
Proyecto Constructivo de rehabilitación del puente
internacional en Irún
(P.K. 20/929 de la línea Donostia – Hendaia de
E.T.S.)

Anejo – 22

Plan de Mantenimiento

Noviembre 2024

Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 22: Plan de Mantenimiento		
Proyecto	SE9887. Proyecto Constructivo de rehabilitación del puente internacional de Irún (P.K. 20/929 de la línea Donostia – Hendaia de E.T.S.)		
Código	SE9887-PC-AN-22-Mantenimiento-D02.docx		
Autores:	Firma:	ANP	ANP
	Fecha:	01/07/2024	08/11/2024
Verificado	Firma:	JMH	JMH
	Fecha:	01/07/2024	08/11/2024

Índice:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PRINCIPIOS RECTORES DEL MANTENIMIENTO	2
2.1. GENERALIDADES	2
2.2. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....	3
2.2.2. Inspecciones	3
2.2.3. Operaciones de mantenimiento	4
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS.....	4
3.1. IDENTIFICACIÓN.....	4
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	5
3.2.1. GENERAL	5
3.2.2. CIMENTACIONES	6
3.2.3. ALZADOS Y BÓVEDAS.....	7
3.2.4. SUPERESTRUCTURA	8
3.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES CONTEMPLADOS EN ESTE PLAN DE MANTENIMIENTO.....	9
4. CLASES DE EXPOSICIÓN Y VIDA ÚTIL PROYECTADA	9
4.1. VIDA ÚTIL.....	9
4.1.1. Estimación de la vida útil de la estructura.....	11
5. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS PREVISIBLES	11
5.1. ELEMENTOS DE HORMIGÓN	11
5.2. ELEMENTOS DE FÁBRICA.....	11
6. CRITERIOS DE INSPECCIÓN.....	11
6.1. INSPECCIONES BÁSICAS O RUTINARIAS	11
6.2. INSPECCIONES PRINCIPALES.....	12
6.3. INSPECCIONES ESPECIALES.....	12
7. DEFINICIÓN DE LOS MEDIOS DE ACCESO.....	13
8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN (UMBRALES DE RECHAZO)	13
9. MANTENIMIENTO	13
9.1. DEFINICIÓN	13
9.2. MANTENIMIENTO BÁSICO U ORDINARIO.....	13
9.3. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO.....	14
10. VALORACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	14

Índice de figuras:

Figura 1. Diferencias entre los costes totales, en la fase de explotación, cuando se dispone de un sistema de gestión y cuando se actúa sólo cuando ya no hay alternativa. Fuente: Bulletin N.44 Concrete structure management: Guide to ownership and good practice. Féderaton International du Béton, fib, 2008	1
Figura 2. Evolución en el tiempo de la prestación R y de las solicitudes E en el tiempo	2
Figura 3. Diagrama de flujo típico de la gestión de estructuras	3
Figura 4. Emplazamiento de la obra.....	5
Figura 5. Ubicación en planta abajo	Figura 6. Ubicación en perspectiva aérea desde aguas abajo 5
Figura 7. Geometría de los 5 vanos	Figura 8. Vista transversal de bóveda.....
Figura 9. Pila 4 con pilotes de madera al aire	7
Figura 10. Geometría de pila.....	7
Figura 11. Viguetas descansillos en pilas	8
Figura 12. Vista superestructura y apartaderos en pila.....	8
Figura 13. Detalle imposta.....	9
Figura 14. Evolución en el tiempo de solicitudes y prestaciones de una estructura.	10

Anejo 22. – Plan de Mantenimiento

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Mantenimiento describe las pautas que deben seguirse para el mantenimiento y la inspección periódicos de la estructura, en orden a asegurar la vida útil adicional de la misma, a partir de la fecha de recepción de la obra original o de reparación.

Esta forma de proceder está en sintonía con las exigencias que plantea el Código Estructural, al definir las estrategias de durabilidad, vida útil y mantenimiento. En particular, el Art. 24 “Criterios generales para el mantenimiento de las estructuras” prescribe la redacción de un Plan de Inspección y Mantenimiento para todas las estructuras de nueva planta que se proyecten y construyan con arreglo a dicha Instrucción.

Así, la norma requiere que, a partir de la entrada en servicio de la estructura, la Propiedad programa y lleve a efecto las actividades que se recogen en el Plan de Mantenimiento, de forma coherente con los criterios adoptados en el proyecto.

Una publicación de referencia para la realización del plan de mantenimiento es la monografía 27 de ACHE (Asociación española de ingeniería estructural), editada conjuntamente con ATC-AIPCR, con el título “Guía para la redacción del plan de mantenimiento en puentes”.

En el contexto de los planeamientos de sostenibilidad y economía global, debe entenderse que el mantenimiento es una actividad de carácter preventivo, que detecta, evita o retrasa la aparición de problemas que, de lo contrario, tendrían una resolución más complicada y una cuantía económica muy superior. En este sentido, todos los agentes implicados en el proyecto, la construcción y la explotación de una infraestructura deben tener presente las distintas etapas del ciclo de vida de la estructura, que incluyen el conjunto de su vida útil. Además, las diferentes fases de la estructura (proyecto, ejecución y control, vida de servicio) no pueden considerarse totalmente independientes, sino interrelacionadas, por lo que determinadas decisiones típicas de la fase de proyecto, tales como la selección de los materiales, la geometría de los elementos y, en su caso, los apartados de apoyos, juntas, etc, deben tomarse teniendo muy presentes las previsiones de mantenimiento que se adopten.

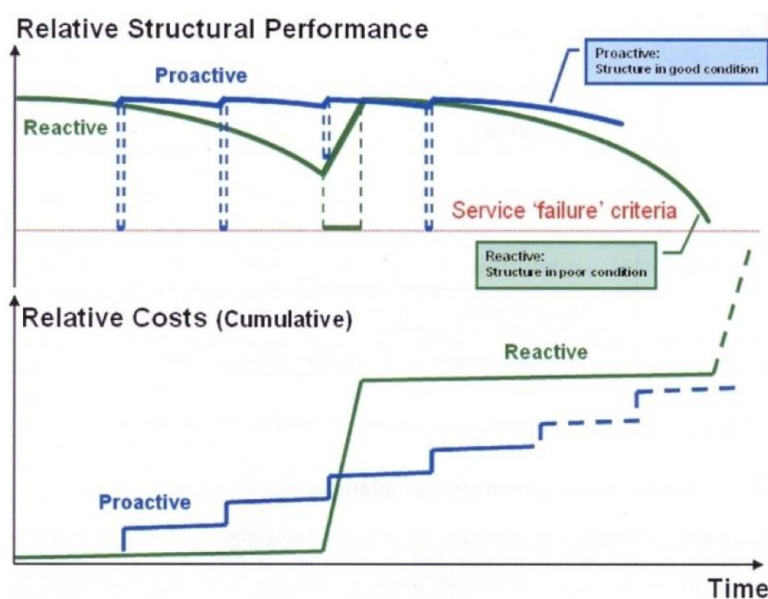


Figura 1. Diferencias entre los costes totales, en la fase de explotación, cuando se dispone de un sistema de gestión y cuando se actúa sólo cuando ya no hay alternativa. Fuente: Bulletin N.44 Concrete structure management: Guide to ownership and good practice. Fédération International du Béton, fib, 2008

2.2. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Las actividades relacionadas con el mantenimiento se sitúan en un contexto general más amplio que puede denominarse gestión de la infraestructura. En dicha gestión se contemplan los siguientes conceptos:

- Inventario, que se refiere a los datos identificativos y descriptivos disponibles
- Inspecciones, planteadas para controlar con cierta periodicidad el estado real de la infraestructura
- Mantenimiento propiamente dicho, que comprende tanto las operaciones corrientes y pautadas de mantenimiento ordinario, de carácter esencialmente preventivo, como las actuaciones especiales o de carácter terapéutico, bien entendido que para situaciones accidentales.

En la siguiente figura se muestra un esquema típico de las fases por las que atraviesa el proceso de gestión de estructuras en fase de uso o explotación. En principio, el esquema de actuación en el sistema de gestión es aplicable a cualquier construcción, con los matices correspondientes en cada caso.

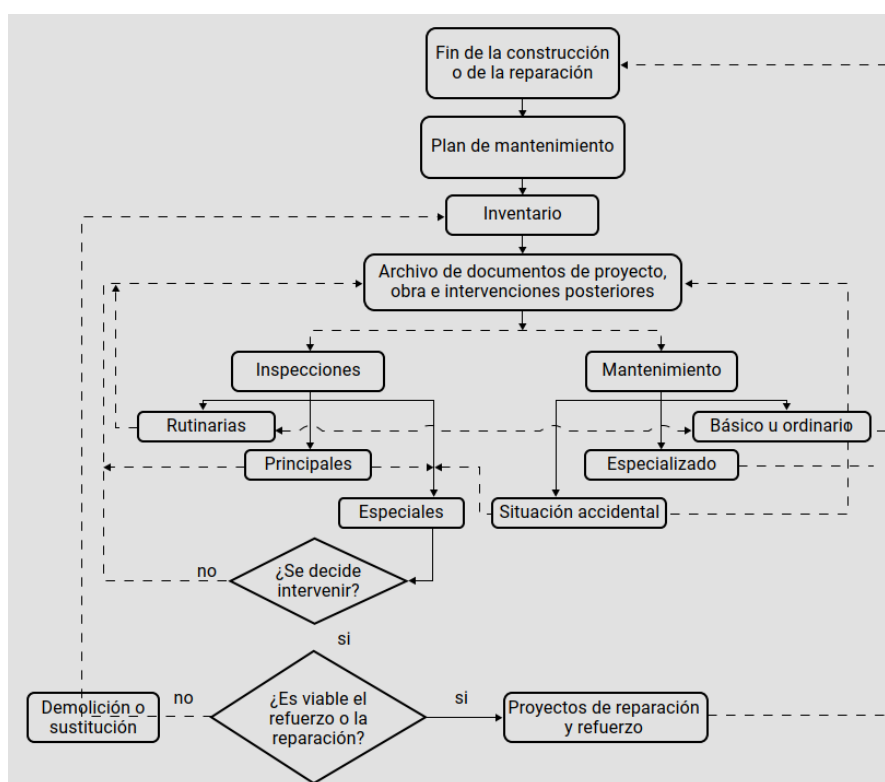


Figura 3. Diagrama de flujo típico de la gestión de estructuras

2.2.1.1. Inventario

Consiste en el archivo documental completo de la obra, que incluye el Proyecto de Construcción, así como los proyectos que, eventualmente, le sucedan en virtud de reparaciones, refuerzos, ampliaciones, etc, y las memorias o informes vinculados a la historia de la estructura.

2.2.2. Inspecciones

Se gradúan en función de la intensidad, especialización y frecuencia:

- **Inspecciones básicas o rutinarias**, que permitan asegurar el correcto funcionamiento de los elementos vinculados a la operación y durabilidad de la obra. La frecuencia de estas inspecciones las fijará el Administrador de Infraestructura Ferroviarias (ETS) y no será menor a una vez al año.
- **Inspecciones principales**, son las realizadas por técnicos cualificados y con experiencia en este tipo de trabajos. A esos técnicos ha de resultarles también de utilidad el presente Plan de

Mantenimiento, en la medida en que se puedan detectar, en su caso y a ojos de inspectores expertos, discrepancias entre la previsión de comportamiento explicada en este Manual y la realidad observada. En ese caso, cabe la posibilidad de efectuar modificaciones en el Manual de Conservación si las indicaciones dadas se hubiesen mostrado ineficaces. La frecuencia de estas inspecciones será de 60 meses, salvo que, tras una inspección principal, se adviertan síntomas de un incremento de la velocidad de los deterioros. En este caso particular, se han detectado socavaciones en las pilas P1 y P4, por lo que se recomienda un incremento en la frecuencia de las inspecciones principales.

- **Inspecciones especiales y prueba de carga**, que requieren de la auscultación específica de la estructura y de su valoración analítica posterior para la formulación de diagnósticos. Por razones equivalentes a las expuestas para el caso de las inspecciones principales, este Plan de Mantenimiento servirá de ayuda para la correcta interpretación de los deterioros eventualmente observables. En el contexto del aludido “ciclo vital”, cabe indicar que la inspección especial será necesaria si, al final de la vida útil prevista, se valora la viabilidad de una rehabilitación, objeto de proyecto específico. Este puente ha sido objeto de una inspección especial en este contexto.

2.2.3. Operaciones de mantenimiento

Las operaciones de mantenimiento han de servir para asegurar que, durante la vida útil definida, el nivel de prestaciones de la estructura se mantiene por encima de los límites o umbrales de aceptación definidos.

En el contexto del presente documento, el “nivel de prestaciones” ha de entenderse en términos de seguridad estructural, comportamiento en servicio, seguridad del usuario y durabilidad.

Se diferencian los siguientes niveles de actuación:

- **Mantenimiento básico u ordinario**, pautado y regular. No requiere personal especializado.
- **Mantenimiento especializado**, pautado y de alcance pequeño o moderado. Su frecuencia no siempre es fija, sino el resultado de las inspecciones rutinarias y principales. A título de ejemplo, operaciones como reparación de rasponazos, pequeños impactos por sucesos menores, reparación de elementos de drenaje afectados por fuertes lluvias o vientos, etc. Caben dentro de este tipo de mantenimiento.
- **Intervenciones especializadas**, para el caso en que se den situaciones accidentales de alcance. Es importante destacar que no se incluyen aquí las reparaciones que se corresponden con el deterioro y degradación previsible de los materiales o elementos constructivos, puesto que precisamente la vida útil se habrá definido en función del final previsible de las prestaciones de dichos elementos y que caen en el ámbito del mantenimiento especializado. Estas operaciones serán el resultado dictaminado por inspecciones especiales.

En todo caso, se llevará registro documental de las labores de mantenimiento, haciendo hincapié en las incidencias registradas. Su análisis constituye una fuente muy valiosa de interpretación del funcionamiento de la estructura y sus instalaciones (la más importante desde el punto de vista de la durabilidad de la estructura suele ser el sistema de drenaje, por ejemplo).

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS

3.1. IDENTIFICACIÓN

En el punto kilométrico P.K. 20/929 de la línea de ferrocarril Donostia-Hendaia, perteneciente a la Administración Ferroviaria Euskal Trenbide Sarea, en los términos municipal de Irún y Hendaia, cruzando el río Bidasoa en su desembocadura en la bahía de Txingudi, se encuentra situada la mencionada estructura internacional.

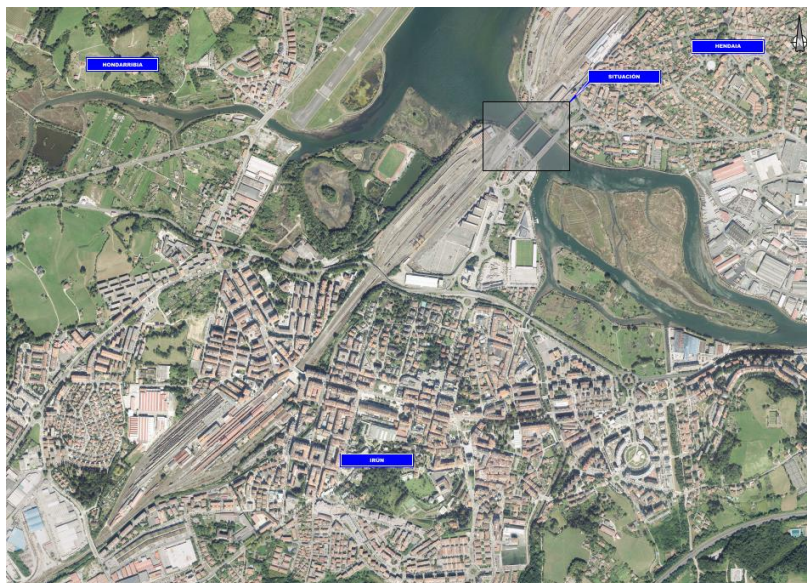


Figura 4. Emplazamiento de la obra

Se encuentra lindando aguas arriba con el puente internacional de La Avenida, antiguamente carretero y hoy en día peatonal, y aguas abajo con el puente ferroviario internacional de la línea Madrid – Hendaya, propiedad de ADIF y SNCF. Se da la casualidad de que ambos puentes han sido rehabilitados recientemente.



Figura 5. Ubicación en planta



Figura 6. Ubicación en perspectiva aérea desde aguas abajo

La estructura se encuentra en zona de régimen mareal y está expuesta a las corrientes de la desembocadura del río Bidasoa.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

3.2.1. GENERAL

La estructura se ubica en el PK 20+929, dentro de un trazado recto en planta y una pendiente en alzado de 0,7‰, de ancho métrico y vía única, con una anchura de plataforma de 6,3 m en zona de pila y de 5,5 m en el resto del tablero, teniendo una imposta de 0,8-0,9 m, de las cuales acera son 0,4 m – 0,55 m, con barandilla metálica. Por tanto, la capa de balasto dispone de una anchura de 4,4 m en zona de pila y 3,8 m zona restante, con un espesor variable entre 0,3 m y 0,5 m. Sobre las mismas se sitúa la vía de ancho métrico, con un decalaje de 8 cm con respecto al eje de la estructura.

El puente tiene una longitud de 120 m, distribuidos en 5 vanos formados por arcos elípticos, con una longitud de vano de 20 m y una flecha de 6,6 m, disponiendo de un espesor en clave de 0,95-1,00 m, y un espesor en riñones de 1,3 m. Se disponen unos 62 bloques de sillería en los laterales por arco, disponiendo entre los mismos mampostería caliza concertada, presumiblemente por las medidas, en 2 hiladas, enrasadas inferior y superiormente con la sillería.



Figura 7. Geometría de los 5 vanos

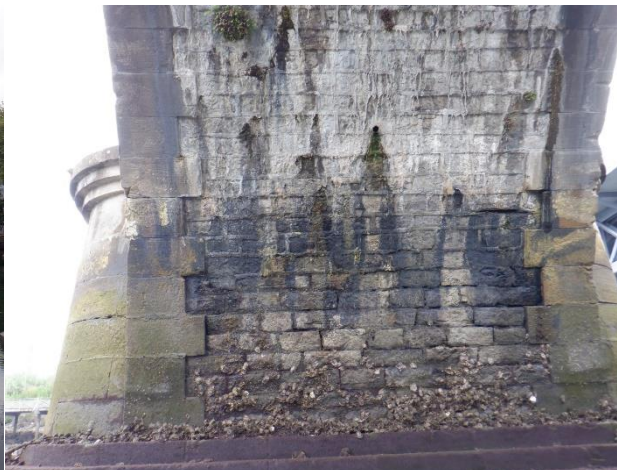


Figura 8. Vista transversal de bóveda

Las pilas disponen de tajamares troncocónicos, con una altura de 2,8 m, y un diámetro superior de 2,2 m e inferior de 2,65 m. Las mismas se apoyan sobre encepados de hormigón en masa de 4,2 m de anchura y 8,9 m de largura, siendo el canto variable desde 1,2 m a 3,6 m, en función del recinto tablestacado que se utilizó durante la ejecución.

Sobre pilas y bóveda se levantan los tímpanos, también de mampostería caliza concertada. Mediante catas sobre vía, se localizó en inspecciones anteriores el trasdós del tímpano, por lo que se ha comprobado que el espesor superior del mismo es de 0,5 m, enrasado con la imposta y siendo un valor utilizado en la ejecución de puentes de obra de fábrica ferroviarios. No se ha podido identificar el espesor inferior del tímpano, pero se ha estimado en función de las recomendaciones de la época para puentes de esta tipología, resultando de 1,8 – 2 m de espesor.

En lo que respecta al relleno de la obra de fábrica, aparentemente el mismo consiste en un material granular acompañado por un posible aluvial excavado del río.

3.2.2. CIMENTACIONES

Las cimentaciones consisten en pilotaje indirecto mediante pilotes circulares de madera, de diámetro 30 cm y dispuestos al tresbolillo, con una separación en el sentido longitudinal del ferrocarril de 0,6 m y 1,2 m en sentido transversal. La losa de hormigón en masa que embebe las cabezas de los pilotes es de 4,2 m de anchura y 8,9 m de longitud y un canto variable desde 1,2 m a 3,6 m.

Esta es la configuración teórica observada durante la inspección subacuática, que resulta muy similar a la cimentación del puente La Avenida.

La hincas de los pilotes, con longitudes máximas entorno a 8 m, fueron ejecutadas con martinetes sobre motas realizadas en el río. Posteriormente, mediante tablestacas de madera, se materializó el encepado con hormigón armado, asegurándose de que la cota inferior de la losa estuviera por debajo de la bajamar, para que los pilotes no estuvieran expuestos a la carrera de mareas. Así mismo, dispondrían de un manto de protección para evitar la socavación y que los pilotes no estuvieran expuestos directamente al agua de mar, y por tanto, al gusano llamado *teredo* que habita en el Cantábrico que ataca a los pilotes de madera. Este molusco ya era conocido desde el siglo XV por ser la causa de degradación de las embarcaciones de madera (bergantines, carabelas...).

Como se indica en la inspección, en la pila 1 se han observado grandes cavidades bajo la losa de encepado que dejan a los pilotes expuestos al mencionado xilófago. Adicionalmente, se ha constatado que la pila 4 quedan expuestos los pilotes en mareas con alto coeficiente, siendo un factor de pudrición al estar sometidos a alternativas de humedad y sequedad, aunque el periodo de sequedad. El hecho de que el intervalo seco sea pequeño en comparación con el húmedo y que se de pocos días al mes, ha permitido que los pilotes de esta pila no se hayan podrido totalmente a lo largo de los 106 años de existencia del puente, pero sí se localizó una pieza podrida desprendida de pilote de madera durante la inspección.



Figura 9. Pila 4 con pilotes de madera al aire

3.2.3. ALZADOS Y BÓVEDAS

Como se ha mencionado anteriormente, el viaducto dispone de 4 pilas y 2 estribos.

Las pilas disponen de tajamares troncocónicos, con una altura de 2,8 m y 6 líneas de sillares, y un diámetro superior de 2,2 m e inferior de 2,65 m. Sobre las mismas se dispone un sombrerete de 0,90 m de altura formado por sillares.

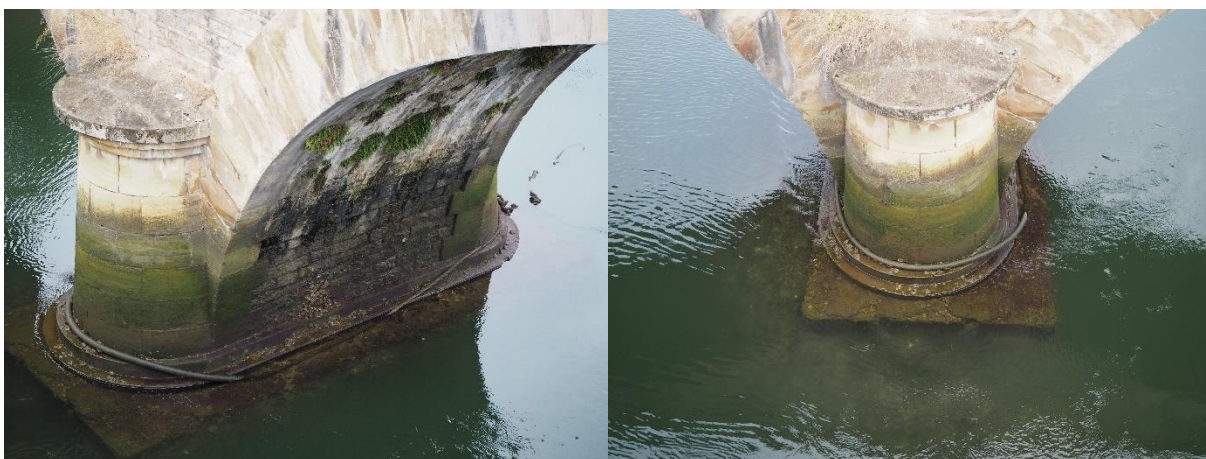


Figura 10. Geometría de pila

La bóveda se compone de 62 sillares de 1 m de canto, entre los que se disponen 2 hiladas de mampostería concertada, sobre los que se apoyan los tímpanos, de mampostería concertada, presuntamente de 2 m de espesor en pila y 0,5 m en coronación. En medio se dispone material granular. En la zona de pila se ensancha la pila, para lo cual se disponen 4 viguetas para el vuelo de la imposta.



Figura 11. Viguetas descansillos en pilas

Los vanos son arcos elípticos de 20 m de luz y 6,6 m de flecha, con un espesor de tierras en clave de 80 cm, correspondiente a 40 cm de relleno granular y 40 cm de balasto.

3.2.4. SUPERESTRUCTURA

En lo que respecta a la superestructura, la misma consiste en la plataforma de 6,3 m en zona de pila y de 5,5 m en el resto del tablero, teniendo una imposta de 0,8-0,9 m, de las cuales acera son 0,4 m – 0,55 m, con barandilla metálica. Por tanto, la capa de balasto dispone de una anchura de 4,4 m en zona de pila y 3,8 m zona restante, con un espesor variable entre 0,3 m y 0,5 m, sobre el relleno granular. La vía es única y electrificada, formada por carriles soldados de 54 kg/m fijos a traviesa monobloque mediante sujeciones elásticas tipo HM con tirafondos. La banqueta de balasto tiene un espesor que oscila alrededor de 0,40 m medido sobre el nivel de relleno.



Figura 12. Vista superestructura y apartaderos en pila

Dispone de unas impostas laterales pétreas, sobre los tímpanos, con barandilla sobre los mismos. El canto de este pretil se sitúa entorno a 20 cm.



Figura 13. Detalle imposta

3.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES CONTEMPLADOS EN ESTE PLAN DE MANTENIMIENTO

En presente Plan de Mantenimiento se contemplan los siguientes elementos estructurales, todos ellos pertenecientes al viaducto existente:

- Cimentaciones
- Alzados
- Bóvedas
- Tímpanos

4. CLASES DE EXPOSICIÓN Y VIDA ÚTIL PROYECTADA

En el caso de los morteros de reparación empleados en la restauración de los paramentos de fábrica, se empleará un mortero mixto, de cal y cemento blanco C 42,5 N/MR UNE 80303-2, con una dosificación 1/4-1/5

En lo que respecta a las clases de exposición del hormigón empleado en el nuevo encepado, se establece:

- Qb: ataque químico por ser un elemento en contacto con el agua de mar
- XC4: Corrosión inducida por carbonatación, por ser un elemento expuesto al contacto con el agua en ciclos de sequedad y humedad.
- XS3: Corrosión inducida por cloruros de origen marino, por estar en zona de carrera de mareas.
- XM3: abrasión por ser una cimentación expuesta a las corrientes de la ría

En lo que respecta a los micropilotes, según EN 1993-5, se adopta un ambiente de agua marina a temperatura ambiental en la zona de gran ataque (bajamar y zona de rompiente).

4.1. VIDA ÚTIL

Se entiende por vida útil (o “periodo de servicio”) de la estructura el período de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución, durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias. Como ya se ha comentado en apartados anteriores, el incremento de vida útil nominal

considerada para la estructura es de 100 años. Durante ese período requerirá una conservación normal, que no implique operaciones de rehabilitación.

En la imagen siguiente se muestra un diagrama que, en abscisas, presenta el eje temporal desde el final de la construcción y, en ordenadas, de forma genérica, las prestaciones que ofrece la estructura (R) y las solicitaciones (S) que actúan sobre ella, en forma de cargas, agresión ambiental, etc.

Las curvas de trazo blanco se corresponden con una situación “normal”. La capacidad resistente R (de trazo continuo) decae como consecuencia del inexorable deterioro de los materiales. Tal degradación es lenta al principio, pero se acelera más adelante. Así, por ejemplo, la corrosión de las armaduras y la pérdida de recubrimiento se manifiesta bastante tiempo después de concluida la construcción, y los deterioros y la pérdida de capacidad resistente se aceleran a partir de entonces. Las solicitaciones (curva S(t), de trazo discontinuo) crecen, porque los tráficos, cargas muertas, etc. han ido aumentando y la agresión ambiental también (carbonatación del hormigón, ingreso de cloruros, etc.). Cuando ambas curvas se cortan es que se ha llegado al umbral de aceptación (se ha omitido, por claridad, el margen de seguridad) y, por consiguiente, se habrá alcanzado la vida útil t_L .

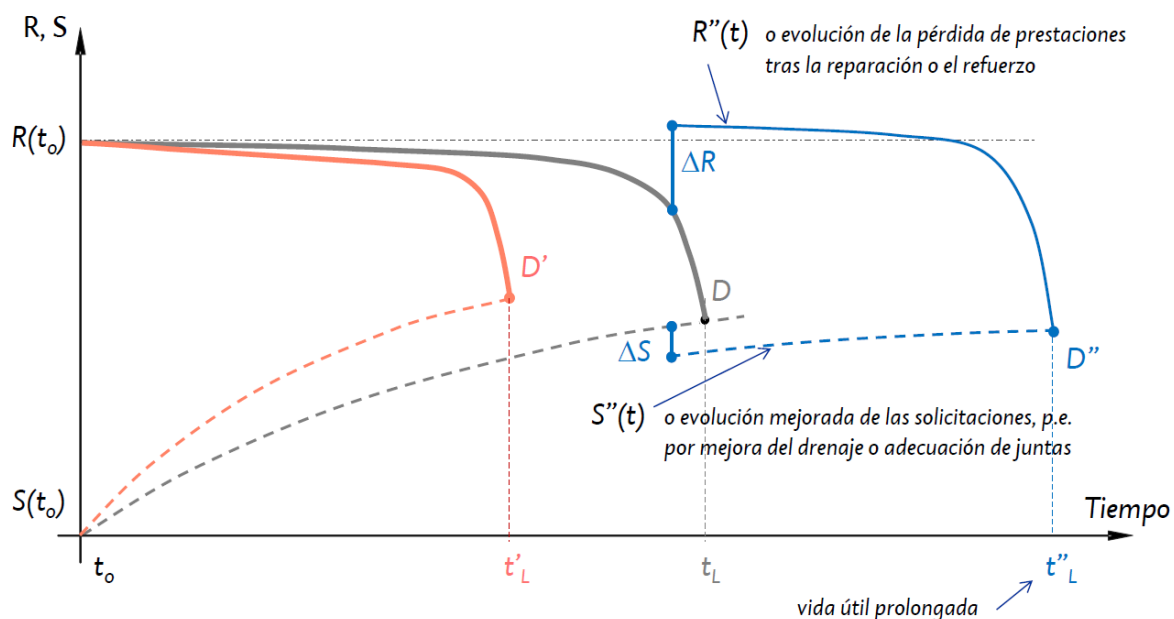


Figura 14. Evolución en el tiempo de solicitaciones y prestaciones de una estructura.

Las curvas de color rojo muestran el mismo esquema de funcionamiento, pero con una vida útil t'_L menor porque las solicitaciones aumentaron, quizás, más rápidamente y las degradaciones progresaron también más deprisa. Además, sin duda, no se ejerció actividad alguna de mantenimiento que habría permitido, como muestran las curvas de trazo azul, recuperar una parte (o la totalidad o incluso más) de la capacidad prestacional inicial y, al mismo tiempo, reducir parte de la solicitación, como, por ejemplo, mejorar o mantener adecuadamente el sistema de drenaje para eludir la agresión que conlleva siempre el agua. El final de la vida útil se habrá prorrogado hasta t''_L .

Un sistema de gestión de estructuras sirve precisamente para determinar en qué estado se encuentran R y S en un instante t y, por tanto, decidir si hay que emprender alguna medida correctora o ésta puede esperar.

Al concluir la vida útil nominal de la estructura cabe aún la posibilidad de realizar sobre ella una inspección especial que dictamine su seguridad estructural residual (el margen $R - S$ en la imagen) y la vida útil residual, correspondiendo a la propiedad decidir, tras este trabajo de ingeniería, si se puede prolongar aún su uso o se debe proceder a su demolición o reutilización.

4.1.1. Estimación de la vida útil de la estructura

En este caso en el que la reparación se lleva a cabo en la práctica totalidad de la estructura, se estima poder prolongar la vida útil del viaducto en 50 años tras la realización de las obras, valor elevado debido a la magnitud de las reparaciones planteadas, consistentes en la reparación de las socavaciones existentes principalmente.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS PREVISIBLES

5.1. ELEMENTOS DE HORMIGÓN

Tras la reparación propuesta en el presente proyecto no se prevén daños especialmente notables, salvo que vuelvan a reaparecer daños ya detectados al final de la vida útil, relacionados principalmente con las socavaciones que pueden generarse al modificarse el lecho de la ría con las corrientes y las mareas.

Si la ejecución de las medidas correctoras no es cuidada, no se emplean los materiales adecuados o éstos no han sido mezclados en las cantidades o proporciones adecuadas, es posible que puedan aparecer fisuras de retracción, que acabarán desembocando en última instancia en la desconche del hormigón de las cimentaciones.

Asociado a la elevada pluviometría y humedad de la zona, es bastante probable que proliferen la vegetación enraizada en las zonas de actuación de la estructura, aunque en la actualidad no se han observado daños significativos asociados a este fenómeno.

El descalce de la cimentación se corrige mediante un relleno de la zona socavada y se protege con escollera. Se deberá comprobar la eficacia de la protección de escollera en todas las pilas. Así mismo, se recomienda un seguimiento del estado de las cimentaciones de las pilas 1 y 2.

5.2. ELEMENTOS DE FÁBRICA

Los paramentos de fábrica presentan vegetación enraizada así como musgos adheridos a la superficie, que aunque se eliminan lo más probable es que vuelvan a aflorar debido a las condiciones de humedad en las que se encuentra la estructura.

Las pátinas, manchas, costras calcáreas y eflorescencias debidas a la presencia de humedad y sustancias y sales disueltas en el agua hacen probable que vuelvan a aparecer si la impermeabilización de la plataforma no se ejecuta correctamente. Si la impermeabilización es correcta tampoco es probable el lavado de juntas siempre y cuando el rejuntado se realice con los materiales adecuados descritos en el proyecto y de forma correcta.

No se prevé que las fisuras y grietas de la fábrica se reproduzcan, ya que no existen fisuras actualmente además de las originadas a consecuencia del descalce de las pilas 1 y 2 y que tras la rehabilitación no deberían reaparecer si se ha llevado a cabo correctamente.

De la misma forma, los elementos de fábrica cuya geometría y forma se va a recomponer no deben experimentar fisuraciones de retracción o decoloraciones si se ejecutan correctamente y con los materiales adecuados. Además, dado que en la zona de ubicación de la estructura no se prevén heladas importantes (menos aún en el momento de la ejecución de las labores de reparación), no es previsible que se produzcan daños en los morteros, lechadas y resinas por bajas temperaturas.

6. CRITERIOS DE INSPECCIÓN

Se plantean tres niveles de inspección: básica o rutinarias, principales y especiales

6.1. INSPECCIONES BÁSICAS O RUTINARIAS

Son las efectuadas por el personal encargado del mantenimiento de la estructura, es decir, de la propia empresa concesionaria o de la empresa que ésta contrate con este propósito. Su objetivo es hacer un seguimiento del estado de la obra de manera simultánea a las operaciones rutinarias de mantenimiento, para detectar así lo antes posible fallos aparentes que podrían originar gastos importantes de conservación o reparación si no son corregidos a tiempo. La realización de esta inspección supone completar una ficha tipo de inspección básica, en la que se han de destacar, de todos los daños posibles, los de mayor trascendencia. La cadencia de estas inspecciones será semestral, coincidiendo con el verano y con el invierno.

Como consecuencia de cada inspección rutinaria se derivarían, en su caso, las siguientes acciones:

- Operaciones de mantenimiento ordinario, que se describirán en los apartados siguientes, si no hay daños significativos de mayor importancia.
- Inspecciones de nivel superior (principales o especiales) si se detectan problemas de tipo evolutivo que deben ser analizados por técnicos especializados. Estas inspecciones, así como las solicitudes de órdenes de estudio para la elaboración de proyectos, se propondrán por la propiedad.

6.2. INSPECCIONES PRINCIPALES

Son las efectuadas por personal especializado para la determinación minuciosa, de forma visual, del estado de los deterioros de los elementos, rellenando finalmente una ficha sistematizada. A diferencia de las anteriores, se requiere de la participación de ingenieros especializados, que saben qué mirar, dónde hacerlo y cómo interpretar lo que ven. El resultado de la inspección permitirá evaluar los deterioros de los distintos elementos de la obra, para finalmente obtener un “índice de daño”.

La cadencia propuesta para estas inspecciones es de 60 meses a partir de una inspección principal inicial o de estado cero, que debería ser coincidente con la recepción de la obra.

La inspección principal sólo requiere de medios visuales y es indispensable que los inspectores vayan equipados con:

- Adecuada señalización para el control y seguridad del tráfico
- Cámara fotográfica digital;
- Prismáticos;
- Medidor de abertura de fisuras;
- Espejo;
- Cinta de medir y distanciómetro
- Martillo para detectar la eventual existencia de exfoliaciones.

De manera complementaria, se recuerda la necesidad de que los inspectores, debidamente acreditados ante la autoridad competente, vayan dotados de los elementos de seguridad correspondientes (cascos, botas, chalecos reflectantes, etc.).

6.3. INSPECCIONES ESPECIALES

Son las realizadas con todo tipo de equipos especiales y personal especializado para poder estudiar en detalle las patologías estructurales, y poder elaborar consecuentemente informes de estado o proyectos de reparación de la obra. Se decide acometer una inspección especial sólo si de resultados de una inspección básica o de una principal se ha detectado un vicio oculto o una evolución rápida de algún deterioro que pueda dar lugar a pérdida del nivel de seguridad, de funcionalidad o de seguridad de los usuarios. Sería el caso también de una circunstancia accidental como un impacto de un vehículo,

tras cuya ocurrencia resultase necesario evaluar el estado de la estructura y dictaminar la necesidad de reparar o reforzar.

Los inspectores además deberán llevar los instrumentos enumerados en el caso anterior, así como la acreditación correspondiente.

En estas inspecciones se pretende alcanzar un conocimiento de la estructura mediante campañas de toma de ensayos destructivos y no destructivos, en el cual se realiza un diagnóstico de la estructura y se determina la necesidad o no de realizar un proyecto de rehabilitación y/o refuerzo, así como la magnitud y número de actuaciones a incluir en el mismo.

7. DEFINICIÓN DE LOS MEDIOS DE ACCESO

El puente soporta un tráfico ferroviario medio en jornada diurna, con una frecuencia próxima a los 20', al que es posible acceder por vía mediante piloto homologado por ETS, accediendo a la plataforma desde la estación de Irún y al inferior del puente desde las pasarelas peatonales o desde una embarcación.

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN (UMBRALES DE RECHAZO)

A continuación, se describen ciertos daños que servirán para alertar al inspector de fallos en algún elemento de los viaductos y que desencadenarían automáticamente la necesidad de realizar una inspección principal e incluso especial, y en su caso, un proyecto de reparación:

- Giro o asiento de una pila, tras un gran temporal
- Fisuras o grietas en las pilas y, sobre todo, en las bóvedas, debidas a asientos o giros en las cimentaciones, de abertura superior a 0,5 mm
- Fisuras en refuerzos de cimentaciones ejecutados.
- Micropilotes a la vista en el dique como consecuencia de socavación.

9. MANTENIMIENTO

9.1. DEFINICIÓN

Las operaciones de mantenimiento han de servir para asegurar, durante la vida útil definida por ETS, el nivel de prestaciones de la estructura (en términos de seguridad estructural, comportamiento en servicio, seguridad del usuario y durabilidad) por encima de los límites o umbrales de aceptación definidos. Su clasificación y vinculación con el resto de operaciones propias de la gestión de la infraestructura ya han sido enunciadas en este Plan de Mantenimiento.

9.2. MANTENIMIENTO BÁSICO U ORDINARIO

Es el que se lleva a cabo de manera regular y pautada y tiene un carácter esencialmente preventivo. El mantenimiento rutinario es de gran importancia; y descuidar este mantenimiento trae consigo un incremento de la velocidad de los deterioros y, consiguientemente, unas peores prestaciones de la infraestructura y un coste de puesta al día mucho más que proporcionalmente mayor que el coste derivado de las labores de mantenimiento ordinario.

Dentro de las operaciones de mantenimiento básico u ordinario, que en general no exigirán la presencia de personal y medios especializados, se encuentran, entre otras, las siguientes:

- Limpieza y mantenimiento en buen estado de funcionamiento del sistema de drenaje y desagües. Se realizará cada tres meses y siempre después de fuertes lluvias o tormentas que

puedan producir arrastres, prestando especial atención a la eliminación de sólidos, sedimentos, etc. que tienden a obturar los sumideros.

- Supresión de humedades, pátinas biológicas y vegetación perjudicial. Esta operación se llevará a efecto cada 6 meses, coincidiendo con el final de la primavera o el otoño.

9.3. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO

Se refiere al conjunto de actuaciones pautadas, con frecuencia no definida, que requieren del concurso de especialistas para la sustitución programada de elementos o piezas cuya vida útil ha llegado a término. Se acomete este tipo de mantenimiento tras inspecciones rutinarias o principales cuyo dictamen concluya la necesidad de intervenir.

También en este grupo de actuaciones se incluyen las de reparación ordinaria de corto alcance, con lo que quedan fuera las actuaciones urgentes o que traten de resolver daños graves para el conjunto de la estructura.

- Reposición de elementos drenaje y ejecución de nuevos drenajes si los existentes evidencian no ser eficaces por ubicación o por variaciones en la red de drenaje superior.
- Reparaciones localizadas en paramentos, como parcheos en zonas de hormigón con impactos desconchones, siempre que se trate de incidencias menores durante cualquier maniobra habitual en la vida operativa de la infraestructura. En ese sentido, se entenderá como incidente “menor” en elementos metálicos aquel que no dé lugar a pérdidas de sección en porcentaje mayor del 5% de su sección. En el caso del hormigón, incidente “menor” será aquel que no dé lugar a pérdida de sección mayor que 4 cm.
- Reparaciones en los paramentos de fábrica tales como la reposición o reparación de sillares desprendidos o fracturados, o el rejuntado de las piezas
- Consolidación e hidrofugación de los paramentos de fábrica a base de silicona (hidrofugante) y resina acrílica (consolidante)
- Es conveniente reparar las impostas del puente para evitar accidentes del personal de mantenimiento.
- Todos los elementos dañados por accidentes, vandalismo o cualquier otra causa puntual deben ser repuestos o reparados en función de la gravedad del daño
- Los elementos de seguridad, cuyo deterioro pueda ocasionar peligro para los trenes o peatones ocasionales (mantenimiento), tal y como barandillas o señalización vertical, deberán repararse tan pronto como se detecte el fallo.

10. VALORACIÓN DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

La valoración de los costes de mantenimiento resulta muy complicada de determinar, por no ser posible conocer de antemano con precisión los daños o desórdenes que se van a producir en el futuro.

Como valor aproximado de los costes de las operaciones de mantenimiento, se puede estimar una cantidad anual aproximada de un 0,5% del valor de construcción de un puente nuevo en el mismo emplazamiento.

En este caso, se puede asumir que el coste por metro cuadrado de un puente de nueva ejecución de las mismas características, con cimentación profunda, podría rondar los 2.200€/m², con lo que los costes anuales de mantenimiento podrían estimarse en:

$$2.200\text{€/m}^2 \times (5 \text{ m} \times 110 \text{ m}) \times 0,5\% = 6.050 \text{ €/año.}$$