



*euskal trenbide sarea*

---

Proyecto Constructivo de reparación y protección  
del viaducto de Mundaka

---

# Anejo – 17

## Evaluación de Riesgos

Noviembre 2022





## Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 17: Evaluación de Riesgos	
Proyecto	SE7753. Proyecto Constructivo de reparación y protección del viaducto de Mundaka	
Código	SE7753-PC-AN-17-Riesgos-D02.docx	
Autores:	Firma:	ANP
	Fecha:	28/11/2022
Verificado	Firma:	JTS
	Fecha:	28/11/2022

## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MEMORIAS DE ACTUACIONES DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	1
2.2. SOLUCIÓN ADOPTADA .....	4
<b>3. GESTIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>5</b>
3.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS .....	5
3.1.1. Determinación del riesgo .....	5
3.1.2. Valoración del riesgo.....	6
3.1.3. Tablas para la clasificación de riesgos .....	6
3.2. DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS DE SEGURIDAD.....	7
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>APÉNDICE: TABLA DE RIESGOS .....</b>	<b>.....</b>

## Índice de figuras:

Figura 1. Cimbras de madera para ejecución de bóvedas de hormigón .....	1
Figura 2. Imágenes del viaducto de Lamiaran, antes y después de disponer de bloques contra el oleaje .....	2
Figura 3. Cubos desplazados en 2003 .....	2
Figura 4. Actuaciones llevadas a cabo en 2004 .....	3
Figura 5. Inspección 2014      Figura 6. Inspección 2020 .....	3

## Índice de tablas:

Tabla 1. Clasificación de riesgos por nivel de severidad .....	6
Tabla 2. Clasificación de riesgos por nivel de frecuencia .....	6
Tabla 3. Niveles de severidad como consecuencia de la amenaza .....	7



# Anejo 17.- Evaluación de Riesgos

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente anejo tiene como objeto determinar las implicaciones que las obras incluidas en el “Proyecto Constructivo de reparación y protección del viaducto de Mundaka” cuenta con la seguridad del sistema ferroviario para evaluar y valorar los riesgos, proponiendo medidas de mitigación de estos.

Se ha de llevar una evaluación de los riesgos para aplicar las medidas de control del riesgo siempre que un cambio de las condiciones de explotación suponga nuevos riesgos en la infraestructura o en la explotación.

Se redacta el anejo conforme con el Reglamento 402/2013 de 30 de abril relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo, y modificaciones del Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión de 13 de julio de 2015. En dicho reglamento se establece que, si el cambio es significativo, (aquel con impacto en la seguridad), será necesario aplicar el proceso de gestión de riesgos cuya descripción se indica en el Anexo 1 del citado Reglamento, y si el cambio no se considera significativo, bastará con conservar la documentación adecuada que justifique la decisión.

## 2. MEMORIAS DE ACTUACIONES DEL PROYECTO

### 2.1. ANTECEDENTES

El viaducto en cuestión se construye para llevar a cabo el tramo, denominado en su momento, Pedernales – Bermeo, última fase de la línea ferroviaria Amorebieta – Bermeo. El tramo Amorebieta – Gernika y Pedernales, con 25 kilómetros fue inaugurado en 1893, fue proyectado por el ingeniero de caminos Pablo de Alzola y Minondo en 1884, pero no fue hasta 1944 cuando comenzaron los trabajos de este último tramo, desde Pedernales hasta Bermeo, inaugurándose la línea el 16 de agosto de 1955.

Aunque no se tiene constancia de la finalización de los trabajos del viaducto objeto del presente contrato, denominado en determinadas bibliografías como el viaducto de Lamiaran, si se tiene constancia de accidentes mortales en la misma, como el sucedido el 30 de junio de 1953, que costó la vida a Vicente Sánchez Mazarrón tras ceder el encofrado del mencionado viaducto, por lo que se estima la finalización del mismo hacia 1954.



*Figura 1. Cimbras de madera para ejecución de bóvedas de hormigón*

Posteriormente, aunque se desconoce la fecha exacta, probablemente hacia 1990, se llevan a cabo un serie de actuaciones, recogándose entre ellas la ejecución de 10 cubos de hormigón ciclópeo de 2,5 m de lado, con material presumiblemente proveniente de la cala, en moldes metálicos, por lo que se presupone que los mismos fueron conformados en la cala, de cara a aliviar el peso del mismo a la hora de su transporte. Los mismo se disponen unos 15 metros por delante del viaducto de Mundaka, con objeto de disipar la energía de las olas.



*Figura 2. Imágenes del viaducto de Lamiaran, antes y después de disponer de bloques contra el oleaje*

Entre los años 2000 y 2001, ETS lleva a cabo una campaña de diagnóstico e inspección de los puentes de sus líneas ferroviarias, detectándose una serie de deterioros en el mencionado viaducto, recomendándose una intervención sobre el mismo. Se detecta así mismo que los cubos han sido desplazados por la acción del oleaje.



*Figura 3. Cubos desplazados en 2003*

En julio de 2003 se redacta por parte de ICET el proyecto de “Refuerzo y consolidación urgente de cimentaciones y reparación general del viaducto situado en el P.K. 27/381 en el municipio de Mundaka de la línea Amorebieta-Bermeo de Euskotren”, el cual se ejecutó en agosto de 2004.





*Figura 4. Actuaciones llevadas a cabo en 2004*

Se tiene constancia, a través de fichas de inspección llevadas a cabo personal de mantenimiento de ETS, de inspecciones posteriores realizadas en las siguientes fechas:

- 9 de noviembre de 2011
- 3 de febrero de 2014
- 22 de julio de 2020



*Figura 5. Inspección 2014*



*Figura 6. Inspección 2020*

A raíz de la inspección de 2020 realizada por personal de mantenimiento de ETS, se toma la decisión de licitar la redacción del proyecto constructivo de reparación.

## 2.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

La obra proyectada consiste en la reparación y protección del viaducto de Mundaka de la línea Amorebieta – Bermeo, tras los daños observados en la misma, cuyo origen predominante radica en el oleaje al que está sometido.

Por ello, se proyecta la ejecución de un dique de hormigón que abrigue al mismo de los temporales, antes de acometer la obra de reparación del viaducto.

Debido al emplazamiento del puente, y la necesidad de utilizar hormigón para la ejecución del dique, se dispondrá una tubería para bombeo del mismo desde el vial BI-2235 hasta la cala, que será un elemento provisional, con mínima afección al entorno, con retirada una vez finalizados los trabajos del dique.

Así mismo, se proyecta la ejecución de una plataforma de acopio provisional del material a utilizar en la construcción del dique, así como de la maquinaria necesaria, la cual se instalará al Sur del viaducto, en el interior de la cala, apoyada en cimentaciones superficiales prefabricadas y descargadas en la cala. Así mismo, la disposición de estas zapatas se realizará sin excavar el terreno natural de la cala. Una vez terminada la obra del dique, la plataforma y todos sus elementos serán desmantelados y retirados de la cala.

Una vez finalizada la obra del dique, dará lugar a la reparación del viaducto, mediante andamios apoyados en las cimentaciones del viaducto, que servirán de acopio para el material de las reparaciones, que consistirán principalmente en la restitución de las socavaciones, la protección frente a la carbonatación de los elementos de hormigón, la eliminación de vegetación y superficies calcificadas, el rejuntado y la reconstrucción de los muretes guardabalasto, dotándole de pasamanos.

Por último, se instalará una escalera en sustitución de la escala existente.

Se describen a continuación las diferentes fases de obra en orden cronológico:

Se establecerá, por parte del contratista, un plan de trabajo donde se recojan todas aquellas tareas que se efectuarán sobre la vía, susceptibles de necesitar un piloto de ETS, trabajos nocturnos y se comunicará al personal de ETS con la suficiente antelación de forma que no se interrumpan posteriormente los trabajos de ejecución de las obras.

- Actuaciones previas
  - Señalización de obras
  - Instalaciones de equipamientos de obra (casetas, maquinarias...)
  - Desbroce y limpieza del terreno
- Construcción de plataforma de acopio provisional
  - Retirada de bolos y cantos rodados de la cala para apoyo de cimentaciones
  - Montaje/Desmontaje de tubo de hormigonado
  - Hormigón de nivelación
  - Ejecución, transporte y colocación de zapatas de hormigón prefabricado
  - Montaje de la estructura metálica
  - Desmontaje de la plataforma de acopio y demolición hormigón de limpieza
- Construcción de la obra marítima
  - Demolición de defensa existente
    - Demolición cubos existentes y retirada de escombros
  - Construcción de nueva defensa
    - Bancada inferior



- Ejecución micropilotes
- Encofrado y hormigonado del primer nivel del dique
- Encofrado y hormigonado de los cubos del segundo nivel
- Rehabilitación del viaducto
  - Montaje/Desmontaje del andamio
  - Relleno socavaciones en cimentaciones
  - Eliminación de vegetación enraizada
  - Rejuntado, reposición y reconstrucción de sillares
  - Limpieza de humedades
  - Drenajes en bóveda
  - Reparación de muretes guardabalasto y barandilla
  - Protección de armaduras vistas
  - Limpieza general
  - Barandilla sobre imposta
  - Retirada de escala vertical y sustitución por escaleras
  - Limpieza final de la cala y las ocupaciones de la obra

### **3. GESTIÓN DE RIESGOS**

El Reglamento 402/2013 establece, en su Anexo I, cuatro puntos principales que describen el proceso de gestión de riesgos:

- Definición del sistema: Consiste en describir técnica y funcionalmente el objeto de estudio de la gestión de riesgos.
- Determinación del peligro (o riesgo): Se determinan todos los peligros que sea razonable prever en el conjunto del sistema evaluado, sus funciones en su caso, y sus interfaces.
- Valoración del riesgo: Se evalúa el riesgo, en función de los principios de aceptación del riesgo.
- Demostración del cumplimiento de los requisitos de seguridad

Se realiza la Gestión de riesgos teniendo en cuenta este proceso, así como el Reglamento de Ejecución (UE) 2015/1136 de la Comisión, de 13 de julio de 2015, por el que se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) n° 402/2013 relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo.

Para plasmar el proceso de gestión del riesgo se ha elaborado un Registro de Amenazas (que se incluye al final del presente documento).

En el citado registro se mostrará el estado de cada uno de los peligros (riesgos o amenazas) determinados y el estado en la seguridad de las instalaciones ferroviarias.

#### **3.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS**

Se determinan qué partes del sistema y qué cambios pueden impactar en la seguridad del sistema ferroviario, para la fase de diseño del proyecto.

##### **3.1.1. Determinación del riesgo**

Se analiza el impacto que las actuaciones recogidas en el proyecto puedan ejercer sobre la seguridad del sistema ferroviario, identificando las posibles amenazas.

El resultado del análisis se ha descrito en la Matriz de amenazas identificadas, adjunta en el presente anejo.

### 3.1.2. Valoración del riesgo

Se valora el riesgo según el Reglamento 402/2013 aplicando los siguientes principios:

- Aplicación de códigos prácticos
- Comparación con sistemas similares
- Estimación explícita del riesgo

Se aplican los puntos 2.3 y 2.5 del Anexo I del reglamento 402/2013 que versan sobre el principio de aplicación de códigos prácticos y estimación explícita del riesgo.

En cuanto a la valoración del riesgo, se ha realizado en base a la normativa de referencia CENELEC 50126.

### 3.1.3. Tablas para la clasificación de riesgos

Nivel de severidad	Consecuencias para las personas o el medio natural	Consecuencias para el servicio
Catastrófico	Varias víctimas mortales y/o múltiples heridos graves y daño grave al medio natural	-
Crítico	Una víctima mortal y/o herido grave y/o daños significativos al medio natural	Pérdida de un sistema principal
Marginal	Herido leve y/o amenaza significativa para el medio natural	Daño grave de uno o varios sistemas
Insignificante	Posible herido leve	Daño leve de un sistema

Tabla 1. Clasificación de riesgos por nivel de severidad

Nivel de Frecuencia	Descripción
Frecuente	Es posible que ocurra frecuentemente. La amenaza se reproducirá continuamente.
Probable	Ocurrirá varias veces. Se puede esperar que la amenaza ocurra a menudo.
Ocasional	Es posible que ocurra varias veces. Se puede esperar que la amenaza ocurra varias veces.
Remota	Es posible que ocurra alguna vez durante el ciclo de vida del sistema. Se puede suponer razonablemente que la amenaza se va a producir.
Improbable	Poca probabilidad pero posible. Se puede asumir que la amenaza puede ocurrir excepcionalmente.
Increíble	Extremadamente poco probable. Se puede asumir que la amenaza no ocurrirá.

Tabla 2. Clasificación de riesgos por nivel de frecuencia

Frecuencia de Ocurrencia	Niveles de Riesgo			
	Frecuente	No deseable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	No deseable	Intolerable	Intolerable
Ocasional	Tolerable	No deseable	No deseable	Intolerable
Remota	Despreciable	Tolerable	No deseable	No deseable
Improbable	Despreciable	Despreciable	Tolerable	Tolerable
Increíble	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
	Insignificante	Marginal	Crítico	Catastrófico
	<b>Niveles de severidad como consecuencia de la amenaza</b>			

Tabla 3. Niveles de severidad como consecuencia de la amenaza

Dónde:

- **Intolerable:** Deberá eliminarse.
- **No deseable:** Será aceptado solo cuando la reducción del riesgo sea impracticable y bajo acuerdo con la Autoridad Ferroviaria.
- **Tolerable:** Aceptable con un control adecuado y bajo acuerdo con la Autoridad Ferroviaria.
- **Despreciable:** Aceptable sin ningún acuerdo.

En el caso de este análisis se ha aplicado una combinación de estimación explícita de riesgos y de normas técnicas de aplicación. El resultado de la valoración de riesgos se encuentra en el Registro de Amenazas (Anexo 1).

Así, asumiendo que las consecuencias de la aparición de los riesgos descritos se han encuadrado en todos los niveles de severidad (Catastrófico, Crítico, Marginal e Insignificante) se han considerado los siguientes niveles de frecuencia de ocurrencia antes y después de la aplicación de las medidas de mitigación identificadas:

Los niveles de frecuencia iniciales (ver tabla 2) adquieren el valor **IM – (Improbable)**. La valoración se ha realizado en base a la experiencia y conocimiento del sistema. Los niveles de severidad y frecuencia iniciales producen un nivel de riesgo previo a mitigación catalogado **TO – (Tolerable)**, por lo que ha sido necesario proponer medidas de mitigación encaminadas, todas ellas, a disminuir la frecuencia de ocurrencia de la amenaza.

Los niveles **de frecuencia tras aplicar mitigaciones** se reducen a **INC - Increíble**. Los niveles de severidad y frecuencia después de aplicar las medidas de mitigación producen un nivel de riesgo **DE – Despreciable**.

### 3.2. DEMOSTRACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS DE SEGURIDAD

La incorporación de medidas de seguridad en el proyecto constituye la demostración de su cumplimiento y, por tanto, la garantía de que, como mínimo, el proyecto mantiene el nivel de seguridad exigido, procediéndose al cierre de las amenazas identificadas, en base al empleo de códigos prácticos.

Por tanto, las medidas de mitigación incorporadas en fase de proyecto justifican el cierre de las amenazas para dicha fase de proyecto.

Se considera que, en la fase de construcción, como parte constitutiva del proceso de diseño, se deberán adoptar las medidas apropiadas para garantizar que lo realmente construido se ajusta a lo proyectado. Estas medidas podrán ser, entre otras, comprobaciones de replanteos, PPI's, verificaciones en campo durante la construcción y una vez finalizada ésta, etc... Este seguimiento de la fase de construcción, dentro del conjunto del diseño, queda fuera del alcance de este Proyecto Constructivo.

Por tanto, las amenazas analizadas en este proyecto deberán ser revisadas de nuevo en la fase de construcción.

#### **4. CONCLUSIONES**

Este informe evidencia que el proceso de Gestión de Riesgos realizado con motivo de la redacción del "Proyecto Constructivo de reparación y protección del viaducto de Mundaka" es conforme con el reglamento N° 402/2013 y al Reglamento 2015/1136 que lo modifica.

La gestión de la seguridad se ha basado en la identificación, análisis y mitigación de las amenazas al sistema ferroviario, de las actuaciones incluidas en el Proyecto Constructivo.

Los resultados obtenidos del análisis de riesgos realizado son:

- Se han identificado nueve (9) amenazas relacionadas con el diseño de las actuaciones contenidas en el "Proyecto Constructivo de reparación y protección del viaducto de Mundaka", recogidas en el Registro de Amenazas (al final del documento).
- Para las nueve (9) amenazas detectadas existen medidas mitigadoras contenidas en el proyecto, suficientes y por tanto controladas por el diseño proyectado, quedando cerradas.

Este análisis debe continuarse en fases posteriores del ciclo de vida, tomando como punto de partida el realizado para este proyecto.

##### **Restricciones de uso.**

- No se plantean.

##### **Restricciones temporales de servicio.**

- No se plantean.

##### **Condiciones de uso.**

- No se plantean.



## **APÉNDICE: TABLA DE RIESGOS**



PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL VIADUCTO DE MUNDAKA												VERSION DOC:	D01	
												FECHA DOC:	13/04/2022	
CAPÍTULO	SUBCAPÍTULO	Id N°	Punto de control / Amenaza	Consecuencia	Nivel de riesgo inicial			Medida de mitigación	Nivel de riesgo residual			Estado	Comentario	Riesgo exportado / Restricción / Condición
					Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo		Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo			
SUBSISTEMA EXPLOTACIÓN Y GESTIÓN DEL TRÁFICO														
Organización General	Comunicaciones	1	Descordinación e inseguridad en la protección de los trabajos próximos a la plataforma	Afección a la circulación y a la seguridad de las personas que realizan los trabajos	IM	CA	TO	Delimitación de la obra y accesos. Vigilancia y control de los trabajos	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
SUBSISTEMA INFRAESTRUCTURA														
Infraestructura	Plataforma	2	Ausencia o mal dimensionamiento de drenajes	Erosiones. Desprendimientos. Descarrilamiento	RE	M	TO	Comprobación de no afección al drenaje existente de la vía.	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
Infraestructura	Estructuras	3	Invasión de la zona de riesgo por parte de la maquinaria de obra. Caída de elementos estructurales sobre la vía	Desprendimientos. Asientos. Colisión. Descarrilamientos	IM	CA	TO	Verificación de distancia de maquinaria y estructura de vía. Inclusión en proyecto de trabajos nocturnos	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
Infraestructura	Estructuras	4	Caída de materiales o maquinaria sobre las vías durante maniobras de suministro. Mala ejecución. Inestabilidad de elementos	Afección a la circulación y a la seguridad de las personas. Deterioro de los elementos estructurales de la vía. Colisión. Descarrilamiento.	RE	CA	ND	Incluir en proyecto horas de trabajos extraordinarios para la ejecución de los trabajos dentro de la plataforma de vía. Verificación de la distancia entre maquinaria y estructura de la vía. Dimensionamiento grúas y detalle de maniobra.	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
Infraestructura	Estructuras	5	Posible caída de materiales, maquinaria desde el puente	Deterioros en la infraestructura del viaducto, daños materiales	IM	M	ND	Diseño de un plan de maniobras de suministro de material, presencia de encargado de trabajos en vía.	IM	M	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
Infraestructura	Plataforma	6	Insuficiente calidad de los materiales o incorrecta ejecución de las obras	Calidad inadecuada, Incremento de intervenciones y gastos de mantenimiento de vía a largo plazo	RE	CR	ND	Control de calidad de los materiales y correcta ejecución	IM	M	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
SUBSISTEMA ENERGÍA														
Interfaces del sistema eléctrico	Circuito y retorno de tierras	7	Afección a la catenaria	Rotura, corte de energía, electrocución, suspensión del servicio	O	M	ND	Necesidad de mantener distancia de seguridad eléctrica con elementos estructurales metálicos.	IM	M	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
Interfaces del sistema eléctrico	Circuito y retorno de tierras	8	Daño en cables de catenaria por colisión con grúa en maniobras de suministro	Corte de comunicaciones o tensión en la vía	IM	CA	TO	Proyecto detallado de maniobras, protección cable guarda, encargado de trabajos en vía	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	
SUBSISTEMA MATERIAL RODANTE														

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL VIADUCTO DE MUNDAKA										VERSION DOC:	D01			
										FECHA DOC:	13/04/2022			
CAPÍTULO	SUBCAPÍTULO	Id N°	Punto de control / Amenaza	Consecuencia	Nivel de riesgo inicial			Medida de mitigación	Nivel de riesgo residual			Estado	Comentario	Riesgo exportado / Restricción / Condición
					Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo		Frecuencia	Severidad	Nivel de Riesgo			
Compatibilidad con la vía y la estructura	Gálibo	9	Riesgo de colisión de elementos de la infraestructura	Colapso de la estructura. Invasión de gálibo. Colisión. Descarrilamiento	RE	CA	ND	Cumplimiento de los gálibos ferroviarios de la plataforma, no invasión de la misma por elementos estructurales tales como el andamiaje	INC	CA	DE		Se deberá analizar de nuevo en la fase de construcción	

FRECUENCIA	SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO
FR - Frecuente	CA - Catastrófico	IN - Intolerable
PR - Probable	CR - Crítico	ND - No deseable
O - Ocasional	M - Marginal	TO - Tolerable
R - Remoto	INS - Insignificante	DE - Despreciable
IM - Improbable		
INC - Increíble		