



KREAN, S.COOP.



1.1

## Txostena eta Eranskinak (1etik 13era) Memoria y Anejos (1 al 13)

Proyecto • Proiektua

**DESGLOSADO Y ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO DE DEFENSA CONTRA INUNDACIONES DEL RÍO NERVIÓN A SU PASO POR EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LLODIO (ARABA)**

Promotor • Sustatzailea  
**UR AGENTZIA**

Fecha • Data  
**Diciembre 2021 Abendua**

Autor • Egilea  
**Azucena Marquínez López**  
Ingeniero de caminos, canales y puertos



KREAN, S.COOP.



## MEMORIA

Proyecto • Proiektua

**DESGLOSADO Y ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO DE DEFENSA CONTRA INUNDACIONES DEL RÍO NERVIÓN A SU PASO POR EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LLODIO (ARABA)**

Promotor • Sustatzailea  
**UR AGENTZIA**

Fecha • Data  
**Diciembre 2021 Abendua**

Autor • Egoilea  
**Azucena Marquínez López**  
Ingeniero de caminos, canales y puertos

# aurkibidea • índice

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes del Proyecto.....	5
1.2. Objeto del Proyecto .....	6
<b>2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. DATOS DE PARTIDA .....</b>	<b>8</b>
<b>4. DATOS PREVIOS ESTADO ACTUAL DEL ÁMBITO .....</b>	<b>8</b>
4.1. ENCUADRE GEOGRÁFICO .....	8
4.1.1. Localización.....	8
4.1.2. Demografía .....	8
4.1.3. Climatología .....	9
4.1.4. Hidrología superficial .....	9
4.2. ASPECTOS HIDRÁULICOS.....	10
4.2.1. Cuenca .....	10
4.3. ENCUADRE GEOLÓGICO GEOTÉCNICO .....	10
4.3.1. ESTRATIGRAFÍA.....	10
4.3.2. ESTRUCTURA REGIONAL.....	12
4.3.3. HIDROGEOLOGÍA.....	12
4.3.4. SISMOLOGÍA .....	13
4.4. ASPECTOS URBANÍSTICOS .....	13
4.5. ASPECTOS AMBIENTALES .....	14
4.5.1. Vegetación .....	14
4.5.2. Hábitats de interés comunitario .....	14
4.5.3. Espacios protegidos.....	14
4.5.4. Red de corredores ecológicos.....	14
4.5.5. Paisaje.....	15
4.5.6. Patrimonio cultural .....	15
4.5.7. Planes Territoriales Sectoriales .....	15
4.6. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL.....	15
4.6.1. Datos de la geometría del río en el estado actual .....	15
4.6.2. Descripción de las márgenes del río.....	18
<b>5. TRABAJOS PREVIOS.....</b>	<b>22</b>
5.1. Topografía.....	22
5.2. Geología y geotecnia .....	22
5.3. Servicios afectados.....	23
5.4. Estudio ambiental.....	23
<b>6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>23</b>
6.1. Tramo Inicio-Puente de Alzarrate .....	24
6.2. Tramo Puente de Alzarrate-Pasarela José Arrue .....	25
6.3. Tramo Pasarela José Arrue-Calle Doctor Fleming .....	25
6.3.1. Muro 1. Pantalla de micropilotes anclada-Escollera hormigonada.....	26
6.3.2. Muro 2- Escollera Hormigonada. ....	26
6.4. Tramo Calle Doctor Fleming-Arroyo Aldaikoerreka .....	27

6.5.	Tramo Arroyo Aldaikoerreka - Arroyo San Juan .....	27
<b>7.</b>	<b>REVEGETACIÓN.....</b>	<b>28</b>
<b>8.</b>	<b>EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>28</b>
<b>10.</b>	<b>PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.....</b>	<b>28</b>
10.1.	Presupuesto de ejecución material.....	28
10.2.	Presupuesto base de licitación.....	29
<b>11.</b>	<b>EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>29</b>
11.1.	Plan de Obra.....	29
11.2.	Declaración de obra completa .....	29
11.3.	Procedimiento y forma de adjudicación del contrato.....	29
11.4.	Clasificación del Contratista .....	29
<b>12.</b>	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>30</b>
<b>13.</b>	<b>DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....</b>	<b>32</b>
<b>14.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>15.</b>	<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>34</b>
<b>16.</b>	<b>ÍNDICE DE FOTOS .....</b>	<b>35</b>
<b>17.</b>	<b>ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>	<b>36</b>

## **1. ANTECEDENTES**

### **1.1. Antecedentes del Proyecto**

En 1989 la CHN aprueba el Plan General 03/89 de Encauzamiento del Río Nervión en Llodio (Álava), que determina las actuaciones a realizar en el río Nervión tras las inundaciones de agosto de 1983.

El Proyecto de Encauzamiento del Río Nervión en el T.M. de Llodio. 1ª Fase, desarrolla las Obras a ejecutar para ampliar el cauce existente y conforme al Plan de Encauzamiento.

La Revisión del "Plan Integral de Prevención contra Inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco", documento aprobado en 1.998, determina las zonas inundables de todo el País Vasco, y entre ellas las zonas inundables en Llodio.

En febrero de 2.010 La Agencia Vasca del Agua desarrolló un estudio hidráulico del Nervión a su paso por el municipio de Llodio con objeto de definir las actuaciones necesarias para reducir el riesgo de inundabilidad del municipio. En él se definieron diferentes fases de actuación y el resultado es la reducción de la inundabilidad.

En agosto de 2010 el Ayuntamiento de Llodio redacta el "Proyecto de nuevo puente de Alzarrate (Llodio), cuyo objeto es la sustitución del puente de Alzarrate, que supone un obstáculo hidráulico, por uno nuevo con una luz de 30 metros. Además, se plantea la creación de una serie de terrazas en el talud de la margen izquierda aguas abajo del puente.

El 14 de diciembre de 2011 la Directora General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino aprobó la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación en el ámbito de competencia estatal de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, documento realizado coordinadamente con la Agencia Vasca del Agua URA. Llodio constituye una de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo ARPSI de esta Demarcación.

El 30 de octubre de 2012 se firmó un Acuerdo Marco entre la Agencia Vasca del Agua URA y el Ayuntamiento de Llodio para regular las condiciones de colaboración para la ejecución de las obras de prevención de inundaciones en el caso urbano de Llodio:

- Río Nervión: encauzamiento del río Nervión desde la pasarela de Kurajo hasta el puente de Alzarrate (Villosa), incluyendo el tramo necesario aguas debajo de éste para lograr los objetivos hidráulicos indicados en el párrafo precedente. Este encauzamiento incluye la realización de determinadas actuaciones en el cauce, en especial un ensanchamiento del mismo respecto de la anchura actual. A su vez, es necesaria la demolición de los puentes y pasarelas que constituyen un obstáculo hidráulico y su sustitución por otras estructuras que cumplan con los criterios hidráulicos establecidos en la planificación hidrológica.
- Arroyo Larrazabal o San Juan. Acondicionamiento hidráulico de este arroyo desde la zona de Kukullu hasta su desembocadura. La actuación consiste en la realización de determinadas actuaciones en el entorno de Kukullu (sustitución del puente, resolución de la transición entre régimen rápido y lento, ...), ampliación del paso bajo la Avenida Zumalakarregi y acondicionamiento del cauce y ampliación de cobertura en el ámbito de Zumalakarregi. Dentro de este ámbito, tiene prioridad el tramo entre la Avenida de Zumalakarregi y la desembocadura.

De la misma manera, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 903/2010 se están elaborando los planes de gestión del riesgo de inundación, en los que se están estudiando todos los aspectos de la gestión del riesgo de inundación, centrándose en la prevención, protección y preparación, incluidos la previsión de inundaciones y los sistemas de alerta temprana.

La Agencia Vasca del Agua (URA), por su parte, ha venido acometiendo la elaboración de los planes de gestión del riesgo de inundación que puedan paliar la grave situación retratada en los

mapas de riesgos. Se abordan en ellos la prevención, protección y preparación, incluidos la previsión de inundaciones y los sistemas de alerta temprana.

URA, teniendo en cuenta los antecedentes señalados, en abril de 2014, licita la redacción del Proyecto Constructivo para la defensa contra inundaciones del Río Nervión a su paso por el casco Urbano del Municipio de Llodio (Alava), Expediente nº: URA/002A/2014, proyecto constructivo que tendrá un nivel pormenorizado de desarrollo respecto a las medidas de los Planes de gestión del riesgo de inundación. Tras la licitación, la empresa consultora LKS Ingeniería S.Coop, resulta adjudicataria de los trabajos a realizar, siendo el presente documento el resultado del mismo.

En diciembre de 2019, URA redacta el Proyecto desglosado del puente de Alzarrate en Llodio (Araba), con intención de proceder a su ejecución inmediata. La adjudicación de las obras se llevó a cabo en mayo de 2021.

## 1.2. Objeto del Proyecto

El objeto del presente proyecto es la redacción del Proyecto para la Defensa Contra Inundaciones del Río Nervión a su paso por el Casco Urbano de Llodio (Alava).



**Imagen 1: Ámbito del Proyecto en foto aérea (fuente: Pliego del Concurso)**

El ámbito de actuación del proyecto es un tramo del río Nervión entre la pasarela de Kurajo y el puente Alzarrate, dentro del casco Urbano de Llodio.

La redacción del proyecto se realiza tomando como base los modelos de inundabilidad de los planes de gestión de riesgos aprobados, y tras revisar y consensuar los datos base para el modelo del presente proyecto, diseñando el dimensionamiento necesario del cauce para la contención de la avenida de 100 años en el núcleo urbano de Llodio

El proyecto recoge las obras de fábrica de contención de márgenes, así como su acondicionamiento. No se incluye el diseño del puente de Alzarrate ya que, al momento de la actualización del presente proyecto, se encuentran en ejecución las obras para la renovación del mismo.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El 26 de agosto del año 1983 tuvo lugar uno de los acontecimientos más catastróficos que se han producido en el municipio de Llodio. El pueblo se hallaba sumido en las fiestas de San Roque que ese año se caracterizaron por la constante lluvia que acompañó a todos los actos y festejos. Aunque nadie imaginaba la catástrofe que se avecinaba.

Esa tarde-noche cayó sobre el territorio una de las mayores trombas de agua que se recuerda, provocando una rápida subida de los principales caudales, entre ellos el río Nervión, y con ellos sus afluentes.

Los expertos achacaron las inclemencias meteorológicas de ese día a una gota fría. Al parecer, en el cielo los aires fríos del norte chocaron con los aires cálidos del sur, ambas corrientes soplaban en sentido contrario y provocaron de alguna manera lo que aquella tarde de verano sucedió. 34 personas murieron como consecuencia de las riadas y otras cinco se dan aún por desaparecidas; las pérdidas superaron los 60.000 millones de las antiguas pesetas, la industria

vizcaína acabó fuertemente dañada y miles de personas perdieron sus hogares, sus vehículos, sus negocios y sus trabajos... Las inundaciones dejaron tras de sí destrucción, desolación, tristeza y un arduo trabajo de reconstrucción que, en algunos casos, se prolongaría durante varios años.

Uno de los municipios más afectados por esta catástrofe, fue el municipio alavés de Llodio. El nivel de los arroyos empezó a subir, produciéndose el desbordamiento de varios de ellos. El nivel del río Nervión también empezó a subir y se desbordó y lo mismo el cauce del río Altube. Ambos cauces y sus afluentes se desbordaron, inundando el municipio y arrastrando todo lo que encontraban a su paso.

En Llodio las inundaciones fueron especialmente duras. Varias calles se convirtieron en auténticos ríos, el agua alcanzó rápidamente las primeras plantas y la tragedia se veía venir. Una de las historias que más conmocionó a la población, fue la vivida en esta localidad la noche fatídica del viernes 26 de agosto, cuando un Land Rover con cuatro guardias civiles en el interior y una joven que acababan de rescatar fue arrastrado por el río Nervión. Tanto los cuatro miembros de la Guardia Civil, como la muchacha, una joven de 21, aparecieron muertos en los días posteriores a la tragedia. La noticia caló hondo en los sentimientos de los vecinos de Llodio, donde las consecuencias de las inundaciones fueron especialmente duras. El municipio alavés tardó meses en recuperarse.

Con motivo de justificar los daños sufridos por el Municipio, el Ayuntamiento de Llodio redactó a posteriori un documento que recoge los flujos del agua en base a las cotas de lámina de agua que alcanzó en las diferentes edificaciones.

En este plano se intuye que el agua del arroyo San Juan, no circuló por el cauce. En el giro existente en el puente del camino de Kukullu, el agua salió del cauce, bajando al río Nervión por la calle Landaluce en el centro del municipio. Cabe aclarar que en este punto en el año 1983 además de un puente que luego fue sustituido por el actual, existía una casa encima del cauce, lo que antes era Landaluce nº5, que obstaculizaba aún más el paso del flujo del agua.

Tras conversaciones con los vecinos de la zona de Kukullu, cabe destacar que el agua en la casa de tres alturas amarilla de la calle Landaluce, frente a los bloques de viviendas, llegó hasta la altura de la ventana del primer piso.

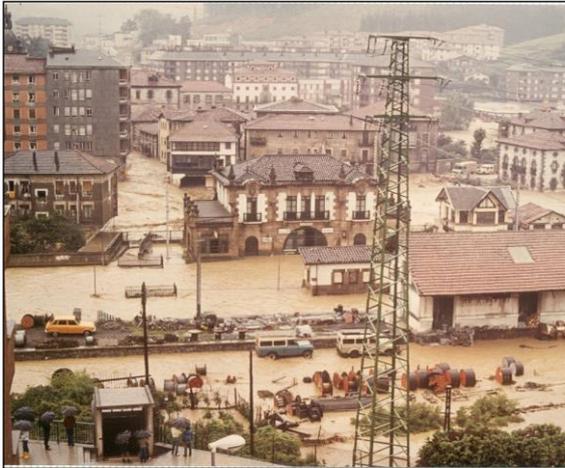
Además, se adjuntan varias fotografías, y algunas portadas de los periódicos de aquellos días, que pueden hacer entender mejor lo vivido en esos días y, aunque a día de hoy Llodio vive ya recuperado de aquellos trágicos días, es necesario realizar las actuaciones necesarias para que lo que sucedió aquel 26 de agosto de 1983 no vuelva a repetirse.



**Foto 1 Salto entre Kurajo y Zubiko**



**Foto 2 Saltos entre el Puente de la Estación y Pintor Arrue**



**Foto 3 La estación de tren en el centro**



**Foto 4 Calle Zumalakarregi**

### **3. DATOS DE PARTIDA**

Como estudios previos a la realización del presente proyecto se han recogido los siguientes:

- ❖ Plan de encauzamiento.
- ❖ EPRI y mapas de peligrosidad y riesgo.
- ❖ Proyecto del Nuevo Puente en Alzarrate (Llodio)
- ❖ Modelo HEC-RAS de la situación actual del río Nervión a su paso por Llodio.

Todos los proyectos anteriores han sido aportados por URA a LKS para su estudio y análisis. El modelo HEC-RAS de la situación actual del río Nervión a su paso por Llodio ha sido la base de partida para modelizar el modelo del estado futuro con la actuación diseñada.

### **4. DATOS PREVIOS ESTADO ACTUAL DEL ÁMBITO**

#### **4.1. ENCUADRE GEOGRÁFICO**

##### **4.1.1. Localización**

El municipio de Llodio se encuentra en la provincia de Alava, tiene una superficie de 37,45 km<sup>2</sup>, y limita con los alaveses de Oquendo y Ayala además de con los vizcaínos de Arrancudiaga, Aracaldo y Orozco.

Llodio está bien comunicado a través de la autopista AP-68 que permite comunicar Llodio tanto con Bilbao como con Vitoria de forma rápida. La carretera N-625 (Burgos-Bilbao) sigue el valle del Nervión y permite comunicar Llodio con las localidades situadas a lo largo del valle, como Amurrio, Orduña o Miravalles. Esta carretera está desdoblada y es autovía en la variante de Llodio. De este eje salen las carreteras de menor importancia que unen Llodio con los pueblos cercanos más pequeños como Oquendo u Orozco.

Llodio cuenta con una estación de tren con servicio de varias líneas de largo recorrido, así como Cercanías con Bilbao.

##### **4.1.2. Demografía**

Llodio en la actualidad posee una población de 18.510 habitantes s/ Censo de 2013, habiéndose producido su gran expansión en las décadas de los 60 y 70.

Desde los años 1940 y hasta la crisis industrial de los años 80, las grandes industrias del vidrio y el acero y, al amparo de éstas, otras muchas industrias y comercios, impulsaron el

crecimiento económico y demográfico de Llodio. Tras la grave crisis de los 80, las nuevas zonas industriales han permitido el nacimiento de empresas productoras y de servicios.

#### **4.1.3. Climatología**

La influencia del Mar Cantábrico en la zona norte de la CAPV, territorio en el que se localiza el municipio de Llodio, se observa en los elevados grados de humedad ambiental generados por la brisa marina. La cercanía al mar determina un clima suave con abundantes precipitaciones, debido principalmente al efecto de la Corriente cálida del Golfo, que favorece el calentamiento de las aguas del Golfo de Vizcaya. El agua evaporada por dicho calentamiento es la que ocasiona numerosas precipitaciones en la mitad norte de la CAPV.

El relieve montañoso ejerce de obstáculo al paso de las corrientes de aire, que cuando provienen desde el NO, contienen un elevado grado de humedad. Los montes de Ordunte son los que actúan de barrera orográfica, en el caso del municipio de Llodio. Esta barrera implica que el aire cargado de humedad se comprima y genere precipitaciones en las laderas norte y llegue a las laderas sur mucho más seco. Es el denominado Efecto Föhn.

Para estudiar el clima más concreto y los parámetros relevantes que atañen al municipio de Llodio, se han analizado los datos disponibles de las estaciones situadas en Llodio (G027) y Gardea (G067), pertenecientes a la Dirección de Meteorología y Climatología de Gobierno Vasco.

Llodio muestra una distribución de las temperaturas bastante homogénea. Las diferencias de temperatura entre los meses fríos y los meses cálidos son moderadas, de aproximadamente unos 10°C. Las diferencias medias de temperatura que se produce en un día son más acusadas en los meses de verano, con diferencias entre las máximas y las mínimas que pueden llegar a 13°C. Durante el resto de los meses del año, estas diferencias son de 7°C aproximadamente.

Las precipitaciones registradas en el municipio de Llodio muestran una distribución muy repartida por los distintos meses del año. El descenso en número de días de precipitación durante los meses de verano representa únicamente 3 días de diferencia con respecto a septiembre y 5 días con respecto a Marzo y Abril, lo que se considera un descenso poco significativo. No obstante, si existen diferencias en los volúmenes de precipitación registrados. Los datos muestran unas precipitaciones más abundantes sobre todo en los meses de noviembre, diciembre y enero.

Todos los valores climáticos del municipio de Llodio son característicos de un clima oceánico, con temperaturas suaves y con precipitaciones abundantes durante todo el año, aunque algo inferiores a las recogidas en estaciones situadas más al norte, Zarátamo y Abusu con 1.098,85 l/m<sup>2</sup> y 1.111,675 l/m<sup>2</sup> de media respectivamente en el mismo período.

#### **4.1.4. Hidrología superficial**

El Nervión nace en la sierra de Gibijo, cayendo desde la Peña Nervina en lo que se conoce como el Salto de Delika. La cuenca del Nervión cuenta con una superficie de 482 km<sup>2</sup> hasta su confluencia con el Ibaizabal, con una longitud del cauce principal de 72 km.

La morfología de la cuenca, en la que destaca la alternancia entre llanuras de sedimentación y cañones, favorece la rápida llegada de las avenidas, generando un elevado porcentaje de zonas con riesgo de inundación.

El aporte más importante de caudal lo realiza el río Altube por la margen derecha en la zona norte de Llodio.

A nivel de cuenca, es una red fluvial que ha sufrido numerosas intervenciones antrópicas, sobre todo con el objeto de ganar superficie de suelo urbanizable. Estas rectificaciones han empeorado la situación de inundabilidad de muchas zonas de la cuenca, ya que se ha aumentado la velocidad de llegada de la avenida, sobre todo aguas abajo de los ríos, de manera que es en el núcleo de Llodio donde converge toda esta problemática.

Como consecuencia de estos riesgos, las modificaciones del cauce han pasado a tener el objetivo de aumentar la seguridad de zonas urbanas y así reducir el riesgo de inundación. El conjunto de alteraciones ha ocasionado una desaparición prácticamente total de las características naturales del cauce y sus riberas, eliminando los hábitats y su fauna asociada.

## **4.2. ASPECTOS HIDRÁULICOS**

### **4.2.1. Cuenca**

El río Nervión nace en la provincia de Álava cerca del límite de Burgos, de las aguas que bajan de los Altos del Corral, Bagate y Urkabustaitz por una parte, y la sierra de Gorobel o Sálvada por la otra, en la cordillera Cantábrica.

Baja por el llamado valle del Nervión o Alto Nervión hasta entrar a la provincia de Vizcaya, cerca de la ciudad de Orduña, tras atravesar de nuevo otros municipios de Alava, llega a Llodio.

La cuenca del Nervión a su paso por el casco urbano de Llodio, tras la incorporación del arroyo San Juan, y el arroyo Inarrondo o Aldaikoerreka tiene una extensión aproximada de 211 km<sup>2</sup>.

Los principales afluentes del río Nervión previo a atravesar el municipio de Llodio es el río Izoria, con una cuenca de 45 km<sup>2</sup>.

Los caudales definidos en el Plan de Encauzamiento y el Re P.I.P.I han sido revisados durante la redacción de la EPRI y se ha concluido que presentan valores sobreestimados.

En el ámbito del proyecto los caudales máximos se han definido mediante el ábaco del Plan Hidrológico Norte III. La siguiente tabla muestra todos estos valores.

<b>Periodo de Retorno</b>	<b>Caudal Plan Hidrológico N III (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Caudal Plan de Encauzamiento (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Caudal Re P.I.P.I (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>T=100 años</b>	<b>438</b>	508	566
<b>T=500 años</b>	<b>675</b>	726	792

**Tabla 1. Caudales para las avenidas de 100 y 500 años**

Considerando los caudales anteriores, la alternativa de defensa contra inundaciones que se consensó, en concordancia con lo establecido en el Plan de Gestión de Inundaciones, se establece para un caudal con período de retorno de 100 años. El cual ha sido uno de los criterios de diseño del presente proyecto.

## **4.3. ENCUADRE GEOLÓGICO GEOTÉCNICO**

La zona de estudio se encuentra dentro de la Cuenca Vasco-cantábrica, que es la prolongación occidental de Pirineos. Tanto la cuenca como las cordilleras mencionadas se vieron afectadas durante la orogénia alpina y se encuentran en el límite septentrional de la Placa Ibérica.

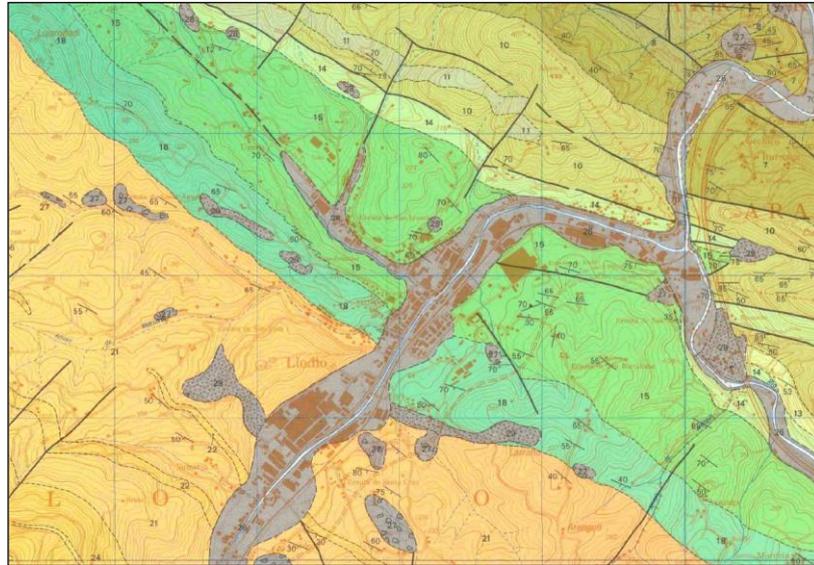
La cuenca se encuentra dividida en varios dominios separados por varias estructuras de escala regional, que condicionaron la sedimentación durante el Mesozoico. Estos grandes dominios estructurales dentro de la cuenca, de norte a sur, son los siguientes: Arco vasco, Plataforma Alavesa y Sierra de Cantabria.

Dentro de la cuenca, la zona estudiada se encuentra en la transición entre el arco vasco y la plataforma alavesa, concretamente en el Sector Amurrio – Karrantza, dentro de la Unidad Gorbea, en la que aparecen materiales del tránsito Cretácico Inferior y Superior, que comprende los Complejos Urgoniano y Supraurgoniano.

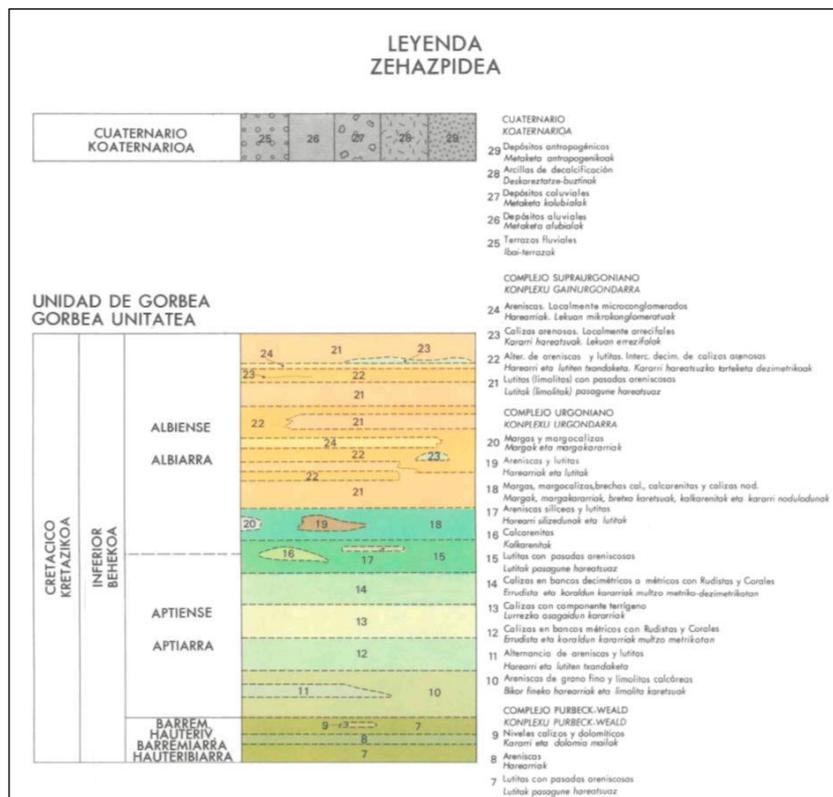
### **4.3.1. ESTRATIGRAFÍA**

El municipio de Llodio se sitúa sobre materiales de edad Cretácico inferior (Aptiense-Albiense), abarcando las litologías de transición del Complejo Urgoniano al Complejo Supraurgoniano.

A continuación, en la figura siguiente, se muestra el encuadre geológico general de la zona.



**Imagen 2. Detalle Cartografía Geológica del EVE, Hoja 86-II, Llodio, escala 1/25.000**



**Imagen 3 Leyenda cartografía geológica EVE, Hoja 86-II, Llodio, escala 1/25.000**

#### 4.3.1.1. CRETÁCICO INFERIOR

- **Cretácico inferior (Aptiense superior-Albiense inferior) Complejo Urganiano**

Estos materiales afloran en área Noreste del municipio de Llodio y se corresponden con las litologías de techo del Complejo Urganiano. Se trata de un potente complejo terrígeno representado por limolitas con pasadas de areniscas. Está formado por limolitas y argilitas

oscuras, muy compactas y algo calcáreas, con ocasionales niveles de areniscas calcáreas de potencias variables, alcanzando un metro de espesor en los tramos basal y terminal de la serie. El último grupo litológico definido dentro del Complejo Urganiano es un conjunto carbonatado con gran variabilidad litológica lateral, y se trata de calizas arcillosas, brechas calcáreas, calizas arenosas y calizas nodulosas. En el área de Llodio aparecen como una alternancia difusa de las litologías del término. El tránsito al Complejo Supraurgoniano se produce de modo gradual por un aumento del tamaño de grano de las calizas arcillosas. Así aparecen litologías intermedias entre calizas arcillosas, limolitas y areniscas, lo que impide definir un contacto concreto al paso del Urganiano al Supraurgoniano.

- **Cretácico inferior (Albiense) Complejo Supraurgoniano**

Esta formación está constituida por limolitas silíceas de color gris oscuro con ocasionales intercalaciones de areniscas micáceas marrones, de espesor decimétrico y ocasionalmente centimétrico. También se pueden encontrar ocasionales intercalaciones de argilitas esquistas. Estas litologías constituyen el sustrato rocoso de la zona investigada. Concretamente se trata de la zona de tránsito del Complejo Urganiano al Supraurgoniano apareciendo limolitas arenosas grises, en estratos centimétricos a decimétricos. Las proporciones entre las diferentes litologías de la serie supraurgoniana son muy variables, aunque en general las limolitas son mayoritarias en la zona basal aumentando las areniscas en proporción hacia techo. Esto no excluye de la aparición de grandes cuerpos areniscosos intercalados dentro de las zonas donde las limolitas son mayoritarias. En general, las limolitas aparecen en estratos de espesor centimétrico, y las areniscas aparecen en grandes bancos masivos de grano medio a fino, de techo y muro plano o ligeramente erosionado, apoyados directamente unos sobre otros.

#### **4.3.1.2. CUATERNARIO**

El cuaternario, se encuentra representado por los depósitos aluviales principalmente producto del desarrollo y evolución tanto del río Nervión como de los distintos cursos de agua secundarios. Cabe mencionar la existencia de depósitos de ladera, así como rellenos antrópicos.

- **Depósitos Aluviales y Coluviales**

Los materiales que constituyen esta etapa corresponden a acumulaciones de suelos de origen aluvial o coluvial. Los suelos de origen fluvial enmascaran la roca en zonas de vaguada y en cauces, como es el caso del cercano Río Nervión. Los suelos coluviales por su parte aparecen en aquellos sectores situados a lo largo y a pie de ladera.

- **Rellenos**

Las principales acumulaciones de rellenos que existen en la zona se encuentran asociados a obras lineales (autovías, líneas ferroviarias) o zonas de urbanización.

#### **4.3.2. ESTRUCTURA REGIONAL**

Desde el punto de vista estructural, el entorno de la zona investigada se encuentra situado en el flanco Sur de una estructura regional de orientación NW-SE, denominada Sinclinorio de Bizkaia, que atraviesa las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa y finaliza en Navarra.

Asociadas a esta estructura principal, aparecen numerosas estructuras menores asociadas. Dentro de estas estructuras asociadas, las más destacables son las fallas que aparecen tanto paralelas como perpendiculares a la vergencia de la estructura principal.

La estructura del macizo rocoso del área investigada presenta una orientación general NW-SE y se dispone según un homoclinal con buzamientos variables comprendidos entre 45° y 80° hacia el suroeste.

#### **4.3.3. HIDROGEOLOGÍA**

Desde el punto de vista hidrológico, los materiales del Cretácico inferior, debido a su baja permeabilidad no son susceptibles (a priori) de constituir acuíferos de importancia, si bien dentro de cada uno de los grupos litológicos puede haber ciertas excepciones.

Por su parte, los suelos aluviales y coluviales también podrán constituir pequeños acuíferos de funcionamiento estacional.

#### 4.3.4. SISMOLOGÍA

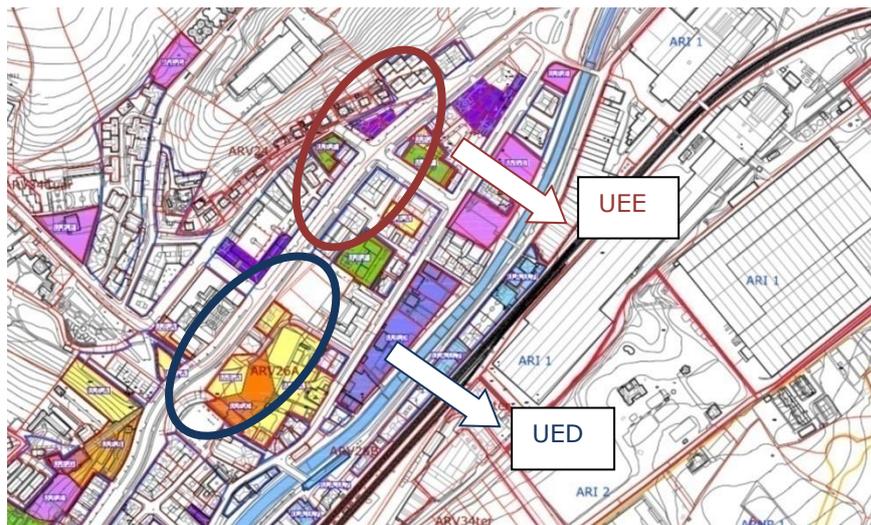
Desde el punto de vista sísmológico, se trata de una zona de muy poca actividad sísmica, presentando el siguiente valor de aceleración sísmica básica,  $a_b$ :  $a_b / g < 0,04$ . Este valor se ha obtenido de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02), del Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, BOE 11 de Octubre de 2.002, núm. 244/2002.

#### 4.4. ASPECTOS URBANÍSTICOS

Es importante conocer para el buen desarrollo del proyecto la gestión urbanística de los suelos colindantes al proyecto objeto de estudio, dado que el éxito de una buena gestión urbanística conllevará a la aprobación del proyecto y por tanto, a la ejecución de las obras.

Para ello se han analizado los usos del suelo y las figuras urbanísticas a desarrollar o desarrolladas en las inmediaciones.

En el tramo que nos atañe, es importante señalar que los terrenos de la margen izquierda aguas arriba de las viviendas de Dr.Fleming y aguas abajo de la misma, corresponden a dos Unidades de Ejecución del Plan General, la unidad de ejecución E (UEE), y la unidad de Ejecución D (UED).



**Imagen 4 Unidades de Ejecución colindantes al Nervión**

Se recoge a continuación el estado urbanístico de ambas unidades de ejecución y las figuras que han sido aprobadas:

##### Unidad Ejecución D:

- Proyecto de Urbanización: Aprobación inicial BOTHA 2 enero 2008  
Aprob definitiva BOTHA 1 junio 2011
- Modificación Proyecto Urbanización: aprob inicial BOTHA 24 sep 2012  
Aprob definitiva BOTHA 30 octubre 2013
- Recientemente se ha aprobado un Estudio de Detalle para coordinar las plantas sótano.  
AD: 26junio2013.

## Unidad de Ejecución E:

- Ordenación desde el Plan General. Edificios prediseñados. (plano de calificación pormenorizada adjunto)
- Proyecto de Reparcelación: Aprob texto refundido BOTA 18 marzo 2005
- Proyecto de Urbanización: Aprob definitiva: BOTA 5 marzo 2007.

## 4.5. ASPECTOS AMBIENTALES

### 4.5.1. Vegetación

Actualmente la vega del río Nervión, está muy transformada a su paso por el núcleo urbano de Llodio, debido al importante desarrollo urbanístico.

La vegetación potencial que correspondería a las márgenes del río Nervión es la aliseda cantábrica. En vistas a campo sólo se han observado ejemplares aislados de *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* y *Salix eleagnus*. El estrato arbustivo es muy bajo, con ejemplares de *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Smilax aspera*, *Clematis vitalba* y *Rubus ulmifolius*. Dentro de las plantaciones también se considera la especie trepadora *Parthenocissus henryana* y la plantación de estacas de *salix atrocinerea*

En referencia a especies invasoras, y lo largo de toda la longitud afectada por el proyecto de defensa contra inundaciones se ha detectado la presencia aislada de *Cortaderia selloana* o hierba de la Pampa. Este aspecto habrá de ser considerado en la fase de movimiento de tierras y en la fase de restauración paisajística.



**Foto 5 Aspecto de ejemplares de *Cortaderia* en el tramo final del estudio**

### 4.5.2. Hábitats de interés comunitario

Según la cartografía ambiental del Gobierno Vasco en el ámbito de estudio no se han detectado hábitats de interés comunitario.

### 4.5.3. Espacios protegidos

En el ámbito de estudio no se han detectado espacios naturales protegidos.

### 4.5.4. Red de corredores ecológicos

El ámbito de estudio no coincide con ninguno de los elementos estructurales definidos por el Estudio de Red de Corredores Ecológicos de la CAPV.

#### **4.5.5. Paisaje**

El ámbito de estudio pertenece a la cuenca visual de Llodio, y las unidades de paisaje definidas en el área es la correspondiente al paisaje urbano en dominio antropogénico.

Según el catálogo de Paisajes Singulares y Sobresalientes de la CAPV y de la DFA, no existen paisajes singulares catalogados en el ámbito de actuación.

#### **4.5.6. Patrimonio cultural**

Los únicos elementos patrimoniales catalogados cercanos al ámbito de actuación del proyecto, pero que no se verán afectados son los siguientes:

- Casa Belauste
- Iglesia de S. Pedro Lamuza.
- Estación de Laudio.

#### **4.5.7. Planes Territoriales Sectoriales**

##### **4.5.7.1. Plan Territorial Sectorial de márgenes de ríos y arroyos**

El PTS aborda la ordenación de las márgenes de los ríos y arroyos desde 3 componentes: medioambiental, hidráulica y urbanística.

En relación con la componente hidráulica, el río Nervión es considerado en este tramo como de nivel 'IV', por tener una cuenca vertiente superior a 200 km<sup>2</sup> e inferior a 400 km<sup>2</sup> (aumenta hasta el Nivel V, (400-600 km<sup>2</sup> de cuenca) a partir de la confluencia con el arroyo Palanca.).

Desde el punto de vista urbanístico, las márgenes del río Nervión en el contorno de estudio se sitúan en su totalidad sobre ámbitos desarrollados.

##### **4.5.7.2. Plan Territorial Sectorial Agroforestal**

De acuerdo con la clasificación que realiza el PTS Agroforestal, el terreno afectado por el futuro encauzamiento está fuera de su ordenación.

### **4.6. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL**

En este apartado se detallan las condiciones geométricas, anchos, pendientes, luces de los puentes y pasarelas existentes, así como las características de las calles urbanas adyacentes al ámbito de estudio, con el objeto de entender el estado actual, y poder dar solución, considerando estos condicionantes, a las posibles alternativas cara a reestructuración urbana.

#### **4.6.1. Datos de la geometría del río en el estado actual**

El desarrollo de este punto se basa en la documentación previa, analizada y recogida por LKS, así como las diversas visitas de campo realizadas al ámbito objeto de estudio.

##### **4.6.1.1. Análisis de la pendiente del río**

Se ha realizado un estudio geométrico para conocer la pendiente actual del río Nervión, así como los anchos existentes, tanto del cauce de aguas bajas como de entre cabeza de muros, como las luces de los puentes-pasarelas comprendidos en el tramo.

Para ello se ha tomado como referencias los estudios topográficos a escala 1:500 levantados por el Ayuntamiento de Llodio, así como los estudios de batimetría realizados para la Revisión del Plan Integral de Protección contra Inundaciones realizado por Ura.

En la siguiente tabla se aporta la cota de fondo del río en los puentes, la pendiente de cada tramo.

P.K.	ID	Cota Fondo	Pendiente media
		Estado Actual	Estado Actual
4.431,27	Inicio Actuación	118,84	
			0,19%
4.306,70	Pasarela de Kurajo	118,60	
			0,37%
4.148,69	Puente de Zubiko	118,02	
			0,44%
4.011,36	Puente de Krutziaga	117,42	
			1,19%
3.648,46	Puente José Arrue	113,10	
			-0,19%
3.435,12	Puente Alzarrate	113,50	
			0,44%
3.099,61	Fin actuación	112,02	

**Tabla 2. Cotas y longitudes del tramo de estudio**

Cabe señalar que el tramo análisis de estudio no posee una pendiente uniforme, y de hecho en el tramo comprendido entre el Puente de Krutziaga y Pintor José Arrue, el fondo del río baja más de cuatro metros que se desarrolla gracias a la ejecución que se realizó tras las obras, de seis saltos con los que se consigue adoptar la cota en el puente de Pintor José Arrue. Análogamente existe otro salto entre la pasarela de Kurajo y el Puente de Zubiko.



**Foto 6 Salto entre Kurajo y Zubiko**



**Foto 7 Saltos entre el Puente Krutziaga y Pintor Arrue**

#### **4.6.1.2. Análisis de la sección actual del río**

Es importante conocer la sección actual del río, cara a conocer la capacidad hidráulica actual y poder establecer, a posteriori junto con los condicionantes urbanísticos y geotécnicos en sus márgenes, las posibilidades de ampliación de sección hidráulica.

Para ello se han analizado los anchos del cauce entre muros y cauce de aguas bajas, tanto en el tramo de estudio como en los tramos aguas arriba del río Nervión.

Análogamente se han analizado las luces de los puentes en el tramo de estudio, y se ha realizado un pequeño inventario de los mismos.

Todo ello se ha plasmado en las secciones más singulares en la siguiente tabla:

Localización	Ancho entre muros (m)	Ancho cauce de aguas bajas (m)
300 m aguas arriba Pasarela Kurajo	29,50	18,50
40 metros aguas arriba Puente Zubiko	26,50	20,30
Edificio de la Caja Vital	26,00	17,20
Edificio del BBVA	22,00	14,40
Dr. Fleming	15,40	9,30
30 metros aguas abajo Pasarela Arrue	24,70	9,70

**Tabla 3 Ancho del río y cauce de aguas bajas en las secciones más singulares**

En lo referente a los puentes, a continuación, se establece un inventario de cada uno de ellos con su luz correspondiente:



**Foto 8 Pasarela Kurajo. Luz 27,60 m**



**Foto 9 Puente Zubiko. Luz 27,40 m**



**Foto 10 Puente Kruziaga. Luz 26,60 m**



**Foto 11 Pasarela José Arrue Luz 24 m**

Del análisis anterior se puede deducir que aun teniendo aguas arriba y previo a la entrada al casco urbano de Llodio el río Nervión una sección total de 30 metros, aguas abajo de la pasarela de Kurajo la sección del río varía, siendo uno de los puntos más críticos el ancho en las proximidades de las viviendas de **Dr.Fleming con 15,40 metros** de ancho total del cauce y 9 metros para el cauce de aguas bajas. Así mismo, cabe destacar la luz del **actual puente de Alzarrate con 25 metros de luz**, mejorando hidráulicamente el paso del agua.



**Foto 12 Puente de Alzarrate.**

#### **4.6.2. Descripción de las márgenes del río**

La descripción de las márgenes del río se desarrollará entre los puentes existentes en el tramo objeto de estudio.

##### **4.6.2.1. Tramo pasarela de Kurajo- Puente de Zubiko**

El río posee un doble cauce, cuyo fondo es roca y las bermas se han creado con una pequeña escollera de protección, y (aunque no visible debido a la gran vegetación), posiblemente la propia roca del río. La cota de la acera se alcanza con la creación de muros de hormigón a ambos lados del río.

En la margen izquierda tiene una acera variable en torno a cuatro metros, con una hilera de árboles en la misma, y una calzada con dos carriles por sentido. Cada cierto punto, se han creado voladizos sobre el río, que permiten ganar algo más de sección, y sobre los que se han colocado bancos.

En la margen derecha, en la calle Zubiko-Kurajo, existe una sección con prioridad peatonal. En este ámbito, conviven conjuntamente, el tráfico de vehículos de forma eventual para acceso a garajes y lonjas, y el de peatones.



**Foto 13 Imagen de la calle Zubiko-Kurajo**

#### **4.6.2.2. Tramo Puente de Zubiko- Puente de Krutziaga**

La sección del río en este tramo continúa siendo una doble sección con un cauce de aguas bajas y doble berma. La formación de la berma se ha creado mediante una escollera. En la margen izquierda existe un muro de mampostería revocado que alcanza la cota de coronación de la acera, y en la margen derecha el muro está, probablemente oculto tras la vegetación. En la margen izquierda el río se remata directamente contra los muros de sótano de las casas existentes en el último tramo y un pequeño tramo de la calle Nervión en el tramo más alto.

La margen izquierda, en los primeros 100 metros aguas abajo del puente de Zubiko, la sección de acera de la calle Nervión junto al río, se amplía, y se crea un nuevo aparcamiento en batería hasta el muro de cierre de las parcelas existentes junto al río en esta margen.

La margen derecha, sin embargo, está urbanizada en su totalidad por la calle Maestro Elorza, teniendo una sección de todos los elementos de la calzada al mismo nivel. Posee dos aceras de 2,0 metros a ambos lados, aparcamiento en línea, y un vial rodado de único sentido de tres metros. El ancho total de la calle es de 9,0 metros.



**Foto 14 Sección calle proximidades de Zubiko**



**Foto 15 Vista desde el Puente Krutziaga**

#### **4.6.2.3. Tramo Puente Krutziaga-Pasarela José Arrue**

La sección del río en este tramo continúa siendo de doble cauce, aunque debido a la proximidad de edificaciones al río en la margen izquierda, esta es variable y más estrecha que en los tramos anteriores, siendo el cauce de aguas bajas en su tramo final, un canal de hormigón, que va bajando los saltos ejecutados al fondo del río.

En la margen derecha, y para alcanzar la cota de la calle Maestro Elorza, se levanta un muro de mampostería, y en la margen izquierda, el río se limita por los muros de cierre de las parcelas o los muros sótano de los edificios.

La calle Maestro Elorza, en los primeros cien metros aguas abajo del puente Krutziaga, y en las proximidades de la misma, tiene una sección variable, ampliándose para la creación de una pequeña plaza frente a la Estación. Aguas abajo, la calle ha sido urbanizada hace pocos años creándose una nueva sección que organiza la calle a nivel, separando mediante bolardos el tráfico peatonal del rodado. Posee dos aceras de 2,0 metros a ambos lados, aparcamiento en línea, y un vial rodado de único sentido de tres metros. El ancho total de la calle es de 9,0 metros.

La margen izquierda, como se ha comentado, está delimitada por distintos edificios (BBVA, Dr.Fleming), así como por zonas de parcelas particulares sin edificar.



**Foto 16 Vista del río en el tramo Krutziaga-Arrue**



**Foto 17 Vista del tramo urbanizado de la Calle Maestro Elorza**

Es importante destacar la desembocadura en este tramo del arroyo Inarrondo o Aldaikoerreka aguas abajo de las naves industriales ubicadas en la margen izquierda.

#### **4.6.2.4. Tramo Puente de la Pasarela José Arrue-Altzarrate**

En este último tramo el río continúa con la doble sección, y su canal de hormigón de aguas bajas. Se crea una pequeña berma en ambas márgenes, desde la que se alcanza la cota de la calle lindante, bien mediante muro de mampostería en la margen derecha o bien mediante muro de hormigón en la izquierda.

La calle José Matía, en la margen derecha amplía su sección respecto al tramo de aguas arriba, creándose dos metros más en la acera junto al río. Esta calle ha sido urbanizada recientemente, al igual que el tramo descrito con anterioridad, poseyendo los mismos acabados que el tramo comprendido entre la Estación y Arrue.

En esta misma margen derecha y encajado entre los polígonos industriales, desemboca un pequeño arroyo.

La margen izquierda, se han desarrollado dos nuevas edificaciones en las proximidades al río, manteniéndose una anchura libre de 10 metros desde la fachada hasta el muro de encauzamiento del río.



**Foto 18 Vista del río en el tramo Arrue Altzarrate**



**Foto 19 Vista de la zona urbanizada en la margen izquierda**



**Foto 20 Vista de la desembocadura del arroyo Aldaikoerreka**



**Foto 21 Vista de la desembocadura de otro arroyo margen derecha**

#### **4.6.2.5. Servicios existentes**

Es importante comentar la existencia de un colector principal de fecales de hormigón de 1000mm de diámetro que discurre en toda su longitud bajo la berma existente en la margen izquierda del río, y que cuyo trazado se ha recogido en los planos de servicios existentes. Este colector y debido a su importancia ha sido objeto de levantar en campo la cota y posición de las arquetas para tenerlo correctamente determinado.

Sin embargo, no todas las arquetas han sido localizadas debido a la espesa vegetación y necesidad de un desbroce previo, con lo que el trazado del colector ha sido rectificado conforme a los puntos conocidos, pudiendo haber en algunos tramos pequeñas variaciones en planta del mismo.

Además de este colector, en el entorno al río existen todos los servicios que dan acometida a la trama urbana de Llodio, los cuales no se verán afectados por las actuaciones proyectadas.

Finalmente, existe una conducción de FD 200, próxima a la pasarela de Kurajo que cruza el río, y será necesario desviar al resultar afectada por el nuevo perfil longitudinal del río.

## 5. TRABAJOS PREVIOS

### 5.1. Topografía

Para la realización de este proyecto se ha considerado la topografía base existente, y tras su estudio y análisis, las necesidades de levantar en campo topografía asociada para desarrollar el proyecto. La topografía base existente previa al proyecto es la siguiente:

- Cartografía a escala 1/5.000 en ETRS89, perteneciente a la Diputación Foral de Alava.
- Ortofoto a escala 1/5.000 en ETRS89 perteneciente al Gobierno Vasco año 2012
- Topografía a escala 1/1.000 en ED50 perteneciente al Ayuntamiento de Llodio. Mediante el software del Gobierno Vasco, se ha realizado la transformación de sistemas pasando del ED50 al ETRS89.

Para la creación de un Modelo Digital del terreno que sirva de base para proyectar la solución más idónea para este Proyecto, se facilitó por parte de URA el modelo que se levantó en el cauce del río en la zona de Llodio, y realizado por la empresa de topografía Garoa.

Tras un análisis de este modelo, se estima necesario crear un nuevo modelo del terreno más preciso en el entorno de la actuación del río. GAROA es la empresa que realiza el levantamiento de los puntos necesarios por topografía clásica que complementen el levantamiento ya realizado. Además de esto, se levantan las tapas y se toman cotas del colector de fecales de la margen izquierda, en aquellos puntos en los que es posible. Debido a la elevada vegetación en toda la margen, existen ciertas arquetas que no han sido posible ubicar en planta y en alzado de este servicio existente.

### 5.2. Geología y geotecnia

El estudio geotécnico existente en el Proyecto de redacción del Puente de Alzarrate, se ha completado y ampliado, con la inclusión de una campaña de campo formada por 4 Sondeos y 3 Penetrómetros.

S1 y P1: en el entorno del PK 3+200 para la caracterización de los rellenos localizados en la margen izquierda del río.

S2,P2,S3 y P3: en el entorno del PK 3+600 margen izquierda, junto a las viviendas existentes, para caracterizar las zonas próximas a las mismas, y las obras de fábrica necesarias en este entorno.

S4: en el entorno del PK 3+920 para caracterizar la margen izquierda junto a la vivienda.

Los resultados y la ubicación de la roca en la campaña anterior es la siguiente:

SONDEO/PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD FINAL (m)
S-1	8,00
S-2	9,00
S-3	10,20

SONDEO/PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD FINAL (m)
S-4	10,40
P-1	2,45
P-2	4,45
P-3	4,25

Es importante señalar, que se han recogido en el entorno del puente los dos sondeos realizados en ambos estribos del mismo, ST1 y ST2, y así mismo, se ha anejado al final del Anejo nº2 el Estudio geotécnico del proyecto anterior (2010).

En base a los resultados de los ensayos de laboratorio llevados a cabo de las muestras recogidas en campo, se han determinado los criterios de diseño geotécnicos del presente proyecto. Estos criterios se recogen en las conclusiones del anejo nº2 Estudio Geológico-geotécnico, centrándose en los siguientes campos:

- Excavabilidad: Unidad I, RCS entre 400 y 600 kg/cm<sup>2</sup>, y Unidad II RCS=300kg/cm<sup>2</sup>
- Estabilidad: Se recomienda tapizar los taludes de excavación y colocar escolleras hormigonadas por encima del talud 3H:2V de excavación.
- Capacidad portante del terreno 5 kg/cm<sup>2</sup>

### 5.3. Servicios afectados

En cuanto a los servicios afectados en el ámbito del proyecto caben destacar los siguientes:

- **Redes de Abastecimiento:**
  - Tramo junto a la pasarela de Kurajo. Se diseña un desvío de 200 mm de FD dada la afección del existente con la excavación del río.
- **Redes de Saneamiento:**
  - Interceptor de diámetro 1000 mm, de hormigón, bajo la berma en la margen derecha y en la totalidad del ámbito del proyecto. No se considera servicio afectado por no prever su reposición, pero se ha de tener en cuenta su ubicación.

### 5.4. Estudio ambiental

Se incorpora en el presente Proyecto el Anejo nº9 Proyecto de Revegetación, con la propuesta de revegetación de las márgenes, y el Anejo nº19 Anejo Ambiental, que contiene las medidas de vigilancia ambiental a considerar durante la ejecución de las obras.

Geotech ha sido la empresa que ha procedido a la redacción de la solución propuesta en este proyecto.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada tiene una longitud de 1338 metros, comprendida entre la calle Baias y la calle Caminos Viejos aproximadamente. La solución propuesta consiste en dotar de suficiente capacidad hidráulica a la sección del río Nervión para contener la inundabilidad para el periodo de retorno de 100 años, que se corresponde a un caudal de 438 m<sup>3</sup>/s.

Alcanzar esta solución se lleva a cabo tras considerar diferentes factores:

- Funcionamiento hidráulico adecuado

- Condicionantes urbanísticos y de trama urbana consolidada.
- Reducir el coste de la solución a adoptar.
- Revegetar la mayor área posible, perseverando el entorno de ribera.

En base a ello, la solución adoptada, en líneas generales, se genera con un nuevo reperfilado del fondo del río, con unas excavaciones medias de 1,0 metro. En lo referente a la sección hidráulica, ésta ampliará su sección de aguas bajas. Los puentes se mantienen al no alterar los estribos y tener suficiente capacidad hidráulica.

Los datos más relevantes en cuanto a volumen de obra a ejecutar son los siguientes:

- Volumen de excavación en cauce o en sus márgenes: 55.245,56m<sup>3</sup>
- Volumen de escollera hormigonada y rejunteada: 4.857,75 m<sup>3</sup>
- Volumen de escollera de piedra caliza: 8.480,47 m<sup>3</sup>
- Longitud total de muros pantalla con micropilotes en margen izquierda: 69,39 metros
- Volumen de aporte de tierra vegetal: 3.840 m<sup>3</sup>
- Área de hidrosiembra mediante plantas herbáceas: 15.144 m<sup>2</sup>
- Suministro y plantación de especies arboleas (fraxinus excelsior, carylus avellana, etc.): 710 unidades

No obstante, es importante una descripción de la solución adoptada tramificada, desde aguas abajo a aguas arriba.

### **6.1. Tramo Inicio-Puente de Alzarrate**

Este tramo del río tiene su punto más bajo junto a la calle Caminos Viejos en la margen derecha (112,02), y su punto más alto en el puente de Alzarrate (112,54). Se trata de un tramo de 320 metros de longitud entre los PKs 3+100 y 3+420. El nuevo perfil proyectado del río tiene una pendiente constante del 0.16% en este tramo, eliminándose en su continuidad con el fondo actual varios azudes que el río tiene en este tramo.



**Foto 22 Zona aguas abajo Nervión, fuera del tramo de Proyecto**



**Foto 23 Punto de aguas abajo de conexión, azudes**

La solución adoptada en este tramo se basa en un cajeo del río adecuando a la nueva rasante a adoptar en el mismo. El talud de excavación será 1H:1V, excepto en la margen izquierda del tramo comprendido entre el PK 3+160 3+100, en el que se verticalizará en la roca a 2H:3V.

En el tramo comprendido entre el puente de Alzarrate y el PK 3+260, el talud de excavación se protegerá con una piel de escollera, dada la morfología del río.

En este tramo del río en el PK 3+350 existe un cruce de un colector de aguas residuales de 1200 mm que discurre por la margen izquierda en nuestro ámbito de actuación, y cruza a la margen derecha en este punto. La coronación de este colector está apenas 15 cm del punto más crítico de paso, respecto al nuevo perfil del río considerado, con lo que este colector en este cruce es un servicio existente a considerar, pero no afectado.

## **6.2. Tramo Puente de Alzarrate-Pasarela José Arrue**

El tramo del río Nervión entre el puente de Alzarrate tiene una de 220 metros entre los PKs 3+420- 3+640 aproximadamente. La pendiente de este tramo varía, teniendo una pendiente uniforme que continua con la pendiente del tramo de aguas debajo de 0,16 %, y un primer tramo entre la pasarela José Arrue y el PK 3+600 aproximadamente, en el que se mantiene el fondo existente en el lecho del río Nervión. Este tramo discurre entre las cotas 113,01 y 112,54 respectivamente.

Las actuaciones a realizar en este tramo se tratan de la excavación y ampliación del cauce de aguas bajas, mediante la ejecución de taludes de excavación 1H:1V y 2H:3V. El sostenimiento de ambos taludes se llevará a cabo mediante la ejecución de una escollera colocada.

En la margen izquierda entre los PKs3+500-3+640-el talud de excavación será 2H:3V, y entre los PKs 3+420-3+500-1H:1V.

En la margen derecha del tramo el talud de excavación será 1H:1V entre los Pks 3+640-3+580 y 2H:3V entre 3+580-3+640.

Finalmente, en este tramo, cabe destacar que existe un pequeño arroyo que pasa bajo el polígono industrial de la calle José Matía, y desemboca aguas debajo de la pasarela, y cuya cota de desagüe está en bajo la actual berma del río Nervión, este desagüe se mantendrá a la cota actual, recogido con las escolleras proyectadas.



**Foto 24 Punto de aguas abajo de conexión**

## **6.3. Tramo Pasarela José Arrue-Calle Doctor Fleming**

Este tramo tiene escasos cien metros, y se determina para identificar los dos muros que se localizan para la ejecución de las obras del presente encauzamiento, muro 1 margen izquierda, y muro 2 margen derecha.

El tramo está comprendido entre los PK 3+640 y 3+740 aproximadamente, con una pendiente del fondo del río variable, adecuada a la pendiente actual existente en los primeros metros, y en la conexión con el azud del PK 3+720 perfila el fondo eliminando todo este tramo de azudes para adoptar una pendiente del 0,6%.

La sección hidráulica del río en este tramo amplía la sección de aguas bajas, con la creación de taludes variables de excavación que adoptan la transición a la verticalidad de los muros

existentes. En todos aquellos tramos en los que el talud de la escollera supera 2H:3V se ejecutará un muro de escollera hormigonada de inclinación máxima 1H:5V.

A continuación, se hace una descripción de los muros existentes en este tramo proyectado del río:

### 6.3.1. Muro 1. Pantalla de micropilotes anclada-Escollera hormigonada.

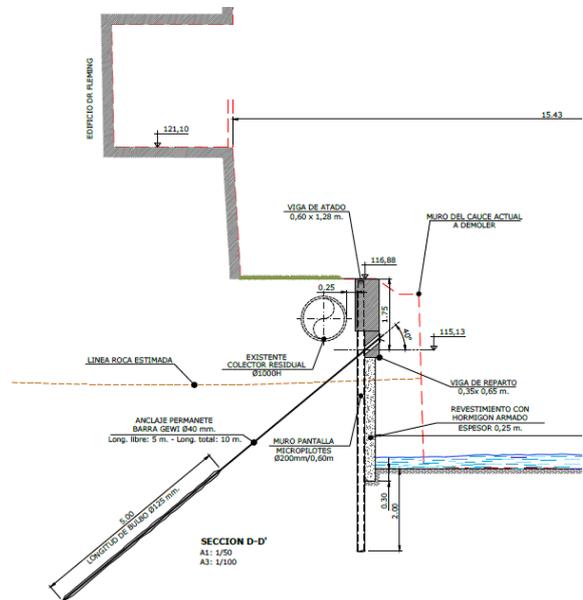
El muro 1 se ubica en la margen izquierda del río Nervión entre los PKs del eje del río 3+770 y 3+645 aproximadamente y con una longitud total de 127 metros. Posee dos tramos de escollera hormigonada de 42 metros y 15,50 metros, respectivamente que da lugar a crear la transición entre el muro de micropilotes y la escollera colocada con talud 2H:3V.

La escollera posee una base de cimentación bajo rasante de 1 metro, y un ancho de la misma de 1 metro. Se colocará una escollera con un 70 %de piedra de  $P > 1,5$  ton y el 30% restante HM-20. Por encima de la línea de roca en el trasdós se colocará material filtrante para su drenaje.

La pantalla de micropilotes anclada está compuesta por micropilotes de 200 mm de diámetro, espaciados 60 cm entre ejes y con un empotramiento mínimo bajo rasante de 2 metros.

Los micropilotes irán atados por una viga de coronación de 600x1278 de hormigón armado.

Serán necesarios anclajes al terreno de los micropilotes, atados mediante una viga de reparto de 350x650 mm. Los anclajes son de tipo Gewi de 40 mm de diámetros, con un ángulo de  $40^\circ$ , con una carga de tesado de 300 KN, ubicados a 1,75 metros de la coronación y una longitud de bulbo de 5,0 metros. La ubicación de los anclajes está determinada en los planos del alzado de muro y viene determinada por la disposición de los pilares del edificio.



**Imagen 5 Sección Muro micropilotes anclado**

Es importante destacar que previo a la ejecución de muro se compruebe mediante cata de servicios la ubicación del colector, así como la cimentación del edificio.

Finalmente, el muro posee un revestimiento de Hormigón armado de un espesor de 25 cm para dar continuidad al alzado y proteger la pantalla de micropilotes definitivamente. Este muro poseerá un acabado del hormigón texturizado.

### 6.3.2. Muro 2- Escollera Hormigonada.

Este muro se ubica en la margen derecha del río, entre los PKs 3+660-3+840. Se trata de una composición diferente de soluciones en toda su longitud: transiciones de escollera hormigonada para realizar el paso del talud 1H.1V aguas abajo al vertical del muro existente en el PK 3+740 del eje del río, 48 metros de muro de hormigón existente, 110 metros de escollera hormigonada

con talud 1H:3V, y de nuevo transición de esta vertical al talud de la escollera colocada en el tramo de inicio aguas arriba, en una longitud de 25 metros.

La escollera hormigonada en este tramo posee un talud 1H:3V (excepto transiciones), y se compone de un 70 % de piedra y 30 de Hormigón en masa HM-20, con un espesor de 1 metros, cimentada bajo la nueva rasante del río a una profundidad de un metro, y material filtrante en el trasdós por encima de la línea de roca, teniendo una altura vista media de 4 metros.

#### 6.4. Tramo Calle Doctor Fleming-Arroyo Aldaikoerreka

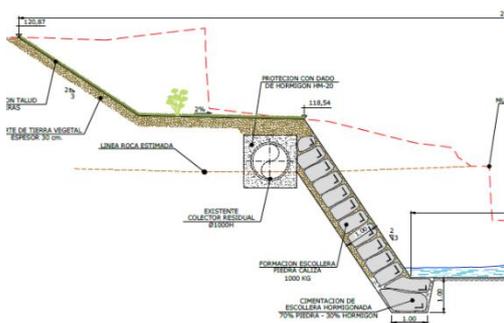
Este tramo tiene una longitud aproximada de 140 metros entre los PKs 3+860 y 3+720. La pendiente de este tramo es constante con un valor de 0,6%, entre las cotas 114,38 y 113,25.

En la margen derecha del río la ampliación de la sección hidráulica se realiza mediante la ejecución del muro 2, descrito en el anterior punto.

En la margen izquierda en este tramo se ubica la única área que no está urbanizada en el entorno del centro urbano de Llodio, previéndose en un futuro nuevos desarrollos urbanísticos. En esta zona la ampliación de la sección hidráulica del río Nervión se realiza ampliando el cauce de aguas bajas, creando una nueva berma y generando una zona blanda de talud revegetado hasta encontrarse con la cota del terreno existente.

El talud de excavación del cauce de aguas bajas será 2H:3V, protegido mediante una piel de escollera, creándose encima de él una berma con pendiente del 2% hacia el río y un talud de excavación 3H:2V contra el terreno, si bien es cierto, que a posteriori las obras de la urbanización rematarán la cota de relleno necesaria contra esta cabeza de talud de excavación.

En el punto aguas arriba, se incorpora el arroyo Inarrondo o Aldaikoerreka, cuya desembocadura se mantendrá en su ubicación actual y se acondicionará sobre la berma modificada.



**Imagen 6 Sección doble cauce, nuevos desarrollos**



**Foto 25 Desembocadura arroyo Aldaikoerreka**

#### 6.5. Tramo Arroyo Aldaikoerreka - Arroyo San Juan

El tramo final entre el arroyo Aldaikoerreka y el arroyo San Juan tiene una longitud de 580 metros, con una doble pendiente de 0,6% y un 1%, siendo esta última pendiente la generada

en el tramo de aguas arriba, entre la pasarela de Kurajo y el punto de conexión con el fondo actual.

Este tramo discurre entre la cota de fondo 118,64 y 114,38, entre los PKs 4+420 y 3+860. La actuación a realizar se trata en un perfilado del fondo del río y ampliación de la sección hidráulica del mismo, con unos taludes de excavación 1H:1V, subiendo a 2H:3V en aquellos puntos en los que la falta de espacio y proximidad del colector de fecales, hacen inviable el talud 1H:1V. Siendo necesario en cualquier caso reforzar el citado colector.

## **7. REVEGETACIÓN**

Una vez ejecutadas las obras de encauzamiento, se revegetará el río en su totalidad, tanto las expropiaciones temporales de acceso a obras como las definitivas.

La definición de las soluciones propuestas para la revegetación se resume en dos tipos diferentes, que se han denominado restauración A, y restauración B. La restauración de tipo A, se desarrolla en aquellas zonas en las que se coloca escollera de aguas bajas y la berma. Estas zonas se restaurarán mediante una hidrosiembra en la escollera, y plantaciones de arbustivas y arbóreas en la berma.

Por otro lado, la restauración tipo B, se llevará a cabo en la margen izquierda entre los PKs 3+700 y 3+900 aproximadamente, mediante hidrosiembra en la escollera, y formación de aliseda cantábrica en la berma y talud, con una densidad mayor a la determinada en la restauración anterior.

## **8. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES**

Los terrenos necesarios para la ejecución de las obras objeto de proyecto pasan por terrenos municipales, consensuados su titularidad tras conversaciones con el Ayuntamiento de Llodio, por lo que, en principio, se ha preparado el Anejo nº10 Expropiaciones, que determina las áreas necesarias de ocupación definitiva y temporal, sabiendo que la titularidad de las mismas es pública.

## **9. PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

En el anejo nº14 del presente proyecto se desarrolla el correspondiente Programa de Control de Calidad.

## **10. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS**

### **10.1. Presupuesto de ejecución material**

Se incluye a continuación un resumen del Presupuesto de Ejecución Material, desglosado por capítulos:

01	ENCAUZAMIENTO .....	2.345.549,48
02	SERVICIOS AFECTADOS .....	11.787,04
03	URBANIZACIÓN COMPLEMENTARIA.....	10.995,48
04	ORDENACION ECOLÓGICO Y PAISAJÍSTICA.....	231.294,02
05	GESTION DE RESIDUOS .....	592.670,59
06	SEGURIDAD Y SALUD .....	57.299,81

**TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** **3.249.596,42**

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de **TRES MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS Y CUARENTA Y DOS CENTIMOS.**

## 10.2. Presupuesto base de licitación

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>3.249.596,42</b>
13,00 % Gastos generales ...	422.447,53
6,00 % Beneficio industrial.	194.975,79
Suma	.....617.423,32
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>3.867.019,74</b>
21% IVA	.....812.074,15
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>4.679.093,89</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de **CUATRO MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL NOVENTA Y TRES EUROS Y OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

## 11. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 11.1. Plan de Obra

La definición del Plan de Obra no tiene otro objetivo que establecer las condiciones de contorno temporales que, desde el punto de vista del proyectista, se consideran razonables para la ejecución de las obras de la conducción objeto de este proyecto.

En el "**Anejo, Plan de Trabajos**", se ha fijado el plazo previsto para la ejecución de las obras. Para ello ha sido necesario establecer hipótesis de duración para cada una de las fases de obra y asignar un espacio temporal a las mismas en función de su orden de ejecución y dependencia de fases anteriores.

El Plan que se ha concretado debe considerarse como una propuesta orientativa, que será desarrollada –y convenientemente justificada–, por el Contratista adjudicatario de las obras.

Para la definición del plazo de ejecución se han analizado diferentes tajos, por su importancia cuantitativa o su orden necesario:

- Ejecución de los trabajos de encauzamiento

### 11.2. Declaración de obra completa

El presente Proyecto se refiere a una Obra Completa, susceptible de ser entregada al uso general y que comprende todos los elementos precisos para su utilización, lo que se hace constar en cumplimiento del artículo nº 125 de vigente Reglamento de General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre de 2001, y cumpliéndose con ello lo dispuesto en el artículo nº 127 del mismo Reglamento.

### 11.3. Procedimiento y forma de adjudicación del contrato

Se propone para la contratación de las Obras del presente proyecto, se realizará mediante Procedimiento Abierto, y la Forma de adjudicación, Concurso.

### 11.4. Clasificación del Contratista

La clasificación del contratista se realiza con arreglo a sus características fundamentales según lo establecido en la Ley 9/2017, del 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

De acuerdo con El Reglamento General de Contratación de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por el Real Decreto 1098/01, del 12 de octubre, se propone la siguiente clasificación del contratista:

<b>GRUPO</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>CATEGORÍA</b>
<b>E</b> <b>(Hidráulicas)</b>	<b>E 5 (Defensa de márgenes y encauzamiento)</b>	<b>5</b>

## **12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Uno de los anejos del presente proyecto contiene el Estudio de Seguridad y Salud completo, el cual ha sido redactado de acuerdo con lo dictado en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, trasposición al Derecho español de la Directiva 92/57/CEE de 24 de junio.

En el mencionado Anejo nº 16 se desarrolla el estudio para fijar las Directrices básicas que servirán al Contratista adjudicatario de la obra, y bajo el control de la dirección facultativa, para el desarrollo y puesta en marcha de las medidas necesarias para la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales derivados de la ejecución de la misma, así como de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de los equipos de maquinaria e instalaciones necesarios y de las preceptivas instalaciones de higiene y seguridad.

El alcance del estudio se extiende a todos los medios, materiales y humanos que intervengan directa o indirectamente en la ejecución de la obra, incluyendo no sólo los del contratista adjudicatario sino también a los de los posibles subcontratistas debidamente autorizados por la dirección facultativa.

Una **relación de trabajos no exhaustiva** de las tareas que componen la obra y que deberán tenerse en cuenta en la evaluación de riesgos y el análisis de las medidas de prevención y seguridad son los siguientes:

- Movimiento de tierras y explanaciones.
- Excavaciones en zanja.
- Ejecución de estructuras, puente, obras de fábrica y relleno del trasdós de las mismas.
- Colocación de tuberías y material auxiliar.
- Ejecución de obras de urbanización.
- Subbases, bases y aglomerados y/o pavimentos bituminosos y bordillos.
- Reposición de servidumbres, entre las que se incluyen red de abastecimiento, saneamiento, así como pequeñas obras de fábrica, como rampas escaleras o rampas de acceso.
- Desvíos provisionales.
- Señalización de obras, tanto horizontal como vertical.
- Servicios afectados, considerando como éstos redes de telefonía, redes eléctricas y conducciones de gas y conducciones de fibra óptica.

Las principales medidas de seguridad a adoptar son:

- Iluminación

- Protección de zanjas y taludes
- Protección frente a caídas a distinto nivel.
- Protección frente riesgos derivados de la ejecución de soldaduras.
- Señalización horizontal y vertical
- Balizamiento y protecciones colectivas
- Protecciones individuales

El Presupuesto de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud asciende a **CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS (57.299,81 €)**

## **13. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

### **DOCUMENTO Nº 1 - MEMORIA Y ANEJOS**

- Memoria
- Anejo nº 1 Características Generales
- Anejo nº 2 Topografía
- Anejo nº 3 Geología y Geotecnia
- Anejo nº 4 Criterios de Diseño
- Anejo nº 5 Cálculo de sostenimiento de márgenes
- Anejo nº 6 Reportaje fotográfico
- Anejo nº 7 Estudio Hidráulico
- Anejo nº 8 Proyecto de Revegetación
- Anejo nº 9 Plan de gestión de residuos
- Anejo nº 10 Expropiaciones
- Anejo nº 11 Servicios afectados
- Anejo nº 12 Procedimiento de construcción de las obras
- Anejo nº 13 Plan de trabajos
- Anejo nº 14 Plan de control de calidad
- Anejo nº 15 Justificación de precios
- Anejo nº 16 Estudio de Seguridad y Salud
- Anejo nº 17 Anejo Ambiental

### **DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS**

(Ver Hoja nº 0. - Índice de Planos)

### **DOCUMENTO Nº 3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

### **DOCUMENTO Nº 4 - PRESUPUESTO**

- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuesto Parciales
- Presupuesto General

## 14. CONCLUSIÓN

Con la presentación de los documentos que constituyen el presente Proyecto se consideran definidas las obras necesarias para la defensa contra inundaciones del Río Nervión a su paso por el casco urbano del municipio de Llodio (Araba).

Vitoria-Gasteiz, diciembre 2.021

El Ingeniero autor del proyecto



Fdo.: D. Azucena Marquínez

I.C.C.P. colegiado nº 17.153

El Ingeniero Director del Proyecto

Fdo.: D. Jonatan Usón

## 15. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales para las avenidas de 100 y 500 años .....	10
Tabla 2. Cotas y longitudes del tramo de estudio .....	16
Tabla 3 Ancho del río y cauce de aguas bajas en las secciones más singulares .....	17

## 16. ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 Salto entre Kurajo y Zubiko .....	7
Foto 2 Saltos entre el Puente de la Estación y Pintor Arrue .....	7
Foto 3 La estación de tren en el centro .....	8
Foto 4 Calle Zumalakarregi .....	8
Foto 5 Aspecto de ejemplares de <i>Cortaderia</i> en el tramo final del estudio .....	14
Foto 6 Salto entre Kurajo y Zubiko .....	16
Foto 7 Saltos entre el Puente Krutziaga y Pintor Arrue.....	16
Foto 8 Pasarela Kurajo. Luz 27,60 m.....	17
Foto 9 Puente Zubiko. Luz 27,40 m.....	17
Foto 10 Puente Kruziaga. Luz 26,60 m .....	18
Foto 11 Pasarela José Arrue Luz 24 m .....	18
Foto 12 Puente de Alzarrate.....	18
Foto 13 Imagen de la calle Zubiko-Kurajo.....	19
Foto 14 Sección calle proximidades de Zubiko .....	19
Foto 15 Vista desde el Puente Krutziaga .....	19
Foto 16 Vista del río en el tramo Krutziaga-Arrue .....	20
Foto 17 Vista del tramo urbanizado de la Calle Maestro Elorza.....	20
Foto 18 Vista del río en el tramo Arrue Alzarrate .....	21
Foto 19 Vista de la zona urbanizada en la margen izquierda.....	21
Foto 20 Vista de la desembocadura del arroyo Aldaikoerreka .....	21
Foto 21 Vista de la desembocadura de otro arroyo margen derecha .....	21
Foto 22 Zona aguas abajo Nervión, fuera del tramo de Proyecto.....	24
Foto 23 Punto de aguas abajo de conexión, azudes.....	24
Foto 24 Punto de aguas abajo de conexión .....	25
Foto 25 Desembocadura arroyo Aldaikoerreka .....	27

## 17. ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Ámbito del Proyecto en foto aérea (fuente: Pliego del Concurso).....	6
Imagen 2. Detalle Cartografía Geológica del EVE, Hoja 86-II, Llodio, escala 1/25.000 .....	11
Imagen 3 Leyenda cartografía geológica EVE, Hoja 86-II, Llodio, escala 1/25.000 .....	11
Imagen 4 Unidades de Ejecución colindantes al Nervión .....	13
Imagen 5 Sección Muro micropilotes anclado .....	26
Imagen 6 Sección doble cauce, nuevos desarrollos .....	27