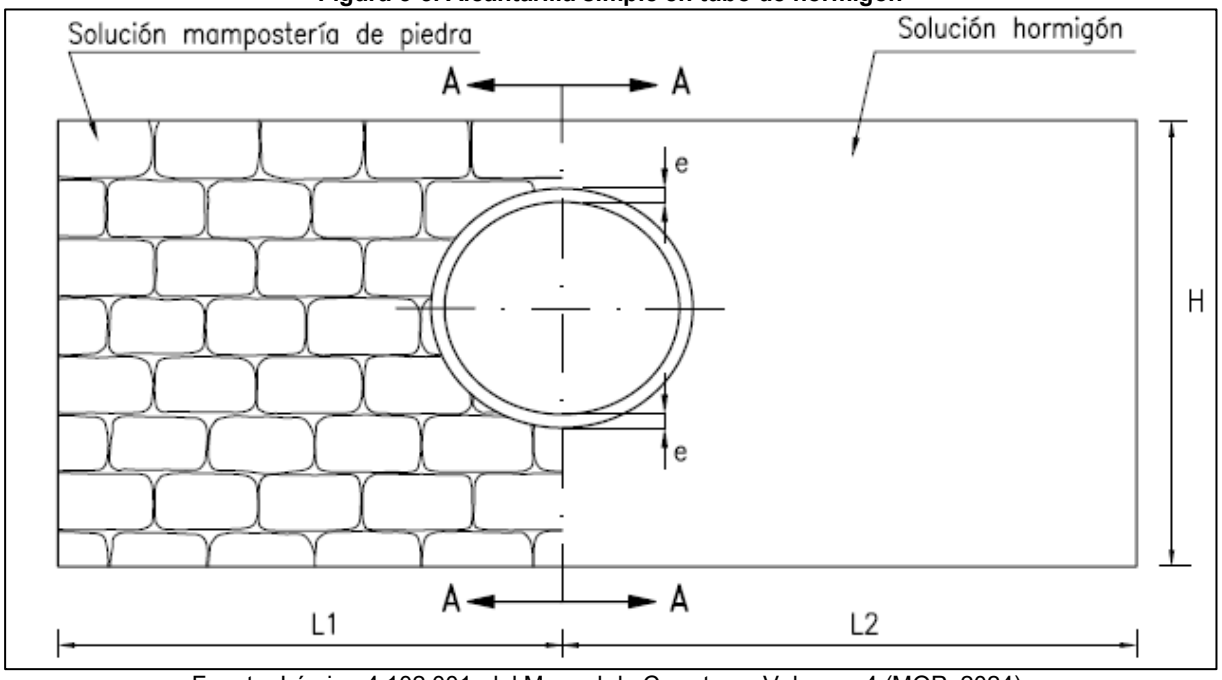

Fuente: Lámina 4.704.101. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

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



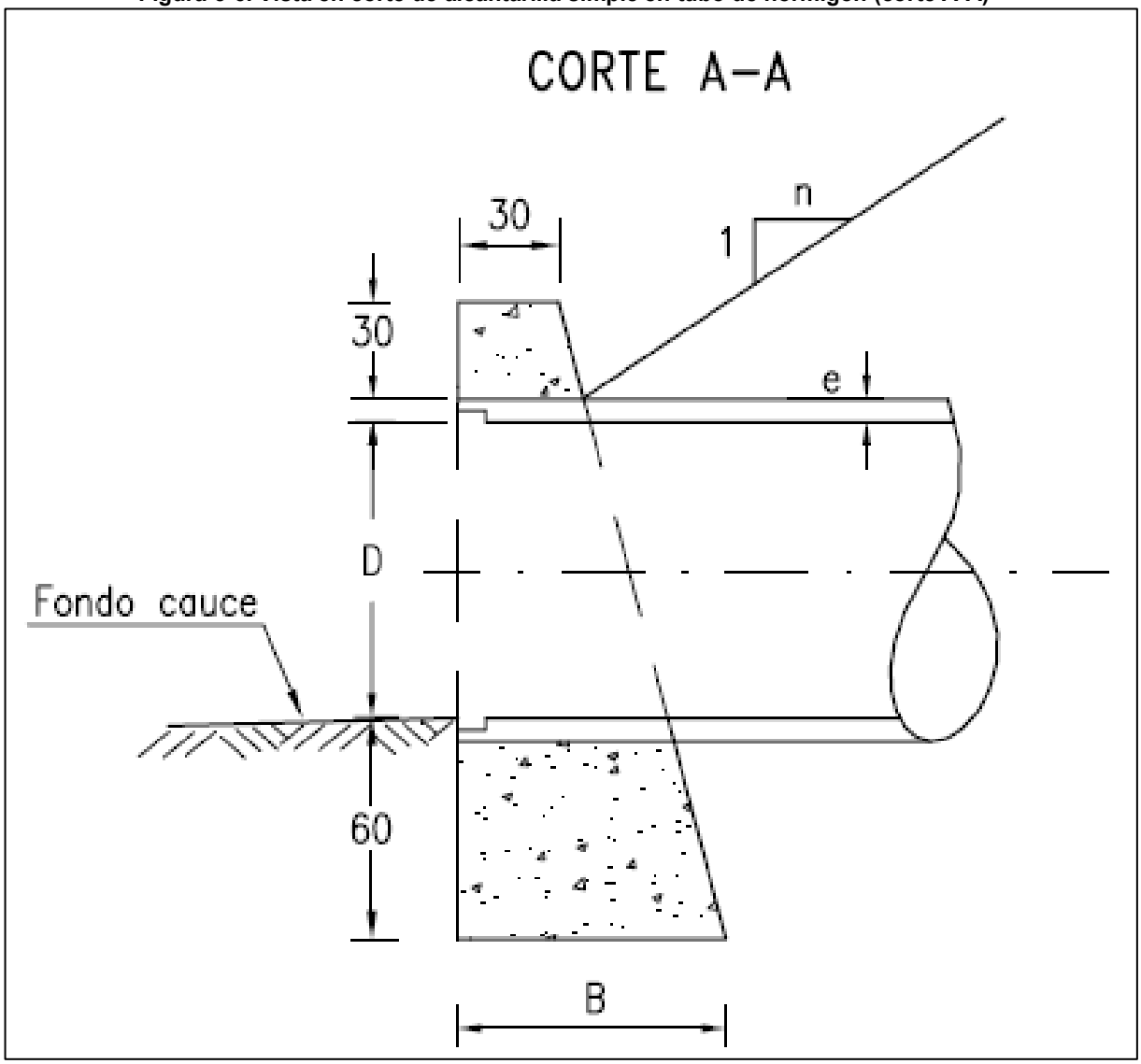

Fuente: Lámina 4.102.001. del Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2024).

**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.