



**ANEJO Nº 18. ESTUDIO HIDRÁULICO**



## ■ ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
2.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	1
2.2. SITUACIÓN FUTURA .....	1
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>2</b>
4.1. DATOS REQUERIDOS POR EL PROGRAMA .....	2
4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	3
4.3. LIMITACIONES .....	6
<b>5. DATOS DE PARTIDA.....</b>	<b>6</b>
5.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA .....	6
5.2. CAUDALES .....	6
5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS UTILIZADOS .....	7
5.4. GEOMETRIA.....	7
5.4.1. Situación actual .....	8
5.4.2. Situación futura .....	9
<b>6. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN HIDRÁULICA .....</b>	<b>10</b>
6.1. VISTAS 3D.....	10
6.1.1. Situación Actual .....	10
6.1.2. Situación futura .....	11
6.2. PERFIL LONGITUDINAL .....	12
6.2.1. Situación actual .....	12
6.2.2. Situación futura .....	12
6.3. PERFILES TRANSVERSALES .....	12
6.3.1. Situación actual .....	13
6.3.2. Situación futura .....	13
6.4. TABLAS NUMÉRICAS.....	13
6.4.1. Situación actual .....	13
6.4.2. Situación futura .....	15
6.4.3. Comparativa .....	17
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>18</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio Hidráulico tiene por objeto analizar en detalle la situación hidráulica del río Oka, en el T.M. de Gernika (Bizkaia), por la construcción de un nuevo vestíbulo que elimine el paso a nivel entre andenes.

Con fecha de 5 de marzo de 2021, la Agencia Vasca del Agua informa sobre el expediente de evaluación ambiental estratégica del plan especial para la modificación de la ordenación pormenorizada del sistema general ferroviario en Gernika-Lumo.

En las consideraciones del informe, URA informa que, en el marco de la preceptiva autorización, será necesario la presentación de un Estudio Hidráulico que analice la situación actual y futura para garantizar la compatibilidad de las actuaciones previstas con la normativa de aplicación.

Mediante el presente Estudio Hidráulico se justifica la No Afección a Terceros ni la generación de Alteraciones Significativas del régimen del Río Oka.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. SITUACIÓN ACTUAL

La estación de Gernika es actualmente la principal dependencia de la línea de Euskal Trenbide Sarea de Amorebieta a Bermeo, villa hasta la que se amplió la vía en 1955. Además, recientes actuaciones como la construcción en su entorno de paradas para autobuses y taxis han acentuado su intermodalidad y su indiscutible posición en el transporte sostenible de la comarca.

Es por ello que, dada la relevancia de dicho ramal, y en concreto de la estación de Gernika, ETS ha redactado proyectos y ejecutado diversas actuaciones para mejorar el servicio y la calidad del viaje. Más concretamente, en 2015 se adjudicó a la ingeniería TYPESA la redacción del "Proyecto Constructivo para el Acondicionamiento de la Estación de Gernika y Supresión del Paso a Nivel en el Ramal Amorebieta-Bermeo de ETS".

Los elementos que formarán parte del sistema estación futuro y que ya han sido incorporados al mismo, según definición del Proyecto Constructivo redactado por TYPESA en 2016, total o parcialmente ejecutados, son los siguientes:

1. Nuevo Edificio Auxiliar de la estación, en el antiguo andén de la estación dirección Bermeo, lado núcleo urbano de Gernika, al Norte del edificio histórico (construido).
2. Demolición del edificio con uso de almacén (ejecutado).
3. Adecuación del edificio histórico de la actual estación de Gernika, con la rehabilitación de la cubierta, fachadas y carpinterías (parcialmente ejecutado).

### 2.2. SITUACIÓN FUTURA

El presente Proyecto Constructivo recoge y define las siguientes actuaciones que definirán la futura configuración y funcionalidad de la nueva Estación de Gernika de ETS:

1. Nuevo Vestíbulo de Estación para servicio de viajeros en el andén dirección Bermeo, lado

núcleo urbano de Gernika, al Sur del edificio histórico de estación y próximo a la estación de autobuses.

2. Pasarela elevada sobre la vía y sus correspondientes ascensores adaptados y escaleras fijas.
3. Adecuación del edificio histórico de la actual estación de Gernika, según criterios y requerimientos de ETS.
4. Actualización de las instalaciones de la estación a la nueva configuración.

### 3. OBJETIVOS

Se ha desarrollado la modelización hidráulica de acuerdo a los criterios establecidos en el Real Decreto 35/2023, de 24 de enero del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental.

Los objetivos del presente Estudio Hidráulico son, entre otros, los que a continuación se enumeran:

- Evaluar la situación hidráulica actual del río Oka aguas arriba del nuevo edificio.
- Garantizar el correcto funcionamiento hidráulico del cauce para la avenida correspondiente a los periodos de retorno estudiados (100 y 500 años).
- Analizar las condiciones de inundabilidad del ámbito de estudio en el escenario futuro con la nueva estación construida.

En el presente documento se incluyen los resultados del programa HEC-RAS, con la inclusión de los resultados alcanzados de los niveles de las láminas de agua para cada periodo de retorno analizado.

En los apartados siguientes se describen los trabajos realizados y los resultados hidráulicos obtenidos.

### 4. METODOLOGÍA

Para el estudio hidráulico del río Oka en la zona de estudio, se han realizado simulaciones de su comportamiento utilizando el programa HEC-RAS, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos. La versión empleada ha sido la 4.1.0 de junio de 2010, ya que el modelo facilitado por URA ha sido elaborado con dicha versión.

El programa HEC-RAS fue diseñado para calcular líneas de agua en ríos y canales en caso de movimiento gradualmente variado. El procedimiento de cálculo se basa en la resolución de la ecuación unidimensional de la energía usando el método del “Standard Step”. El programa puede ser aplicado en estudios de gestión de llanuras de inundación a fin de evaluar el efecto de los obstáculos al paso de avenidas y deslindar las zonas de riesgo de crecidas. El modelo también se puede usar para evaluar los efectos en el nivel del agua causados por mejoras en el cauce y en los diques y por la presencia de puentes y otras estructuras en la llanura de inundación.

#### 4.1. DATOS REQUERIDOS POR EL PROGRAMA

- Datos geométricos del cauce: el programa necesita un cierto número de secciones transversales del cauce. Para cada sección deberán indicarse al menos los siguientes datos:

- Las coordenadas de los puntos que la definen.
- Las distancias hasta la sección situada inmediatamente aguas abajo, medidas a lo largo del canal principal y de cada orilla.
- Los valores del número de Manning en el canal principal y las dos orillas.
- Los límites del canal principal.
- Los coeficientes de contracción y expansión del flujo.

Además, podrá incluirse información adicional, como la presencia de diques, zonas obstruidas o cauces secundarios no incluidos en la corriente principal.

- Definición de obras: el programa permite modelizar el comportamiento de puentes, alcantarillas, compuertas... Los principales datos requeridos son:
  - Coordenadas de los puntos que definen el tablero, expresadas en ternas de la forma (x, y del cordón superior, y del cordón inferior).
  - Anchura del tablero.
  - Taludes de la carretera o vía.
  - Forma y dimensiones de las pilas.
- Datos de flujo:
  - Caudal inicial.
  - Variaciones de caudal a lo largo del tramo estudiado (p.ej, por la llegada de un afluente).
  - Condiciones de contorno en los extremos del tramo de estudio. Estas condiciones de contorno pueden ser de varios tipos (calado crítico, calado normal, altura de lámina conocida...).
  - Régimen de flujo.
- Parámetros de cálculo:
  - Método de cálculo de la pendiente hidráulica.
  - Método de cálculo del calado crítico.
  - Condiciones de convergencia.

#### 4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El objetivo primordial del programa HEC-RAS es calcular la cota de agua en los puntos de interés en función del caudal circulante a lo largo del río.

Los cálculos comienzan en una sección transversal con condiciones iniciales conocidas o estimadas y se procede hacia aguas arriba si el régimen es lento o hacia aguas abajo si, por el contrario, el régimen es rápido. Los calados para cálculos en régimen lento están constreñidos al calado crítico o menores.

La metodología usada en el modelo HEC-RAS para el cálculo de líneas de agua se detalla a continuación:

- Las siguientes dos ecuaciones (Ec. nº 1 y nº 2) se resuelven por un procedimiento iterativo ("Standard Step") a fin de obtener la cota de agua en una sección transversal.

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = LS_f + C \left( \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right)$$

Donde:

$WS_1, WS_2$  = Cota de agua en las secciones 1 y 2.

$V_1, V_2$  = Velocidades medias (relación entre el caudal total y la sección) en las secciones 1 y 2.

$\alpha_1 + \alpha_2$  = Coeficientes de velocidad en las secciones 1 y 2.

$g$  = Aceleración de la gravedad.

$h_e$  = Pérdida de carga entre las secciones 1 y 2.

$L$  = Distancia ponderada con el caudal entre las secciones 1 y 2.

$S_f$  = Pérdida de carga unitaria (pendiente de fricción) entre las secciones 1 y 2.

$C$  = Coeficiente de pérdida por contracción o por expansión.

- La distancia entre secciones,  $L$ , se obtiene ponderando las distancias por la llanura de inundación izquierda, por el cauce y por la llanura de inundación derecha con sus respectivos caudales resultantes de promediar los caudales correspondientes de la sección 1 con los de la sección 2.
- La pendiente de fricción representativa se expresa normalmente como sigue (Ec. nº 3), aunque es posible utilizar ecuaciones alternativas:

$$S = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2$$

donde  $K_1$  y  $K_2$   $\Sigma$  el transporte al principio y final del tramo entre secciones.

- El transporte se define de la siguiente manera (Ec. nº 4):

$$K \frac{1}{n} A.R^{2/3}$$

Donde:

n = Número de Manning

A = Área de la sección considerada

R = Radio hidráulico

El transporte total para una sección transversal se obtiene sumando el transporte de las llanuras de inundación izquierda y derecha y del cauce.

- El coeficiente de velocidad  $\alpha$  para una sección se obtiene con la siguiente ecuación (Ec. nº 5):

$$\alpha = \frac{A^2_T}{K^3_T} \left( \frac{K^3_{LOB}}{A^2_{LOB}} + \frac{K^3_{CH}}{A^2_{CH}} + \frac{K^3_{ROB}}{A^2_{ROB}} \right)$$

donde el subíndice T se refiere a la sección transversal total, LOB a la llanura de inundación izquierda, CH al cauce y ROB a la llanura de inundación derecha.

- El procedimiento de cálculo iterativo para resolver las ecuaciones (1) y (2) es como sigue:
  - Estimar la cota de agua en la sección de aguas arriba ( $WS_2$ ) ya que se parte de que  $WS_1$  es conocida.
  - Basándose en  $WS_2$ , determinar el transporte total y la carga de velocidad correspondientes.
  - Con los valores del paso 2, obtener la pendiente de fricción  $S_f$  y resolver la ecuación (2) para obtener la pérdida de carga en el tramo  $h_e$ .
  - Con los valores de los pasos 2 y 3, obtener el valor de  $WS_2$  de la ecuación (1).
  - Comparar el valor obtenido de  $WS_2$  con el estimado en el paso 1 y repetir los pasos del 1 al 5 hasta que la diferencia sea menor que un valor dado (0,01 m).

El primer ciclo iterativo se basa en la pendiente de fricción de las dos secciones transversales previas. El segundo ciclo comienza asumiendo que el nivel del agua es la media entre el nivel resultante en el primer ciclo y el que se estimó inicialmente. Una vez equilibrado el nivel de agua en una sección transversal, se efectúa una serie de comprobaciones con objeto de asegurarse de que el calado es mayor o igual al crítico, si el régimen es lento, o igual o menor si el régimen es rápido. Si esto no se cumple, se asume que el calado de la sección coincide con el crítico de dicha sección para el caudal considerado y se emite un mensaje indicando dicha circunstancia. La aparición del calado

crítico en el programa es generalmente el resultado de un problema relacionado con las distancias entre perfiles o con su geometría, aunque, en ocasiones, surge que el flujo es realmente crítico.

#### 4.3. LIMITACIONES

Las siguientes suposiciones están implícitas en las expresiones analíticas usadas en el programa:

- El régimen es permanente, ya que los términos de la ecuación de la energía que dependen del tiempo no se incluyen.
- El movimiento es gradualmente variado, porque la ecuación (1) está basada en la premisa de que exista distribución hidrostática de presiones en cada sección transversal.
- El flujo es unidimensional porque la ecuación (4) está basada en que la carga hidráulica total es la misma para todos los puntos de una sección transversal.
- Las pendientes deben ser pequeñas (menores del 10%) porque la carga de presión, que es una componente de WS en la ecuación (1), está representada por la altura de agua medida verticalmente.

### 5. DATOS DE PARTIDA

Los criterios que se han seguido a la hora de realizar el presente estudio hidráulico se han estructurado según los siguientes aspectos:

- Recopilación de información disponible: estudios existentes, información histórica, etc.
- Trabajos de campo: documentación fotográfica, comprobación de la información recopilada, etc.
- Modelación hidráulica y delimitación de zonas inundables para diferentes periodos de retorno: tipo de análisis, geometría, estudio de caudales máximos, condiciones de contorno, coeficientes de rugosidad, estructuras, delimitación de zonas inundables, zona de flujo preferente, etc.
- Como base para la redacción de este documento se han utilizado documentos técnicos y metodológicos manejados en la actualidad por la Agencia Vasca del Agua.

#### 5.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

Para la realización del estudio hidráulico es necesario disponer de una cartografía de precisión que represente fielmente la realidad del terreno en el tramo de estudio.

Para ello, se ha utilizado la información procedente del Modelo Digital de Elevaciones puesto a disposición pública por el Gobierno Vasco, en la página web de geoEuskadi.

Se ha sustituido en el perfil 2.846,83 del modelo el edificio existente ya demolido por el nuevo edificio de la estación de Gernika.

#### 5.2. CAUDALES

Los caudales de diseño utilizados son los proporcionados por URA (Agencia Vasca del Agua) con fecha de Mayo de 2023 recogidos en su modelo oficial.

A continuación, se muestran los caudales establecidos:

CAUDALES (m <sup>3</sup> /s)			
PERIODO DE RETORNO (años)			
RÍO	TRAMO	T=500	T=100
Oka	Oka 4.1	374	266

### 5.3. PARÁMETROS HIDRÁULICOS UTILIZADOS

Los parámetros hidráulicos utilizados en el modelo son:

- Número de Manning en el cauce 0,034.
- Número de Manning en ambas márgenes de área urbana 1.
- Número de Manning en el área rural 0,4.
- Número de Manning en el área forestal 0,5.
- Coeficientes de expansión entre las secciones 0,3 / 0,5
- Coeficientes de contracción entre las secciones 0,1 / 0,3

### 5.4. GEOMETRIA

Se ha analizado la situación hidráulica actual utilizando el programa HEC-RAS, versión 4.1, como se ha comentado en apartados anteriores; el modelo utilizado es el denominado Oka.prj.

En él se ha definido tanto la situación actual como la futura.

Al realizar el análisis de los perfiles proporcionados por URA se observa que en la sección 2.846,83, se encuentra modelizada una edificación.

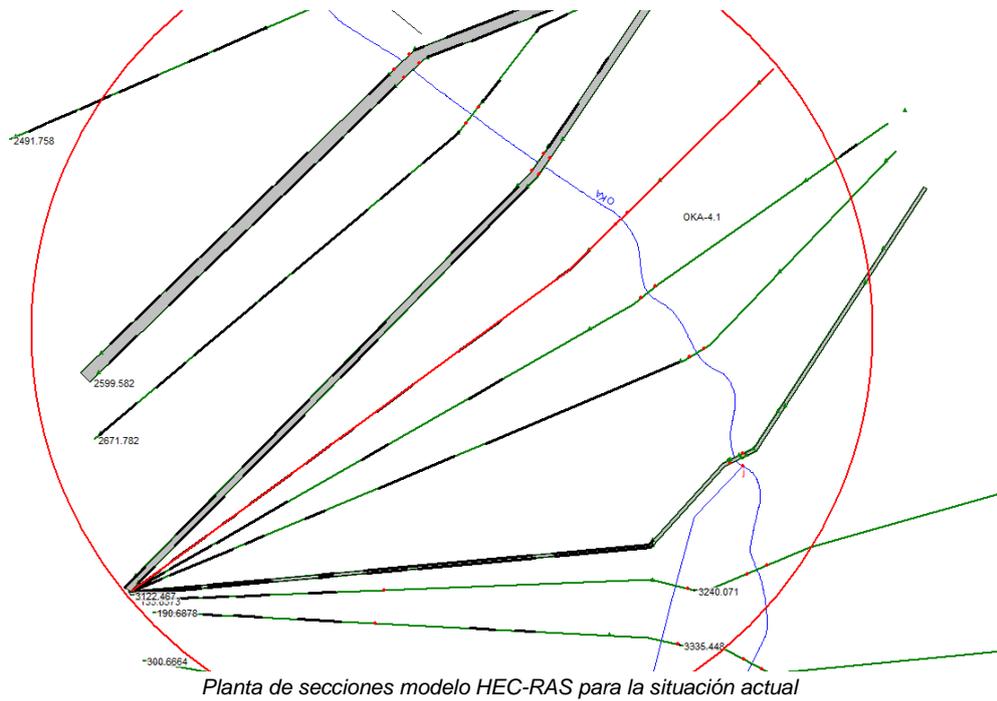
La demolición de este edificio recogido en el HEC-RAS se realiza en 2019 y actualmente se proyecta otro nuevo edificio en la misma ubicación.



*Secciones transversales de la modelización hidráulica sobre ortofoto de 2019 y plano de actuación proyectada*

#### 5.4.1. Situación actual

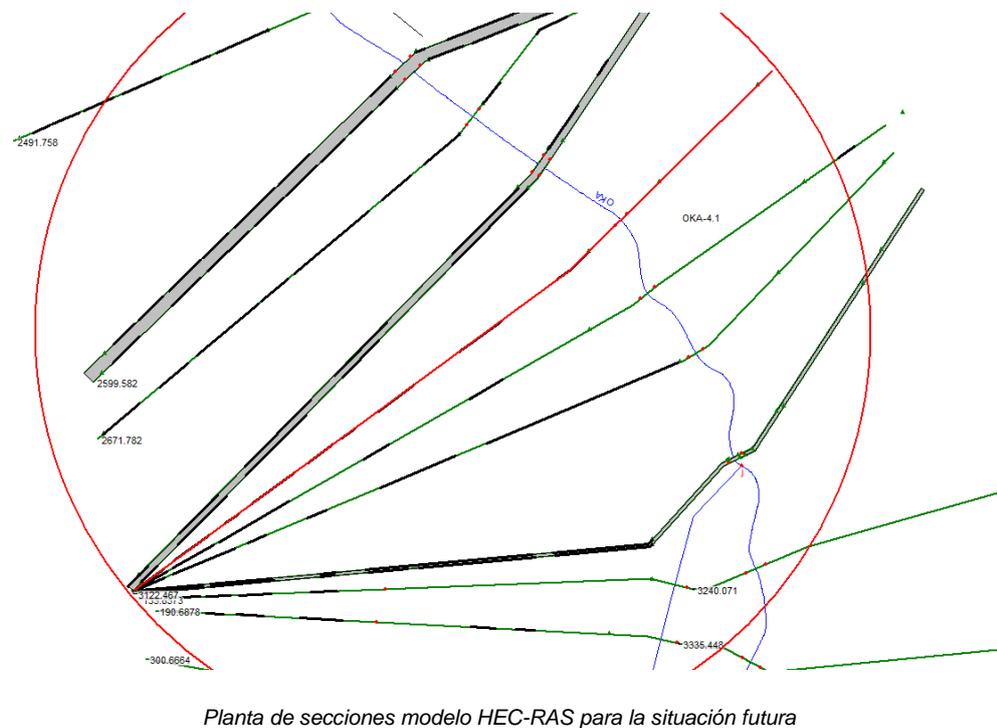
En el modelo hidráulico, la geometría se define en "Oka.g15", y contiene el río OKA y el reach OKA-4.1, donde se encuentra el perfil original.



#### 5.4.2. Situación futura

El modelo para la situación futura es idéntico en lo que a número de secciones corresponde.

Las modificación se da en la sección transversal, donde se sustituye el edificio antiguo por el de nueva construcción.



## 6. RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN HIDRÁULICA

Después de elaborar el modelo hidráulico, con los criterios indicados anteriormente, se analiza la respuesta del tramo de cauce en estudio al paso de las series de caudales recurrentes correspondientes, obteniendo las alturas alcanzadas por las láminas de agua en cada caso.

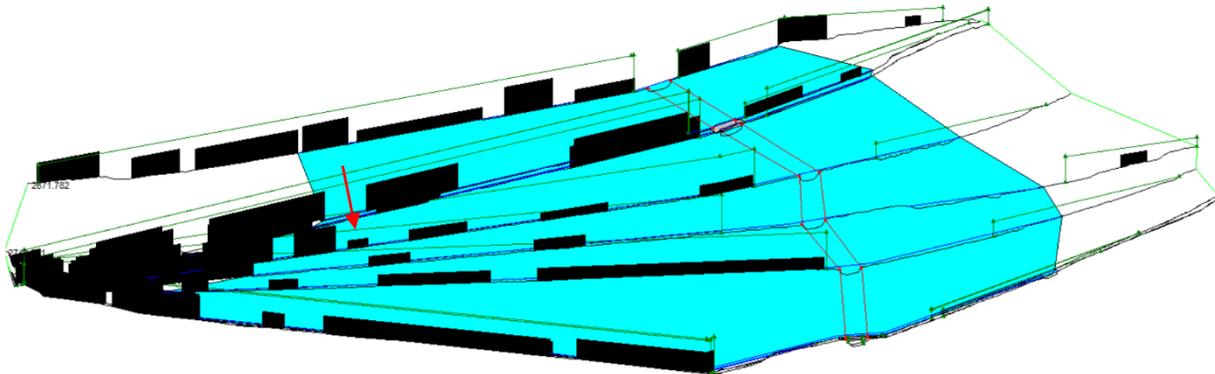
Con objeto de facilitar la interpretación de los resultados numéricos del programa, se realizan representaciones gráficas de vistas en 3D, perfiles transversales y perfiles longitudinales con indicación de las cotas, tanto del lecho del río como de los niveles de la lámina de agua para las correspondientes a las avenidas 100 y 500 años de periodo de retorno.

Además, se presentan las tablas con los resultados numéricos de la modelización efectuada en el estudio, tanto en la situación actual como en la futura.

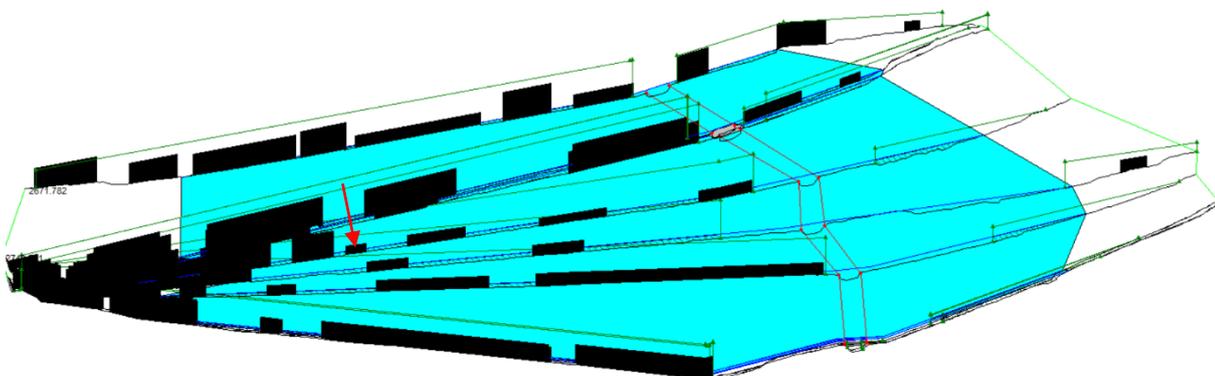
Los perfiles transversales que se han representado son los que se encuentran situados en la zona de la estación, y pueden estar influenciados por la ejecución de la misma: del perfil 2671.782 al 3122.467.

### 6.1. VISTAS 3D

#### 6.1.1. Situación Actual

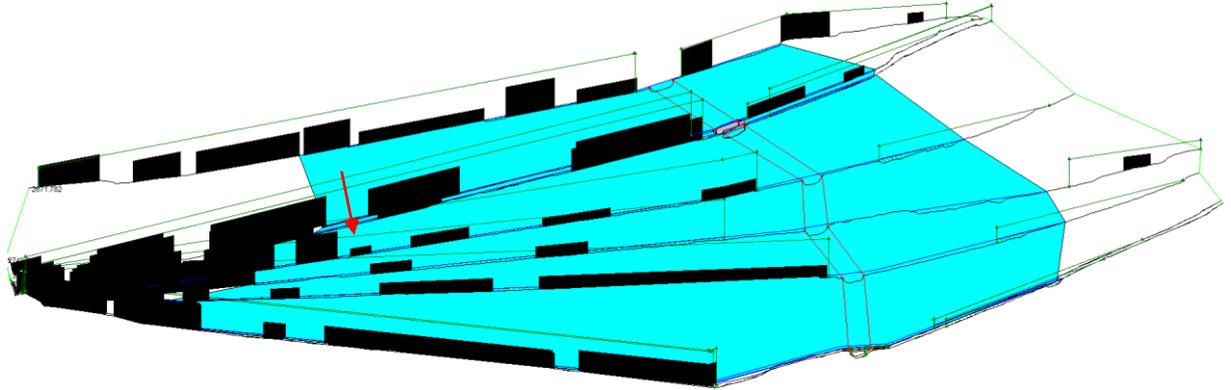


*Situación actual – Vista 3D de la zona de estudio para la avenida de 100 años, indicando el antiguo edificio.*

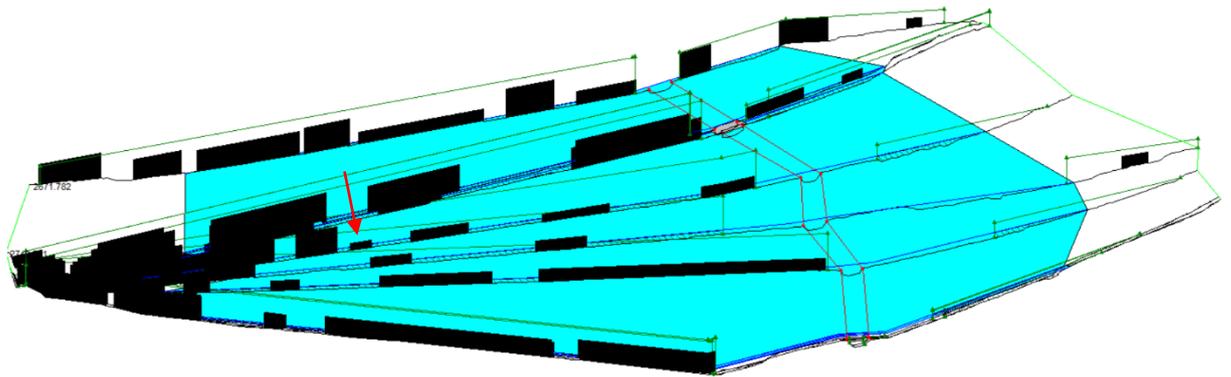


*Situación actual – Vista 3D de la zona de estudio para la avenida de 500 años, indicando el antiguo edificio.*

### 6.1.2. Situación futura



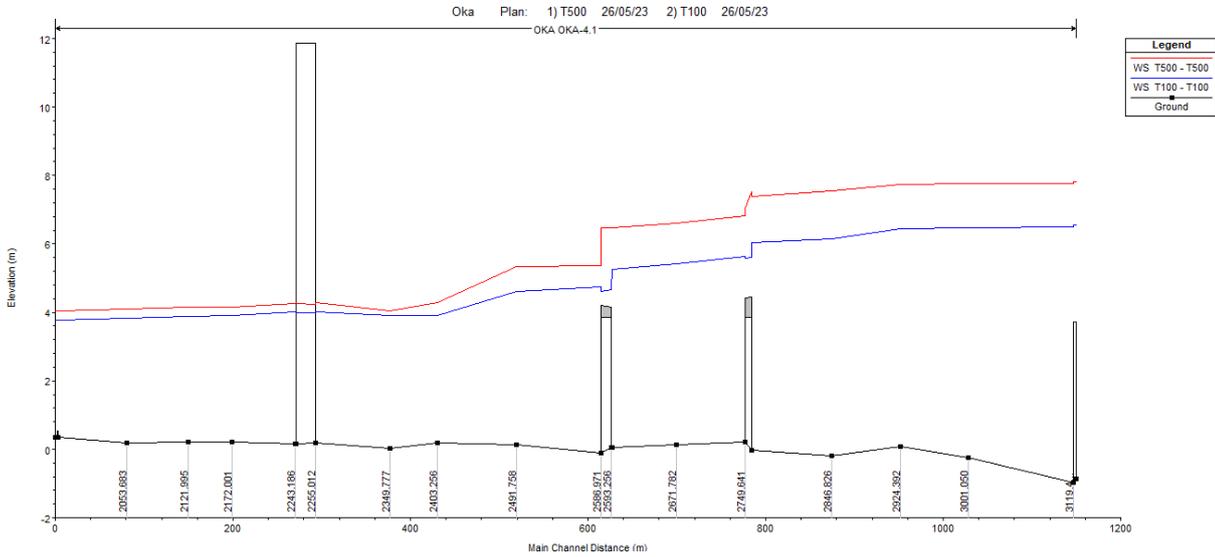
*Situación futura - Vista 3D del área de estudio para la avenida de 100 años, indicando el nuevo edificio.*



*Situación futura -Vista 3D del área de estudio para la avenida de 500 años, indicando el nuevo edificio.*

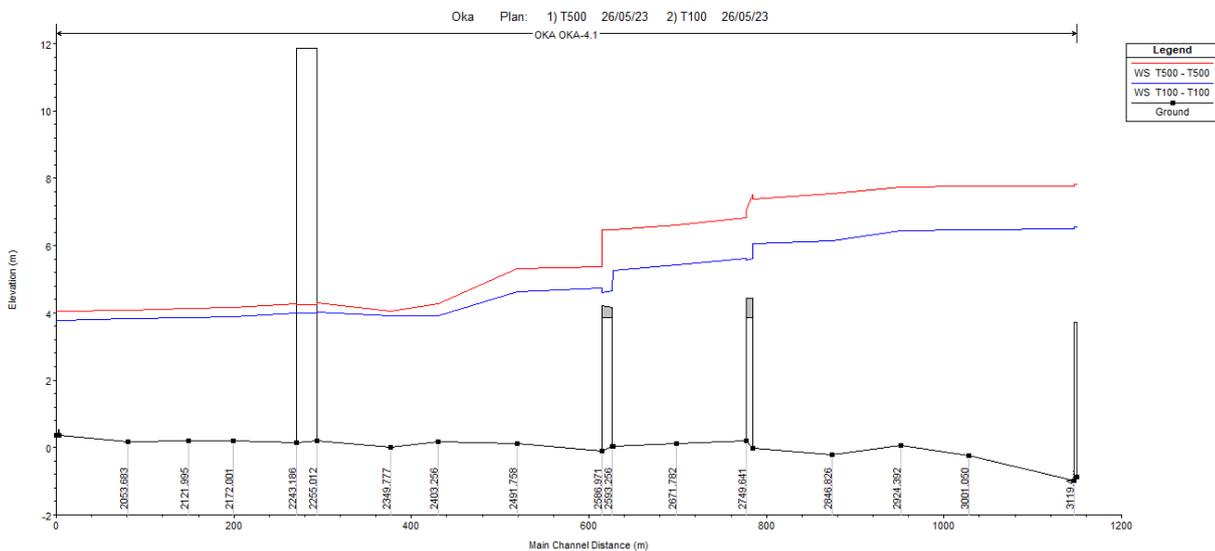
## 6.2. PERFIL LONGITUDINAL

### 6.2.1. Situación actual



Perfil longitudinal del ámbito de estudio para la situación actual

### 6.2.2. Situación futura

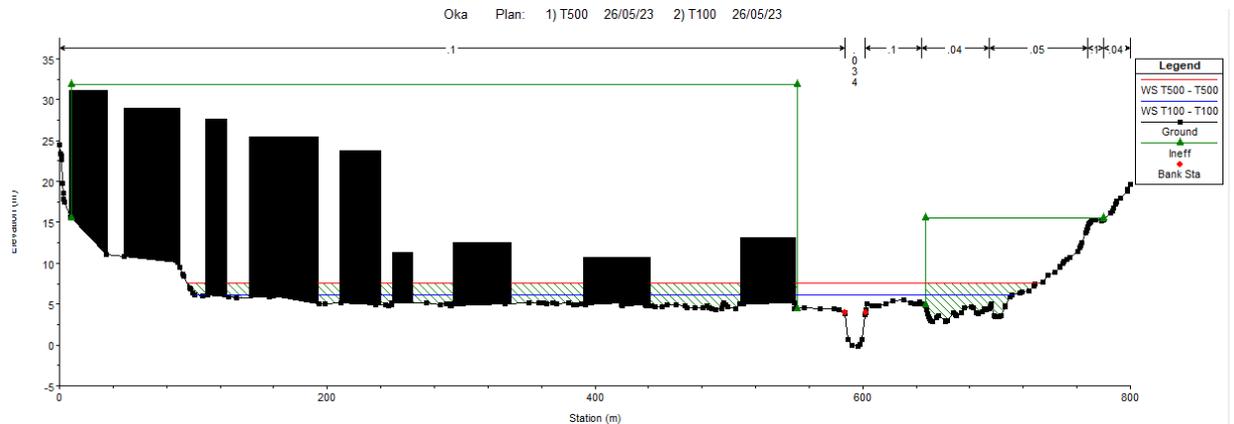


Perfil longitudinal del ámbito de estudio para la situación proyectada

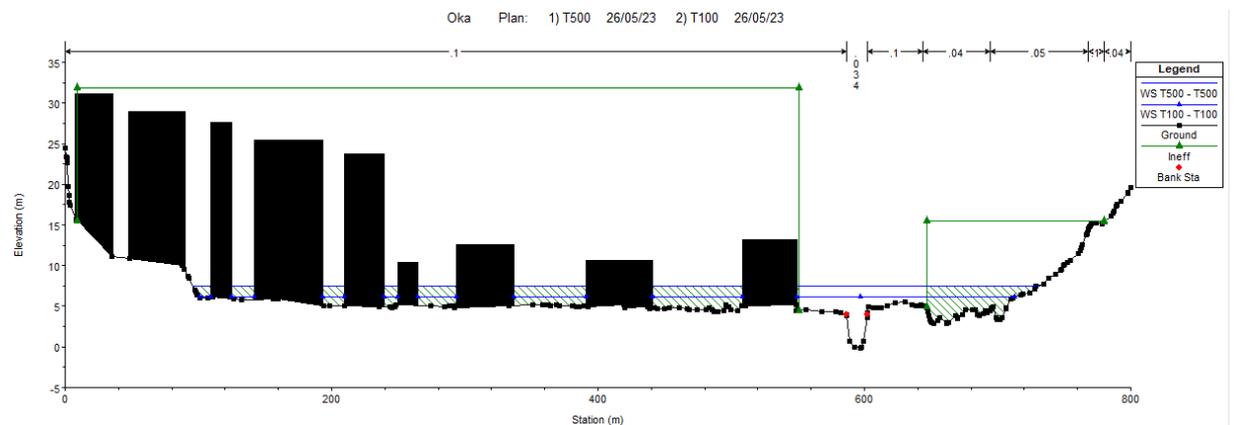
## 6.3. PERFILES TRANSVERSALES

Se disponen a continuación las secciones transversales en la sección 2846,826 antes y después de la obra.

### 6.3.1. Situación actual



### 6.3.2. Situación futura



## 6.4. TABLAS NUMÉRICAS

### 6.4.1. Situación actual

Tramo	Sección	T	Plan	Q (m³/s)	Min Ch El (m)	Cota Agua (m)	Línea Energía (m)	Pte Energía (m)	Vel (m/s)	Área (m²)	Ancho (m)	Nº Fr
				(m³/s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m²)	(m)	
OKA-4.1	3122.467	T500	T500	374	-0.87	7.78	7.82	0.000294	1.35	705.57	410.86	0.18
OKA-4.1	3122.467	T100	T100	266	-0.87	6.52	6.57	0.000492	1.48	466.77	400.76	0.22
OKA-4.1	3121.072			Mult Open								
OKA-4.1	3119.445	T500	T500	374	-0.98	7.77	7.82	0.000329	1.53	647.43	389.94	0.2
OKA-4.1	3119.445	T100	T100	266	-0.98	6.49	6.57	0.00055	1.7	423.44	381.72	0.24
OKA-4.1	3001.05	T500	T500	374	-0.23	7.75	7.79	0.000134	1.1	528.13	351.22	0.13
OKA-4.1	3001.05	T100	T100	266	-0.23	6.47	6.51	0.000214	1.22	361.64	331.59	0.16

Tramo	Sección	T	Plan	Q (m³/s)	Min Ch El (m)	Cota Agua (m)	Línea Energía (m)	Pte Energía (m)	Vel (m/s)	Área (m²)	Ancho (m)	Nº Fr
OKA-4.1	2924.392	T500	T500	374	0.07	7.75	7.77	0.000175	1.06	666.21	526.93	0.13
OKA-4.1	2924.392	T100	T100	266	0.07	6.44	6.49	0.000357	1.31	375.56	462.98	0.18
OKA-4.1	2846.826	T500	T500	374	-0.2	7.54	7.73	0.00078	2.34	325.88	389.65	0.29
OKA-4.1	2846.826	T100	T100	266	-0.2	6.14	6.42	0.001285	2.58	191.89	366.58	0.36
OKA-4.1	2757.12	T500	T500	374	-0.03	7.38	7.64	0.000795	2.46	234.55	336.36	0.3
OKA-4.1	2757.12	T100	T100	266	-0.03	6.05	6.31	0.000988	2.37	157.4	319.92	0.32
OKA-4.1	2753.476			Mult Open								
OKA-4.1	2749.641	T500	T500	374	0.2	6.82	7.18	0.001485	2.76	182.79	252.12	0.36
OKA-4.1	2749.641	T100	T100	266	0.2	5.63	5.96	0.001753	2.6	125.97	220.21	0.37
OKA-4.1	2671.782	T500	T500	374	0.13	6.6	7.02	0.001952	2.97	156.53	143.04	0.39
OKA-4.1	2671.782	T100	T100	266	0.13	5.42	5.79	0.002257	2.75	111.66	140.68	0.4
OKA-4.1	2599.582	T500	T500	374	0.05	6.48	6.86	0.002023	2.85	158.93	125.59	0.37
OKA-4.1	2599.582	T100	T100	266	0.05	5.25	5.62	0.002471	2.7	108.15	97.66	0.4
OKA-4.1	2593.256			Bridge								
OKA-4.1	2586.971	T500	T500	374	-0.11	5.36	6	0.005784	3.56	113.68	152.93	0.51
OKA-4.1	2586.971	T100	T100	266	-0.11	4.75	5.19	0.004703	2.94	92.8	110.87	0.45
OKA-4.1	2491.758	T500	T500	374	0.12	5.32	5.64	0.001068	2.67	260.49	198.16	0.41
OKA-4.1	2491.758	T100	T100	266	0.12	4.62	4.92	0.001171	2.49	158.56	156.49	0.41
OKA-4.1	2403.256	T500	T500	374	0.18	4.28	5.4	0.003899	4.95	138.9	222.62	0.82
OKA-4.1	2403.256	T100	T100	266	0.18	3.91	4.71	0.003056	4.09	101.42	201	0.71
OKA-4.1	2349.777	T500	T500	374	0.02	4.04	4.99	0.006186	4.48	125.55	184.48	0.8
OKA-4.1	2349.777	T100	T100	266	0.02	3.9	4.46	0.003774	3.4	111.73	178.51	0.62
OKA-4.1	2266.301	T500	T500	374	0.19	4.29	4.38	0.000947	1.75	315.06	384.1	0.33
OKA-4.1	2266.301	T100	T100	266	0.19	4.02	4.09	0.000755	1.51	258.9	339.63	0.29
OKA-4.1	2255.012			Bridge								

Tramo	Sección	T	Plan	Q (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	Cota Agua (m)	Línea Energía (m)	Pte Energía (m)	Vel (m/s)	Área (m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	Nº Fr
OKA-4.1	2243.186	T500	T500	374	0.16	4.26	4.31	0.000457	1.23	428.6	409.64	0.22
OKA-4.1	2243.186	T100	T100	266	0.16	4.01	4.04	0.000375	1.05	360.23	371.97	0.2
OKA-4.1	2172.001	T500	T500	374	0.21	4.16	4.25	0.000838	1.57	376.06	548.04	0.28
OKA-4.1	2172.001	T100	T100	266	0.21	3.89	3.99	0.000811	1.45	274.88	494.18	0.27
OKA-4.1	2121.995	T500	T500	374	0.2	4.14	4.2	0.000726	1.52	435.15	575.5	0.27
OKA-4.1	2121.995	T100	T100	266	0.2	3.87	3.94	0.00073	1.43	319.51	532.69	0.27
OKA-4.1	2053.683	T500	T500	374	0.17	4.09	4.16	0.000629	1.68	479.63	641.01	0.3
OKA-4.1	2053.683	T100	T100	266	0.17	3.82	3.89	0.000623	1.58	336.44	576.91	0.29
OKA-4.1	1975.687	T500	T500	374	0.36	4.05	4.09	0.000841	1.4	520.13	646.02	0.26
OKA-4.1	1975.687	T100	T100	266	0.36	3.78	3.83	0.001018	1.45	366.44	540.63	0.29
OKA-4.1	1975.12			Inl Struct								
OKA-4.1	1972.687	T500	T500	374	0.36	4.04	4.08	0.000895	1.34	517.9	642.89	0.25
OKA-4.1	1972.687	T100	T100	266	0.36	3.77	3.82	0.001089	1.38	366.18	541.34	0.27

#### 6.4.2. Situación futura

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
OKA-4.1	3122.467	T500	T500	374	-0.87	7.78	7.82	0.000294	1.35	705.57	410.86	0.18
OKA-4.1	3122.467	T100	T100	266	-0.87	6.52	6.57	0.000492	1.48	466.77	400.76	0.22
OKA-4.1	3121.072			Mult Open								
OKA-4.1	3119.445	T500	T500	374	-0.98	7.77	7.82	0.000329	1.53	647.43	389.94	0.2
OKA-4.1	3119.445	T100	T100	266	-0.98	6.49	6.57	0.00055	1.7	423.44	381.72	0.24
OKA-4.1	3001.05	T500	T500	374	-0.23	7.75	7.79	0.000134	1.1	528.13	351.22	0.13
OKA-4.1	3001.05	T100	T100	266	-0.23	6.47	6.51	0.000214	1.22	361.64	331.59	0.16
OKA-4.1	2924.392	T500	T500	374	0.07	7.75	7.77	0.000175	1.06	666.21	526.93	0.13
OKA-4.1	2924.392	T100	T100	266	0.07	6.44	6.49	0.000357	1.31	375.56	462.98	0.18
OKA-4.1	2846.826	T500	T500	374	-0.2	7.54	7.73	0.00078	2.34	325.88	389.24	0.29
OKA-4.1	2846.826	T100	T100	266	-0.2	6.14	6.42	0.001285	2.58	191.89	366.17	0.36

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
OKA-4.1	2757.12	T500	T500	374	-0.03	7.38	7.64	0.000795	2.46	234.55	336.36	0.3
OKA-4.1	2757.12	T100	T100	266	-0.03	6.05	6.31	0.000988	2.37	157.4	319.92	0.32
OKA-4.1	2753.476			Mult Open								
OKA-4.1	2749.641	T500	T500	374	0.2	6.82	7.18	0.001485	2.76	182.79	252.12	0.36
OKA-4.1	2749.641	T100	T100	266	0.2	5.63	5.96	0.001753	2.6	125.97	220.21	0.37
OKA-4.1	2671.782	T500	T500	374	0.13	6.6	7.02	0.001952	2.97	156.53	143.04	0.39
OKA-4.1	2671.782	T100	T100	266	0.13	5.42	5.79	0.002257	2.75	111.66	140.68	0.4
OKA-4.1	2599.582	T500	T500	374	0.05	6.48	6.86	0.002023	2.85	158.93	125.59	0.37
OKA-4.1	2599.582	T100	T100	266	0.05	5.25	5.62	0.002471	2.7	108.15	97.66	0.4
OKA-4.1	2593.256			Bridge								
OKA-4.1	2586.971	T500	T500	374	-0.11	5.36	6	0.005784	3.56	113.68	152.93	0.51
OKA-4.1	2586.971	T100	T100	266	-0.11	4.75	5.19	0.004703	2.94	92.8	110.87	0.45
OKA-4.1	2491.758	T500	T500	374	0.12	5.32	5.64	0.001068	2.67	260.49	198.16	0.41
OKA-4.1	2491.758	T100	T100	266	0.12	4.62	4.92	0.001171	2.49	158.56	156.49	0.41
OKA-4.1	2403.256	T500	T500	374	0.18	4.28	5.4	0.003899	4.95	138.9	222.62	0.82
OKA-4.1	2403.256	T100	T100	266	0.18	3.91	4.71	0.003056	4.09	101.42	201	0.71
OKA-4.1	2349.777	T500	T500	374	0.02	4.04	4.99	0.006186	4.48	125.55	184.48	0.8
OKA-4.1	2349.777	T100	T100	266	0.02	3.9	4.46	0.003774	3.4	111.73	178.51	0.62
OKA-4.1	2266.301	T500	T500	374	0.19	4.29	4.38	0.000947	1.75	315.06	384.1	0.33
OKA-4.1	2266.301	T100	T100	266	0.19	4.02	4.09	0.000755	1.51	258.9	339.63	0.29
OKA-4.1	2255.012			Bridge								
OKA-4.1	2243.186	T500	T500	374	0.16	4.26	4.31	0.000457	1.23	428.6	409.64	0.22
OKA-4.1	2243.186	T100	T100	266	0.16	4.01	4.04	0.000375	1.05	360.23	371.97	0.2
OKA-4.1	2172.001	T500	T500	374	0.21	4.16	4.25	0.000838	1.57	376.06	548.04	0.28
OKA-4.1	2172.001	T100	T100	266	0.21	3.89	3.99	0.000811	1.45	274.88	494.18	0.27
OKA-4.1	2121.995	T500	T500	374	0.2	4.14	4.2	0.000726	1.52	435.15	575.5	0.27

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
OKA-4.1	2121.995	T100	T100	266	0.2	3.87	3.94	0.00073	1.43	319.51	532.69	0.27
OKA-4.1	2053.683	T500	T500	374	0.17	4.09	4.16	0.000629	1.68	479.63	641.01	0.3
OKA-4.1	2053.683	T100	T100	266	0.17	3.82	3.89	0.000623	1.58	336.44	576.91	0.29
OKA-4.1	1975.687	T500	T500	374	0.36	4.05	4.09	0.000841	1.4	520.13	646.02	0.26
OKA-4.1	1975.687	T100	T100	266	0.36	3.78	3.83	0.001018	1.45	366.44	540.63	0.29
OKA-4.1	1975.12			Inl Struct								
OKA-4.1	1972.687	T500	T500	374	0.36	4.04	4.08	0.000895	1.34	517.9	642.89	0.25
OKA-4.1	1972.687	T100	T100	266	0.36	3.77	3.82	0.001089	1.38	366.18	541.34	0.27

#### 6.4.3. Comparativa

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del HEC-RAS para el periodo de retorno de 100 y 500 años.

Secciones	Actual	Futuro	Comparativa
	Cota de agua	Cota de agua	
T100	(m)	(m)	(m)
1972.687	3.77	3.77	0.00
1975.687	3.78	3.78	0.00
2053.683	3.82	3.82	0.00
2121.995	3.87	3.87	0.00
2172.001	3.89	3.89	0.00
2243.186	4.01	4.01	0.00
2266.301	4.02	4.02	0.00
2349.777	3.9	3.9	0.00
2403.256	3.91	3.91	0.00
2491.758	4.62	4.62	0.00
2586.971	4.75	4.75	0.00
2599.582	5.25	5.25	0.00
2671.782	5.42	5.42	0.00
2749.641	5.63	5.63	0.00
2757.12	6.05	6.05	0.00
2846.826	6.14	6.14	0.00
2924.392	6.44	6.44	0.00
3001.05	6.47	6.47	0.00
3119.445	6.49	6.49	0.00

Secciones	Actual	Futuro	Comparativa
3122.467	6.52	6.52	0.00

Secciones	Actual	Futuro	Comparativa
	Cota de agua	Cota de agua	
T500	(m)	(m)	(m)
1972.687	4.04	4.04	0.00
1975.687	4.05	4.05	0.00
2053.683	4.09	4.09	0.00
2121.995	4.14	4.14	0.00
2172.001	4.16	4.16	0.00
2243.186	4.26	4.26	0.00
2266.301	4.29	4.29	0.00
2349.777	4.04	4.04	0.00
2403.256	4.28	4.28	0.00
2491.758	5.32	5.32	0.00
2586.971	5.36	5.36	0.00
2599.582	6.48	6.48	0.00
2671.782	6.6	6.6	0.00
2749.641	6.82	6.82	0.00
2757.12	7.38	7.38	0.00
2846.826	7.54	7.54	0.00
2924.392	7.75	7.75	0.00
3001.05	7.75	7.75	0.00
3119.445	7.77	7.77	0.00
3122.467	7.78	7.78	0.00

## 7. CONCLUSIONES

Del análisis hidráulico realizado se concluye que el nuevo edificio proyectado cumple con todos los condicionantes exigidos:

- La edificación se sitúa fuera de la Zona de Flujo Preferente (Z.F.P)
- Los andenes se renuevan manteniendo la cota actual sin sufrir modificaciones en su altura.
- Para las avenidas de 100 y 500 años, en la situación futura no se provoca ninguna elevación de en los perfiles del tramo OKA 4.1 como consecuencia de la implantación del nuevo vestíbulo de viajeros de la estación. Esto se debe a que la nueva edificación es similar en dimensiones a la anteriormente existente en la misma ubicación ya demolida. De modo que la afección causada por la ejecución del nuevo edificio no incrementa la inundabilidad de la zona.

Por tanto, con los resultados presentados en el estudio hidráulico se puede determinar que la obra propuesta es viable desde el punto de vista de Inundabilidad, al quedar justificadas mediante el presente Estudio Hidráulico tanto la No Afección del Nuevo Vestíbulo de la Estación de Gernika a Terceros, ni la generación de Alteraciones Significativas del régimen del Río Oka.