



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Plan de mantenimiento y conservación del puente de la
Avenida del Sur sobre el barranco de Picassent en
Picassent (Valencia). Propuesta de ampliación.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Primo Baixauli, Honorio José

Tutor/a: Moragues Terrades, Juan José

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Plan de mantenimiento y conservación del puente de la Avenida del Sur sobre el barranco de Picassent en Picassent (Valencia). Propuesta de ampliación.



Autor:
Honorio José Primo Baixauli

Tutor:
Juan José Moragues Terrades

Grado en Ingeniería Civil

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Objeto del Trabajo de Final de Grado.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Estructura del documento.....	4
2. EL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS.....	6
2.1 La importancia de las infraestructuras.....	6
2.2 La importancia de un adecuado mantenimiento de las infraestructuras.....	8
2.3 Tipos de mantenimiento.....	11
2.4 Pilares fundamentales del mantenimiento.....	17
2.5 Componentes de un sistema de gestión de infraestructura.....	17
3. NORMATIVA.....	20
4. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES.....	24
4.1 Conservación de estructuras.....	24
4.2 Sistemas de Gestión de Puentes.....	27
4.3 Deterioro de los puentes y sus consecuencias.....	30
4.4 Influencia de los cauces sobre los puentes.....	39
5. LOS PUENTES SOBRE EL BARRANCO DE PICASSENT.....	43
6. PUENTE SOMETIDO A ESTUDIO.....	50
6.1 Técnicas de conservación de puentes con tirantes.....	50
6.2 Descripción del puente.....	53
6.3 Inventario.....	59
6.4 Inspecciones del puente.....	60
6.4.1 Inspección inicial.....	62
6.4.2 Inspección básica.....	69
6.4.3 Inspección principal.....	71
6.5 Presupuestos.....	75
6.6 Plan de mantenimiento.....	79
6.7 Diseño de una pasarela ciclopeatonal.....	91
7. CONCLUSIONES.....	103
8. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS ODS.....	105
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
10. ANEJOS.....	111
ANEJO I. INVENTARIO.....	111
ANEJO II. INSPECCIÓN BÁSICA.....	123
ANEJO III. INSPECCIÓN PRINCIPAL.....	140

1. INTRODUCCIÓN

Se propone como Trabajo de Final de Grado el "Mantenimiento de puentes. Aplicación práctica al puente de la Avenida del Sur en Picassent, Valencia "

1.1 Objeto del Trabajo de Final de Grado

El presente documento busca hacer una revisión del concepto de mantenimiento, desde el ámbito genérico, de las infraestructuras, hasta el mantenimiento específico de puentes, para posteriormente aplicarlo a un caso específico.

Concretamente, se realizará el Plan de Mantenimiento del puente de *Avenida del Sur*, en la localidad valenciana de Picassent, con el objetivo de presentar el mantenimiento como una herramienta eficaz y eficiente de conseguir perdurar la vida útil de las infraestructuras.

En la localidad de Picassent no se realiza ninguna gestión del mantenimiento de los puentes. La metodología que se está aplicando actualmente, es el mantenimiento correctivo, es decir, se está invirtiendo en aquellas estructuras que, debido al deterioro, sufren algún fallo.

El término municipal de Picassent tiene diversos puentes de diversas tipologías y edades, la gran mayoría de ellos cruzan los barrancos de *Picassent*, *Ninyerola* y *Don Félix*, los cuales se encuentran en estado de deterioro avanzado debido a la edad y la falta de inversión.

Ante esta situación, este trabajo va orientado a la redacción del plan de mantenimiento del puente *Avenida del Sur*, el cual se encuentra sobre el barranco de Picassent. Este puente, es el más moderno y uno de los que mayor tráfico soporta de la localidad, por lo que su conservación es de vital importancia. El presente documento, además, busca estimular la redacción y puesta en uso de los planes de mantenimiento de los puentes restantes del término municipal, y así lograr alargar la vida útil de los mismos, para disfrute de la ciudadanía.

1.2 Justificación

Constantemente se menciona la importancia de las infraestructuras como motor del desarrollo y del crecimiento, por lo que resalta la necesidad de invertir en ellas. Las inversiones,

normalmente van encaminadas a mejorar la red de infraestructuras, para así cumplir con las necesidades sociales y mejorar la competitividad.

Sin embargo, cuando la infraestructura ya está en fase de explotación, se da por asumido que la vida útil de esta será eterna, y, por lo tanto, que continuará ofreciendo los servicios para los que fue diseñada. Nada más lejos de la realidad, las infraestructuras, se deterioran con el paso del tiempo, debido al uso de estas. Esto es independiente del buen diseño, de la construcción de esta y de los materiales empleados. El deterioro es inevitable.

El mantenimiento se encarga de que la funcionalidad de las infraestructuras sea la misma que tras la construcción de estas. Consiste en conservar un activo, que sufre un deterioro continuo, y, por lo tanto, que conlleva pérdidas de valor cuantitativo y cualitativo. La conservación permite el uso de un activo sin interrupciones.

Además, añadido a la depreciación continua, se suma, que las infraestructuras no se deprecian de forma lineal, por lo que, en la mayoría de las veces, no se detecta la necesidad de realizar actuaciones hasta que el mantenimiento ya no revierte el daño. En ese momento estaríamos hablando de rehabilitación o reconstrucción que, por lo general, requiere inversiones más elevadas.

Cuando se habla de costos, no solo se debe pensar en la afcción económica directa de las actuaciones a las Administraciones Públicas, sino que también afecta a los usuarios de las infraestructuras. Por ejemplo, en el caso de las carreteras, una infraestructura deteriorada, va asociado directamente con la depreciación de los vehículos, mayores tiempos de desplazamiento, esto conlleva mayor consumo de carburante o mayor índice de accidentes.

Por tanto, el mantenimiento debe ser un componente esencial en la gestión de los activos de las infraestructuras de un país. Por desgracia, en la actualidad todavía hay mucha reticencia para invertir en mantenimiento de infraestructuras, lo cual no tiene ninguna lógica desde el punto de vista económico. Probablemente está ocurriendo esto ya que las tareas de mantenimiento no son aparentemente voluminosas, lo cual da paso a pensar, que no vale la pena invertir cifras tan elevadas de dinero en ello.

Este pensamiento, en definitiva, es bastante ilógico ya que se ha demostrado que sale más rentable realizar tareas de mantenimiento continuas, las cuales evitan mayores deterioros, que hacer grandes inversiones para rehabilitar infraestructuras seriamente dañadas. En otras palabras, no invertir en mantenimiento es equivalente a hacer un mal uso de los recursos públicos de una nación.

1.3 Estructura del documento

El presente trabajo está formado por nueve capítulos. El primero de ellos se corresponde con la introducción, en él, se explica el objeto principal del trabajo en el que se marcan los objetivos que se quieren lograr con la redacción del mismo.

En el segundo capítulo, se expone de forma breve, el tema del mantenimiento de infraestructuras desde el punto de vista genérico. En él, se tratan los temas de las infraestructuras como bien de la sociedad, así como la importancia de estas sobre el engranaje de una nación. Por otro lado, se explican los tipos de mantenimiento que se emplean en la conservación de infraestructuras, así como los pilares fundamentales sobre los que se apoya el mantenimiento, y de forma breve, los diferentes componentes de un sistema de gestión de infraestructuras.

El tercer capítulo es una breve explicación de la diferente normativa que se ha empleado en la realización del trabajo.

Seguidamente, el cuarto capítulo, ahonda de forma más precisa en el tema principal del trabajo, el mantenimiento de puentes. Se explica la conservación de estas estructuras, hablando de la tendencia actual del tráfico en las carreteras y cómo afecta al deterioro y gestión de los puentes. Por otro lado, se habla de los sistemas de gestión de puentes como herramienta fundamental en la conservación de estos. Se aborda el deterioro de los puentes, y se muestran ejemplos reales de hechos históricos que lo demuestran. Concluye el capítulo explicando la relación que existe entre los puentes, y los cauces que cruzan los mismos, como elementos interdependientes.

En el capítulo cinco, se describe de forma breve, los diferentes puentes que cruzan sobre los barrancos del término municipal de Picassent, centrándose en los barrancos de

Ninyerola y *Don Félix* como afluentes del principal barranco de la zona, el de *Picassent*, sobre el que se encuentra el puente sometido a estudio.

Este capítulo comienza con una exposición de los distintos métodos que existen en la conservación de puentes con tirantes. Tras ello, se ha realizado el estudio del plan de mantenimiento, siguiendo la estructura normativa. En primer lugar, realizando el inventario del mismo, seguidamente, evaluando el estado de conservación mediante tres inspecciones. Seguidamente, se presentan los presupuestos de rehabilitación del puente y de realización de las tres inspecciones mencionadas. Con esta información y siguiendo la guía correspondiente, se redacta un plan de mantenimiento específico para el Puente de la Avenida del Sur.

Para finalizar y siguiendo las conclusiones extraídas de las inspecciones se presenta una propuesta de aplicación del puente mediante la construcción de una pasarela paralela al mismo.

Tras los puntos anteriores, el objeto del trabajo se ha visto satisfecho, culmina en el capítulo siete, en donde se señalan las conclusiones extraídas del estudio de mantenimiento, así como de las distintas partes que han formado este Trabajo Final de Grado.

En el capítulo ocho, se explica la relación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se han abordado en el trabajo, y en el nueve, se detallan las referencias bibliográficas que han servido de apoyo para la redacción de este.

2. EL MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS

2.1 La importancia de las infraestructuras

Durante todo este trabajo, se va a hablar del mantenimiento de puentes, uno de los muchos elementos que forman parte del entramado de las infraestructuras de un país, pero, para ello, necesitamos conocer de forma clara, qué es una infraestructura.

La Real Academia Española lo define como “Conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera.”

Por otro lado, en el libro (Hudson et al., 2013) se describe como “Cualquier instalación que proporciona servicios públicos de transporte, energía (producción y distribución), telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado, recogida y tratamiento de residuos, y zonas verdes, deportivas, culturales y recreativas, así como alojamientos”.

De estas definiciones se puede observar que parten de un pilar base y común a ellas, siendo este, que son servicios de carácter público, que se pueden presentar de muchas formas y en muchos campos distintos y cuya importancia es clave para un país. Esta importancia que nos menciona la definición de la RAE, nos hace pensar en la siguiente pregunta: ¿Cuál es la importancia de las infraestructuras en un país?

Con el concepto claro de lo que son las infraestructuras de un país, tenemos que concretar su importancia sobre este.

Las infraestructuras son un aspecto clave para un país ya que contribuyen al desarrollo económico, competitividad y productividad. Además, son necesarias para satisfacer las necesidades sociales y recreativas de la población.

🕒 17 de diciembre de 2022

La Generalitat facilitó la movilidad de 6,7 millones de personas usuarias en Metrovalencia en noviembre, un 41,29% más que en 2021

Imagen 1: Titular de la página web www.metrovalencia.es

La relevancia de estas se demuestra en que, además, las infraestructuras entre ellas son interdependientes. Cuando alguna de ellas tiene un problema, este se extiende en cadena al resto de infraestructuras.

La huelga de Metro provoca el caos en la capital

Tráfico en las carreteras de acceso, largas colas para coger el autobús y taxis saturados. Así amanece Madrid en la segunda jornada de huelga de Metro

PUBLICO. ES / AGENCIAS · 29/06/2010 - 10:30h

Imagen 2: Titular de la página web www.especiales.publico.es

Por otro lado, la calidad de las infraestructuras es clave para la seguridad y salud de la población de un país.

Puente roto mantiene aislada a una población en Cerro Largo



Imagen 3: Titular de la página web www.elpais.com

Buenas infraestructuras son la base de sociedades sostenibles. Los impactos ambientales del desarrollo urbano, industrial y rural deben ser mitigados por la red de infraestructuras.

El mal estado de las carreteras genera un sobrecoste económico y de emisiones al transporte

Un informe de la Asociación Española de Carretera constata que los vehículos pesados consumen 2,2 litros extra por cada 46 kilómetros en malas condiciones

Imagen 4: Titular de la página web www.elmercantil.com

El mantenimiento de las infraestructuras, clave para la conservación de aguas residuales

Pedro Hernández, director de la División de Industria e Infraestructuras de MC Spain 04/05/2018

Imagen 5: Titular de la página web www.interempresas.net

2.2 La importancia de un adecuado mantenimiento de las infraestructuras

Según la Real Academia Española de la lengua, mantenimiento se puede definir como *“Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.”*

Referido a las infraestructuras se podría definir por ejemplo, según la Real Academia Española, como *“Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente”*, una definición más completa sería la de la norma UNE- EN 13306, *“Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, durante el ciclo de vida de un elemento destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual puede realizar la función requerida”*

El mantenimiento de cualquier elemento, y más todavía, de las infraestructuras, debido a su valor económico, número de elementos e importancia de estos, se debe gestionar adecuadamente. Desde el punto de vista de la ingeniería civil, gestionar es, *el aprovechamiento de los recursos para optimizar el estado de las infraestructuras, viendo el punto de vista técnico y económico.*

Históricamente, debido a que los ingresos principales de las empresas siempre provinieron de la venta del producto o servicio que ofrecían, se centró en la función de producción, todos los esfuerzos de mejora y por lo tanto, los recursos. El problema del mantenimiento empezó a surgir cuando se quiso producir de forma continua, se consideraba como un mal necesario el cual existía y había que solucionarlo de forma rápida y económica.

Pero ni mucho menos es una cuestión secundaria, en España, el mantenimiento de infraestructuras es un sector muy importante sobre el conjunto de la economía nacional.

El gasto del Estado en mantenimiento en carreteras marca un máximo mientras el Gobierno estudia la implantación de peajes

Los Presupuestos reservan 1.371 millones para conservación, más de la mitad de todo lo que destinará a inversión en vías terrestres

JOSÉ LUIS ARANDA

Madrid - 14 OCT 2021 - 17:47 CEST

[Imagen 6: Titular de la página web \[www.elpais.com\]\(http://www.elpais.com\)](#)

En los países desarrollados como España, las infraestructuras datan de las décadas 1950 y 1960, lo cual indica que la gran mayoría tienen entre sesenta y setenta años. Estos datos solo marcan la edad de las mismas, el problema viene cuando junto con la edad, no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento, teniendo así, infraestructuras de avanzada edad y que no han recibido mantenimiento en todos estos años.

Las infraestructuras españolas envejecen por falta de mantenimiento

Cada vez son más las voces -incluidas las del Gobierno- que claman contra la obra nueva y a favor de sostener lo ya construido



CRISTINA VALLEJO

Domingo, 9 agosto 2020, 00:11

[Imagen 7: Titular de la página web \[www.elcomercio.es\]\(http://www.elcomercio.es\)](#)

El mantenimiento debe estudiarse y se debe llegar a una solución de compromiso entre los distintos factores importantes. El presupuesto es uno de ellos, de los más importantes, del presupuesto depende el número y coste de actuaciones que se pueden realizar en un periodo determinado. Por otro lado, tenemos el estado de la infraestructura en cuestión y la forma en la que se va viendo degradada debido al deterioro. Y, por último, se encuentran los usuarios, cuanto peor estén las condiciones de las infraestructuras, mayor coste supondrá para los mismos.

Cuanto mejor sea el estado de la red de infraestructuras, mayor será su eficiencia, lo cual es un factor productivo clave para el desarrollo.

El deterioro de las infraestructuras no se produce de forma lineal, esto supone que intervenir no supone el mismo coste en proporción al tiempo transcurrido, sino que puede que para llegar a un estado deseado, según el momento de la actuación, se tenga que invertir más.

Esto supone que una intervención tardía conlleve sobrecostes innecesarios. La afección de una intervención tardía no solo afecta económicamente, sino que además supone mayores sobrecostes para los usuarios de la red.

En la gráfica que se presenta a continuación, se ve la forma que obtiene la curva de deterioro de una infraestructura (Estado-Tiempo).

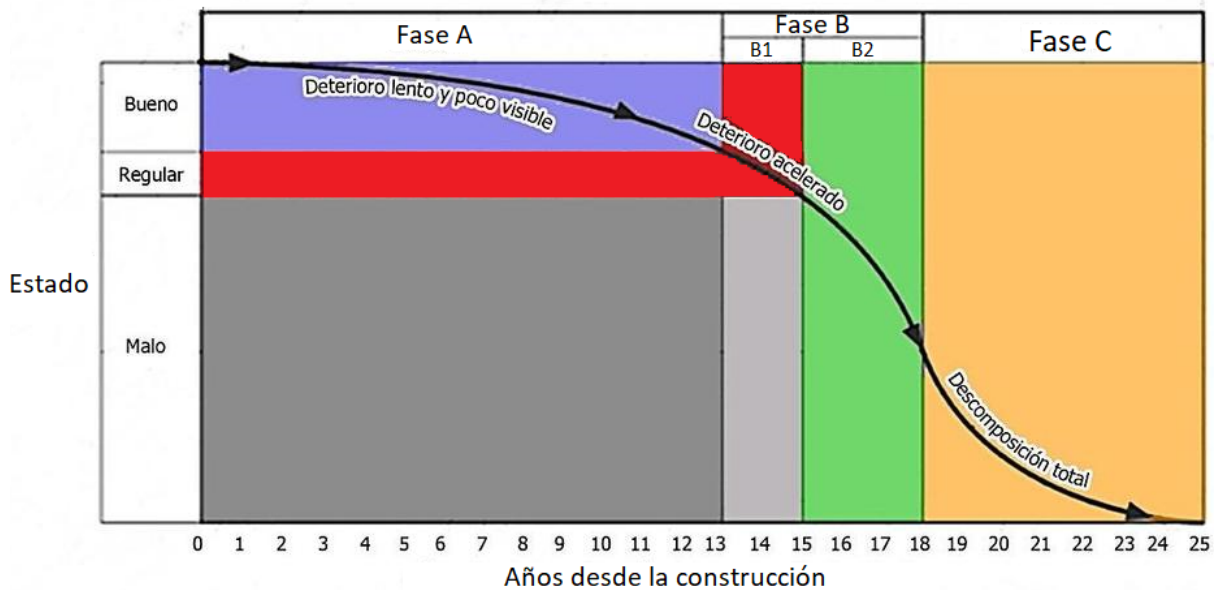


Imagen 8: Curva de deterioro de una infraestructura (Fuente propia)

Analizando se pueden sacar diversas conclusiones. Haciendo un recorrido sobre la línea de deterioro, partiendo en el año 0, se observa que el estado de la infraestructura es el de partida, tras la construcción.

A lo largo de la "Fase A", las operaciones a realizar serán de conservación, tareas rutinarias y periódicas.

Posteriormente, en la "Fase B" es donde se produce el pico de deterioro más acelerado. Si se interviene en la fase B1, sería una operación de refuerzo mientras que, si se realiza en la fase B2, estaríamos hablando de rehabilitación.

Por último, la "Fase C" es aquella en la que se produce el fallo.

La fase más adecuada para invertir en mantenimiento es la B1 ya que existen deterioros suficientes para realizar una inversión, pero estos todavía no son muy elevados. En caso de decidir retrasar la intervención lo que ocurriría es que, para llegar a un mismo estado, se tendría que invertir más.

De todos modos, según los condicionantes que tengan las Administraciones Públicas, puede que se decida realizar tareas de mantenimiento cada más tiempo, invirtiendo más o cada menos tiempo, con un menor coste por intervención.

2.3 Tipos de mantenimiento

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo del mantenimiento es conservar un activo que sufre deterioro de forma constante, de forma que, a mejor mantenimiento, se alarga su vida útil, se aseguran menores riesgos, se evita pérdidas patrimoniales y se reduce el coste en renovación.

Se pueden emplear distintos tipos y clasificaciones de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo: Esta tipología consiste en reparar aquellos fallos una vez ya se han producido o se han observado. Es decir, esta tipología, permite el desgaste del activo. En este caso no se necesita información continua sobre el estado o comportamiento de la infraestructura ya que solo se aplica post avería.

Analizando detenidamente esta metodología, se podría cuestionar si cumple con la definición de mantenimiento o, por el contrario, se trata de todo lo contrario. Se puede ver cómo lo contrario al mantenimiento ya que se produce una pérdida de funcionalidad de la infraestructura y las acciones se realizan post avería.

Por ese motivo, los costos asociados al mantenimiento correctivo normalmente son elevados. Estos costos van asociados a la urgencia de la actuación, muchas veces no se tiene el material necesario para la reparación e induce costos laborales importantes por sobretiempo. Además, en muchos casos, la depreciación del activo es irrecuperable porque la actuación no revierte los daños.

El mantenimiento correctivo tiene ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas, cabe destacar que, durante el periodo de funcionamiento el coste es nulo y que no necesita sistemas de mantenimiento complejos ni personal altamente cualificado.

Por otro lado, entre los inconvenientes, destaca que, si el fallo produce una parada no programada, puede conllevar graves consecuencias. Por otro lado, este sistema, aporta nula fiabilidad, nunca se sabe cuándo se producirá el fallo y esa incertidumbre puede ser muy peligrosa.

- Mantenimiento preventivo: Está basado en realizar operaciones cíclicas rutinarias. Principalmente se realiza ya que, como se ha nombrado anteriormente, el deterioro de las infraestructuras no es lineal por lo que, realizando tareas de mantenimiento cíclico, se puede prevenir el posible fallo, de modo que eviten daños irreparables.

La técnica es la contraria a la del mantenimiento correctivo, con el preventivo, se busca evitar el fallo de modo que, con intervenciones sistemáticas, no se lleguen a producir los mismos.

Este mantenimiento se puede hacer de forma cíclica, se establecen intervalos de tiempo o según uso, estos intervalos se marcan según la experiencia que se ha obtenido, mediante la recopilación de datos durante años. Este tipo de mantenimiento tiene la ventaja de que se puede programar, presupuestos con mucho tiempo de antelación, y planificar.

Por lo que como ventajas encontramos que este tipo de mantenimiento previene los fallos antes de que ocurran, se pueden programar las paradas y que otorga mayor fiabilidad a los activos alargando su vida útil.

Como inconvenientes se encuentran que, se necesitan sistemas de mantenimiento más complicados y personal cualificado, mayores costes debido a que el mantenimiento se aplica antes de que se hubiera producido el daño y que supone mayor tiempo de parones lo que afecta a su funcionalidad.

-Mantenimiento predictivo: Es aquel mantenimiento que se realiza mediante el análisis de una variable identificable del funcionamiento de la infraestructura, se vigila la evolución y se actúa antes de que se produzca el daño.

Con los avances continuos en tecnología, se pueden adoptar diferentes herramientas y este es el tipo de mantenimiento más tecnológico ya que requiere de herramientas técnicas avanzadas y de grandes conocimientos técnicos.

Las ventajas del mantenimiento predictivo son la detección temprana de los fallos, se pueden programar las paradas con anterioridad, con los equipos correctos la fiabilidad es muy buena y que los costes se optimizan en gran medida a medio y largo plazo.

Algunos de los inconvenientes que tiene este tipo de mantenimiento son, que precisa de personal muy cualificado, que la inversión inicial es elevada debido a la formación del personal y los equipos necesarios, y por último, que existe mucha reticencia a hora de implementar estas metodologías debido a la inversión inicial tan grande.

Estas son las tres tipologías más destacables de mantenimiento que se aplican en el campo de la ingeniería civil. Aunque en la actualidad se observa un aumento paulatino del mantenimiento preventivo y predictivo, frente al correctivo que cada vez se invierte menos en él.

La pregunta que ahora está más en auge es, cuál de ellos es el mejor. Para responder a esta cuestión, se debe pensar en primer lugar en qué es lo que más interesa. La respuesta suele ser fácil, el que menos coste suponga y que sea seguro. Por lo que se buscará alcanzar una reducción de los costes (totales, no solo los iniciales) y mejorar la efectividad de los equipos y sistemas.

Tipos de mantenimiento			
Tipo de mantenimiento	Correctivo	Preventivo	Predictivo
En función a	Avería/Fallo	Tiempo/Usó	Análisis datos
Momento de intervención	Fallo/Interrupción/ Avería/Emergencia	Periódico Intervalos fijos	Predicción óptima

Imagen 9: Tabla de de los tipos de mantenimiento (Fuente propia)

Siempre debe cumplirse que el mantenimiento que se efectúe sea de bajo coste y aporte seguridad, como se ha comentado en el párrafo anterior. En la Imagen siguiente, se muestra el ciclo de vida de una infraestructura, por ejemplo, un puente. Analizando dicha imagen se observa en qué momento se realizaría la aplicación de cada mantenimiento.

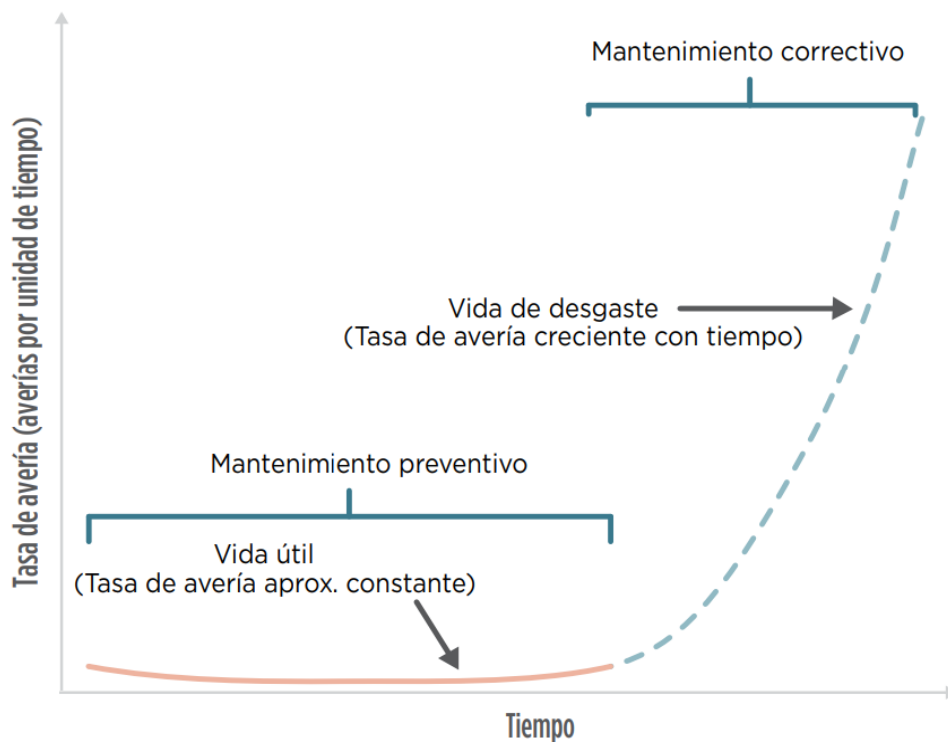


Imagen 10: Mobley 2002 (Modificada)

Siguiendo la curva, en el inicio se observa una probabilidad muy baja de avería como es lógico, por su reciente construcción, esta situación se mantiene durante bastante tiempo.

Posteriormente, se observa un segundo tramo de color azul el cual empieza tras el fin de la vida útil de la infraestructura. En este tramo, la probabilidad de fallo aumenta de forma considerable.

Analizando la forma en que se deteriora la infraestructura, se podría programar el mantenimiento en dos etapas. Invertiendo en mantenimiento preventivo en la primera de ellas, alargando la vida útil de la infraestructura, o en mantenimiento correctivo cuando la vida útil de la infraestructura ya hubiese terminado.

En la siguiente imagen se muestra la relación entre el mantenimiento correctivo, el preventivo y las pérdidas de producción. En el eje de ordenadas, se representa el costo mientras que en el de abscisas se representa el nivel de mantenimiento preventivo en porcentaje del 0 a 100. De la imagen se puede deducir que, a mayor mantenimiento preventivo, menor será el correctivo.

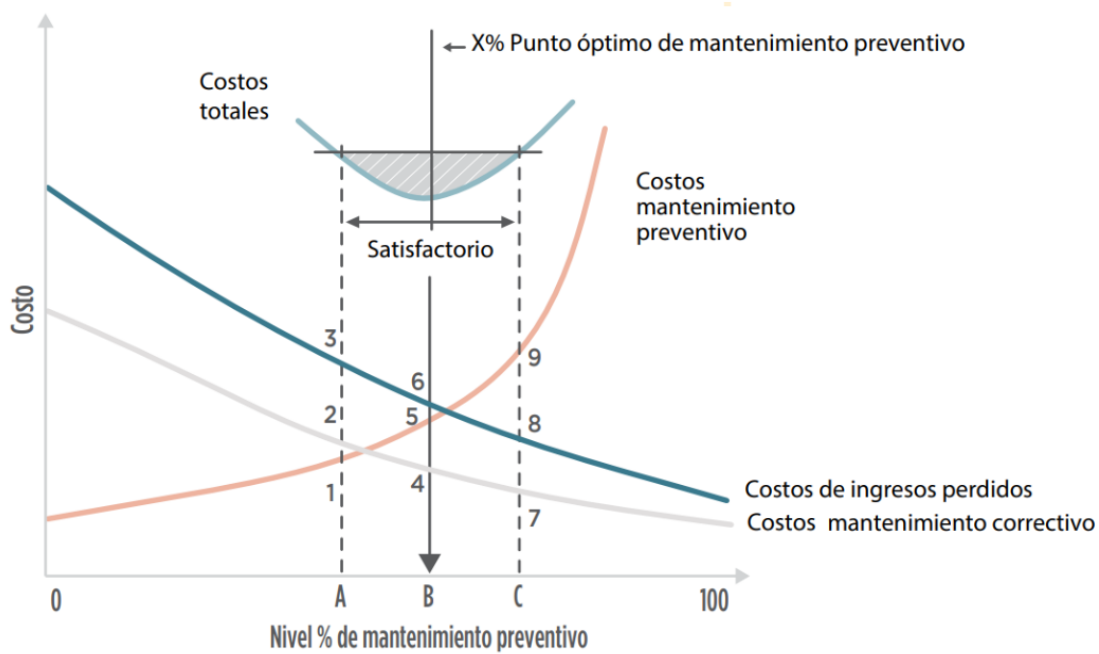


Imagen 11: Mobley (2002).

En el gráfico se observa que la curva rosa (costos de mantenimiento preventivo), tiene pendiente positiva ya que cuanto mayor mantenimiento preventivo, mayor inversión en este tipo de mantenimiento.

La curva gris (costos de mantenimiento correctivo), presenta una pendiente negativa, ya que a mayor mantenimiento preventivo menor mantenimiento correctivo y, por tanto, menor inversión en este.

La curva azul es el costo de las pérdidas de producción de los usuarios originadas por las paradas por fallos. Es de pendiente negativa pues a mayor mantenimiento preventivo, se realizarán menores paradas por fallos y se percibirá menos pérdidas.

La curva celeste (costo total), representa la suma del costo del mantenimiento preventivo, del mantenimiento correctivo y de los costos por paralización. Esta curva tiene una forma de U. Al lado izquierdo, la curva desciende porque a mayor mantenimiento preventivo se reducen los costos de mantenimiento correctivo y las paradas. En un escenario como el punto A, el costo total refleja la suma de los puntos 1, 2 y 3.

Mientras se va incrementando el costo total, los retornos producidos son cada vez menores hasta que la curva total llega a su mínimo. En un escenario como el B, el coste total refleja la suma de los puntos 4, 5 y 6. En este punto está el óptimo X de mantenimiento preventivo justo donde los costes de éste siguen siendo menores a los gastos de mantenimiento correctivo más las paradas.

Tras ese punto, la curva de costo total asciende, se debe a que el costo del mantenimiento preventivo supera los costos del mantenimiento correctivo más las paradas, como en un escenario como el C donde el costo total refleja la suma de los puntos 7, 8 y 9.

En el caso de las infraestructuras, sería lo mismo aunque cambiarían los nombres de las líneas. La "producción" sería la capacidad de servicio de la infraestructura y los "costos por ingresos perdidos" sería la deficiente calidad y capacidad de servicio para la que se proyectó.

2.4 Pilares fundamentales del mantenimiento

La actividad del mantenimiento de infraestructuras se apoya en seis pilares que son la base sin la cual no se sostiene. Estos son: Fiabilidad; disponibilidad; coste; calidad; seguridad y medio ambiente

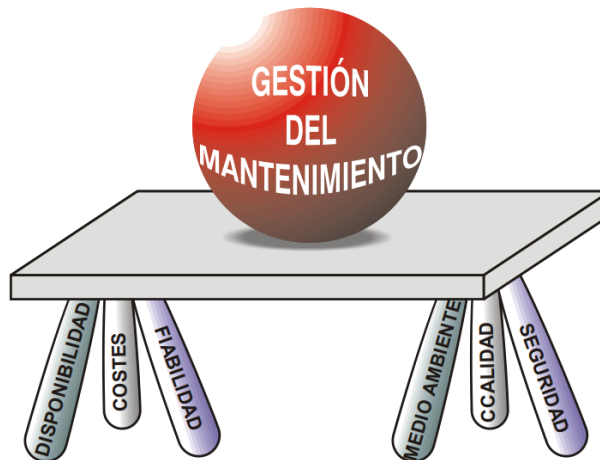


Imagen 12: Transparencias de clase del profesor Ricardo Insa

Todos los “pilares” que sostienen la gestión del mantenimiento están relacionados entre sí, todos dependen de todos. No tendría sentido hablar de fiabilidad, si para lograrla se tuviera que perder disponibilidad. Por ejemplo, un puente, no sería coherente decir que es muy fiable si para ello se tuviera que hacer largas temporadas de corte de tráfico dedicado a revisiones periódicas.

Tampoco tendría sentido que para que fuese fiable, se hubiera que invertir grandes sumas de dinero, porque no se estaría teniendo en cuenta la rentabilidad.

Y como conclusión, la relación con los tres pilares restantes. Nada tendría sentido si la infraestructura no fuese segura, tuviese una calidad pésima o se afectase al medio ambiente de forma grave.

2.5 Componentes de un sistema de gestión de infraestructura

La gestión de cualquier recurso o conjunto de elementos está formada por distintas partes que la componen, en el caso de la gestión de infraestructuras ocurre lo mismo, está

formado por distintos componentes.

Para comprender de forma correcta el mantenimiento, se debe conocer los distintos componentes que forman parte de la gestión de las infraestructuras. En la siguiente imagen se puede ver de forma gráfica cuales son estos elementos.

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA

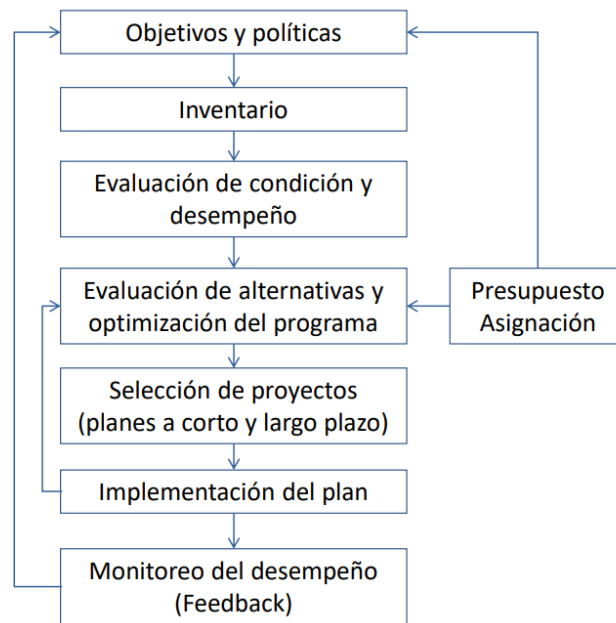


Imagen 13: Transparencias de clase de la profesora Tatiana García

El primero de ellos son los objetivos y políticas, es el primer eslabón de la cadena. En esta primera fase, las decisiones son más políticas que técnicas. En ella, se marcan los objetivos desde lo más genérico hasta casi llegar a la precisión, se proponen los objetivos a los cuales las Administraciones Públicas se comprometen o aspiran a lograr, se define cómo se quiere lograr y se controla la ejecución de los objetivos según el planeamiento.

El siguiente eslabón es el inventario, cuando se gestiona un activo, en primer lugar, se debe conocer con detalle las características. En el caso de los puentes, por ejemplo, interesaría conocer la ubicación, el municipio, la longitud, el número de carriles, los materiales con los que está hecho etcétera. Y todo ello se recogerá mediante fichas, planos y fotos.

Tras el inventario, se realiza la evaluación de condición y desempeño, es la parte en la que se evalúa el estado de la infraestructura en cuestión. Estas evaluaciones son muy amplias

ya que abarcan un gran número de factores como pueden ser, evaluación de los usuarios, evaluación de la funcionalidad, evaluación estructural, entre otras.

En el caso de las infraestructuras todo ello se lleva a cabo mediante inspecciones. Tras la realización de estas, mediante alguno de los métodos, se le otorga a cada infraestructura inspeccionada, un índice de condición. Con ello podemos no solo evaluar el estado actual, sino que también se puede realizar un modelo de comportamiento para saber la evolución con el tiempo.

La evaluación de alternativas y optimización del programa consiste en evaluar desde distintos puntos de vista las alternativas. Estos puntos de vista son mediante evaluación técnica, económica, ambiental y social.

La evaluación técnica busca maximizar el nivel de servicio, la durabilidad y la fiabilidad. La económica permite identificar, cuantificar y evaluar los costes y beneficios de distintas alternativas a lo largo de un periodo, tiene como objetivo minimizar costes y maximizar la relación coste-beneficio, así como la efectividad. De esta forma se destina el mínimo coste, pero con el máximo rendimiento, es decir, se optimiza la inversión.

La evaluación ambiental tiene como objetivo minimizar el uso de recursos, así como las emisiones y residuos. En los aspectos sociales se busca maximizar la accesibilidad y reducir los accidentes.

Con la información que se obtiene de los puntos o pasos vistos hasta este momento, se realiza la selección de proyectos. Se debe llegar a una solución de compromiso entre los diversos condicionantes. Se tendrá en cuenta, el estado de los activos, los tratamientos que se tendrán que emplear, el tiempo que requieren y con ello marcar un plan de actuación.

Llegados a este punto, sólo quedan los dos últimos puntos que son, la implementación del plan realizado y el monitoreo del desempeño donde se realizará la realimentación de la información y reinicio de la cadena de componentes.

3. NORMATIVA

La normativa sobre mantenimiento de puentes es una serie de disposiciones y reglamentos cuyo objetivo es asegurar la seguridad y estabilidad de las estructuras de los puentes. En esta serie de normativas, se establecen los plazos, procedimientos y criterios para la realización de inspecciones. Por otro lado, se plasma la metodología y partes que debe contener un inventario de obras de paso así como la redacción de un plan de mantenimiento de infraestructuras de esta tipología.

El Sistema de Gestión de Obras de Paso empleado por la Dirección General de Carreteras de España es parecido al utilizado por el resto de los países de nuestro entorno.

El Sistema se desarrolla a partir de:

- El Inventario de las estructuras que conforman la red.
- La realización sistemática de inspecciones a las obras de paso, las cuales tienen tres niveles de estudio diferenciados:
 - Inspecciones Básicas
 - Inspecciones Principales
 - Inspecciones Especiales

Mediante este sistema, se permite:

- La estimación del estado de los puentes, mediante la asignación de un índice de condición que se obtiene a partir del estado en el que se encuentre, así como de su evolución.
- El establecimiento de prioridades de reparación, tanto entre los distintos puentes, como entre las partes del mismo. Esto se realiza mediante la ponderación de los índices de condición que evalúa distintos factores (la seguridad, la funcionalidad, el tráfico, el valor patrimonial, etc.)
- La definición de las alternativas de reparación con su coste, considerando la magnitud de los daños, la elaboración de los programas de actuación y todo ello adaptado a los presupuestos anuales disponibles.
- El control y seguimiento de los programas de actuación. Siendo este punto el último en enumerarse resulta un aspecto fundamental en la gestión.

El esquema siguiente presenta el funcionamiento del Sistema de Gestión de Puentes:

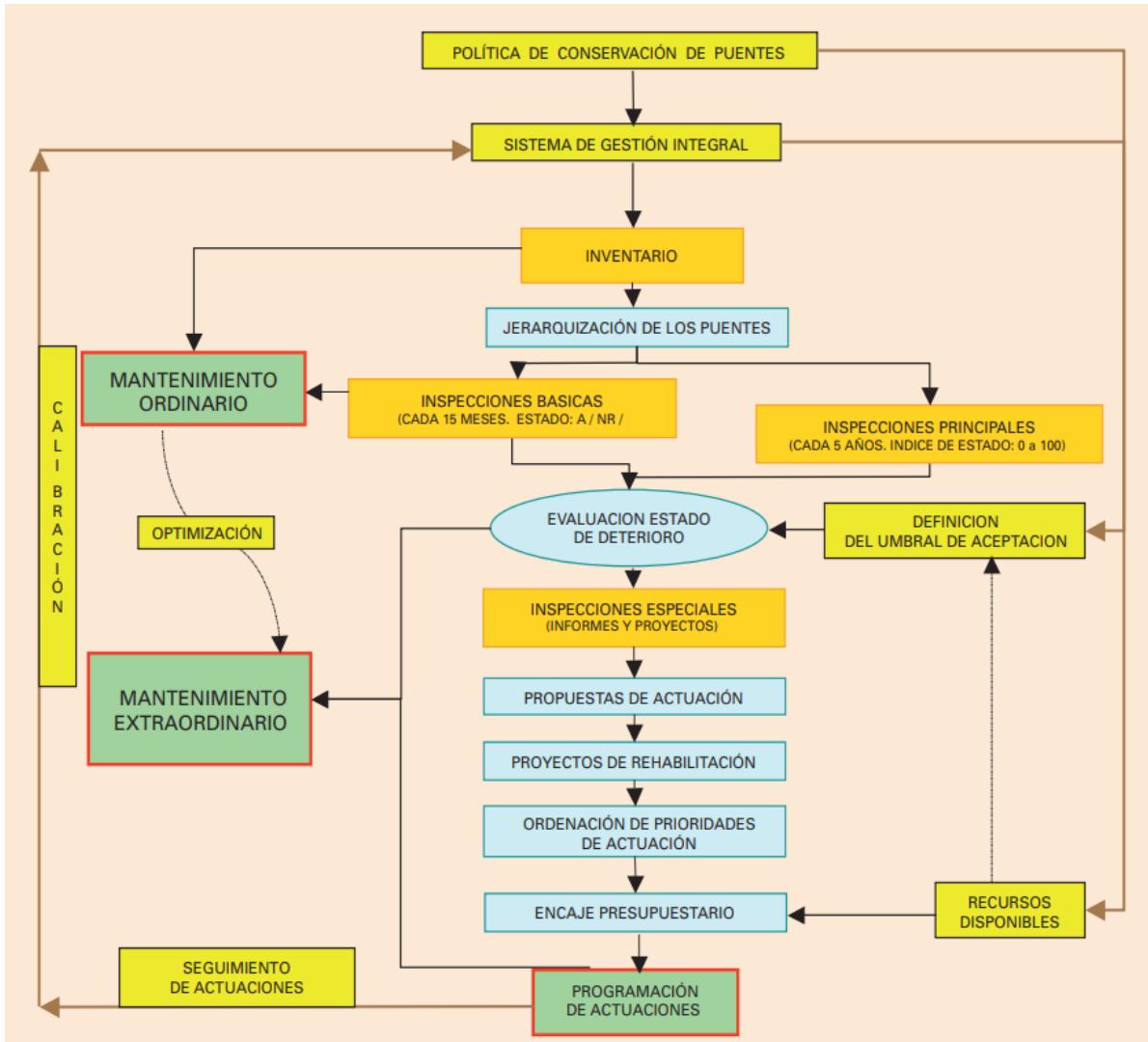


Imagen 14: Esquema de funcionamiento de un sistema de gestión de puentes (www.mitma.gob.es)

Siguiendo el esquema anterior, en primer lugar se va a realizar el inventario correspondiente del puente estudiado en este proyecto, siguiendo la “Guía para la realización de inventario de obras de paso”. Es el primer paso a realizar para llevar a cabo el plan de mantenimiento de un puente, se lleva a cabo para saber cómo es el puente en cuestión, así como su ubicación y otros datos de interés. En el Anejo I se encuentra el inventario del puente sometido a estudio.

En segundo lugar, cabe destacar la importancia de las inspecciones de las obras de paso, en sus tres niveles, siendo este el siguiente trabajo que se realiza.

Empezando por la primera, las inspecciones básicas suponen la primera evaluación del estado de una obra de paso. Estos trabajos se realizan de forma periódica (cada 15 meses) por personal no especializado y se realizan como proceso sistemático para detectar deterioros de forma temprana o daños existentes. En este trabajo se realizará una inspección básica del Puente de la Avenida del Sur, en Picassent, siguiendo la “Guía de inspecciones básicas de normas de paso (2009)”

Como consecuencia de las inspecciones básicas, se emprenden, en general, actuaciones de conservación ordinaria, pero también puede surgir la necesidad de otro tipo de inspección más detallada que conlleve realizar actuaciones de conservación extraordinaria, reparación o incluso rehabilitación.

En ese momento es cuando se realizan las inspecciones principales. Consiste en una inspección visual minuciosa del estado de todos los elementos que forman el puente. Para realizarse no requieren la utilización de medios especiales. Estas inspecciones deben ser realizadas por personal especializado.

Aunque dependerá del tipo de puente y sus antecedentes, se realizan con una periodicidad de cinco años aproximadamente, excepto que sean realizadas como consecuencia de una Inspección Básica o un suceso accidental. Para llevarla a cabo se utilizarán elementos auxiliares sencillos: escalera de mano, martillos, plomadas, cintas métricas, aparatos ópticos (lupas, prismáticos, cámaras fotográficas). Los resultados de esta, se entregan mediante una serie de Fichas de Inspección Principal y se le asigna un índice de estado o marca de condición a cada estructura. En este trabajo se realizará una siguiendo la “Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado (2012)”

Por último, las Inspecciones Especiales, no se realizan sistemáticamente o con carácter periódico, sino que surgen de los daños detectados en una Inspección Principal o, como consecuencia de una situación excepcional (impactos de vehículos, daños por riadas o cualquier otro desastre natural, etc.).

Estas inspecciones implican la presencia de técnicos y equipos especiales. Por otro lado, a parte de la realización de un examen visual, se necesitan ensayos de caracterización y mediciones complementarias. Este nivel de reconocimiento requiere un plan previo a la inspección, detallando y valorando los aspectos a estudiar, así como las técnicas y medios a emplear. Además, las operaciones a realizar en las obras de paso tras los resultados obtenidos en la inspección necesitan un informe de caracterización y evaluación de daños y un proyecto de reparación. En este proyecto no se realizará ninguna inspección especial.

Por último, siguiendo la “Guía para la redacción del Plan de Mantenimiento en Puentes (ACHE)” se realiza el Plan de Mantenimiento de dicho puente. En el plan se define el conjunto de tareas que es preciso identificar en la fase de proyecto, y en su defecto, de uso y explotación, para asegurar un mantenimiento adecuado que garantice la vida útil de la estructura.

Durante la fase de conservación y explotación, en el que se encuentra el puente sometido a estudio, se irán incorporando ordenadamente al sistema de gestión tanto las inspecciones como las actuaciones de mejora que se realicen en la estructura para poder realizar un seguimiento del estado de la misma a lo largo de toda su vida útil y, a partir de esta experiencia, planificar la estrategia de mantenimiento preventiva. Por tanto, el Plan será suficientemente abierto y flexible como para poder recoger estas actuaciones que se desarrollarán a lo largo del tiempo.

Durante esta fase, será el Responsable de Conservación de las estructuras el encargado de mantener actualizado el Plan de Mantenimiento, en este caso el Ayuntamiento de Picassent. Incluso le corresponderá, en caso de que sea necesario, el desarrollo del programa de actuaciones precisas de conservación, con carácter anual, si la entidad del puente lo requiere. En esta fase es importante que exista una gran coordinación entre el sistema de gestión, y el Plan de Mantenimiento, aunque siempre teniendo en cuenta que el Plan de Mantenimiento va a contener una información más detallada y exhaustiva de la estructura que el sistema de gestión.

4. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES

4.1 Conservación de estructuras

Las vías de comunicación en España son muy extensas, según los datos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, la red de carreteras tiene alrededor de 165.375 kilómetros de longitud. Son datos del año 2021, en la actualidad, un año y medio después, será algo superior.

Además, los ayuntamientos tienen, según en el último estudio realizado en 1998, casi 500.000 kilómetros de vías, de los cuales 361.517 son vías interurbanas. Por último, hay otros varios que pertenecen a otros organismos, que en total sumarían cerca de 11.355 kilómetros. Con estos datos se puede apreciar la inmensa longitud de vías que tiene España, sin contar la longitud de otras infraestructuras del transporte como es la red ferroviaria.

De toda la red de carreteras del estado que se ha nombrado, los puentes son los elementos más vulnerables. De toda la red, los puentes representan el 2% de la longitud total, en cambio representan el 30% del valor económico. La mayor parte de estos, fueron construidos en los años setenta, lo que implica que actualmente tienen alrededor de cincuenta años.

Además, más del cuarenta por ciento de los puentes del país, tanto de carreteras como de ferrocarril, tienen más de cincuenta años. Sumado a la edad de estos puentes en activo, está que la normativa técnica cada vez es más exigente.

Este aumento de la exigencia se debe a que cada año aumenta el tráfico en las carreteras. En la imagen posterior, extraída de la página web del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, se puede ver que, durante los últimos veinte años, el tráfico en nuestras carreteras va en aumento. Este aumento es del 3-5%/año, esto supone que las estructuras están sometidas cada año a mayores solicitaciones.

TABLA 1.2.14

TRÁFICO EN EL CONJUNTO DE LAS REDES DE CARRETERAS POR TIPO DE VÍA. (Longitud total recorrida, en millones de vh-km). (*) (1)

AÑOS	Autopistas de peaje (2)	Porcentaje de vehículos pesados	Autovía y Autopista libre	Porcentaje de vehículos pesados	Red convencional	Porcentaje de vehículos pesados	Total	Porcentaje de vehículos pesados
2004	22.532	14,5	88.676	15,0	115.317	11,9	241.715	13,2
2005	23.293	14,2	85.030	15,5	120.488	11,6	245.073	13,2
2006	26.057	14,4	94.001	16,1	111.885	10,6	247.877	13,0
2007	26.046	14,2	105.172	15,7	111.194	11,5	256.661	13,4
2008 (3)	23.793	13,5	102.543	14,6	105.632	10,3	251.749	12,5
2009	24.915	12,1	100.039	13,5	107.079	9,6	249.371	11,4
2010	22.825	12,0	101.438	13,5	102.850	8,9	241.132	11,1
2011	22.358	12,0	101.840	12,5	96.223	9,4	234.678	11,0
2012	20.125	12,0	96.387	12,4	95.130	9,1	224.285	10,7
2013	20.566	12,4	97.940	11,9	88.672	9,0	220.377	10,5
2014	21.037	12,9	99.301	12,3	88.031	8,7	222.689	10,6
2015	22.256	13,1	104.362	12,4	89.450	8,8	230.840	10,8
2016	23.490	12,9	108.927	12,6	93.762	8,4	239.353	10,6
2017	22.875	13,1	112.702	12,8	94.780	8,6	244.661	10,9
2018	23.447	14,14	116.498	13,0	95.849	8,4	250.192	11,0
2019	21.968	14,88	120.996	13,4	93.162	8,4	252.055	11,2
2020	12.647	18,50	96.572	15,9	74.492	9,5	195.687	13,1
2021	13.563	15,33	125.971	15,0	84.859	8,7	239.946	12,2

Imagen 14: Serie histórica de tráfico 2000-2021 (MITMA)

Basándonos en los datos de dicha tabla, se puede observar que el aumento del tráfico se está produciendo tanto en el tráfico ligero como en el pesado. El tráfico pesado es el causante de la mayor parte de los impactos producidos en tableros, así como en las pilas de los puentes. A mayor tráfico de este tipo, mayor hay mayor probabilidad de que ocurran estos hechos.

Por otro lado, añadido al aumento del tráfico, se suma que la climatología cada vez es más cambiante y extrema. Y no solo la climatología, sino también los ambientes, que, debido a la contaminación producida por los vehículos, cada vez son más agresivos con las estructuras. Con el aumento del CO₂ en la atmósfera, el proceso de carbonatación se acelera y el hormigón pierde la capacidad de aislar las armaduras.

En el caso de estructuras de hormigón, la normativa exige mayor recubrimiento de las armaduras, los diseños se hacen más complejos y aumentan las exigencias de seguridad, por lo que los puentes construidos hace décadas, deben ir siendo conservados para adaptarlos a las nuevas exigencias.

Las inversiones necesarias para el mantenimiento, restauración y rehabilitación (MRR) de las estructuras no se están llevando a cabo al mismo ritmo o de forma proporcional al deterioro o pérdida de seguridad de las mismas.

Por otro lado, están los costes indirectos, que son aquellos que están asociados a los costes sociales ligados al mantenimiento de los puentes. Los costes indirectos son variados, las restricciones de tráfico perjudican mucho la normal circulación de vehículos, por otro lado, hay que tener en cuenta la posible pérdida de vidas humanas por accidentes de tráfico que se pueden causar. Es importante destacar la relación entre la calidad de las infraestructuras y el desarrollo de las regiones, a mejor calidad de estas, mayor conectividad y desarrollo se puede originar.

La gestión del mantenimiento es muy compleja ya que se trata de una balanza entre distintos factores, teniendo que llegar a una solución de compromiso que mejor se ajuste a las necesidades existentes. En el caso de los puentes, en la balanza actúan cuatro factores principalmente, estos son: Los costes MRR; el deterioro, los costes indirectos (o sociales) y, por último, las políticas y acciones.

En la siguiente imagen se representan los factores actuantes citados anteriormente.

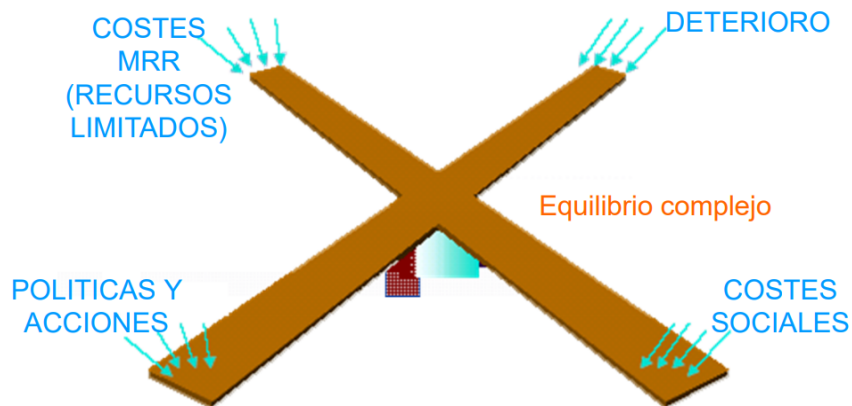


Imagen 15: Transparencias de clase del Profesor Julián Alcalá

4.2 Sistemas de Gestión de Puentes

Los Sistemas de Gestión de Puentes o en lengua inglesa, Bridge Management Systems (BMS), son herramientas que permiten a los gestores de las infraestructuras realizar la planificación del mantenimiento de los puentes. La ventaja que tienen es que están programadas de forma que no solo tienen en cuenta el estado de los mismos, sino que, además, tienen en cuenta las políticas a largo plazo y la restricción presupuestaria.

Los Sistemas de Gestión de Puentes deben ser capaces de tener almacenada una gran cantidad de información de forma ordenada y de fácil acceso. La mayor ventaja de esto es que en el momento en el que el gestor desee, el sistema le puede proporcionar datos tanto técnicos como económicos.

Por datos económicos se entiende, por ejemplo, el estado de conservación mediante la capacidad portante, predicción del deterioro, las opciones, eficiencia y coste de las intervenciones. Del mismo modo, los datos económicos podrían ser, los costes asociados a los usuarios, riesgo económico causado por accidentes, costes y beneficios actuales y futuros para las alternativas planteadas, etc.

Con toda esta información lo que se busca es optimizar las inversiones de modo que, los puentes estén en un estado seguro y que ofrezcan buen servicio, prolongar dentro de las posibilidades la vida útil del puente y por último priorizar las inversiones ya que los recursos son limitados.

Los Sistemas de Gestión de Puentes están organizados en módulos con un gran número de datos de entrada y resultados u outputs, todos interrelacionados. Todo ello está organizado en tres niveles.

En primer lugar, está el Nivel Red, el más genérico, se encarga de la gestión económica y política del conjunto de infraestructuras. Optimiza los programas de mantenimiento, gestiona los recursos para llegar a un nivel de estado, proporciona información para conocer el estado de la red de puentes (número de ellos, número de reparaciones, índice de fiabilidad etc.) y mide el cumplimiento de los parámetros respecto al objetivo marcado.

El segundo de ellos, el Nivel Proyecto, se encarga de la gestión técnica de puentes individuales. Proporciona información como inventario de puentes, historia de cada uno, estado de conservación, nivel de seguridad, modelo de predicción del deterioro, evaluación de alternativas y mucha más información que le darían riqueza al sistema.

El nivel más detallado de todos es el Nivel Elemento, donde se podría conocer el estado de las distintas partes que forman un puente en concreto. Es de especial interés, por ejemplo, conocer, el estado de los neoprenos, juntas de dilatación, sistemas de desagüe etc.

Como se ha nombrado antes, los Sistemas de Gestión de Puentes necesitan datos de entrada los cuales permiten generar los outputs que serán la base de la gestión del mantenimiento. Pero para tener un Sistema de Gestión de Puentes que sea de gran utilidad se requiere actualización de los datos de entrada. Estos datos provienen de las inspecciones de puentes.

Para la aportación continuada de información a los Sistemas de Gestión de Puentes, se necesita planificar estas inspecciones. Cuando se busca planificar estas actuaciones, se plantean diversos problemas, principalmente relacionados con el estado de conservación de los puentes. Hay muchas tipologías de puentes y están sometidos a muchas condiciones diferentes cada uno de ellos. Los principales problemas son, el desconocimiento de cómo se construyó el puente ya que es difícil obtener los planos "as-built" y las acciones externas como el tráfico, ambientes, impactos a los que ha estado y está sometido.

Los problemas nombrados anteriormente se producen ya que no se tiene documentación de la gran mayoría de los puentes, muchos de ellos debido a su edad. Por ello es preferible que se tenga en cuenta la conservación de las estructuras en fase de diseño, proyecto y ejecución y no sólo en fase de servicio.

En la imagen siguiente se presenta un esquema de las actuaciones de gestión y conservación de puentes.

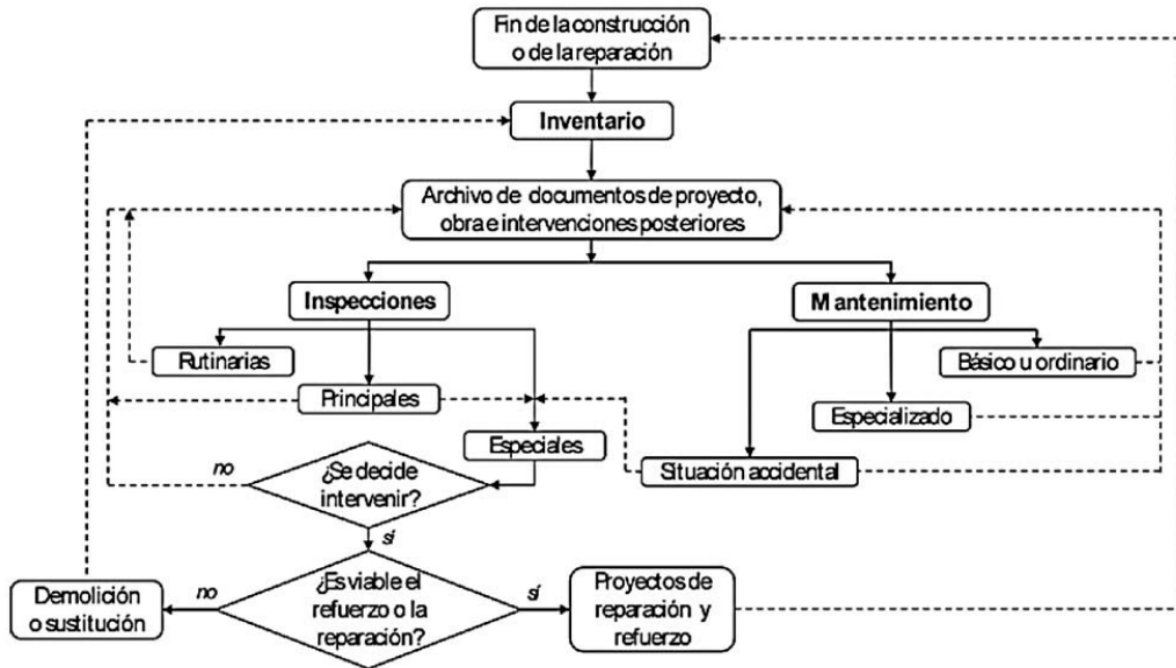


Imagen 16: Esquema de las actuaciones de gestión y conservación de puentes. (ACHE, 2015)

Siguiendo el esquema anterior vemos que, tras la finalización de la construcción del puente, la primera tarea es incluirlo en el inventario. Al igual que se explicó en el apartado 2.5, en el caso de los Sistemas de Gestión de Puentes se realiza de la misma forma, siguiendo la normativa vigente, se recogen todos los datos necesarios.

El siguiente paso, se ha nombrado anteriormente pero no se ha especificado, se trata de evaluar las condiciones en las que se encuentran las estructuras mediante la realización de inspecciones. En nuestro país se realizan tres tipos de inspecciones las cuales están normalizadas.

El primer tipo son las Inspecciones Básicas, las cuales se realizan de modo visual y no requieren de personal especializado, simplemente se rellenan unas fichas básicas. En segundo lugar, están las Inspecciones Principales las cuales se realizan visualmente de forma minuciosa de cada uno de los elementos de un puente. Las realiza personal especializado bajo la supervisión de un técnico responsable y tras ello, se escribe un informe de evaluación estructural de carácter visual.

Por último, están las Inspecciones Especiales que, a raíz de la detección de daños importantes en una inspección principal, los técnicos y equipos especiales mediante ensayos de caracterización y mediciones complementarias redactan un informe de caracterización y evaluación de daños o un proyecto de reparación.

Tras la realización de las inspecciones, se analizará el estado del puente. Se evaluarán los deterioros registrados determinando el grado mediante los siguientes parámetros: Su potencial gravedad, la extensión del deterioro y su evolución esperada. Y con ello, la prioridad de reparación se realiza ponderando los factores anteriores.

El estado en el que se encuentra un puente finalmente se expresa mediante una cifra o índice. En primer lugar, se lleva a cabo un índice de deterioro con el cual se determina un índice parcial para cada componente de la estructura, se tiene en cuenta la intensidad del tipo de daño, su extensión relativa, la previsión de propagación con el tiempo y los efectos producidos en las condiciones de seguridad y durabilidad. Y tras ello, se dictamina el estado de la condición, que es un índice del conjunto que integra los parámetros parciales obtenidos en el nivel anterior.

Con este apartado se ha pretendido explicar de forma breve qué son los Sistemas de Gestión de Puentes, explicando las partes que lo forman y las fuentes de alimentación que requieren para que sea de calidad y funcional.

4.3 Deterioro de los puentes y sus consecuencias

El proceso de deterioro de las infraestructuras es natural e inevitable, los puentes no son la excepción por lo que también se degradan con el paso del tiempo. El origen del deterioro puede ser por causas muy variadas. Por un lado, está el envejecimiento propio de los materiales y, por otro lado, las acciones a las que está sometido, sean antrópicas o ambientales.

Cuanto peor haya sido el diseño, construcción o mantenimiento de la estructura, el proceso de deterioro puede verse acelerado. Hay principalmente tres tipos de deterioros que son los siguientes:

-
- Deterioro por el uso: Por lo general, cuanto más tiempo y con mayor intensidad sea el uso, el puente sufrirá mayor deterioro en el tiempo. Por ejemplo, entre dos puentes de autovía, estará más deteriorado el puente más antiguo y de la autovía con mayor Intensidad Media Diaria de tráfico, IMD.
 - Deterioro por causas ambientales: Los materiales con los que se construyen los puentes si bien es cierto que son duraderos, no permanecen inalterables en el tiempo. Los puentes están formados de distintos materiales, cada uno de ellos se degrada de una forma y a una velocidad distinta debido a los distintos factores ambientales (agua, nieve, sales, contaminación, temperatura, etc.).
 - Deterioro por accidentes, acciones antrópicas y desastres naturales: Son fenómenos imprevisibles que pueden ocurrir. Estos son muy variados en forma y en grado de daño producido. Por ejemplo, el impacto e incendio de un camión tras colisionar contra la pila de un puente en una autovía.

Hay que entender que cada estructura es diferente, no existen dos puentes iguales. Cada puente varía de otro por su ubicación, función, sistema constructivo, materiales empleados, edad, acciones a las que ha estado sometido, intervenciones anteriores, etc. Cada puente tiene unas necesidades de inversión diferentes, que hay que estudiar.

En el caso de los puentes de hormigón, la patología más frecuente es la corrosión de las armaduras, ya que con el paso del tiempo el hormigón se carbonata por lo que desprotege las armaduras. Hay otros fenómenos que ocurren en estas estructuras, como es la rotura de la capa superficial debido a la oxidación de las armaduras del hormigón armado, las fisuras debidas a los distintos esfuerzos a los que están sometidas, daños por sobrecargas, accidentes, ataques químicos, acciones térmicas, etc.



Imagen 17: Tareas de mantenimiento en las pilas de un puente (Tecyrsa)

En los puentes metálicos el mayor problema es la oxidación y la rotura de las uniones entre los elementos. Además del pandeo de las barras.

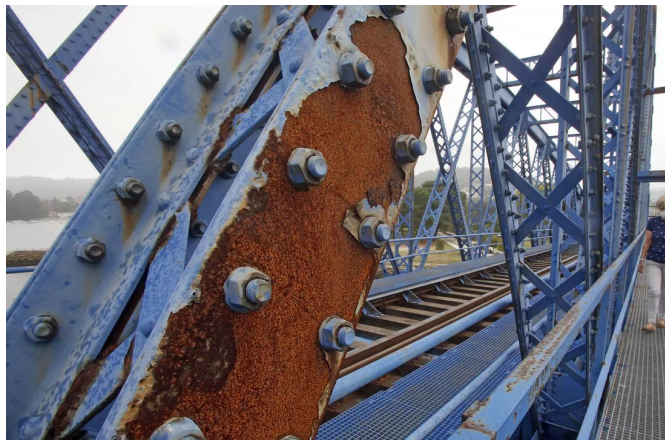


Imagen 18: Detalle de la oxidación en un puente metálico (www.lavozdegalicia.es)

Por otro lado, hay defectos que son comunes en todos los puentes, independientemente del tipo de material. Estos son, el deterioro del material, daños por la mala evacuación de aguas, mal diseño de aparatos de apoyo, daños por empujes del terreno, daños accidentales, fallos en cimentación, socavación y degradación del material de la cimentación.

En referencia a los daños producidos en cimentación, las patologías se originan frecuentemente debido a un incorrecto estudio geotécnico. Estos estudios iniciales son

esenciales para la realización de un proyecto de calidad, aunque en demasiadas ocasiones se intenta reducir debido a la fuerte inversión que requiere.



Imagen 19: De izquierda a derecha, imágenes del colapso del viaducto Malahide y del puente Sava (www.idvia.es)

Otros elementos que se dañan con el paso del tiempo son los equipamientos de los puentes. En general, a estos elementos no se les hace un mantenimiento adecuado por lo que es común encontrarse con, aparatos de apoyo deteriorados, rotura de las juntas de la calzada, obstrucción de sistemas de drenaje, impactos en barreras, barandillas y otros elementos de señalización, corrosión en barreras e impostas y fallos de los anclajes y fallos o ausencia de impermeabilización tablero, entre otros.



Imagen 20: Detalle del deterioro de la junta de dilatación de un puente (www.laopiniondezamora.es)

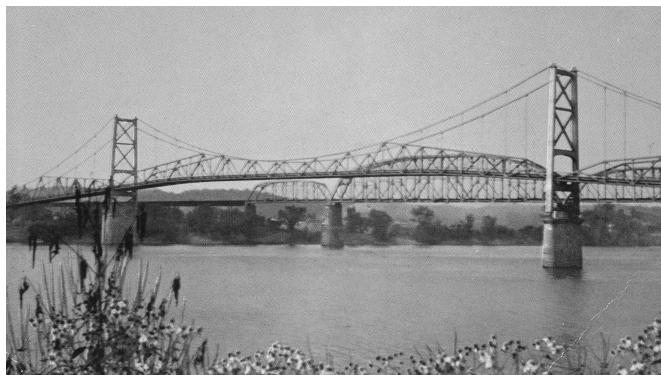
Debido a la falta de mantenimiento, muchos puentes sufren serios deterioros, como los vistos anteriormente y ello puede llevar incluso a fallos estructurales. A continuación, se van a presentar algunos de los colapsos más conocidos que han ocurrido en la historia, con el fin de concienciar de la importancia del mantenimiento.

Un caso importante y que marcó un antes y un después en el mantenimiento de los puentes fue el colapso del *Silver Bridge*, en Ohio en 1967. Era un puente colgante muy novedoso y se tenía dudas de cuánto resistiría. Durante cuarenta años funcionó sin ningún problema hasta que el 15 de diciembre de 1967 colapsó. Era en hora punta cuando de repente se escuchó un fuerte crujido y el puente se dobló sobre sí mismo. Finalmente murieron 46 personas.

Las investigaciones oficiales llegaron a la causa de la catástrofe, fue un fallo de los anclajes de las péndolas bajo las que colgaba el tablero central. El puente estaba hecho de un acero novedoso cuyo proceso de fabricación le creaba micro fisuras, tras 40 años de estrés y sobrecargas muy elevadas, no resistió creando un fallo en cadena de estos elementos.

Por otro lado, las investigaciones encontraron problemas en las normas sobre inspección de puentes, prácticamente decían que los puentes tras su construcción serían casi eternos. Durante los 40 años que estuvo en servicio se fueron reparando elementos del mismo, pero nunca se llegó a inspeccionar de forma profunda, lo cual muy probablemente hubiese evitado la catástrofe.

A raíz de esta tragedia, en Estados Unidos se cambió la normativa nacional en referencia al mantenimiento de puentes, se exigían inspecciones completas cada dos años, tras ello, se fueron mejorando y actualizando las normas y se puede decir que fue el origen de los actuales Sistemas de Gestión de Puentes.



Imágenes 21 y 22: Antes y después del colapso (<http://www.thecivilengineer.org>; timeline.com)

Pero a pesar de las catástrofes ocurridas históricamente, como la anterior, hoy en día siguen sucediendo colapsos estructurales los cuales causan víctimas humanas y severos daños materiales.

Al menos 141 muertos, la mayoría mujeres y niños, tras el derrumbe de un puente colgante en la India

La infraestructura se inauguró hace apenas cuatro días



Imagen 23: Titular colapso de un puente en India (www.elmundo.es)

En la imagen anterior, se presenta un ejemplo de hace menos de un año. Ocurrió en India. Se trataba de una pasarela colgante por la cual estaban cruzando casi 500 personas cuando colapsó. Data de la época colonial (año 1900) y se habían realizado obras de reparación durante unos meses, cuatro días después de la apertura ocurrió el suceso.

Las investigaciones apuntan a que el fallo fue debido a que no se habían realizado tareas de mantenimiento en elementos estructurales que estaban en mal estado. Además, en el momento del colapso, estaba sufriendo la inmensa sobrecarga que ejercían los peatones.



Imagen 24: Imágenes momentos después del colapso (www.grupovx.com)

En Europa también han sucedido hechos de este tipo, en 2018 ocurrió uno de los colapsos más conocidos y recientes. Sobre el mediodía del día 14 de agosto de 2018, se derrumbaba un puente en la A-10, autopista que une Italia con Francia, concretamente la ciudad de Génova, arrebatándole la vida a 39 personas.

Una ‘tragedia inmensa’ por el colapso de un puente en Génova



Por Elisabetta Povoledo y Richard Pérez-Peña

14 de agosto de 2018

[Read in English](#)



Imagen 25: Titular en The New York Times

Durante la última década el Puente Morandi había estado en constante mantenimiento, muchos informes anteriores al suceso apuntan a que el fallo se podía producir porque el deterioro era grande. De hecho, hasta los vecinos de la zona habían empezado una campaña contra el uso del puente porque era evidente su deterioro.

Los distintos informes posteriores al colapso apuntan a que el colapso se produjo por la pérdida de sección de uno de los tirantes, debido a la corrosión perdió sección hasta llegar a la rotura (imagen 26).



Imagen 26: Detalle del deterioro (www.idvia.es)

Los tirantes del puente eran de hormigón pretensado, y los agentes atmosféricos, así como la proximidad del mar influyeron en gran medida en la oxidación de las armaduras. Cabe destacar que las armaduras del hormigón pretensado, armadura activa, oxidan de forma más temprana que las barras del hormigón armado.

En España también han ocurrido sucesos de este tipo, de hecho, sucedió uno en junio del 2022.

En junio de 2022 en la autovía A-6 que conecta Lugo con León uno de los vanos del viaducto de El Castro, colapsó. El vano medía 50 metros de longitud, se trataba de un tramo que llevaba meses en obras debido a la oxidación de la armadura activa del mismo y este suceso ha sorprendido mucho ya que hacía solo 25 años que fue construido.

Unos días más tarde, el director general de Carreteras visitó el lugar y afirmó que las obras eran de reparación pero que el motivo que condujo al colapso del vano era por un problema oculto y desconocido. Todavía están investigando la razón por la que sucedió, pero queda claro que todo se debe a una mala gestión del mantenimiento de la infraestructura.

Un colapso sin precedentes: ¿por qué se ha caído un viaducto de la A-6 de solo 25 años?

El derrumbe de la A-6 entre León y Galicia deja muchas incógnitas. Los ingenieros tratan de averiguar si la inspección que dio lugar a las obras pasó por alto un problema fundamental



Cae parte de un viaducto en obras de la A-6, entre León y Pedrafita (Lugo). (EFE/Eliseo Trigo)

Por **José Pichel**
10/06/2022 - 05:00

Imagen 27: Titular sobre el colapso (www.elconfidencial.com)

En este caso, se tuvo la suerte que el puente se encontraba cerrado y no hubo que lamentar víctimas mortales, pero demuestra que, aunque aparentemente se vea en buen estado, hay que realizar inspecciones de forma periódica.



Imagen 28: Imagen del colapso (www.elconfidencial.com)

Con estos ejemplos se ha querido demostrar que los puentes, aunque parezcan elementos masivos muy resistentes, realmente no son. Son sensibles a los agentes que le

rodean y a las acciones que se ejercen sobre ellos y la mejor forma de evitar acontecimientos peligrosos para los usuarios es mediante una buena gestión del mantenimiento.

Los problemas se pueden detectar con tiempo y siempre podremos plantear una solución, pero para ello primero hay que detectarlos y actuar. Cada vez las infraestructuras envejecen más y los ambientes y acciones son más agresivos, la inversión en mantenimiento cada día es más importante. Invertir en mantenimiento es economizar en futuros daños humanos y materiales.

4.4 Influencia de los cauces sobre los puentes

Desde hace miles de años la humanidad se ha encontrado con la necesidad de pasar por encima de ríos, valles, fosos, etcétera. Los romanos, en su afán de conectar mediante vías de calidad la totalidad del imperio, construyeron miles de puentes por toda la geografía y la gran mayoría sobre cauces.

Hoy en día sigue existiendo la misma necesidad, la mayor parte de los puentes salvan cauces, así como conectan y cohesionan el territorio. El conocimiento de la afección que produce el puente sobre el cauce y viceversa, es esencial, no se pueden despreciar dichos efectos ya que pueden ser determinantes para el diseño del puente o, el caso que nos ocupa, la conservación de este.

Con esto se pretende enfatizar en que los puentes no son estructuras independientes, se debe conocer el emplazamiento en el que se encuentran para saber en qué condiciones están y, por tanto, qué deterioros pueden sufrir.

España, y más concretamente la Comunidad Valenciana, tiene un clima muy extremo, principalmente las lluvias se suelen producir de forma muy intensa, en periodos cortos de tiempo llueve mucha cantidad de agua. Esto conlleva que prácticamente cada año, sucedan crecidas que afectan a nuestro país, las cuales suponen una amenaza y ponen de manifiesto la vulnerabilidad de nuestras infraestructuras, en especial los puentes.



Imagen 29: Fotografía del río desb Ebro desbordado en Zaragoza (www.elmundo.es)

La principal problemática que tienen los puentes sobre cauces se produce en situación de avenida, algunas de las principales causas de colapso son:

- Empujes hidrodinámicos: son aquellos empujes que se producen sobre las pilas de un puente, debido a los cuales, puede colapsar.
- Pérdida de capacidad de desagüe por obstrucción: La avenida arrastra material flotante que puede obstruir los vanos entre pilas y causar fuertes empujes sobre el puente.



Imagen 30: Obstrucción del vano por el material flotante (www.heraldo.es)

- Entrada en carga: Se produce cuando el agua sube por encima de la estructura del puente.



Imagen 31:Entrada en carga de un puente (www.levante-emv.com)

- Socavación: La socavación es la degradación del lecho del cauce, los materiales del fondo se ven arrastrados por la acción del flujo de agua.

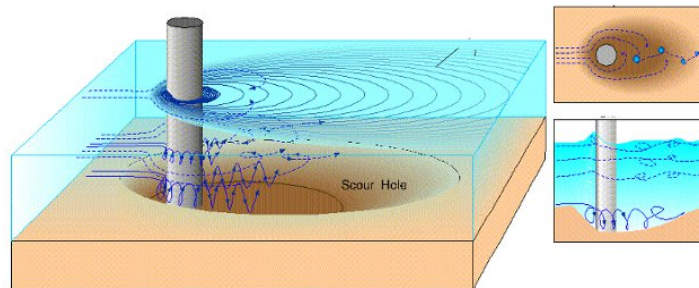


Imagen 32:Efecto del agua sobre el lecho del río (civilgeeks.com)

- Erosión por contracción: La erosión por contracción se produce ya que las pilas y estribos del puente reducen el ancho del cauce, el efecto de esto es que la velocidad del agua aumenta bajo el mismo. Generalmente, debajo de los puentes se coloca escollera, pero en la salida de los mismos no, por lo que donde se acaba la zona de escollera, se producen socavaciones. La velocidad en la salida del puente no se reduce tan drásticamente, lo cual genera este efecto.

Por lo que en toda estructura sobre un cauce existe riesgo de colapso por la acción del agua. Es importante destacar que cualquier puente sobre cauce, está bajo mayor riesgo que otro estructural y geotécnicamente igual que no salve ninguna vía fluvial. Las posibles avenidas de un cauce son una amenaza potencial, y los puentes, muy vulnerables a las mismas. La vulnerabilidad frente a avenidas, así como su cuantificación es esencial, para ello se necesitan hacer inspecciones de campo.

Un ejemplo de caída de un puente por falta de mantenimiento fue el de Beniarbeig, en octubre de 2007. El colapso se produjo debido a unas fuertes lluvias en la cuenca del río Girona, en Alicante, sumado a los problemas de socavación que presentaba el puente antes del suceso.



Imagen 33: Imagen del suceso (www.informacion.es)

Para conocer el estado de un puente sobre un cauce se debe conocer el estado de este, como se ha dicho al inicio del apartado, son interdependientes cauce-puente. Se debe inspeccionar desde el punto de vista geomorfológico, hidráulico-sedimentológico y estructural, para conocer el estado de vulnerabilidad. En resumidas cuentas, se debe hacer una inspección del puente, así como del entorno de afección fluvial del mismo.

Si bien es cierto que estos daños se evitarían con la correcta redacción del proyecto, muchos de los puentes existentes necesitan labores de mantenimiento constantes ya que las afecciones entre las partes son notorias.

5. LOS PUENTES SOBRE EL BARRANCO DE PICASSENT

Tal y como sabemos, los puentes son construcciones que permiten salvar accidentes geográficos como ríos, vías férreas, valles, lagos,... y por supuesto barrancos. Existen puentes de muchas tipologías según las necesidades o funciones, distancias a salvar, época de construcción, naturaleza del terreno, presupuesto, número de usuarios y otros factores.

En este apartado se va a tratar de los puentes pertenecientes al término municipal de Picassent, ya que el barranco que lleva el nombre de dicho municipio, atraviesa diversos pueblos, todos ellos con puentes que lo cruzan.

Cabe destacar que el barranco de Picassent nace de la unión de dos afluentes que son los barrancos de Ninyerola y el de Don Félix.

En la siguiente imagen se ve el recorrido que realiza el barranco de Don Félix, con una longitud de 4.440 metros. Inicia en una cantera de roca caliza ya sin explotación, durante su recorrido se encuentra franqueado por cultivos frutícolas y en muchos de sus tramos posee tramos de bastante profundidad con taludes de gran altura.

Una de las características principales de este barranco es que no cruza ningún puente sobre él por lo que el interés de nombrarlo en este apartado era para conocer la procedencia de las aguas del barranco de Picassent.

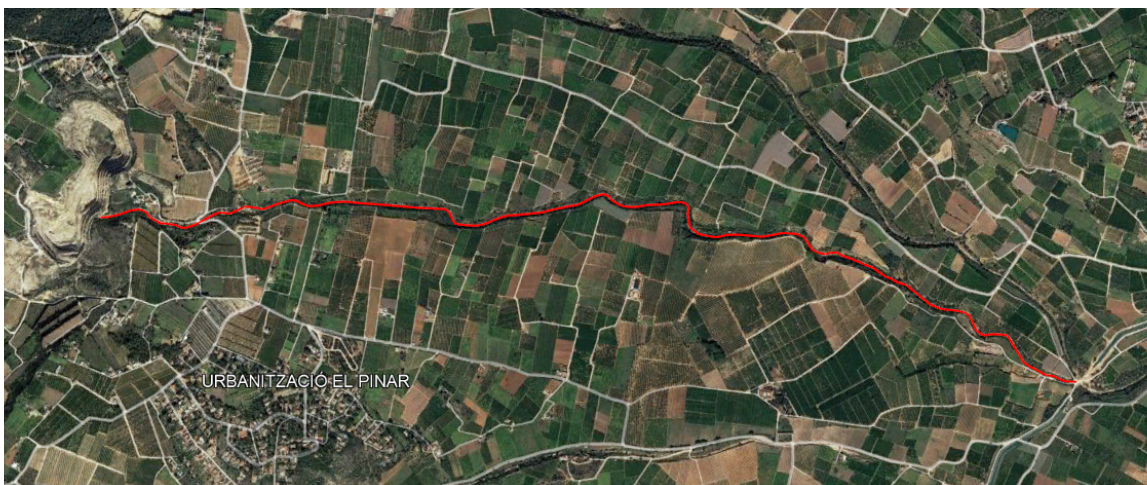


Imagen 34: Trazado del barranco de Don Félix (Fuente propia)

El segundo de los afluentes del barranco de Picassent es el de Ninyerola. Con un recorrido de 7.500 metros de longitud, es el de mayor longitud de los tres barrancos. Una de las características más importantes es que contribuye a crear el paraje natural *Clot de les Tortugues*.

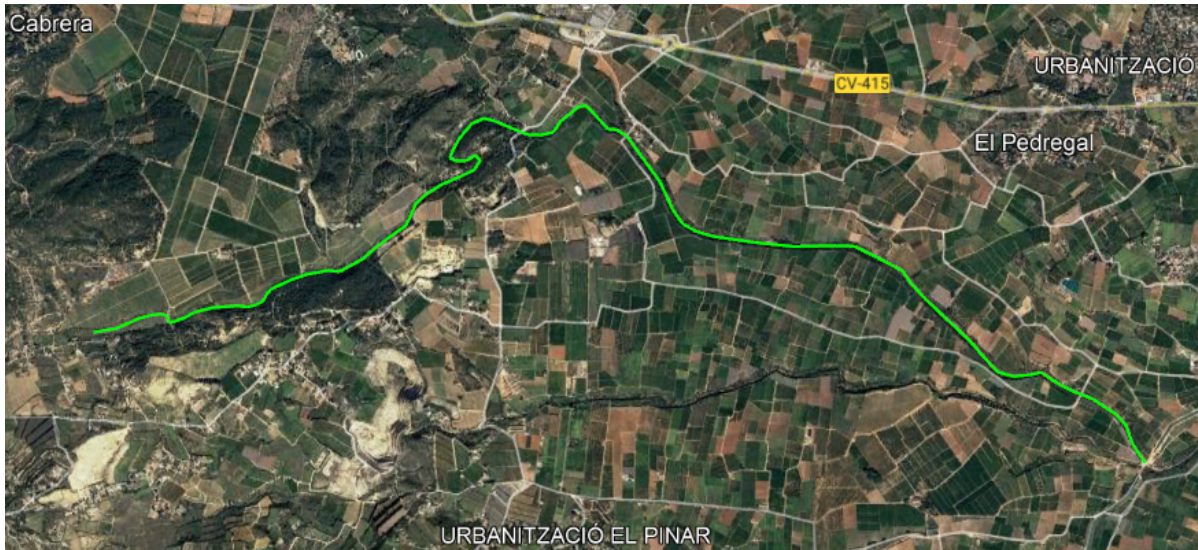


Imagen 35: Trazado del barranco de Ninyerola (Fuente propia)

A lo largo de su recorrido se encuentran diversos puentes, todos con su particular historia. En él se encuentra el puente de la *Casa del Sabater* el cual era de uso privado pero que luego pasó a ser de uso público. También está el puente del *Devadillo*, el segundo puente con este nombre ya que el primero de ellos está en desuso a poca distancia de él. Se encuentra integrado por la vegetación, de difícil acceso.



Imágenes 36 y 37: Puente de la Casa del Sabater (barrancosdepicassent.com)



Imágenes 38 y 39:Puente del Devadillo (barrancosdepicassent.com)

El barranco de Picassent nace de la unión de los dos barrancos descritos anteriormente, concretamente en un punto llamado *Los tres barrancos*.



Imagen 40: Trazado del barranco de Picassent (Fuente propia)

En este punto de unión entre los barrancos, destaca el paso del Canal Júcar-Turía, punto en el cual se construyó un sifón para salvar el valle y no impedir el flujo de los barrancos.

Además, la Confederación Hidrográfica del Júcar vio que era un buen emplazamiento para instalar un aliviadero del canal, el cual conecta con el barranco de Picassent.



Imágenes 41 y 42: Compuertas de sifón y aliviadero del canal (Fuente propia)

A lo largo del barranco de Picassent encontramos diversos puentes. El primero de ellos se trata de un puente de ferrocarril sobre el que circula la Línea 1 de Metrovalencia, unos metros después del apeadero Font de l'Omet.



Imagen 43: Puente de Metrovalencia (barrancosdepicassent.com)

Tras este puente ferroviario, se encuentra uno de pequeño tamaño que une por carretera las dos partes del barrio la *Font de l'Omet*, divididas por el barranco de Picassent.



Imagen 44: Puente de Fonde de l'Omet (Fuente propia)

Más adelante se encuentra el puente del que se va a realizar el plan de mantenimiento, el puente de la Avenida del Sur. Es el más reciente, construido en el año 2011, se trata de un puente en arco superior del cual pende el tablero principal.



Imagen 45: Puente de la Avenida del Sur (Fuente propia)

A escasos 500 metros del puente de la Avenida del Sur, encontramos el puente más significativo de la localidad por su importancia histórica (más de 100 años de antigüedad) y por la cantidad de usuarios que lo cruzan diariamente. Se trata del puente de Picassent.



Imagen 46: Puente de la entrada de Picassent (Fuente propia)

Por último, lindando con el término municipal de Alcácer, se encuentra un puente de vigas pretensadas, doble T. Pertenece a la carretera CV-4153 con 4 carriles de circulación, dos para cada sentido.



Imagen 47: Puente de la CV-4153 (barrancosdepicassent.com)

Con este puente se termina el itinerario de los distintos puentes principales que tienen los tres barrancos principales del término municipal de Picassent. Además, el de la Avenida del Sur, es el que será sometido a estudio y sobre el que se hará el plan de mantenimiento como ejemplo para el resto de puentes de la localidad.

Por último, destacar que, además de los puentes vistos anteriormente, hay otras estructuras en los tres barrancos que no son principales pero que sin ellas no estaría el

conjunto del municipio conectado tal como se encuentra ahora. No son de gran tamaño pero son esenciales para el día a día de la población de Picassent.



Imágenes 48 y 49: Otros puentes de los barrancos (barrancosdepicassent.com))



Imagen 50: Vista aérea de los tres barrancos (Fuente propia)

6. PUENTE SOMETIDO A ESTUDIO

6.1 Técnicas de conservación de puentes con tirantes

El mantenimiento de estructuras metálicas es primordial para su durabilidad, funcionalidad y seguridad a largo plazo. En la actualidad, las instrucciones sobre estructuras ya incluyen artículos dedicados al mantenimiento donde se establece que en los proyectos, también en el caso de estructuras metálicas, será obligatorio incluir un Plan de inspección y mantenimiento.

Las infraestructuras no solo se diseñan para su construcción sino que también deben conservarse para prestar servicio a la sociedad el máximo tiempo posible, o al menos, para el que fue proyectado.

Es decir, la obligatoriedad de elaborar en fase de proyecto los planes de mantenimiento de los puentes tiene como objetivo ordenar y regular una necesidad constatada. Las distintas fases de un puente son: concepción, proyecto, ejecución y uso o explotación. Todas estas partes están interrelacionadas, de modo que muchos de los problemas de conservación se pueden evitar o aliviar si se concibe el mantenimiento desde la fase de proyecto.

En el plan de mantenimiento de un puente arco con tablero suspendido, interesan una serie de aspectos como: la vida útil de los diferentes elementos, identificación de puntos críticos, medios de acceso y técnicas de mantenimiento aplicables. A continuación se van a exponer las principales patologías que sufren las estructuras metálicas:

-Deformaciones plásticas: las deformaciones plásticas en puentes metálicos ocurren cuando la estructura del puente se deforma permanentemente debido a cargas excesivas o eventos extremos. Se producen cuando se supera el límite elástico del material del puente, cuando esto ocurre, el material no vuelve a su forma original después de aplicar una carga y se deforma permanentemente. En algunos casos, esto puede provocar la aparición de grietas y agrietamiento en el material del puente.

-Fallas en las soldaduras: Las soldaduras son una parte crítica de la estructura del puente y cualquier falla en la soldadura puede debilitar la estructura y hacer que el

puede ser inseguro para su uso. Pueden deberse a una técnica de soldadura deficiente, materiales de baja calidad, corrosión y fatiga.

-Corrosión: es uno de los problemas más comunes de los puentes metálicos. Además, los ambientes marinos o zonas de alta humedad, afectan especialmente sobre estos. Entre las consecuencias más graves que conlleva la corrosión es la reducción de la capacidad de carga de la misma.



Imagen 51: Puente con corrosión (www.lavozdeg Galicia.es)

-Fatiga: debido a las cargas cíclicas se puede producir la fatiga de los materiales, en especial en las zonas de unión entre elementos. Esto puede dar lugar a fisuras y grietas, lo que afecta a la integridad estructural del puente.



Imagen 52: Fisura por fatiga (infobasicingcivil.blogspot.com)

-Daños mecánicos: los puentes metálicos pueden sufrir daños mecánicos debido a la acción de vehículos, impactos de objetos o fenómenos meteorológicos extremos, lo que puede afectar la estabilidad y la capacidad de carga del puente.

-Patología en las péndolas: Se producen por acciones mecánicas, o ambientales o por una combinación de ambas, incluyen fatiga, corrosión, envejecimiento de plásticos, desgaste, deterioro de protecciones superficiales o de los materiales de relleno, vibraciones excesivas, y la dificultad general para confirmar con fiabilidad el estado de conservación de los cables internamente.

Los síntomas de patología en las péndolas pueden incluir deformación, corrosión, fracturas, desgaste excesivo y reducción de la sección transversal. Estos síntomas pueden afectar la capacidad de las péndolas para soportar la carga del puente, lo que puede poner en riesgo la seguridad de los usuarios del puente.



Imagen 53: Tirante deteriorado (caminosdebolivia.blogspot.com)

Cabe destacar que a parte de las patologías expuestas anteriormente, los puentes con tirantes también sufren los deterioros genéricos que cualquier puente sufre, tal y como se explica en el apartado 4.3. De igual forma ocurre con el apartado 4.4, cualquier puente, incluidos los de tirantes, están expuestos a los daños que puede producir un cauce sobre los mismos.

6.2 Descripción del puente

Para tener conocimiento del puente que va a ser sometido a estudio, a continuación se va a describir el mismo de forma superficial. Tras ello, el lector conocerá la razón por la que fue construido, su geometría, el presupuesto, así como el procedimiento constructivo. Esta información será clave para el posterior inventario y la realización de las inspecciones.

El puente de la Avenida del Sur fue encargado por una empresa promotora, a petición del Ayuntamiento de Picassent. La ronda de conexión al municipio quedaba limitada por el Polígono Industrial y el Barranco de Picassent. Por tanto, este puente supone una mejora sustancial del acceso a Picassent por el Sureste, y forma parte del eje viario principal del municipio, dada su importancia a efectos de comunicaciones.

Tal y como se ve en la imagen posterior, la obra se iniciaba en la intersección de la Avda del Sur con el Camí de l'Omet, prolongando la avenida según su alineación en planta hasta atravesar el barranco de Picassent (línea verde) y conectar con una glorieta en la margen derecha del barranco. Hasta la construcción de la estructura, el acceso viario al municipio sólo se podía realizar por el antiguo puente del siglo XIX (línea roja), lo cual limitaba mucho la movilidad hacia la zona sureste del mismo.



Imagen 54: Vista aérea de los accesos a Picassent por la zona del barranco

El puente consiste en una estructura metálica con un arco central y siete péndolas en la mediana, el cual apoya en los estribos situados en las márgenes del barranco. Los estribos son de hormigón armado sobre cimentación pilotada.

De este modo, se prolonga la Avenida del Sur, se cruza el Barranco de Picassent y se conecta con la rotonda existente de entrada a Picassent (junto Polígono Industrial). La longitud total de este tramo es de aproximadamente 409 m.

El puente tiene una alineación recta tanto en planta como en alzado, con pendiente constante del 0,62%, descendiendo según el avance de los PKs. En toda la estructura la calzada tiene un bombeo del 2%.

La estructura consta de un único vano de 51.50 m de longitud entre los puntos de apoyo y 11.60 m de anchura, y está constituida por un tablero mixto y un arco superior metálico conectado al tablero mediante péndolas de acero.

La sección tipo de la estructura está compuesta por dos carriles de 3.50 m, y dos aceras exteriores de 1.70 m de anchura cada una (incluyendo el espacio necesario para la ubicación de las barreras de protección que es de 0.4 m).

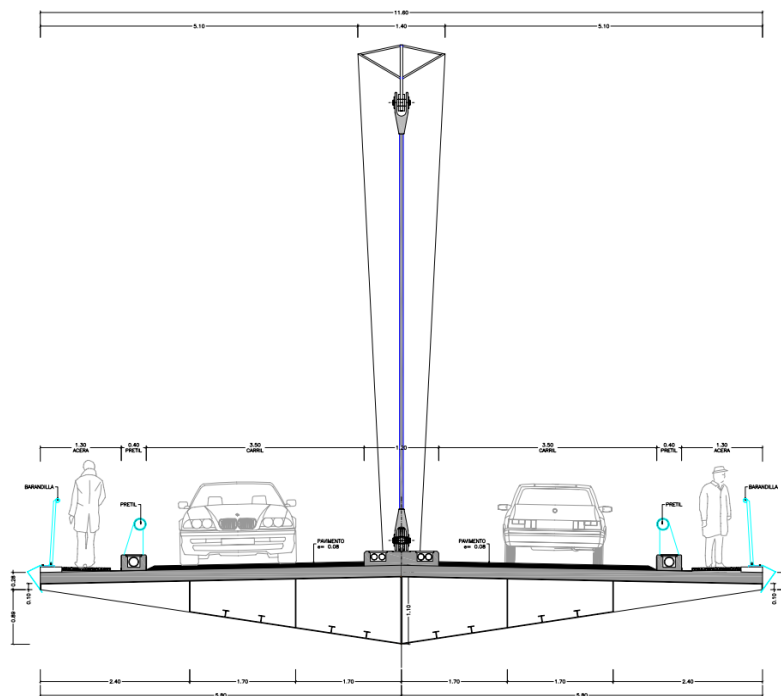


Imagen 55: Sección transversal del tablero en el Centro Luz (Proyecto del puente)

Como se aprecia en la imagen, el puente presenta una mediana central de 1.20 m de anchura donde se alojan las conexiones de las péndolas y se dispone de canalizaciones para paso de servicios.

El arco es metálico de directriz circular y su sección transversal es un cuadrilátero variable tanto en alzado como en planta. Esta geometría responde a las necesidades resistentes del puente. En la zona de clave, debido a los fenómenos de inestabilidad del arco (pandeo fuera del plano vertical), es necesario dotar al arco de una mayor inercia de eje vertical, esto explica que la dimensión horizontal del cuadrilátero sea mayor que la dimensión vertical.

Por otra parte, en el arranque y debido a la flexión vertical de la estructura es necesario dotar a esta zona de mayor inercia de eje horizontal, por lo tanto, la dimensión mayor será en este caso la vertical. Este giro de la sección transversal permite prescindir de arriostramientos en el arco, dando lugar a una solución más limpia y fácil de ejecutar.

La flecha del arco en centro de vano es aproximadamente igual a 8.58 m (relación flecha/luz $L/6$)

En lo que respecta al tablero, la sección transversal está constituida por un cajón metálico de sección trapezoidal de canto máximo igual a 1.10 m en el eje de la estructura y 0.10 m en los extremos, dividido en cuatro células por almas verticales. La sección se completa con una losa de hormigón de 0.18 m de espesor, resultando un canto total igual a 1.28 m (relación canto/luz igual a $L/40$).

Además, se disponen diafragmas transversales cada 3.15 m, coincidiendo con los ejes de apoyo en los estribos, con cada péndola y en los puntos intermedios entre cada dos péndolas.

Los estribos consisten en cargaderos cimentados mediante cuatro pilotes de 1.25 m de diámetro separados 2.95 m. El tablero apoya en cada estribo mediante una pareja de neoprenos zunchados de 500x500x84(60) separados 3.40 m. Para controlar los

desplazamientos en la estructura en la situación sísmica, se disponen topes en los estribos tanto transversales como longitudinales.

El presupuesto del proyecto incluyendo todas las partes del mismo dio un valor de 1.850.734,36 €. Desglosando las fases, en primer lugar, La Fase 1 consistía en el proyecto principal, la Fase 2, el tramo inicial de la Avenida del Sur y por último la Fase 3 de obras complementarias. A continuación se presenta una tabla de la valoración de cada una de las fases y la valoración total del mismo..

RESUMEN PRESUPUESTO (con IVA)			
Capítulo	Resumen	Importe	%
Fase1	PROYECTO PRINCIPAL	1.626.933,82	87,91
Fase 2	TRAMO INICIAL AVDA. DEL SUR	60.008,03	33,24
Fase 3	OBRAS COMPLEMENTARIAS	163.792,51	88,85
TOTAL PRESUPUESTO PROYECTO (con IVA)		1.850.734,36	100

Imagen 56: Tabla de valoración de las fases (Proyecto del puente)

Entre los materiales más importantes del puente, se encuentran el acero estructural y las péndolas.

Los cables empleados en las péndolas son del tipo cerrado formados por capas de alambres enrollados en espiral, de sección circular en el interior y de sección en Z en las capas exteriores para cerrar herméticamente el interior protegiéndolo de la corrosión, siendo la dirección de trenzado de cada capa contraria a la de la capa anterior.

Por otro lado, el acero estructural consiste en chapas de espesor inferior a 40 mm de acero no aleado de calidad S355 J2 G3 (UNE -EN-10025:94). Las chapas de espesor igual o mayor a 40 mm, son de acero no aleado de calidad S355 K2 G3 (UNE-EN.10025:94).

La estructura metálica se realizó en taller mediante un montaje en bancada de cada tramo con su sección completa, con, al menos, el tramo anterior y posterior, y se comprobó tanto el ajuste de todos sus cortes, como las contraflechas de las mismas.

Tras ello fue trasladado a obra donde se procedió al ensamblaje en una zona habilitada al efecto. Una vez soldado se realizó el traslado y colocado en su posición definitiva de acuerdo con el procedimiento constructivo previsto en el proyecto.

Como norma general, en el montaje no se pudo inducir en ningún punto de la estructura esfuerzos superiores a los que tendría ese elemento cuando la estructura estuviera en uso.

De modo que el procedimiento constructivo fue complejo, siguiendo las siguientes fases:

- Fase 1: ejecución de las cimentaciones y alzados de los estribos y cimentaciones de los castilletes intermedios.
- Fase 2: construcción de los castilletes intermedios provisionales para apoyo de tablero y montaje de la estructura metálica del tablero mediante grúa. Este montaje se realizó en dos etapas; en primer lugar los dos tramos laterales de 19.30 m de longitud y en segundo lugar el tramo central de 12.90 m, que se soldó in situ a los dos tramos laterales mientras se sostiene con grúa.
- Fase 3: colocación de la pieza de conexión entre el arco y el tablero.
- Fase 4: recrecido de los castilletes y montaje de los dos tramos laterales del arco.
- Fase 5: izado del tramo central del arco y unión in situ a los dos tramos laterales.
- Fase 6: retirada de los castilletes superiores, colocación y tesado de las péndolas. Una vez realizado el tesado de las péndolas se procedió a la retirada de los castilletes inferiores.
- Fase 7: colocación de las prelosas prefabricadas y de la armadura del tablero y posterior hormigonado del mismo.
- Fase 8: ejecución de acabados: pavimento, acerado, colocación de barreras y barandillas e instalación de dispositivos de iluminación.

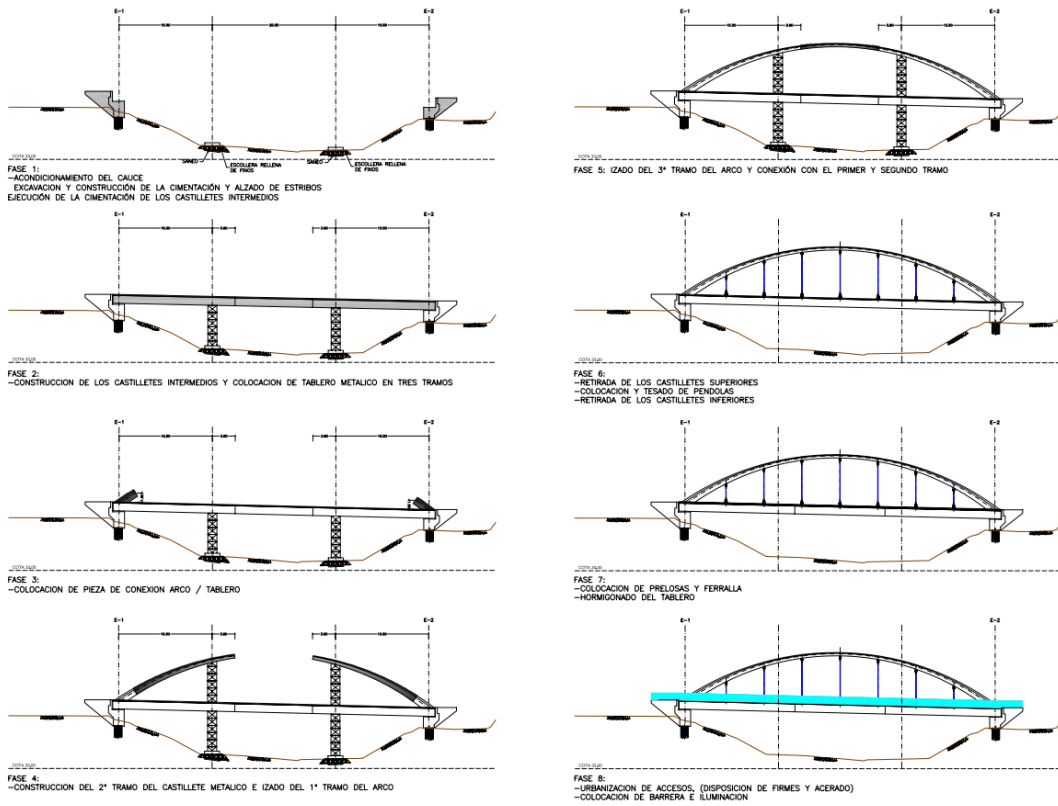


Imagen 57: Plano del proceso constructivo (Proyecto del puente)



Imagen 58: Fotografía del momento del izado del arco (www.hortacoslada.com)

6.3 Inventario

La “Guía para la realización del inventario de obras de paso” del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, nos acerca a los modelos del resto de países europeos punteros en este ámbito. Ser punteros consiste en saber qué puentes forman una red de carreteras, sea del Estado, de una comunidad o incluso de un municipio, qué elementos tienen esos puentes y cuál es su estado de conservación.

Por tanto, se trata del primer paso en el ámbito de la conservación de puentes. Es esencial conocer las infraestructuras que forman nuestra red para poder determinar, posteriormente, el estado de conservación de éstas y poder evaluar su estado, así como estimar los costes de mantenimiento y optimizar las soluciones, priorizando las actuaciones a llevar a cabo.

Con la realización del inventario del Puente sobre la Avenida del Sur, se busca, en primer lugar, el registro del mismo según la guía, y en segundo lugar, que sirva de estímulo para el Ayuntamiento de Picassent de cara a seguir inventariando el resto de puentes que se encuentran en el municipio.

De ese modo, la decisión de reparar una obra de paso deteriorada no se tomará desde la perspectiva aislada de una sola estructura, sino desde la perspectiva del conjunto de la red. Así se asegurará que la inversión realizada en dicha reparación está plenamente justificada y que proporciona la mayor rentabilidad de cara al mantenimiento de ésta.

El inventario consta de las siguientes partes:

- Ficha de localización y datos generales que recoge los datos básicos de la obra como el código de la estructura e información complementaria para su localización y la tipología estructural. Además se incluyen también datos característicos de la obra.
- Fichas descriptivas de los diferentes elementos de la estructura. Se trata de fichas de vanos, fichas de estribos, fichas de pilas/pilonos, ficha de juntas, ficha de tirantes y ficha de elementos no estructurales. Las fichas pueden variar en función de la clase y tipología de estructura.

El inventario del Puente de la Avenida del Sur se encuentra detallado en el Anejo I, que se encuentra en el apartado 10 de este documento.

6.4 Inspecciones del puente

Tal y como se explica en el apartado 4.3 “Deterioro de los puentes y sus consecuencias”, en la historia reciente se han producido varios colapsos de puentes y pasarelas cuyas causas están ligadas con las escasas tareas de conservación sobre las mismas. De ahí la necesidad de invertir en realizar tareas de control y detección de deterioros y daños, para prevenir pérdidas de vida útil así como mejorar la seguridad y confort de los usuarios.

Las obras no son eternas, los puentes, como cualquier infraestructura, se ven afectados por numerosos condicionantes a lo largo de toda su vida útil. Dichos condicionantes afectan a sus características de seguridad y funcionalidad, por esa razón, durante la fase de proyecto deben preverse todos estos condicionantes, y tratar de hacer más fácil la labor de su conservación tanto desde un punto de vista de la seguridad como de la economía en relación a los costes de mantenimiento.

Partimos del hecho de que una inspección de un puente es un reconocimiento visual, que se realiza in situ, y que lo realizan técnicos de una cierta cualificación. El nivel de detalle de la inspección y el nivel de cualificación del técnico dependerán del tipo de inspección, lo cual irá en función también de la periodicidad de la misma, tal y como marca la normativa, con la idea de optimizar los recursos de la organización y que la información aportada sea la precisa en cada momento. Cabe destacar que la velocidad de evolución del deterioro de las estructuras es distinta, por ejemplo, de la velocidad de deterioro de un firme, de una señal o del equipamiento de un túnel.

La complejidad de evaluar el estado de un puente es notoria, esto acentúa la importancia de la realización de una inspección para la correcta evaluación del estado del puente, según distintos niveles de intensidad, y que finalmente nos permiten estimar el grado de seguridad de una estructura o la capacidad portante del puente.

Algunas de las razones son las siguientes:

- Los documentos de cálculo no están siempre disponibles.
- Existen muchos tipos de materiales, gran variedad de tipologías (tableros de vigas, losa, atirantados, etc.) y diversidad de procedimientos constructivos.
- Algunos puentes son muy antiguos.

-
- Algunos han sido reparados, otros ensanchados o ampliados, muchos modificados.
 - El estado de algunas partes del puente puede ser muy difícil de determinar.
 - El estado y los esfuerzos en los materiales del puente varían notablemente en las distintas partes de la estructura.
 - Los modelos de cálculo, fueron simplificados en el pasado, en ausencia de las potentes herramientas de cálculo actuales.

Fundamentalmente, podemos distinguir tres tipos de inspecciones, todas ellas contempladas en la normativa vigente de mantenimiento. La existencia de niveles de inspección no es por casualidad o capricho, sino que trata de recoger información que nos permita hacer un seguimiento de la evolución del estado de los puentes, con suficiente detalle y al menor coste posible; es decir, aportando la precisión adecuada

En primer lugar están las inspecciones básicas. Se realizan en todas las estructuras mayores de 1 metro y consisten en la observación del estado de todos los elementos de la obra de paso, realizada por personal encargado de la conservación de la carretera (personal no especializado), con la misma frecuencia que se llevan a cabo labores de vigilancia en ésta. Como resultado, se rellena una ficha de inspección que se integra cada 15 meses en el sistema.

En segundo lugar tenemos las inspecciones principales. Se realizan en todas las estructuras que sean mayores de 3 metros. Consisten en la observación minuciosa del estado de todos los elementos de la obra de paso, realizada por personal especializado. Como resultado, se rellena una exhaustiva ficha con indicación de los deterioros existentes en los diferentes elementos del puente. Cada puente recibe finalmente una puntuación entre 0 (perfecto estado) y 100 (muy mal estado). Estas inspecciones se realizan cada 5 años y constituyen, de hecho, una verdadera auscultación visual de la obra.

Por último están las inspecciones especiales, las cuales no se realizan de forma sistemática, sino que se realizan únicamente cuando una estructura presenta problemas importantes que requieren de estudio y evaluación. Necesariamente, implican la presencia de técnicos y equipos especiales. Como resultado se obtiene un análisis de los deterioros o problemas recogido en un informe completo o un proyecto en última instancia. En este Trabajo de Final de Grado no se realizará ninguna inspección de esta tipología.

6.4.1 Inspección inicial

En este apartado se va a desarrollar la primera de las inspecciones efectuadas del puente. La razón por la que se realiza es debido a que nunca se ha inspeccionado ni evaluado los posibles deterioros del Puente de la Avenida del Sur.

Con esta inspección se ha buscado tener una primera toma de contacto con el puente y el estado en el que se encuentra. Principalmente se observarán deterioros aparentes, la tipología o geometría de sus partes y la accesibilidad a los distintos elementos. Gracias a esta información se facilitará la planificación y ejecución de las inspecciones normativas así como el coste de reparación de dichos deterioros.

En las siguientes páginas se muestran los deterioros encontrados.

FOTOGRAFÍAS DE DAÑOS, INSPECCIÓN INICIAL



Fotografía 1, Vista general del puente



Fotografía 2, Vista desde la acera



Fotografía 3, Deterioro pasamanos barandillas



Fotografía 4, Corrosión barandillas



Fotografía 5, Corrosión anclajes barandilla



Fotografía 6, Golpes en pretilos



Fotografía 7, Golpes prolongados en pretil



Fotografía 8, Golpes en pretil



Fotografía 9, Golpes en pretil



Fotografía 10, Corrosión en pretil



Fotografía 11, Corrosión en péndolas



Fotografía 12, Degradación señalización horizontal



Fotografía 13, Golpes y corrosión en el arranque del arco



Fotografía 14, Deterioro juntas de dilatación



Fotografía 15, Obstrucción juntas de dilatación



Fotografía 16, Deterioro juntas de dilatación



Fotografía 17, Salpicaduras y corrosión del arco



Fotografía 18, Corrosión del arco



Fotografía 19, Obstrucción sumideros



Fotografía 20, Vegetación en plataforma



Fotografía 21, Vegetación en aletas



Fotografía 22, Corrosión en jardineras



Fotografía 23, Residuos en estribos



Fotografía 24, Obstrucción del barranco por la vegetación



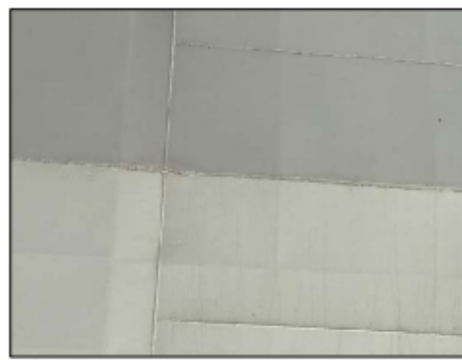
Fotografía 25, Vegetación en el cauce



Fotografía 26, Vegetación en estribos



Fotografía 27, Humedades en prelasas



Fotografía 28, Corrosión en uniones



Fotografía 29, Pinturas en estribos



Fotografía 30, Pinturas en estribos

6.4.2 Inspección básica

Tal y como se indica al inicio de este apartado, las inspecciones básicas son reconocimientos visuales para los cuales no se requiere de titulación específica. Su objetivo es detectar lo antes posible fallos aparentes que podrían producir gastos de conservación o reparación por no ser corregidos a tiempo. Para ello, se reconocen las distintas partes de la obra de paso, su estado de conservación y la evolución de los posibles deterioros.

Para la realización de esta inspección se ha prestado especial atención a la detección de daños que afecten a la seguridad del usuario, degradación de las características funcionales o resistentes de las partes del mismo y todo ello desde el punto de vista del carácter preventivo.

En la realización de la inspección se ha observado con detenimiento las siguientes partes del puente: Calzada del puente y sus accesos, aceras, drenaje del tablero, parapetos, barandillas y sistemas de contención en general, juntas de dilatación, zonas de apoyo, tablero y estructura portante, estribos y pilas, y por último, la cimentación.

Además, se ha inspeccionado con mayor detalle, tal y como recomienda la norma, el estado de limpieza y funcionamiento de los sistemas de desagüe, ya que un incorrecto funcionamiento de los mismos da lugar a concentraciones de humedad que pueden originar problemas estructurales.

Como marca la normativa, en cada Inspección Básica se recoge una serie de datos elementales, estos son:

- Datos de la obra de paso: se rellena la información general que ayuda a identificar la obra de paso a inspeccionar. En este caso se realiza ya que se trata de la primera inspección de este puente, en futuras inspecciones, tan solo se tendrá que comprobar si han habido aplicaciones, ensanches, etc.
- Datos generales de la inspección: En este apartado se recogen datos relativos a la inspección propiamente dicha y al inspector.
- Deterioros observados: En él se lleva a cabo la observación de todos los elementos que puedan ser examinados y detectar deterioros visibles en las partes del puente indicadas

anteriormente. Además, al tratarse de un puente sobre un cauce, se ha prestado especial atención a posibles descalces de pilas y estribos y fenómenos de aterramiento.

Existe una ficha para la inspección de cada uno de los elementos en los que se ha dividido la obra de paso, tal y como indica la norma. En la imagen siguiente se destacan en color las distintas fichas:

CLASIFICACIÓN ELEMENTOS DE UN PUENTE			
ESTRUCTURALES	Superestructura	Vanos	Tablero sobre pilas y estribos
			Arco
			Bóveda
			Marco – Tubo
			Otras tipologías
	Subestructura	Estribos/hastiales	
	Pilas/Pilono		
DE CONEXIÓN		Juntas de dilatación	
		Aparatos de apoyo	
NO ESTRUCTURALES	Organización de la plataforma	Pavimento/accesos a la estructura	
		Aceras	
		Barandilla/barreras/pretilas/impostas	
		Sistema de desagüe	
		Iluminación	
		Señalización	
		Cauce	
		Terraplén/encachados	
	Otros		

Imagen 59: Tabla de clasificación de elementos de un puente (norma de Inspecciones Básicas)

6.4.3 Inspección principal

Las inspecciones principales consisten en inspecciones visuales minuciosas del estado de todos los elementos de un puente. Son realizadas por personal especializado y, por lo general, no requieren la utilización de medios extraordinarios. La inspección tiene como principal finalidad detectar los deterioros y patologías a tiempo, realizar su seguimiento y poner en marcha las operaciones de mantenimiento preventivo o rehabilitación.

Como resultado de la inspección se obtiene un informe de evaluación de la estructura y la marca de condición del puente. Este llamado índice de estado nos permitirá cuantificar el estado de conservación de la estructura de modo que se evalúa cualitativa y cuantitativamente los deterioros observados, para determinar el estado de conservación del puente.

Previamente a la realización de la inspección, se ha llevado a cabo una planificación de la misma que ha comprendido:

- Recogida de la documentación sobre el puente acerca de su inventario y de actuaciones sobre el puente posteriores a su construcción. La información recabada ha sido muy escasa ya que el puente no había sido sometido a inspecciones anteriores. Desde su construcción solo se han realizado tareas de mantenimiento de carácter superficial (reparación de luminarias, tareas de jardinería, reparación de señalización horizontal, etc.)
- La recopilación de documentación relativa al proyecto (de construcción, proyecto as built, de liquidación, etc.).
- Preparación de las Fichas de Inspección diferentes para los distintos tipos de elementos existentes en el puente.
- Preparación de los medios necesarios para poder inspeccionar todos los elementos del puente. Ha sido necesario emplear pequeños medios de acceso como una escalera de mano, para poder acceder a los apoyos.

La inspección se ha realizado tal y como marca la norma, de forma que para cada uno de los daños que existen en un elemento se recogen en campo tres índices (índices de extensión, gravedad y evolución) que valoran el daño desde diferentes puntos de vista.

De este modo se obtiene para cada daño un **Índice de deterioro** que tiene en cuenta la gravedad del daño, la extensión, el tipo y en qué elemento se encuentra. Este índice toma un valor entre 0 y 100.

Estos valores se pueden dividir en cinco intervalos según su estado:

- Entre 0 y 20: Deterioro sin consecuencias importantes.
- Entre 21 y 40: Deterioro que puede tener una evolución desfavorable o reducir las condiciones de servicio o de durabilidad del elemento si no se repara en el tiempo adecuado.
- Entre 41 y 60: Supone que la patología genera una reducción de las condiciones de servicio o de la durabilidad del elemento.
- Entre 61 y 80: El deterioro modifica el comportamiento resistente o funcional.
- Entre 81 y 100: El deterioro compromete la seguridad del elemento.

Tras los índices de deterioros se determinan los índices de todas las partes en las que se puede subdividir una estructura, desde el nivel más básico (**Índice del elemento**), ascendiendo paulatinamente (**Índice de los componentes** [vanos, pilas, etc.], **Índice de las zonas** [superestructura, subestructura y elementos no resistentes]) hasta llegar a nivel de la estructura. Estos índices intermedios ayudan a localizar rápidamente el elemento o elementos causantes de un determinado Índice de la Estructura.

Una vez obtenidos los índices de los deterioros encontrados en la estructura, el siguiente paso es valorar el estado de conservación de dicha estructura. El denominado **Índice de Estado o Condición de la Estructura** tiene en cuenta el conjunto de los índices de deterioro y la distribución de los daños en la misma.

Tras esta valoración, se obtendrá una relación ordenada de las estructuras inspeccionadas que permitirá priorizar las actuaciones según la urgencia y gravedad de los deterioros observados. El **Índice de Estado de la Estructura** también se puede dividir en cinco intervalos, estos son los mismos que para los índices de deterioro pero a nivel estructural.

Con la ayuda de estos índices, el gestor puede establecer los criterios sobre los siguientes aspectos:

- Necesidad o no de intervención, indicando la urgencia o el plazo en que debe ser realizada en función de la evolución estimada de los daños.

-
- Necesidad de realización de inspecciones especiales, indicando el posible alcance de las mismas.
 - Programar actuaciones a medio plazo, y conocer mediante la redacción de un presupuesto, la valoración para actualizar y mejorar el puente inspeccionado.

Por último, destacar que este tipo de inspecciones van más allá de esta cuantificación, en la medida que el inspector puede advertir de problemas que observe que puedan conllevar otras actuaciones, como obras complementarias.

En la Inspección Principal, se han recogido los siguientes datos:

- Datos generales de la inspección
- Fichas de daños
- Fichas de elementos del cauce
- Fotografías

La valoración se ha realizado ponderando cada una de las partes de la estructura según su importancia estructural. De ese modo los elementos estructurales representan el 70% del índice de estado, mientras que los elementos de conexión y elementos no estructurales suponen el 15% cada uno.

Tal y como se indica en el anejo correspondiente, el índice de estado obtenido es de 44,83%. Este dato indica que la estructura tiene patologías que pueden suponer una reducción de las condiciones de servicio o durabilidad de dicha estructura. Puede requerir una actuación a medio plazo para asegurar su durabilidad.

A continuación se adjunta la tabla de cálculo empleada para la obtención del **Índice de Estado**:

	Elementos estructurales			Elementos de conexión			Elementos no estructurales		
	70%			15%			15%		
	Extensión 33,3%	Gravedad 33,3%	Evolución 33,3%	Extensión 33,3%	Gravedad 33,3%	Evolución 33,3%	Extensión 33,3%	Gravedad 33,3%	Evolución 33,3%
	4	1	1	3	1	1	1	1	1
	3	1	1	3	1	1	1	1	1
	4	1	1	2	1	1	2	2	2
	3	0	1	2	0	1	2	2	2
	1	0	1	3	1	1	2	0	1
	4	1	2				3	1	2
							2	2	2
							2	2	2
							4	1	1
							4	0	1
							4	0	1
Media	3,166666667	0,666666667	1,166666667	2,6	0,8	1	2,454545455	1,090909091	1,454545455
Media Sobre 100%	79,16666667	16,66666667	29,16666667	86,66666667	26,66666667	33,33333333	81,81818182	36,36363636	48,48484848
Subíndices (%)	29,16666667			7,333333333			8,333333333		
Índice de estado (%)	44,83333333								

Imagen 60: Tabla de cálculo del índice de estado de la estructura (Fuente propia)

6.5 Presupuestos

A continuación se van a detallar los costes asociados a la realización de las inspecciones anteriores por parte de un ingeniero especialista, así como la inversión aproximada que supondría las tareas de rehabilitación para la puesta a punto del puente.

El cálculo del presupuesto para las inspecciones de ingeniería implica considerar diferentes factores, como el alcance y la complejidad de la inspección, el número de profesionales involucrados, los equipos y materiales necesarios, así como los informes técnicos y el análisis de datos obtenidos.

Una vez que se ha realizado la inspección y se han identificado los trabajos de rehabilitación necesarios, es esencial calcular el presupuesto para llevar a cabo dichas tareas. Esto implica evaluar los materiales requeridos, la mano de obra, los equipos especializados y otros gastos relacionados.

A continuación se presentan los diferentes presupuestos de inspección y evaluación que supone la realización de las inspecciones realizadas anteriormente.

Por otro lado, debido a que nunca se han realizado operaciones específicas de reparación sobre el puente y tras los resultados de las inspecciones realizadas con anterioridad, a continuación se muestra el cálculo del presupuesto necesario para la puesta a punto del Puente de la Avenida del Sur.

Con esta inversión se rehabilita por completo el puente, volviendo a un estado cercano al inicial, tras la construcción del mismo. Además, no solo se reparan los daños detectados sino que se alarga en gran medida la vida útil de muchos de sus elementos.

Presupuesto de Rehabilitación del Puente de la Avenida del Sur

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
VANO					
UO1	m2	Eliminación de óxidos en arco y cajón mediante desoxidante adecuado, y manual con cepillos metálicos y lijado, limpieza de uniones con chorro de aire a presión y lijado, dejando listo para barnizar con barniz semiseco mate, incluso aporte de material de fijación, cortes, maquinaria auxiliar y pequeño material.	15	93,72	1.405,80 €
UO2	m2	Pintura mineral de un componente de color blanco, a base de emulsión de silicato potásico para el revestimiento de paramentos exteriores afectados por humedades de capilaridad porógeno completando el sistema de deshumidificación de muro.	147	10,25	1.506,75 €
Total Vano=					2.912,55 €
PÉNDOLAS					
UO3	m2	Eliminación de óxidos en bridas mediante desoxidante adecuado, y manual con cepillos metálicos y lijado, limpieza de uniones con chorro de aire a presión y lijado, dejando listo para barnizar con barniz semiseco mate, incluso aporte de material de fijación, cortes, maquinaria auxiliar y pequeño material.	2	93,72	187,44 €
Total Péndolas=					187,44 €
ESTRIBOS					
UO4	m3	Limpieza de residuos materiales incluso carga y transporte a vertedero.	0,2	310	62,00 €
UO5	m2	Despeje y desborce del terreno en estribos, aletas y cauce hasta 20m de distancia aguas arriba y abajo del eje del puente. Hasta 25 cm de profundidad, con vegetación de hasta 2m de altura, incluida retirada del material, carga y transporte a vertedero.	2800	1,55	4.340,00 €
UO6	m2	Limpieza de superficies de hormigón con chorro de arena de sílice de granulometría 1-2 mm.	69,6	4,78	332,69 €
Total Estribos=					4.734,69 €
ARCO					
UO7	m2	Limpieza superficial de perfiles metálicos, quitando los restos deteriorados de pintura mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1, y limpieza posterior con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante.	163,75	13,41	2.195,89 €
UO8	m2	Pintado de elementos metálicos de puente a mediante chorreado inicial hasta grado Sa 2 1/2, imprimación a base de pintura Epoxi-Zinc de 75 micras, pintura intermedia a base de Epoxi-Poliamida con un mínimo de 100 micras de película seca y dos manos de pintura de acabado a base de Es- malte de poliuretano alifático repintable con un mínimo de 80 micras de película seca 40+40.	163,75	15	2.456,25 €
Total Arco=					4.652,14 €
JUNTAS DE DILATACIÓN					
UO9	m	Limpieza de aterramiento y vegetación; y relleno de junta a base de mástico de aplicación en caliente a base de betunes y cauchos con elastómeros, incluso árido mineral de tipo porfídico de diferentes granulometrías. Y reposición de elementos protectores.	23,2	270	6.264,00 €
Total Juntas De Dilatación=					6.264,00 €

Imagen 61: Presupuesto de rehabilitación del puente (Fuente propia)

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL					
UO10	m2	Marca vial de tráfico, signos, flechas o letras, con pintura blanca reflexiva, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	60	15	900,00 €
UO11	m	Marca vial de 10 cm. de ancho con pintura blanca reflexiva a base de resina acrílica termoplástica y esferas reflectantes, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	126	2	252,00 €
Total Señalización Horizontal=					1.152,00 €
ALUMBRADO					
UO12	m2	Limpieza superficial de perfiles metálicos, quitando los restos deteriorados de pintura mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1, y limpieza posterior con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante.	8	13,41	107,28 €
UO13	ud	Luminaria exterior aplicación mural tipo HYDREL 7100 CARANDINI ó similar, con carcasa de aluminio fundido, reflector de chapa de aluminio pulido y anodizado, el cuerpo óptico está cerrado por la parte frontal con un vidrio siliconado que garantiza la estanqueidad de los líquidos, grado de protección IP 65 clase II, con 1 lámparas de descarga de 70W, con equipo eléctrico. Instalada, incluyendo accesorios y conexionado.	16	530	8.480,00 €
Total Alumbrado=					8.587,28 €
OTROS ELEMENTOS					
UO14	m	Limpieza superficial de perfiles metálicos, quitando los restos deteriorados de pintura mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1, y limpieza posterior con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante.	124	13,41	1.662,84 €
UO15	m	Pintado de perfiles metálicos mediante chorreado inicial hasta grado Sa 2 1/2, imprimación a base de pintura Epoxi-Zinc de 75 micras, pintura intermedia a base de Epoxi-Poliamida con un mínimo de 100 micras de película seca y dos manos de pintura de acabado a base de Es- malte de poliuretano alifático repintable con un mínimo de 80 micras de película seca 40+40.	124	15	1.860,00 €
UO16	m	Limpieza superficial de perfiles metálicos, quitando los restos deteriorados de pintura mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1, y limpieza posterior con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante.	107	13,41	1.434,87 €
UO17	m	Pintado de perfiles metálicos mediante chorreado inicial hasta grado Sa 2 1/2, imprimación a base de pintura Epoxi-Zinc de 75 micras, pintura intermedia a base de Epoxi-Poliamida con un mínimo de 100 micras de película seca y dos manos de pintura de acabado a base de Es- malte de poliuretano alifático repintable con un mínimo de 80 micras de película seca 40+40.	107	15	1.605,00 €
UO18	ud	Limpieza de sumideros y desagües, incluyendo remoción de sedimentos, desbloqueo de obstrucciones y limpieza general del sistema de drenaje.	12	6,25	75,00 €
UO19	ud	Suministro, colocación e instalación de jardineras urbanas de acero corten cúbicas de 0,8m, incluso relleno con tierra vegetal adecuada, siembra de plantas ornamentales y mantenimiento inicial.	10	488,87	4.888,70 €
Total Otros Elementos=					11.526,41 €

Imagen 62: Presupuesto de rehabilitación del puente (Fuente propia)

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	40.016,51 €
13% GASTOS GENERALES	5.202,15 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	2.400,99 €
SUMA	7.603,14 €
PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA	47.619,64 €
IVA 21%	10.000,12 €
PRESUPUESTO TOTAL CON IVA	57.619,77 €

Imagen 63: Presupuesto de rehabilitación del puente (Fuente propia)

Presupuesto de realización de inspecciones					
CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
INPECCIÓN INICIAL					
II1	ud	Preparación previa de la inspección y documentación, ejecución de la misma incluso material necesario para ella.	1	576	576,00 €
II2	ud	Unidad integral tras la inspección incluyendo el análisis detallado, redacción de informes y preparación documental posterior para un eficaz registro de resultados.	1	509	509,00 €
Total Inspección Inicial=					1.085,00 €
INPECCIÓN BÁSICA					
IB1	ud	Preparación previa de la inspección y documentación, preparación de fichas, ejecución de la misma incluso material necesario para ella.	1	1105	1.105,00 €
IB2	ud	Unidad integral tras la inspección incluyendo el análisis detallado, redacción de informes y preparación documental posterior para un eficaz registro de resultados.	1	935	935,00 €
Total Inspección Básica=					2.040,00 €
INSPECCIÓN PRINCIPAL					
IP1	ud	Preparación previa de la inspección y documentación, preparación de fichas, ejecución de la misma incluso material necesario para ella.	1	1493	1.493,00 €
IP2	ud	Trabajo post-inspección consistiendo en el análisis, informes, preparación documental y cálculo de índices de estados para una evaluación precisa de la condición.	1	1785	1.785,00 €
Total Inspección Principal=					3.278,00 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					
					6.403,00 €
13% GASTOS GENERALES					832,39 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL					384,18 €
SUMA					1.216,57 €
PRESUPUESTO TOTAL SIN IVA					
					7.619,57 €
IVA 21%					1.600,11 €
PRESUPUESTO TOTAL CON IVA					
					9.219,68 €

Imagen 64: Presupuesto de inspecciones (Fuente propia)

6.6 Plan de mantenimiento

Tal y como se explica en la "Guía para la Redacción del Plan de Mantenimiento en Puentes", un Plan de Mantenimiento es el documento que define el conjunto de tareas que será preciso identificar y llevar a cabo en la fase de proyecto, de ese modo se asegura un mantenimiento adecuado que garantice la vida útil.

Tal y como hemos visto en apartados anteriores, cada puente está formado por elementos distintos y, por tanto, las vidas útiles serán diferentes para cada elemento del mismo. Elementos como la cimentación o los fustes de las pilas requieren, como es lógico, de una vida útil mayor que por ejemplo la de los aparatos de apoyo, las juntas o los sistemas de drenaje.

En caso de un puente que ya se encuentra construido, como es el caso que nos ocupa, la actualización del Plan de Mantenimiento debe llevarse a cabo a lo largo de toda la vida útil de la estructura, recogiendo todas las actuaciones e incidencias que se vayan produciendo en la misma.

El Plan de Mantenimiento incluye los siguientes contenidos:

- Descripción de la estructura. Además se debe hacer una estimación de las vidas útiles de los distintos elementos del puente de acuerdo con las clases de exposición ambiental, diferentes en los distintos elementos, y otros condicionantes.
- Identificación de los puntos o elementos del puente que tienen un comportamiento más sensible y que pueden causar disfuncionalidad en el nivel de servicio del puente, de modo que se preste especial atención a su mantenimiento.
- Se marcan unos criterios básicos para inspeccionar la estructura y determinar la existencia e intensidad de los deterioros, tal y como se ha realizado en el apartado 6.4 de este documento.
- Se indican unos valores mínimos admisibles para elementos críticos, en forma de desplomes, pérdidas de color, etc., de esa forma ayudarán a detectar un mal comportamiento de la estructura o del elemento, sin necesidad, de invertir raras sumas de dinero en estudios posteriores.
- Se indicarán algunas directrices para tener en cuenta la labor de sustitución de los elementos más sensibles, o cuyas vidas útiles sean previsiblemente inferiores a las del conjunto de la estructura, así como las operaciones más comunes de mantenimiento,

que con carácter sistemático ayuden a mantener un adecuado nivel de servicio en la infraestructura.

- Estimación de cuáles van a ser los gastos de mantenimiento para optimizar recursos y distribuirlos adecuadamente en el tiempo.

Los Planes de Mantenimiento es recomendable redactarlos en fase de proyecto, tal y como indica la guía, para la actualización continua durante las distintas fases por las que pasa la estructura, pero en el caso del Puente de la Avenida del Sur, nunca se ha realizado esta tarea. Por tanto, el objetivo principal de este Plan de Mantenimiento es que desde el momento de su redacción sea un documento vivo y que esté en constante actualización a lo largo de toda la vida de la estructura desde el momento de su redacción.

La fase en las que se encuentra la estructura estudiada es de conservación y explotación, por lo que tras la redacción de este Plan de Mantenimiento se irán incorporando ordenadamente tanto las inspecciones como las actuaciones de mejora que se realicen en la estructura, de ese modo se puede realizar un seguimiento del estado de la misma a lo largo de toda su vida útil.

A partir de la redacción del Plan de Mantenimiento, durante esta fase, el Responsable de Conservación de la estructura es el encargado de mantener actualizado el Plan de Mantenimiento.

Tras la explicación anterior, a continuación se expone el Plan de Mantenimiento.

1. Descripción de la estructura

En este apartado se busca consignar los datos que permitan identificar de manera completa el Puente de la Avenida del Sur. En ese sentido, tanto los datos generales como los distintos elementos que forman la estructura se pueden encontrar en el Anejo I perteneciente al inventario realizado anteriormente.

En él se describe:

- El uso proyectado del puente, número de carriles, existencia de aceras, posibilidad de tráfico peatonal, semáforos, etc.

-
- La configuración geométrica.
 - El obstáculo salvado por el puente.
 - La configuración estructural y funcional.
 - Los materiales constituyentes.
 - Los sistemas de protección.
 - Las juntas.
 - Los aparatos de apoyo y dispositivos especiales.
 - El sistema de drenaje.
 - La impermeabilización y firmes.
 - Los sistemas de contención de vehículos.
 - El equipamiento.
 - Las servidumbres de paso.

Con todo ello se tendrá un amplio conocimiento del puente.

2. Definición del ambiente y de las vidas útiles

2.1 Clases de exposición

Para la identificación de las clases de exposición, el documento de referencia utilizado ha sido la EAE por tratarse de un puente de acero estructural, por lo que será la norma más idónea, en el Capítulo II de la misma se encuentra la Tabla 8.2.2.a en la cual se definen los criterios para la selección de las clases de exposición y la nomenclatura correspondiente.

En estructuras metálicas, la clase de exposición viene determinada por el grado de agresividad del ambiente en el que se encuentra el puente, en relación a la corrosión del acero. En el caso que nos ocupa, se encuentra cercano a una zona industrial y un municipio, ambos de tamaños medios, por lo que la contaminación será moderada

Como conclusión se extrae que el puente estudiado pertenece a la clase de exposición tipo C3 cuya clase de exposición a la corrosión es media. Se puede ver encuadrado en rojo en la imagen XX la clase de exposición según dicha tabla.

Tabla 8.2.2.a. Clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Acero de bajo contenido en carbono		Cinc		Exterior	Interior
		Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor μm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor μm		
C1	muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	---	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3	media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas. Interior de puentes-cajón.
C4	alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.
C5-I	muy alta (industrial)	> 650 y hasta 1500	> 80 y hasta 200	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.

Imagen 65: Tabla 8.2.2.a. de clases de exposición relativas a la corrosión atmosférica (EAE)

2.2 Vidas útiles

Como se ha explicado en los capítulos iniciales de este trabajo, las vidas útiles de los elementos del puente son los periodos de tiempo para los cuales cumplen su función sin que sus prestaciones caigan por debajo de ciertos umbrales de aceptación previamente marcados. De modo que, las vidas útiles serán diferentes para cada elemento del puente.

El autor del Plan de Mantenimiento es la persona que, con criterios técnicos, decide las vidas útiles de estos elementos y el establece umbrales de aceptación y criterios de inspección

en consonancia. Si bien es cierto que el el redactor de este plan tiene libertad sobre estos valores, la guía de referencia orienta respecto a dichos valores en base a la experiencia.

Los valores de las vidas útiles de los elementos más importantes del puente, han sido determinados con ayuda del cuadro 5.1 de la guía y de lo referente a durabilidad de la EAE. Estos valores son los siguientes:

- **Acero estructural:** 100 años.
- **Péndolas:** 100 años.
- **Elementos de hormigón armado** (estribos, losa, aletas, etc.): 100 años
- **Juntas de dilatación:** 20 años.
- **Apoyos estructurales:** 30 años.
- **Pavimento asfáltico:** 20 años.
- **Pinturas y protección anticorrosivas:** 15 años.

Seguidamente, se determinan los umbrales para cada uno de los elementos críticos del puente, siguiendo el apartado 5.6 de la guía de redacción de planes de mantenimiento.

- **Socavación:** El umbral de alarma se da cuando se descubre la cara superior del encepado. En segundo lugar, el umbral crítico se da cuando la socavación progresa hasta descubrir 5 metros del total de los pilotes.

- **Asiento diferencial de la losa de transición:** Cuyo umbral de alarma se produce con un asiento de 10 cm. El umbral crítico se produce con un escalón de 15 cm.

- **Neopreno zunchado:** Para la degradación del aparato de apoyo, el umbral de alerta es de superficie lateral deteriorada inferior al 25 % del total o presencia de manchas de óxido. Mientras que el umbral crítico se considera cuando la superficie deteriorada es superior al 25 % del total.

- **Fisuras de flexión en el tablero:** Para el hormigón armado en ambiente IIb el umbral de alarma se da con la aparición de fisuras mayores de 0,3 mm, mientras que el crítico se considera con la aparición de fisuras mayores de 0,4 mm.

-
- **Pintura de protección contra la corrosión:** El umbral de alarmas se dará con la detección de ampollas, manchas de óxido, agrietamiento o descamación de la pintura de protección en más de un 5 % de la superficie del elemento estructural. Para el umbral crítico: detección de ampollas, manchas de óxido, agrietamiento o descamación de la pintura de protección en más de 15 % de la superficie del elemento estructural.
 - **Juntas:** Por degradación de la junta, el umbral de alarma se dará con la presencia de grietas, fisuras y pérdida de estanquidad. O si se producen filtraciones moderadas a través de la junta. El umbral crítico se considera con la pérdida de las funciones de la misma, tales como impermeabilidad, continuidad de la superficie de rodadura, permitir los movimientos de la estructura, y que hacen necesaria su sustitución.
 - **Drenaje del puente:** El umbral de alarma será si se produce una obstrucción en el sistema de drenaje que merma su capacidad, mientras que el umbral crítico se da con la obstrucción total del sistema de drenaje.

3. Definición de los puntos críticos

Se definen como puntos críticos de una estructura aquéllos en los que durante la fase de conservación, y especialmente en las inspecciones, habrá que prestar una mayor atención. Esto puede deberse a que son puntos en los que resulta más probable que puedan aparecer deterioros o comportamientos estructurales anómalos.

Un punto es crítico si obedece a una mayor probabilidad de que aparezca un daño o un deterioro en dicho punto, lo cual no quiere decir que tenga que aparecer necesariamente el daño. Simplemente, se trata de advertir de que ese punto es mucho más susceptible de sufrir daños.

A continuación, se presentan una serie de puntos críticos para los principales elementos de la estructura:

- **Cimentación:** La cimentación en principio no es un elemento que presente muchas dificultades desde el punto de vista del mantenimiento. Sin embargo, sí

que existe un punto crítico en ella, se trata de los pilotes de los estribos cimentados en el lecho del cauce. Son susceptibles de erosión con el paso de las avenidas.

- **Estribos:** Los principales puntos críticos son, la losa de transición, con asientos entre el terraplén y el estribo, los muretes de guarda, debido a la filtración de agua a través de las juntas de dilatación y por último, en relación a la formación de cárcavas en los derrames frontales del terraplén.

- **Aparatos de apoyo:** Tal y como se ha indicado antes, la vida útil de los aparatos de apoyo es inferior a la vida útil exigida a la estructura (100 años como), por lo que se convierten en puntos críticos desde el punto de vista de la conservación y del mantenimiento. Las mesetas de apoyo y nivelación también pueden convertirse en puntos críticos, si se encuentran en mal estado de conservación puede afectar de manera negativa a la transmisión de cargas de los apoyos a la subestructura.

- **Tableros:** Algunos puntos críticos son, el sistema de protección contra la corrosión, la falta de acceso al interior de la viga cajón, los puntos de anclaje de las péndolas al tablero y control de la tensión de las péndolas, son los más destacables.

- **Equipamientos:** El drenaje y la impermeabilización de la estructura son fundamentales para la correcta conservación y protección de las estructuras por lo que los puntos críticos serían las rejillas e imbornales.

Por otro lado, las juntas de dilatación son uno de los puntos críticos más frecuentes.

Los pretilos y barandillas son metálicos, el principal punto crítico será el sistema de protección del metal. Un punto crítico se corresponde con la zona de anclaje del poste al tablero, debiéndose inspeccionar el buen estado de conservación que presenten tanto los elementos de anclaje, como el hormigón de la losa circundante a la zona del poste.

En el Puente de la Avenida del Sur existe una canalización que aprovecha el puente para cruzar el puente. Uno de los puntos críticos serán los elementos de anclaje y sustentación de dicha instalación.

Por último, como cualquier puente, existen instalaciones como alumbrado. Se resaltan también como puntos críticos los báculos de alumbrado dispuestos en plataforma, en cuanto pueden suponer un riesgo para la seguridad vial de los usuarios de la vía.

4. Criterios de Inspección

La conservación de un patrimonio de puentes o estructuras como puede ser el puente sometido a estudio, que pertenece a una red de infraestructuras (apartado 5), no puede hacerse de manera aislada o improvisadamente.

El objetivo de este apartado es establecer una planificación de las tareas de mantenimiento, para ello será necesario realizar un adecuado inventario de las estructuras, como el realizado en el subapartado 6.3 de este texto, y sus reconocimientos periódicos que permitan, por tanto, conocer el estado conjunto de la red de puentes.

El administrador de los puentes de la localidad de Picassent no cuenta con un Sistema de Gestión, por tanto el autor del Plan de Mantenimiento a continuación describe de forma detallada los tipos de inspección, periodicidad y alcance de las mismas que se deberán realizar.

Tal y como se ha descrito y desarrollado en apartados anteriores, hay diferentes tipos de inspección que realizar sobre el puente de la Avenida del Sur. A pesar de que dicho puente no pertenece a la Red de Carreteras del Estado, se realizarán los tipos de inspección, periodicidad y alcance de las mismas tal y como se haría en caso de pertenecer a dicha red.

Estas seguirán la *Guía de Inspecciones Básicas de Obras de Paso* y la *Guía para la realización de Inspecciones Principales de obras de paso de la Red de Carreteras del Estado*, que establecen distintos niveles de inspección que se diferencian en su intensidad, frecuencia, medios humanos y materiales empleados.

Estos niveles de inspección son inspecciones básicas (con una periodicidad de 15 meses), principales (aproximadamente cada 5 años) y especiales (cuando sea preciso analizar los problemas detectados en alguna de las anteriores inspecciones).

En caso de que se dé alguna de estas circunstancias o combinación de las mismas, se debe iniciar de forma inmediata, una evaluación del estado del puente con previsión futura de la afección de dicho fenómeno sobre el mismo. Estas circunstancias son:

- El puente sufre alguna ampliación o ensanche que pueda producir cambios en la Intensidad Media Diaria (IMD).
- La realización de alguna obra de construcción, mantenimiento, rehabilitación sobre el mismo, siempre y cuando no se realice como consecuencia de una inspección previa.
- Por sucesos accidentales como sismo, inundaciones, accidentes viarios de gran importancia, nevadas, etc.
- Detección de anomalías en el puente de origen desconocido tales como, deformaciones, asentos, desplomes, pérdidas de sección, abertura de fisuras, oxidación concentrada en un punto, etc.

Las inspecciones principales deberán ser realizadas por personal técnico con formación de grado y formación específica en patología estructural. Deberá dejarse constancia documental de la inspección realizada mediante los pertinentes informes que ayudarán a interpretar el resultado de la inspección.

4.1 Mantenimiento básico

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

Se entiende por mantenimiento básico las operaciones de limpieza y pequeñas reparaciones que realizan los equipos de conservación de manera periódica y sistemática. Al igual que en casos anteriores, no son operaciones que deban seguirse exhaustivamente, sino que es una descripción de las tareas de conservación más habituales.

En primer lugar están las tareas de limpieza.

Básicamente consiste en limpiar:

- **La plataforma.**
- **Los paramentos verticales** mediante chorro de agua a presión (cada 5 años coincidiendo con las inspecciones principales).
- **Los sistemas de drenaje y desagüe del tablero.**
- **Los elementos no estructurales** (barandillas, pretilas, señalización, luminarias, etc.) manualmente (cada 15 meses coincidiendo con las inspecciones básicas).
- **Borrado de pintadas en paramentos.**
- **Otras operaciones** tales como la reposición y reparación de los elementos de iluminación dañados, jardineras, etc. (cada 2 o 3 meses).

En segundo lugar se realizarán operaciones de reposición y pequeña reparación tales como:

- **Reparaciones puntuales del firme.**
- **Sellado de fisuras.**
- **Fresado y reposición localizados del firme** sin eliminar los dos o tres centímetros inferiores para no dañar la impermeabilización del tablero, salvo justificación especial.
- **Reparación de aceras deterioradas.** Es importante llevarlo a cabo por su función de mejorar el tránsito de peatones y servir de encauzamiento de las aguas hacia los elementos de drenaje.
- **Corrección de asientos en zonas de aproximación de la estructura.**
- **Reparación de pequeños desconchones no estructurales que revistan poca importancia.**
- **Reparación localizada de elementos metálicos empleando pinturas idénticas a las originales de la obra.**
- **Reposición de elementos drenaje y desagüe del tablero.**
- **Reparaciones puntuales por accidentes de los elementos** como reposición de señalización horizontal y vertical deteriorada, reparaciones en barreras y barandillas, de elementos de iluminación dañados, control del funcionamiento del apagado y encendido automático de instalaciones, entre otros.

4.2 Mantenimiento especializado

Como se ha explicado con anterioridad en este mismo apartado, dentro de los elementos que constituyen una estructura, existen algunos que tienen una vida útil inferior a la global de la misma. De modo que surge la necesidad de que desde la fase de proyecto se definan los criterios y técnicas necesarias para sustituir estos elementos.

Los elementos más significativos con una vida inferior a la del conjunto de la estructura (100 años) son las siguientes:

- **Juntas:** Se tendrá en cuenta la vida útil estimada y se procederá a reponer la junta por una de similares características.
- **Los apoyos:** La sustitución de los apoyos es una operación común durante la vida útil del puente. Se llevará a cabo cuando los deterioros observados en los apoyos superen los umbrales determinados.
- **Pintura de elementos metálicos:** Se recomienda realizar la operación de reposición al final de vida útil estimada, aunque los deterioros no hayan superado los umbrales establecidos.
- **Pretilos y barandillas:** Cuando al final de la vida útil estimada su estado de conservación sea aceptable se podrá realizar una ampliación de la misma según los datos obtenidos en las inspecciones realizadas.
- **Impermeabilización de tablero:** Los trabajos de reposición de la impermeabilización se realizarán preferentemente coincidiendo con los trabajos de fresado y reposición del firme para minimizar los costes y las afecciones a los usuarios de la carretera.
- **Reposición del firme:** Salvo casos excepcionales, la reposición del firme del tablero se realizará en la misma operación que los trabajos de reposición del firme en el resto del tramo de la carretera.
- **Las péndolas:** Se realizará un seguimiento de las mismas, comprobando que los valores no superen el umbral crítico establecido. En caso de ser así, se repondrán preferentemente todas las péndolas, procurando siempre que sean de la misma tipología que las sustituidas.

5. Documentación complementaria durante la fase de conservación y explotación

Tal y como se indica en el capítulo 7 de la “Guía para la Redacción del Plan de Mantenimiento”, en la fase de conservación y explotación ya que se van a realizar diversas actuaciones e inspecciones en la estructura, estas hay que tenerlas documentadas para poder conocer cuál es la evolución del estado de conservación de la estructura y poder actuar de forma preventiva.

Por lo que se se adjuntará la documentación que se indica a continuación tras la realización de las mismas:

- El inventario de la obra de paso: Previamente realizado en el Anejo I
- Todas las inspecciones que se realicen en la estructura: Del mismo modo que están adjuntas las dos primeras realizadas en el Anejo II y Anejo III
- Las actuaciones de mantenimiento especializado que se realicen.
- Los proyectos de reparación en el caso de que se lleven a cabo.
- Todas las fichas técnicas de los elementos que sean sustituidos.
- Todas las operaciones extraordinarias que se realicen en la estructura.
- Paso de vehículos especiales.
- Incidencias: Como impactos en cara inferior del tablero, vigas, u otros elementos, riadas, terremotos, etc.

Como conclusión cabe decir que la experiencia demuestra que actuaciones pasadas, basadas en diagnósticos errados, o en el uso de materiales inadecuados, han enmascarado la causa real de los problemas dificultando enormemente el diagnóstico certero y, por tanto, su solución.

El Plan de Mantenimiento ayuda en las tareas de conservación, identificando los puntos críticos y planteando criterios de inspección que, en caso de este puente, no son los convencionales habitualmente consignados en los catálogos de daños y en los procedimientos de inspección.

Además, permite el conocimiento del puente en cuestión, las intervenciones realizadas con anterioridad y guía en la realización de futuras, de modo que se logra obtener la mayor rentabilidad económica sin incurrir en la pérdida de la seguridad para los usuarios de la misma.

6.7 Diseño de una pasarela ciclopeatonal

A continuación se realiza el prediseño de una pasarela ciclopeatonal paralela al Puente de la Avenida del Sur. La construcción de la pasarela se fundamenta en diversas razones que justifican su necesidad e importancia en el entorno urbano de Picassent. Algunas de las principales justificaciones son las siguientes:

- 1. Mejora de la comodidad:** Tal y como se indica en las observaciones realizadas en la inspección principal del puente, debido a la trayectoria que realizan los vehículos para acceder al mismo, así como a la sensación de estrechamiento que se siente debido a la cercanía de la mediana y los pretilos. Se puede reducir el ancho de las aceras peatonales, de forma que se amplíase el ancho de los carriles de circulación, esto conduciría a evitar la sensación de falta de espacio y aumentaría la comodidad de circulación.
- 2. Seguridad vial:** Por otro lado, con esta ampliación de los carriles y reduciendo la inseguridad de los conductores por falta de espacio, se aumentaría la seguridad vial en gran medida. Como se observa en las distintas inspecciones realizadas, hay marcas de impactos de vehículos contra los pretilos del puente, y no solo en las zonas de acceso sino también en puntos intermedios del puente. Lo que demuestra la problemática expuesta anteriormente y justifica la realización de estas intervenciones.
- 3. Seguridad peatonal:** Evitar los problemas de choque de vehículos explicados en el punto anterior, supone un aumento de la seguridad de los peatones y ciclistas usuarios del mismo. Con la construcción de una pasarela se separaría el tráfico de estos sobre el puente evitando cualquier interacción coche-peatón y aumentando la seguridad para ambos.

Además, en la actualidad, el puente está acondicionado para el paso de peatones por las aceras pero no existe carril bici, esto obliga a los ciclistas a circular por los carriles aumentando el riesgo de accidentes.
- 4. Permeabilidad ciclopeatonal del municipio:** En la actualidad existe un carril ciclopeatonal que rodea el municipio de Picassent pero pierde su continuidad al llegar al Puente de la Avenida del Sur, como se ha explicado en el punto anterior. Con la construcción de una pasarela se daría continuidad y se cerraría el anillo ciclopeatonal que rodea el municipio, para disfrute de los ciudadanos .

-
5. **Mejora de la calidad de vida:** La pasarela crearía un espacio peatonal agradable y seguro, lo que fomenta un estilo de vida activo y saludable. Al ofrecer a las personas la oportunidad de caminar o ir en bicicleta en entornos como el barranco de Picassent, se promueve el ejercicio físico. Además podría ser de ayuda para reducir las emisiones de carbono fomentando que los ciudadanos se desplacen a los centros de trabajo del polígono industrial utilizando esta pasarela.
 6. **Embellecimiento y revitalización urbana:** La pasarela bien diseñada, estéticamente atractiva, puede transformar el entorno, convirtiéndose en un elemento icónico y símbolo de identidad local, como ya es el Puente de la Avenida del Sur. Esta estructura incluso podría contribuir a la revitalización de áreas urbanas y aumentar el atractivo del municipio.

En conclusión, la construcción de una pasarela se justifica por los beneficios que aporta en términos de comodidad, conectividad, seguridad, accesibilidad, calidad de vida, embellecimiento urbano y sostenibilidad. Estos aspectos hacen de la pasarela un elemento indispensable en el diseño del entorno urbano, mejorando la movilidad de las personas y subsanando necesidades sociales latentes.

De modo que, a continuación, se realiza la propuesta de pasarela ciclopeatonal. Para ello se analizarán las distintas alternativas de los materiales y tipologías estructurales posibles para concluir definiendo la solución final.

Empezando por los materiales, entre las características que condicionan en la elección del material encontramos:

1. **Resistencia y capacidad de carga:** La pasarela debe ser capaz de soportar la carga esperada, incluyendo el peso propio, el de las personas que transitan por ella, así como cargas adicionales como de mobiliario u otros elementos, aunque debe decirse que ninguna de ellas es de gran magnitud. Así que la resistencia del material es crucial para garantizar la seguridad y durabilidad de la pasarela.
2. **Durabilidad:** El material seleccionado debe ser capaz de resistir las condiciones ambientales a las que estará expuesta, como la humedad, el calor, el frío y la radiación solar entre otros. Tal y como se ha repetido en multitud de ocasiones para el caso del

Puente de la Avenida del Sur, la durabilidad del material afectará su vida útil y los costos asociados con el mantenimiento y conservación.

3. **Mantenimiento:** Algunos materiales requieren más mantenimiento que otros. Es importante considerar los costos y el esfuerzo necesario para mantener la pasarela en buenas condiciones a lo largo del tiempo.
4. **Estética:** El aspecto visual de la pasarela es un factor decisivo, en el contexto en el que se encontraría, al tratarse de un barranco, tiene que ser un material se adapte al entorno. Además, se debe evitar entorpecer la vista del Puente de la Avenida del Sur, de forma que la estructura de la nueva pasarela debe cumplir con esa condición.
5. **Costo:** El presupuesto disponible para la construcción de la pasarela puede ser un factor limitante en la elección del material. Algunos materiales son más costosos que otros, tanto en términos de costo inicial como de mantenimiento a largo plazo.

Teniendo en cuenta las características y condicionantes anteriormente mencionados, a continuación se indica el material que se empleará en la pasarela ciclopeatonal. Para la elección de dicho material estructural, hay que analizar las características de los diferentes materiales, el elegido será el que más condiciones cumpla de las características marcadas anteriormente.

Se escoge como solución estructural la madera laminada encolada y a continuación se detalla la razón de esta elección. Se comparará respecto a otros materiales como el acero y el hormigón ya que son los más presentes, junto con la madera, en los puentes y pasarelas.

1. **Estética y conexión con el entorno:** Es decisiva la elección de un material que case con el entorno, se adecúe al mismo y se integre de forma completa. De ese modo los usuarios de la vía disfrutarán de una agradable continuidad paisajística. En ese contexto la madera sería el material más indicado
2. **Durabilidad:** Es otra razón de peso garantizar que el material sea duradero tal y como hemos visto a la largo de este trabajo. Si bien es cierto que todos los materiales mencionados pueden ser tratados para mejorar su durabilidad, la madera puede ser tratada con preservantes químicos para protegerla de la descomposición, los insectos y los hongos.
3. **Resistencia y capacidad de carga:** Es evidente la importancia que tienen estas características cuando hablamos de un elemento puramente estructural. Además se

trata de una pasarela que salvará una distancia considerable. En este sentido, el acero y el hormigón son materiales conocidos por su alta resistencia y capacidad de carga. Sin embargo, la madera laminada encolada (MLE) puede ofrecer una resistencia comparable y una capacidad de carga adecuada para pasarelas peatonales.

- 4. Sostenibilidad:** La madera es un material renovable y sostenible, ya que puede provenir de fuentes gestionadas de manera responsable. Su producción requiere menos energía en comparación con el acero o el hormigón, lo que contribuye a una menor huella de carbono. Además, la madera es biodegradable y puede ser reciclada o reutilizada al final de su vida útil.
- 5. Facilidad de construcción:** Una característica fundamental de la madera es su capacidad de prefabricación, lo cual permite un ahorro importante en su construcción. Además, la madera es más ligera que el acero o el hormigón, lo que facilita su transporte, manipulación y montaje. Esto puede agilizar el proceso de construcción.

Cabe puntualizar que la elección de la madera como elemento estructural de la pasarela es solo en el caso de la superestructura, sin embargo, las cimentaciones, que tienen contacto con el terreno deben cumplir otras características. Por ello, la cimentación se realizará con hormigón armado realizado "in situ".

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de pasarela de madera laminada sobre el barranco de Picassent, a escasos kilómetros de la que se propone construir. En ella se ve la buena integración que tiene este material con el paisaje.



Imagen 66: Pasarela peatonal sobre el barranco de Picassent en la localidad de Alcácer (Fuente propia)

Por último, queda especificar la tipología estructural de la pasarela. Para ello se tiene que tener en cuenta la luz que tendrá el vano, la afección del mismo sobre el barranco y que permita visualizar el Puente de la Avenida del Sur.

A continuación, se estudian las diferentes tipologías estructurales para su diseño:

- **Tipo arco:** Esta tipología es la empleada en el pasarela de la imagen anteriormente mencionada. Para la luz que tendría sería una tipología estructural muy apropiada. Una de las ventajas es que no requeriría apoyos intermedios sobre el cauce por lo que se evitarían los problemas mencionados en el apartado 4.4 de este trabajo.
Según la posición del tablero respecto al arco existen diversas tipologías como, arco con tablero superior, arco de tablero intermedio y arco de tablero suspendido o inferior.
- **Tipo viga:** Esta tipología funciona del mismo modo que los puentes de vigas de hormigón pretensado, las vigas de madera apoyan sobre las pilas y estribos de la pasarela. Cabe destacar que el canto de la viga variará según la luz de la pasarela, en este caso sería de gran tamaño. Esta tipología estructural se suele construir para luces de 10 a 30 metros, siendo el rango más óptimo, por lo que se descarta como solución.
- **Pasarela atirantada:** Las pasarelas de madera de tipo atirantadas son estructuras en las cuales los tirantes conectan los pilonos con el tablero, transmitiendo las cargas sobre el mismo.
Este diseño es muy útil cuando se requiere cubrir grandes luces o distancias sin apoyos intermedios. Con esta tipología se presentan dos desventajas, una de ellas es que las cargas se transmiten sólo a los pilonos los cuales necesitarían cimentación de gran profundidad. La segunda desventaja es que debido a la longitud de la pasarela se necesitaría construir pilonos de gran altura, esto haría que no se integrase de forma correcta con el entorno además de tapar el puente, lo cual se busca evitar en la mayor medida posible..
- **Celosía:** En este diseño, se utilizan miembros verticales y diagonales de madera entrelazados para formar una estructura reticulada. Estos miembros se conectan entre sí en forma de triángulos, lo que proporciona una rigidez y estabilidad estructural.
En esta tipología estructural todos los elementos trabajan a tracción o a compresión, lo cual es una ventaja ya que la madera se comporta bien bajo estas sollicitaciones.

- **Colgante:** La madera es un material comúnmente utilizado en la construcción de pasarelas colgantes debido a su resistencia, durabilidad y aspecto estético. Esta tipología estructural es popular en áreas naturales y parques, ya que permiten a las personas explorar y disfrutar de entornos naturales. Además, su diseño suspendido agrega emoción a la experiencia brindando una perspectiva elevada del paisaje.

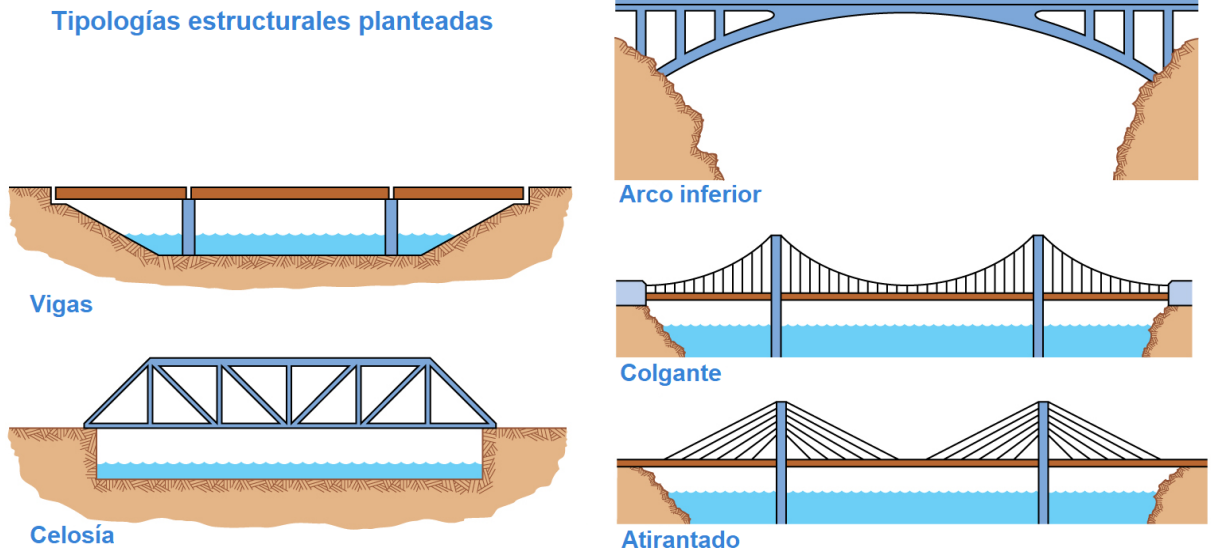


Imagen 67: Tipologías estructurales planteadas (pelandintecno.blogspot.com, modificada)

Tras la explicación de las diferentes alternativas barajadas como sistema estructural, se ha decidido lo siguiente. La topología tipo viga se descarta por la escasa luz máxima que se podría salvar, obligando a hacer apoyos intermedios que afectarían al flujo del barranco. La pasarela atirantada y colgante se descarta por las dos razones expuestas en la descripción de la tipología atirantada.

Por otro lado, la pasarela tipo celosía buscando que no tapase el puente, tendría que estar debajo del tablero (cruces de San Andrés) y con la luz que existe, tendría un gran canto, afectando así a la integración paisajística. Quedaría la opción de que fuese celosía tipo Warren, en la que los peatones circulan por el interior de la estructura, pero de ese modo tapanía las vistas a los usuarios, creando un efecto túnel y no de amplitud como se busca. Por lo que se descarta la tipología en celosía.

Por lo que se decide que la tipología de la pasarela sea **tipo arco triarticulado de tablero superior** con dos arcos paralelos de sección variable. Se descarta que sea de tablero inferior e intermedio porque tapanía la visión del Puente de la Avenida del Sur.

De este modo tendrá esta tipología ya que es el que presenta mayores ventajas. Esta tipología puede salvar grandes luces, los peatones transitarían por encima de la estructura, permitiéndoles mejor visibilidad del paisaje, y además, no se tapanía en absoluto el puente arco, haciendo que fueran muy visibles ambas estructuras, tanto la pasarela como el puente.

Para afectar en la menor medida posible el flujo del agua en caso de una subida muy elevada del calado, por el paso de una avenida, los arcos serán rebajados. En la imagen siguiente se presenta un ejemplo de este tipo de pasarela en el municipio de Quart de Poblet, sobre el río Turia. Aunque en el caso que se estudia, para mayor comodidad, el tablero será llano, no seguirá la curvatura del arco.



Imagen 68: Pasarela peatonal en el municipio de Quart de Poblet (Fuente propia)

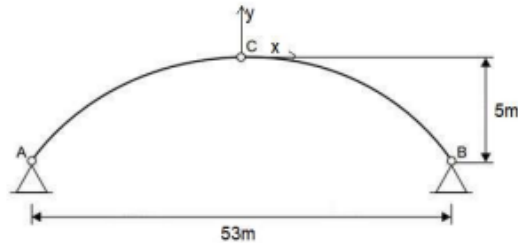
Para mayor velocidad en la ejecución y reducir costes, el suelo de la pasarela se realizará con losas de hormigón pretensado de 4x1,2 metros y 6 cm de espesor.

A continuación se incluye un breve cálculo estructural que sirve como aproximación para analizar la viabilidad de la solución propuesta que se desarrollaría en el correspondiente proyecto, el cual no es objeto de este Trabajo Final de Grado. A continuación se presentan dichos cálculos cuya solución final determina una sección cuyo canto mayor es de 20x150 cm.

Predimensionamiento

1. Ecuación de la directriz

En primer lugar, definimos la ecuación de la directriz parabólica del arco triarticulado.



Poniendo los ejes de abscisas y de ordenadas en la rótula central, la ecuación de la parábola es:

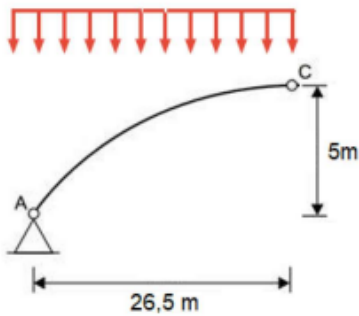
$$y = -a \cdot x^2 \quad \text{Para } x = \frac{53}{2} \rightarrow y = -5 \quad \text{obtenemos que } a = \frac{5}{\left(\frac{53}{2}\right)^2} = 7,12 \cdot 10^{-3}$$

Por tanto, $y = -7,12 \cdot 10^{-3} \cdot x^2$

En el centro de la distancia entre la articulación central y los apoyos $x = \frac{53}{2}$; el valor de "y" será:

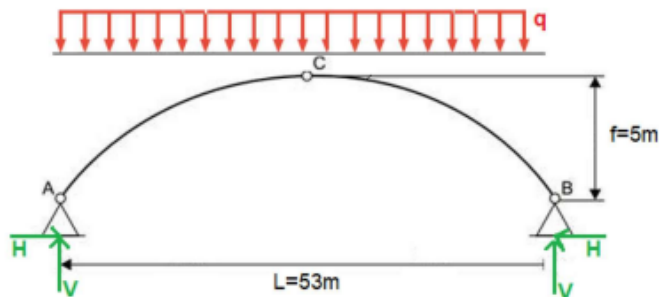
$$y = -7,12 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{53}{2}\right)^2 = -1,25m \quad \text{Este es el punto del máximo momento flector.}$$

2. Cálculo del flector



Para ello necesitamos conocer las reacciones en los apoyos y la carga distribuida.

2.1



Datos de partida

$$PP = 1 \frac{KN}{m^2}$$

$$Su = 5 \frac{KN}{m^2}$$

Se trata de una estructura simétrica

Imagen 69: Predimensionamiento del canto de la pasarela (Fuente propia)

Haciendo la combinación de acciones se obtiene que:

$$Q = 1 \cdot 1,35 + 5 \cdot 1,5 = 8,85 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \rightarrow q = 8,85 \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} = \boxed{17,7 \frac{\text{KN}}{\text{m}}}$$

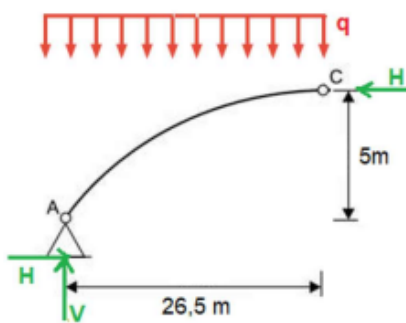
4: Procede del ancho de la pasarela

1/2: Hay dos arcos, por tanto, la mitad de carga cada uno

A continuación, obtenemos el valor de V:

$$\text{Por simetría } V = q \cdot \frac{L}{2} ; \boxed{V = 469\text{KN}}$$

Conociendo V se puede obtener H:

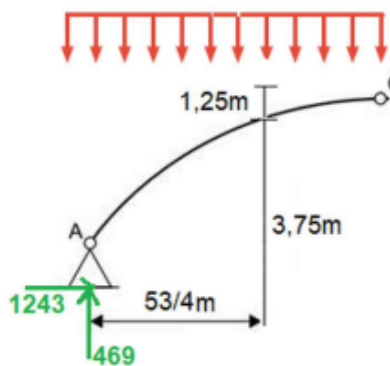


En la articulación central (C), con este estado de cargas simétrico, no hay cortante.

$$\sum MA = 0 \rightarrow q \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{4} - H \cdot f = 0$$

$$H = q \cdot \frac{L^2}{8 \cdot f} \rightarrow \boxed{H = 1243 \text{ KN}}$$

2.2 Predimensionamiento



$$M_f = 469 \cdot \frac{53}{4} - 17,7 \cdot \frac{53}{4} \cdot \frac{53}{8} - 1243 \cdot 3,75$$

$$\boxed{M_f = -1133,48 \text{ KNm}}$$

$$\sigma < \frac{M_f}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2}$$



Suponiendo b=20cm

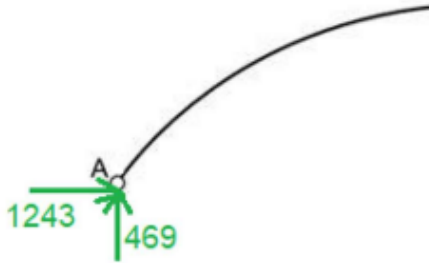
$$f_w, f_d = 15,21\text{MPa} \leq \frac{M_f}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{1133,48}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{1133,48}{\frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 4^2} \cdot 10^6 \rightarrow \boxed{h \geq 1500\text{mm}}$$

La sección será de 20x150 cm

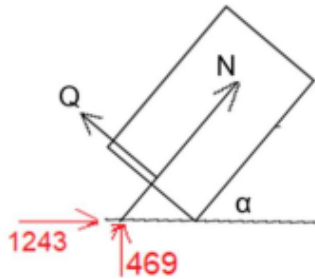
Imagen 70: Predimensionamiento del canto de la pasarela (Fuente propia)

3. Comprobación resistencias

Vamos a comprobar el axil en el apoyo y el cortante en el mismo, que son los dos valores críticos en el mismo.



Tenemos que descomponer las reacciones H y V en la dirección de las fibras y la dirección perpendicular a la misma.



Hay que calcular el ángulo alfa que es la pendiente de la parábola en $x=53/4$

$$y' = -2 \cdot Q \cdot x = 2 \cdot 7,12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{53}{2} = 0,377$$

El arco cuya tangente es $\alpha=20^\circ$

$$\begin{cases} N \cdot \cos(20^\circ) - Q \cdot \sin(90 - 20) = 1243 \\ N \cdot \sin(20^\circ) + Q \cdot \sin(90 - 20) = 469 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} N \cdot 0,94 - Q \cdot 0,34 = 1243 \\ N \cdot 0,34 - Q \cdot 0,94 = 469 \end{cases}$$

$$N = \frac{1243 + Q \cdot 0,34}{0,94} \longrightarrow \frac{1243 + Q \cdot 0,34}{0,94} \cdot 0,34 - Q \cdot 0,94 = 469$$

$$\boxed{Q = 24,4 \text{ KN}}$$

$$N = \frac{1243 + 24,4 \cdot 0,34}{0,94} = 1331 \text{ KN} \longrightarrow \boxed{N = 1331 \text{ KN}}$$

Queda claro que la condición de diseño de la sección en la misma es la compresión paralela a la fibra.

La compresión paralela a la fibra de la madera laminada encolada tipo GL28 h es de 26,5 MPa .

Imagen 71: Predimensionamiento del canto de la pasarela (Fuente propia)

La de cálculo responde a esta fórmula:

$$X_d = X_k \cdot K_{mod} \cdot K_i / \gamma_m$$

$\gamma_m = 1,25$ (Tabla 2.3 CTE-SE-M)

$K_{mod} = 0,7$ (Larga duración de la carga)

$$\frac{26,5}{1,25} \cdot 0,7 = 14,84 \text{ MPa}$$

$$\frac{1331}{200 \cdot 1500} \cdot 1000 = 4,43 \text{ MPa}$$

Las sección va muy sobrada

Veamos la h necesaria

$$h \geq \frac{1331 \cdot 100}{200 \cdot 14,84} = 500 \text{ mm}$$

Luego una sección que quedaría muy elegante es un arco un arco de canto variable:

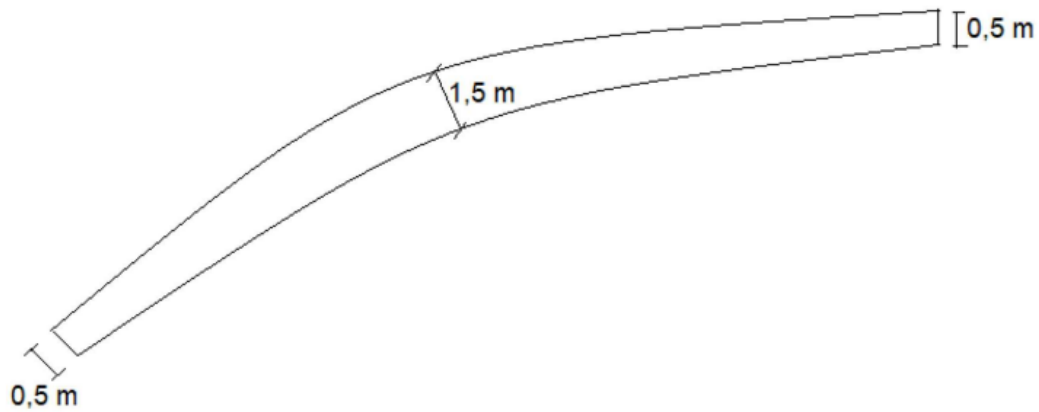


Imagen 72: Predimensionamiento del canto de la pasarela (Fuente propia)

A continuación se muestra de forma gráfica la propuesta de pasarela.

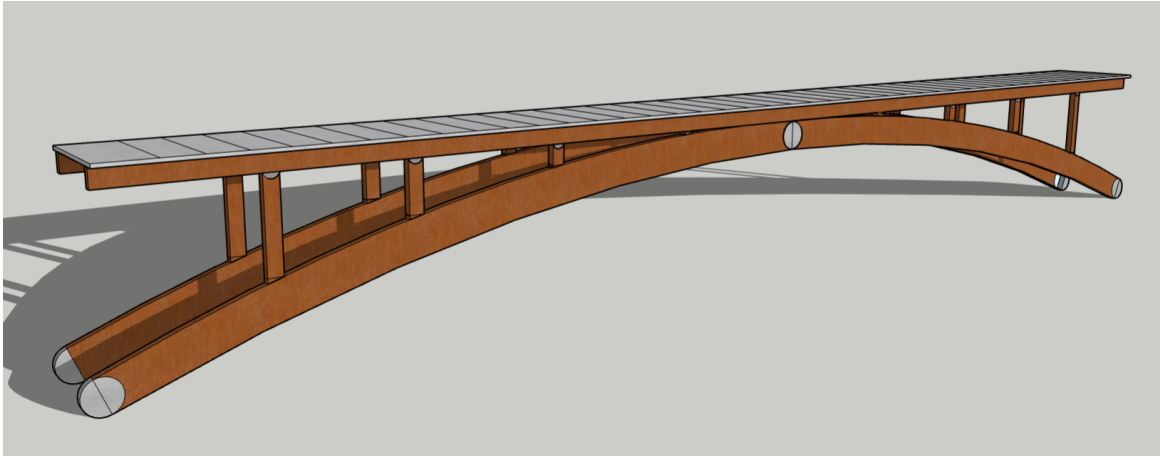


Imagen 73: Imagen 3D de la pasarela propuesta (Fuente propia)

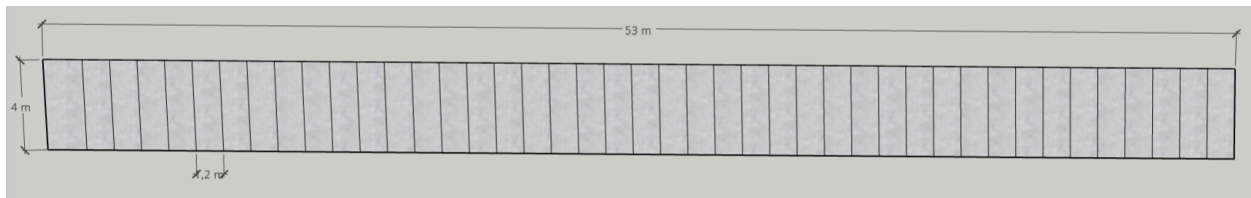


Imagen 74: Acotación en planta (Fuente propia)

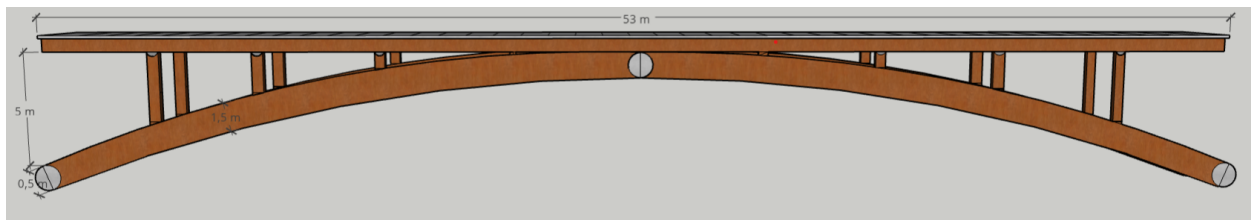


Imagen 75: Acotación en alzado (Fuente propia)

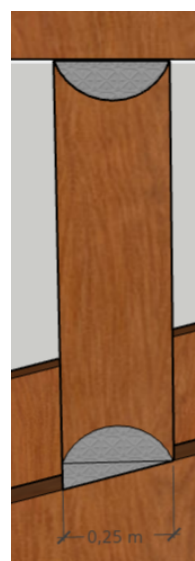


Imagen 76 y 77: Acotación en perfil y de las péndolas biarticuladas (Fuente propia)

7. CONCLUSIONES

El presente trabajo realiza un análisis sobre los aspectos generales del mantenimiento centrándose, posteriormente, en el mantenimiento de los puentes. Desde la conservación, gestión y causas de sus deterioros se muestra la importancia de las inversiones en la conservación de los mismos.

Por otro lado, se aplican estos conocimientos en el Puente de la Avenida del Sur de la localidad de Picassent. Se describe el puente en cuestión para conocimiento del lector y, posteriormente, siguiendo las distintas guías, se realiza el inventario y tres inspecciones de carácter inicial, básico y principal, del mismo.

Estas inspecciones dan luz sobre el estado en el que se encuentra esta estructura, en primer lugar de forma cualitativa y, posteriormente, de forma cuantitativa. Gracias a ello se han realizado una serie de presupuestos, de inspección y rehabilitación, para cuantificar la inversión necesaria que se requeriría para la puesta a punto de este puente.

Gracias a estas inspecciones se ha podido redactar un plan de mantenimiento que sirve de guía para la administración competente de cara a la conservación futura del mismo. Además, han puesto de manifiesto una carencia que anteriormente era desconocida, la necesidad de ejecutar una pasarela ciclopeatonal. Al analizar el uso del puente y las nuevas tendencias de movilidad (peatonal y bicicleta), se confirma la necesidad de una ampliación para atender a este tráfico. Para ello se ha propuesto una solución de pasarela ciclopeatonal, contigua al puente, cuyo proyecto detallado queda fuera del alcance de este TFG. Esta propuesta consiste en una pasarela con un arco de tablero superior, de madera laminada encolada, muy rebajado para afectar lo menos posible a la capacidad hidráulica del barranco en ese punto.

Con este trabajo se desea haber remarcado el valor de la conservación de las infraestructuras y en especial de los puentes, tanto de forma teórica como práctica, mediante la aplicación real a un puente existente. Además se desea estimular a la administración pública la realización de estos trabajos en todos y cada unos de los puentes de esta localidad.

El proyecto ha permitido integrar los conocimientos de diferentes asignaturas impartidas durante la carrera como son, Proyectos de ingeniería civil, Construcción industrializada, Organización de obras, Gestión del mantenimiento de infraestructuras, Acero estructural, Materiales de construcción o Gestión de cuencas, recursos hídricos e ingeniería de ríos.

Además de ello, ha permitido usar medios informáticos diversos de diseño de dibujos en 3 dimensiones, cálculo de presupuestos, realización de inspecciones, evaluación estructural, o por ejemplo, sistemas de información geográfica y utilizar una extensa bibliografía, de normas y publicaciones, referente al mantenimiento de infraestructuras.

Para finalizar, compartir una reflexión que el profesor Eduardo Torroja escribió en el primer capítulo de "Razón y Ser de los tipos estructurales" que dice así: "Las obras no se construyen para que resistan. Se construyen para alguna finalidad o función que lleva, como consecuencia esencial, el que la construcción mantenga su forma y condiciones a lo largo del tiempo. Su resistencia es una condición fundamental; pero no es la finalidad única, ni siquiera la finalidad primaria"

8. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) consisten en un conjunto de objetivos, en concreto 17, los cuales están destinados a poner fin a la pobreza, perseguir la igualdad entre las personas, mejorar la vida de las personas y proteger el planeta.

Estos objetivos fueron acordados por 193 Estados miembros de las Naciones Unidas en el año 2015 con el objetivo de cumplirlo en el año 2030. En España, el Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030 es el encargado de hacer el seguimiento de los objetivos con el fin de que se cumpla lo propuesto.

Como se ha nombrado anteriormente, la Agenda plantea 17 objetivos genéricos con 169 metas relacionadas con los mismos, que abarcan los campos económico, social y ambiental. Para lograr los objetivos, los estados se comprometieron a invertir los medios necesarios para lograrlos.

En relación con este trabajo, los Objetivos de Desarrollo Sostenible tienen una gran vinculación con el mismo. A continuación, se va a explicar la relación entre alguno de los ODS y el mantenimiento de infraestructuras, en concreto, los puentes.



El fin de la pobreza es el primero de los objetivos, desde el punto de vista del mantenimiento de infraestructuras se puede colaborar de diversas formas. Los puentes concretamente conectan y cohesionan el territorio haciendo que sea más fácil el desarrollo socioeconómico del país. Además, cuanto mayor conectividad de las poblaciones, así como los distintos puntos de la geografía, mayor facilidad de movimiento.

En definitiva, el buen estado de las infraestructuras, entendiendo los puentes como parte de las mismas, fomenta la economía de un país. Es esencial tener los puentes en buen estado de conservación para garantizar la creación de industrias, lo cual está íntimamente ligado con la creación de puestos de trabajo y el fin de la pobreza.

Un ejemplo reciente de la importancia de tener en buen estado las infraestructuras, es la construcción de la mega factoría de baterías eléctricas de la empresa de automóviles Volkswagen, en el municipio de Sagunto.

Los directivos han decidido la implantación de la fábrica en Sagunto, debido a, entre otras cosas, a la gran conectividad mediante vía marítima, ferroviaria, aérea y por carretera, con el resto de Europa.

Con esta factoría, así como las empresas que fabricarán para la misma, se van a crear miles de puestos de trabajo. Es un claro ejemplo de la relación entre el estado de las infraestructuras y eliminación de la pobreza mediante la creación de puestos de trabajo.



La salud y el bienestar son esenciales para las personas, para ello se necesitan infraestructuras en buen estado, por ejemplo, la gran mayoría de los alimentos se transportan por carretera.

Por otro lado, es muy importante tener buenas vías de comunicación, eficientes, para llegar a los centros hospitalarios. La vida de las personas cuando tienen, por ejemplo, un accidente, depende en gran medida del tiempo transcurrido entre el accidente y la entrada en el hospital. A mejor estado de las carreteras, menor será el tiempo de llegada a los centros hospitalarios.

Además, los puentes no solo se utilizan para la circulación de vehículos, sino que muchos de ellos tienen aceras y carriles bici para practicar ejercicio. En la actualidad, la Consejería Política Territorial, Movilidad y Obras Públicas de la Generalidad Valenciana, está realizando el conocido como “Anillo Verde” de Valencia para fomentar el ejercicio al aire libre. Se están construyendo y adaptando un gran número de puentes y pasarelas para fomentar el ejercicio, lo cual ayuda a la salud de las personas y siguiendo esta línea se ha propuesto la construcción de una pasarela que dé continuidad ciclopeatonal.



Este ODS, está ligado con el ámbito del trabajo, así como de la economía. Una de las metas es reducir la tasa de desempleo y mejorar las condiciones laborales.

Muchas personas utilizan las carreteras diariamente en sus trabajos. En el caso del transporte de mercancías por carretera, muchos empleados sufren dolencias físicas debido al mal estado de los puentes, así como de la red de

carreteras. Con el mantenimiento adecuado, se mejoraría las condiciones laborales.

Además, el sector del mantenimiento de infraestructuras está en auge, lo cual indica que cada día se necesitarán más personas para trabajar en este campo, con la consecuente creación de puestos de trabajo.



La construcción y conservación de las infraestructuras es un factor esencial. Es muy común medir el nivel de un país fijándose en el desarrollo de sus infraestructuras, lo cual ayuda a la industrialización. El buen estado de las infraestructuras, incluido los puentes, ayuda a la mejora de la economía nacional, mejora la calidad de vida y vertebró el territorio.

Para aumentar la competitividad de un país se requiere una red de infraestructuras de gran calidad, cuanto mejor sea la misma, mayor será el producto interior bruto anual.



Lograr que las ciudades y comunidades sean sostenibles requiere mucho trabajo, esfuerzo e inversión. La conservación de puentes cobra un papel clave en este aspecto.

Esta conservación permite hacer pequeñas inversiones de forma que se alargue la vida útil de las infraestructuras, de esta forma se evita el “desperdicio” de dinero debido a una inversión tardía la cual suponga tener que reparar una infraestructura demasiado deteriorada.

Muchas veces, debido a la falta de mantenimiento, se tienen que hacer rehabilitaciones, o lo que es peor, construir nuevos puentes que sustituyan a los anteriores que ya están deteriorados. Todo ello supone una carga medioambiental muy grave la cual se puede evitar con la correcta gestión del mantenimiento de infraestructuras.



El ODS número 13 trata el tema de adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos. La relación del mantenimiento de infraestructuras con este ODS es muy similar al descrito anteriormente, ODS 11.

Por otro lado, en este ODS se habla sobre la preparación que se debe adoptar para asumir los impactos debido al cambio climático. Uno de los mayores problemas que sufren actualmente los puentes de hormigón, es la

carbonatación. Con un correcto mantenimiento, se puede retrasar el proceso de carbonatación, con ello, se podría alargar la vida útil de las armaduras que contienen los puentes, alargando por tanto la vida útil de los mismos.

Los impactos del cambio climático sobre las infraestructuras pueden suponer muchos daños, pero se pueden evitar de forma muy efectiva realizando una correcta inversión en materia de mantenimiento. Un ejemplo de ello se muestra en las tareas previstas en el presupuesto de rehabilitación del apartado 6.5 el cual incluye una limpieza de la excesiva vegetación que existe en el barranco de Picassent.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (diciembre de 2009). "Guía para la realización del inventario de obras de paso". España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.

Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (diciembre 2009). "Guía de inspecciones básicas de obras de paso". España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.

Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (abril de 2012). "Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado". España: Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.

Monografía 27 de la de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural. "Guía para la Redacción del Plan de Mantenimiento en Puentes".

Monografía 18 de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural. "Conservación de Aparatos de Apoyo, Juntas y Drenaje en Puentes".

Monografía 26 de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural. "Sistemas de reparación y protección de estructuras de hormigón con corrosión".

Monografía 33 de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural. "Evaluación de estructuras de hormigón armado".

Transparencias de la asignatura "Gestión del mantenimiento de infraestructuras" (2023). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura "Construcción industrializada" (2022). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura “Proyectos de ingeniería Civil” (2022). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura “Acero estructural” (2022). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura “Prevención de riesgos laborales y organización de obras” (2022). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura “Materiales de construcción” (2021). Universitat Politècnica de València.

Transparencias de la asignatura “Gestión de cuencas, recursos hídricos e ingeniería de ríos” (2023). Universitat Politècnica de València.

10. ANEJOS

ANEJO I. INVENTARIO

Código AV-0000-0000+001 Carretera: Av. del Sur P.k 001 Denominación: Puente de la Av. del Sur

FICHA DE DATOS GENERALES

INVENTARIO

1. SITUACIÓN Y FUNCIONALIDAD

1.1 Situación y Funcionalidad

Circulación que permite:

- Tráfico rodado
- Ferrocarril
- Peatones
- Carril bicicletas
- Otros

Obstáculo que salva:

- Tráfico rodado
- Ferrocarril
- Peatones
- Carril bicicletas
- Cauces naturales
- Irregularidades del terreno
- Otros

	CÓDIGO	RED	P.K.
CARRETERA SOPORTADA	AV-0000-0000+001	-	Inicial: 000 Final: 053

1.2 Otros datos

Demarcación: - Provincia: Valencia Municipio/s: Picassent UTM X: 539817,842
Y: 9949178,16

2. DESCRIPCIÓN

2.1 Tipología

Clase de estructura:

- Luz < 3 m
- Luz ≥ 3 m
- Caño o Tajea
- Alcantarilla
- Puente de grandes dimensiones
- Puente
- Pontón
- Pasarela peatonal
- Paso peatonal inferior

Modificaciones:

Ensanches

Ampliaciones

Tipología(s):	Obra original	Ensanche/Ampliación	Material característico:	Obra original	Ensanche/Ampliación
Tablero sobre pilas /estribos			Hormigón		
Arco	<input checked="" type="checkbox"/>		Metálico	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bóveda			Mixto		
Marco-Tubo			Fábrica		
Atirantado			Otros		
Colgante					

2.2 Geometría

- Longitud total.....53,2 m.....
- Luz máxima.....51,5 m.....
- Luz mínima.....51,5 m.....
- Superficie del tablero.8,17,12, m2
- Nº de vanos.....1.....
- Anchura media plataforma.....11,6 m.....
- Altura máxima estribo.....22,11 m.....
- Planta
 - Recta
 - Curva
 - Esviada

Imagen 78: Ficha de datos generales (Fuente propia)

FICHA DEL VANO

INVENTARIO

1. TIPOLOGÍA DEL VANO: ARCO

Tablero: Superior []
 Intermedio []
 Inferior

2. Arco

2.1 Anillos

Prefabricado
 [] In situ

Tipología de anillo: Sección cerrada (maciza/aligerada)
 [] Sección abierta

Simple
 [] Múltiple

Pintura / tratamiento protector
 [] Refuerzos
 [] Revestimiento
 [] Otros elementos (...)

2.2 Sistema de sustentación

Empotramiento
 [] Articulación en clave
 [] Biarticulación en arranques
 [] Biarticulación en riñones

APOYOS Articulación en clave	Continuo/no continuo	Nº Apoyos	Rótula	Rodillo	Casquete	Anclado	Zunchado	Simple	Sin determinar
Línea 1									

[] Cama de nivelación en clave

APOYOS Articulación en clave	Continuo/no continuo	Nº Apoyos	Rótula	Rodillo	Casquete	Anclado	Zunchado	Simple	Sin determinar
Línea dorsal							X		
Línea frontal									

Cama de nivelación en arranques/riñones

2.3 Cimentación

Arranques del arco
 [] Zapata
 [] Superficial [] Losa
 [] Viga Profunda
 [] Otros

[] Sin determinar

Pilotes
 [] Pantallas
 [] Cajones hincados
 [] Pozos
 [] Recintos tablestacados
 [] Otros

FICHA DEL VANO

INVENTARIO

2.4 Materiales

MATERIALES	Anillos	Arriostamiento entre anillos	Otros	Cama de nivelación en clave	Cama de nivelación en arranques/rifones	Refuerzos	Revestimiento	Arranques	Cimentación
Sillería									
Mampostería									
Fábrica de ladrillo									
Fábrica de bloques									
Hormigón en masa				X					
Hormigón armado									X
Hormigón pretensado									
Hormigón autocimbra									
Hormigón sin determinar									
Metálico	X							X	
Cerámico									
Madera									
Plástico/ mat. vitreos									
Elastómero									
Fibra de carbono									
Otros							X		

MATERIALES	Articulación en clave Línea: Tipo:	Articulación en arranques/rifones	
		Inicial Línea: Tipo:	Final Línea: Tipo:
Sillería			
Mampostería			
Fábrica de ladrillo			
Fábrica de bloques			
Hormigón en masa			
Hormigón armado			
Hormigón pretensado			
Hormigón autocimbra			
Hormigón sin determinar			
Metálico			
Cerámico			
Madera			
Plástico/ mat. vitreos			
Elastómero			
Fibra de carbono			
Otros			

2.5 OBSERVACIONES

Se trata de un puente en arco tipo Bow-string

Imagen 80: Ficha 2 del vano (Fuente propia)

FICHA DEL VANO

INVENTARIO

3. ELEMENTOS DE UNIÓN ARCO-TABLERO

3.1 Tipología de elementos de conexión

- Tímpano
 - Macizo
 - Celosía
 - Aligerado →
 - Otros elementos

Materiales

MATERIALES	Tímpano	Elementos tímpano aligerado	
		Celosía	Otros elementos
Sillería			
Mampostería			
Fábrica de ladrillo			
Fábrica de bloques			
Hormigón en masa			
Hormigón armado			
Hormigón pretensado			
Hormigón autocimbra			
Hormigón sin determinar			
Metálico			
Madera			
Elastómero			
Otros			

Observaciones

Péndolas

- Verticales
 Inclínadas

Plano exterior izquierdo	Fotografía 1
Plano exterior derecho	Fotografía 2
Plano exterior central	Fotografía 3

Materiales

MATERIALES	Péndola
Sillería	
Mampostería	
Fábrica de ladrillo	
Fábrica de bloques	
Hormigón en masa	
Hormigón armado	
Hormigón pretensado	
Hormigón autocimbra	
Hormigón sin determinar	
Metálico	X
Madera	
Elastómero	
Otros	

FICHA DEL VANO

INVENTARIO

4. TABLERO DEL ARCO

4.1 Tipología del tablero

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Losa | } | <input checked="" type="checkbox"/> Prefabricado | <input type="checkbox"/> Losa de compresión |
| <input type="checkbox"/> Vigas | | | <input type="checkbox"/> Vigas transversales |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cajón | | | <input checked="" type="checkbox"/> Soldadura |
| | | | <input type="checkbox"/> Otros.... |

4.2 Descripción de elementos

Losa	<input type="checkbox"/> Prefabricada	Cajón	<input checked="" type="checkbox"/> Prefabricado	Vigas	<input type="checkbox"/> Prefabricadas	Forjado	<input checked="" type="checkbox"/> Prefabricado
	<input checked="" type="checkbox"/> In situ		<input type="checkbox"/> In situ		<input type="checkbox"/> In situ		<input type="checkbox"/> In situ
	<input checked="" type="checkbox"/> Maciza		<input checked="" type="checkbox"/> Simple		<input type="checkbox"/> Rectangular		<input type="checkbox"/> Continuo
	<input type="checkbox"/> Aligerada		<input type="checkbox"/> Múltiple Nº....		<input type="checkbox"/> Doble T		<input type="checkbox"/> No continuo
	<input type="checkbox"/> Sin determinar		<input checked="" type="checkbox"/> No visitable		<input type="checkbox"/> En I		
	<input checked="" type="checkbox"/> No nervada		<input type="checkbox"/> VISIBLE		<input type="checkbox"/> Artesa		
<input type="checkbox"/> Nervada							

4.3 Apoyos/Conexiones

4.3.1 Conexión con subestructura

CONEXIÓN	ESTRIBO
Articulada	<input checked="" type="checkbox"/>
Rígida	

4.3.2 Unión a 1/2 madera tablero-tablero

APOYOS	SITUACIÓN PV	Nº APOYOS	RÓTULA	DADO	RODILLO	CASQUETE	DESUZANTE	ANCLADO	ZUNCHADO	CONFINADO	SIMPLE	OTROS

Cama de nivelación

4.4 Otros elementos del tablero

- | | | | | |
|---|---|--|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Costillas/Jabalcones | } | <input type="checkbox"/> Traviesas en apoyos | → | <input type="checkbox"/> Apoyo a 1/2 madera Tablero-Tablero |
| <input type="checkbox"/> Relleno de tierra sobre el tablero | | <input type="checkbox"/> Traviesas intermedias | | <input type="checkbox"/> Apoyo en pilas |
| <input type="checkbox"/> Riostras | | <input type="checkbox"/> Cruces de San Andrés | | <input type="checkbox"/> Apoyo en estribos |
| | | <input type="checkbox"/> En K | | |
| | | <input type="checkbox"/> Otros.... | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Placas en encofrado perdido | | | | <input type="checkbox"/> Cables |
| <input type="checkbox"/> Pretensado exterior | | | | <input type="checkbox"/> Vainas |
| <input type="checkbox"/> Refuerzos | | | → | <input type="checkbox"/> Anclajes |
| <input checked="" type="checkbox"/> Pintura/Tratamiento protector | | | | <input type="checkbox"/> Desviadores |
| <input type="checkbox"/> Revestimiento | | | | |

Imagen 82: Ficha 4 del vano (Fuente propia)

FICHA DEL VANO

INVENTARIO

4. TABLERO DEL ARCO

4.5 Materiales

MATERIALES	Losa/Viga/Cajón/Artesa	Fojado	Cama de nivelación	Costillas Jabalcones	Riostras	Encofrado perdido	Pretensado exterior				Refuerzos
							Cables	Vainas	Anclaje	Desviadores	
Hormigón en masa											
Hormigón armado			X								
Hormigón pretensado						X					
Hormigón sin determinar											
Metálico				X							
Cerámico											
Madera											
Plástico/ mat. vitreos											
Elastómero											
Fibra de carbono											
Otros											

MATERIALES	Revestimiento	Otros	Apoyo a 1/2 madera		Apoyo a 1/2	
			Código:....	Tipo:.....	Código:....	Tipo:.....
Hormigón en masa						
Hormigón armado						
Hormigón pretensado						
Hormigón sin determinar						
Metálico						
Cerámico						
Madera						
Plástico/ mat. vitreos						
Elastómero						
Fibra de carbono						
Otros						

4.6 Observaciones

Imagen 83: Ficha 5 del vano (Fuente propia)

FICHA DE ESTRIBOS**INVENTARIO****1. TIPOLOGÍA DE ESTRIBOS**

<input type="checkbox"/> Muro frontal	{ <input type="checkbox"/> Portante <input type="checkbox"/> Contención	→	{ <input type="checkbox"/> Tierra reforzada <input type="checkbox"/> De contrafuertes	{ <input type="checkbox"/> Prefabricado <input checked="" type="checkbox"/> In situ
<input checked="" type="checkbox"/> Dintel cargadero/ Viga durmiente				
<input type="checkbox"/> Fustes/ Pantallas/ Pilotes				

2. APOYOS/ CONEXIONES

Conexión Estribo-Tablero

Articulada
 Rígida

Datos recogidos en el vano (Arco)

APOYOS	A MEDIA MADERA	Nº APOYOS	RÓTULO	DADO	RODILLO	CASQUETE	DESIZANTE	ANCLADO	ZUNCHADO	CONFINADO	SIMPLE	OTROS	SIN DET.
AE1		2							X				
AE2		2							X				

Cama de nivelación

3. OTROS ELEMENTOS DE

<input checked="" type="checkbox"/> Murete de guarda <input type="checkbox"/> Muros laterales/ en prolongación	{ <input type="checkbox"/> Convencional <input type="checkbox"/> Tierra armada <input type="checkbox"/> De contrafuertes
<input checked="" type="checkbox"/> Aletas <input checked="" type="checkbox"/> Orejas <input type="checkbox"/> Tajamar <input type="checkbox"/> Contrafuertes <input type="checkbox"/> Dispositivos antisísmicos	
	<input type="checkbox"/> Anclajes <input type="checkbox"/> Refuerzos <input checked="" type="checkbox"/> Pintura/ Tratamiento protector <input type="checkbox"/> Revestimiento <input type="checkbox"/> Otros elementos de estribos: _____

4. TRANSICIÓN TERRAPLÉN-OBRA

Losa
 Sólido de transición
 Sin transición
 Sin determinar

FICHA DE ESTRIBOS

INVENTARIO

5. CIMENTACIÓN

<input type="checkbox"/> Superficial	<input type="checkbox"/> Zapata	<input checked="" type="checkbox"/> Profunda	<input checked="" type="checkbox"/> Pilotes
	<input type="checkbox"/> Losa		<input type="checkbox"/> Pantallas
	<input type="checkbox"/> Viga		<input type="checkbox"/> Cajones hincados
	<input type="checkbox"/> Otros		<input type="checkbox"/> Pozos
	<input type="checkbox"/> Sin determinar		<input type="checkbox"/> Recintos tablestacados
<input type="checkbox"/> Sin determinar			<input type="checkbox"/> Otros
			<input type="checkbox"/> Sin determinar

6. MATERIALES

MATERIALES	MURO FRONTAL	DINTEL CARGADERO VIGA DURMIENTE	FUSTES/ PANTALLAS /PILOTES	CAMA DE NIVELACION	MUERETE DE GUARDA	MUROS LATERALES	ALETAS	OREJAS
Sillería								
Mampostería								
Fábrica de ladrillo								
Fábrica de bloques								
Hormigón en masa				X				
Hormigón armado		X	X		X		X	X
Hormigón pretensado								
Hormigón sin determinar								
Metálico								
Elastómero								
Otros								

MATERIALES	TAJAMAR	CONTRAFUERTE	DISPOSITIVO ANTISISMICO	ANCLAJE	REFUERZOS	REVESTIMIENTO	OTROS	CIMENTACIÓN
Sillería								
Mampostería								
Fábrica de ladrillo								
Fábrica de bloques								
Hormigón en masa								
Hormigón armado								X
Hormigón pretensado								
Hormigón sin determinar								
Metálico								
Elastómero								
Otros								

MATERIALES	LOSA DE TRANSICIÓN	APOYO Código: AE1 Tipo: Zunchado	APOYO Código: AE2 Tipo: Zunchado	APOYO Código: Tipo:
Sillería				
Mampostería				
Fábrica de ladrillo				
Fábrica de bloques				
Hormigón en masa				
Hormigón armado	X			
Hormigón pretensado				
Hormigón sin determinar				
Metálico				
Elastómero		X	X	
Otros				

7. OBSERVACIONES

FICHA DE JUNTAS

INVENTARIO

1. CALZADA

1.1 Tipología

- Sellante asfáltico
- Perfil de elastómero
- Elastómero armado
- Placas metálicas deslizantes-peine Longitud (m): 7
- Chapas metálicas
- Abierta
- Otras (...)
- Sin determinar

2. ACERA

2.1 Tipología

- Sellante asfáltico
- Perfil de elastómero
- Elastómero armado
- Placas metálicas deslizantes-peine Longitud (m): 4,6
- Chapas metálicas
- Abierta
- Otras (...)
- Sin determinar

4. MATERIALES

MATERIALES	JUANTA CALZADA		JUANTA ACERA	
	Tipo: <u>Junta armada</u>	Tipo:	Tipo: <u>Chapas metálicas</u>	Tipo:
Metálico				
Elastómero	<u>X</u>			
Mezcla bituminosa				
Masilla elástica				

3. OBSERVACIONES

FICHA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

INVENTARIO

2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

1.1 De superestructura

[] Gálibos Balizamientos

1.2 De subestructura e infraestructura

Protección de choques [] Protección de catenaria Protección de socavación

1.3 De terraplenes

[] Plantaciones Escollera [] Muros de protección [] Cunetas de guarda

[] Gaviones [] Revestimientos [] Bajantes

1.4 Otros elementos de protección

1.5 Materiales

MATERIALES	Gálibos	Balizamiento	Revestimiento del terraplén	Protección			Muro de protec.	Bajantes	Cunetas de guarda	Otros
				Choques	Catenar.	Socavac.				
Sillería										
Mampostería			X			X				
Fábrica de ladrillo										
Fábrica de bloques										
Hormigón en masa										
Hormigón armado										
Hormigón pretensado										
Hormigón sin determinar										
Metálico				X						
Cerámico										
Plástico/ mat. vitreos		X								
Mezcla bituminosa										
Loseta hidráulica										
Loseta pétreo										
Adoquín hidráulico										
Adoquín pétreo										
Productos epoxídicos										
Otros										

1. ELEMENTOS AUXILIARES

2.1 Organización de la plataforma

Pavimento	<input checked="" type="checkbox"/> Asfáltico	<input checked="" type="checkbox"/> Bordillos	<input checked="" type="checkbox"/> Pretiles
	<input type="checkbox"/> Hormigón	<input checked="" type="checkbox"/> Aceras	<input checked="" type="checkbox"/> Imposta
	<input type="checkbox"/> Empedrado	<input checked="" type="checkbox"/> Mediana	<input type="checkbox"/> Pantalla antruido
	<input type="checkbox"/> Epoxídico	<input type="checkbox"/> Barreras	<input type="checkbox"/> Pantalla antivertido
	<input type="checkbox"/> Otros (...)		

Señalización	<input checked="" type="checkbox"/> Horizontal	<input checked="" type="checkbox"/> Barandillas
	<input checked="" type="checkbox"/> Vertical	
	<input type="checkbox"/> Manga de viento	

FICHA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

INVENTARIO

2.2 Elementos de acondicionamiento

<u>Evacuación de agua</u>		<u>Muros</u>	<u>Bóveda</u>
<input checked="" type="checkbox"/> Sumideros	Ud: <u>12</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Juntas	<input type="checkbox"/> Mechinales
<input checked="" type="checkbox"/> Gárgolas	Ud: <u>12</u>	<input type="checkbox"/> Mechinales	
<input type="checkbox"/> Tubos de desagüe	Ud: _____		
<input type="checkbox"/> Vierteaguas	Ud: _____	<u>Iluminación</u>	
<input checked="" type="checkbox"/> Cunetillas	Ud: <u>106,4 ml</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Farolas	Ud: <u>4</u>
<input type="checkbox"/> Goterones	MI: _____	<input checked="" type="checkbox"/> Focos	Ud: <u>14</u>

2.3 Servicios adicionales

TUBERÍAS/ CONDUCTOS	En aceras	Colgadas	
		De la estructura	De la subestructura
Longitudinal			<input checked="" type="checkbox"/>
Transversal			

Arquetas

2.4 Otros elementos auxiliares Jardineras: 9 ud

2.5 Materiales

MATERIALES	Pavimento	Señalización	Bordillos	Aceras	Mediana	Barreras	Barandillas	Pretiles	Imposta	Pantalla antirruído
Sillería										
Mampostería										
Fábrica de ladrillo										
Fábrica de bloques										
Hormigón en masa			<input checked="" type="checkbox"/>							
Hormigón armado				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
Hormigón pretensado										
Hormigón sin determinar										
Metálico		<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Cerámico										
Plástico/ mat. vitreos										
Mezcla bituminosa	<input checked="" type="checkbox"/>									
Loseta hidráulica										
Loseta pétreo										
Adoquín hidráulico										
Adoquín pétreo										
Productos epoxidicos										
Mortero										
Otros		<input checked="" type="checkbox"/>								

MATERIALES	Pantalla antivertido	Juntas muros	Sumideros	Gárgolas	Cunetillas	Tubos desagüe	Vierteaguas	Goterón	Escalera de acceso	Juntas entre estructuras
Sillería										
Mampostería										
Fábrica de ladrillo										
Fábrica de bloques					<input checked="" type="checkbox"/>					
Hormigón en masa										
Hormigón armado										
Hormigón pretensado										
Hormigón sin determinar										
Metálico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		
Cerámico										
Plástico/ mat. vitreos										
Mezcla bituminosa										
Loseta hidráulica										
Loseta pétreo										
Adoquín hidráulico										
Adoquín pétreo										
Productos epoxidicos										
Mortero										
Otros		<input checked="" type="checkbox"/>								

Imagen 88: Ficha 2 de elementos no estructurales (Fuente propia)

FICHA DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

INVENTARIO

2.5 Materiales

MATERIALES	Elementos ornamentales	Cuñas de acceso	Tuberías/Conducto					Arquetas	Otros
			Longitudinal acera	Long. Colgada superestruc.	Long. Colgada subestruc.	Transv. Colgada superestruc.	Transv. Colgada subestruc.		
Sillería									
Mampostería									
Fábrica de ladrillo									
Fábrica de bloques									
Hormigón en masa									
Hormigón armado									
Hormigón pretensado									
Hormigón sin determinar									
Metálico					X			X	X
Cerámico									
Plástico/ mat. vitreos									
Mezcla bituminosa									
Loseta hidráulica									
Loseta pétreo									
Adoquín hidráulico									
Adoquín pétreo									
Productos epoxidicos									
Mortero									
Otros									

3. TERRAPLEN

Terraplén

4. CAUCE

Cauce

5. OBSERVACIONES

Observaciones:

Imagen 89: Ficha 3 de elementos no estructurales (Fuente propia)

ANEJO II. INSPECCIÓN BÁSICA

Código AV-0000-0000+001 Carretera: Av. del Sur P.k 001 Denominación: Puente de la Av. del Sur

FICHA DE DATOS GENERALES

INSPECCIÓN BÁSICA

1. RESUMEN DE DATOS DE LA ESTRUCTURA

Fecha Inventario _____		Código antiguo en el SGP: _____							
1.1 Situación									
Demarcación: _____ - _____	Provincia: <u>Valencia</u>	Municipio/s: <u>Picassent</u>	UTM X: <u>539817,842</u> Y: <u>9949178,16</u>						
	CÓDIGO	RED	P.K.						
Carretera soportada	<u>AV-0000</u>	-	<u>001</u>						
Carretera bajo la obra	-	-	-						
	PERTENECE		<u>AV-0000</u>						
	-		-						
1.2 Tipología									
Clase de estructura:	· Luz < 3 m []	· Caño o Tajea <input checked="" type="checkbox"/> · Alcantarilla []	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Nº FOTOGRAFÍAS INVENTARIO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>1</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>2</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>3</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>4</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	Nº FOTOGRAFÍAS INVENTARIO	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	
	Nº FOTOGRAFÍAS INVENTARIO								
<u>1</u>									
<u>2</u>									
<u>3</u>									
<u>4</u>									
· Luz ≥ 3 m <input checked="" type="checkbox"/>	· Puente de grandes dimensiones <input checked="" type="checkbox"/> · Puente [] · Pontón [] · Pasarela peatonal [] · Paso peatonal inferior []								
Modificaciones: [] Ensanches		[] Ampliaciones							
Tipología(s):	Obra original	Ensanche/Ampliación	Material característico:						
Tablero sobre pilas /estribos			Hormigón						
Arco	<u>X</u>		Metálico						
Bóveda			Mixto						
Marco-Tubo			Fábrica						
Atirantado			Otros						
Colgante									
1.3 Geometría									
Número de vanos:..... <u>1</u> (en pasarelas sólo se recogerá el número de vanos del pórtico principal)									
Longitud Total (m):..... <u>54</u>(en pasarelas sólo se recogerá la longitud del pórtico principal)									
Anchura media plataforma (m):..... <u>12</u>(se recogerá incluido ensanches)									
1.4 Observaciones									
<u>La carretera soportada es una avenida del municipio de Picassent</u>									

Imagen 90: Ficha de datos generales de la estructura (Fuente propia)

FICHA DE DATOS GENERALES

INSPECCIÓN BÁSICA

2. DATOS GENERALES DE LA INSPECCIÓN


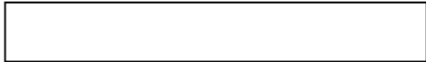
Fecha inspección: <u>21/06/2023</u>	Contrato nº: <u>-</u>
Empresa: <u>-</u>	Sector de conservación: <u>-</u>
Inspección realizada por (NOMBRE Y FIRMA): <u>Honorio Primo Baixauli</u> 	Revisado por (NOMBRE Y FIRMA): 
Observaciones: <u>Se observa que los usuarios tienen dificultades para introducirse en el puente desde los accesos. El puente se encuentra en una de las salidas de una glorieta lo que genera dificultades para dirigir el vehículo en la dirección correcta. Esto se debe a la estrechez de los carriles.</u>	
<input type="checkbox"/> Inspección básica	
Elemento al que no se ha podido acceder	Motivo
<input type="checkbox"/> Vanos	<input type="checkbox"/> Acumulación materiales/Vegetación
<input type="checkbox"/> Estribos	<input type="checkbox"/> Cauce
<input type="checkbox"/> Pilas	<input type="checkbox"/> Orografía
<input type="checkbox"/> Otros: _____	<input type="checkbox"/> Otros: _____
Observaciones: _____ _____ _____ _____	
<input checked="" type="checkbox"/> Aviso para el responsable de conservación por necesidad de actuación urgente	
Motivo: <u>El cauce está obstruido por completo debido a la vegetación</u> _____ _____ _____ _____	

Imagen 91: Ficha de datos generales de la inspección (Fuente propia)

FICHA DE DETERIOROS

INSPECCIÓN BÁSICA

FICHA DE DANOS							
Carretera	Av. del Sur		P.K.	001		Ref.	
Código	AV-0000-0000+001				Nº:		
Denominación	Puente de la Avenida del Sur						
Fecha	21/06/2023						
ELEMENTOS ESTRUCTURLES							
ELEMENTOS ESTRUCTURLES 1: VANOS (Tablero sobre pilas/estribos; arco; bóveda; marco; tubo)							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Humedades/eflorescencias		X	X			En el voladizo de las aceras peatonales	5
Vegetación/acumulación de materiales	X						
Degradación superficial/coqueras/nidos de grava	X						
Golpes/desconchones/roturas/desplazamiento piezas	X						
Fisuras/grietas	X						
Armaduras vistas/corroidas/rotas	X						
Corrosión de elementos/soldaduras		X		X		En los cordones de soldadura	6, 7
Pérdida de tornillos/roblones	X						
Deformaciones/desplazamientos/abombamientos	X						
ELEMENTOS ESTRUCTURLES 2: PILAS							
Aspecto general							
No hay apoyos intermedios y por tanto tampoco pilas							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Humedades/eflorescencias							
Vegetación/acumulación de materiales							
Degradación superficial/coqueras/nidos de grava							
Golpes/desconchones/roturas/desplazamiento de piezas							
Fisuras/grietas							
Armaduras vistas/corroidas/rotas							
Corrosión de elementos/soldaduras							
Pérdida de tornillos/roblones							
Deformaciones/desplazamientos/abombamientos							
Asientos/movimientos/giros							
Descalce/Socavación							
ELEMENTOS ESTRUCTURLES 3: ESTRIBOS							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Humedades/eflorescencias	X						
Vegetación/acumulación de materiales		X		X		Exceso de vegetación	8, 9, 10
Degradación superficial/coqueras/nidos de grava	X						
Golpes/desconchones/roturas/desplazamiento de piezas	X						
Fisuras/grietas	X						
Armaduras vistas/corroidas/rotas	X						
Corrosión de elementos/soldaduras	X						
Pérdida de tornillos/roblones	X						
Deformaciones/desplazamientos/abombamientos	X						
Asientos/movimientos/giros	X						
Descalce/Socavación	X						

Imagen 92: Ficha de elementos estructurales (Fuente propia)

FICHA DE DETERIOROS

INSPECCIÓN BÁSICA

ELEMENTOS DE CONEXIÓN							
ELEMENTOS DE CONEXIÓN 1: APARATOS DE APOYO							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Envejecimiento/degradación superficial/corrosión	X						
Bloqueo (Pérdida de movilidad)	X						
Falta de contacto apoyo- estructura/rotura de pernos	X						
Deformaciones excesivas/abombamientos	X						
Rotura/ausencia/desplazamiento	X						
Deterioro/rotura de cama de nivelación	X						
ELEMENTOS DE CONEXIÓN 2: JUNTAS DE DILATACIÓN							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Envejecimiento/deterioro/corrosión		X		X			11, 12, 13
Bloqueo (Pérdida de movilidad)		X		X		Espacios rellenos de tierra	14
Fisuras/grietas/deterioro de los alrededores de la junta		X					
Fijación inadecuada a la estructura/falta de anclajes	X						
Rotura/deformación/ausencia de dispositivo	X						

Imagen 93: Ficha de elementos de conexión (Fuente propia)

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES							
ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 1: PAVIMENTO/ACCESOS A LA ESTRUCTURA							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Envejecimiento/desgaste/desagregación/corrosión	X						
Vegetación/acumulación de materiales		X	X			Vegetación	15, 16
CuarTEAMIENTO/fisuras/grietas	X						
Pérdida de material/fisuras en zona de juntas	X						
RoderaS/bacheS/desconchoneS/delaminación/hundi.	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 2: ACERAS							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Envejecimiento/desgaste/desagregación/corrosión	X						
Vegetación/acumulación de materiales		X		X			17
CuarTEAMIENTO/fisuras/grietas	X						
Pérdida de piezas/desconchoneS/delaminación	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 3: BARENDILLAS/BARRERAS/PRETILOS/IMPOSTAS							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Envejecimiento/degradación/deterioro pintura/tratam.		X		X			18, 19, 20, 21
Corrosión de elementos/soldaduras		X		X			18, 19, 20, 21
Fisuras/grietas	X						
GolpeS/roturaS/elementoS desaparecidoS/deformacioneS		X		X			22,23
Altura inadecuada	X						
Pérdida de tornilloS/tuercaS/robloneS	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 4: SISTEMA DE DESAGÜE							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
CunetaS/bajanteS obstruidoS	X						
Rotura de cunetaS/bajanteS	X						
SumideroS/mechinaleS obstruidoS		X	X				24, 25
Ausencia de gárgola/rotura de sumideroS/ mechinaleS	X						
Encharcamiento de plataforma/ausencia de sumideroS	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 5: ILUMINACIÓN							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Deterioro/rotura de farolaS	X						
Deterioro/rotura de focoS		X		X			26, 28
Inoperancia luminosa de farolaS/focoS		X		X			27, 29, 30
Pérdida de tornilloS/tuercaS	X						

Imagen 94: Ficha 1 de elementos no estructurales (Fuente propia)

FICHA DE DETERIOROS

INSPECCIÓN BÁSICA

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 6: SEÑALIZACIÓN							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Deterioro de la señalización horizontal		X		X			31, 32, 33
Deterioro de la señalización vertical	X						
Deterioro/rotura de balizas	X						
Pérdida de tornillos/tuercas	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 7: CAUCE							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Cauce obstruido		X			X	El cauce está lleno de vegetación	34, 35, 36
Rotura/deterioro de protecciones	X						
Erosión de las márgenes	X						

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES 8: TERRAPLÉN/ENCACHADOS							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Hundimientos/deslizamientos	X						
Erosión/cárcavas		X		X			37
Rotura/fisuras/pérdida de piezas/deterioro de enchachado		X	X				38

OTROS ELEMENTOS							
Aspecto general							
DAÑO	NO	SI	ESTADO			OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍAS
			A	MP	CP		
Jardineras corroídas		X		X			39
Pintadas en los estribos		X		X			40, 41

Imagen 95: Ficha 2 de elementos no estructurales y otros elementos (Fuente propia)

FOTOGRAFÍAS GENERALES



Fotografía 1, Alzado 1



Fotografía 2, Alzado 2



Fotografía 3, Vista inferior de la plataforma



Fotografía 4, Vista superior de la plataforma

FOTOGRAFÍAS DE DETERIOROS

Elementos estructurales 1: VANOS



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7

Elementos estructurales 3: ESTRIBOS



Fotografía 8



Fotografía 9



Fotografía 10

Elementos de conexión 2: JUNTAS DE DILATACIÓN



Fotografía 11



Fotografía 12



Fotografía 13



Fotografía 14

Elementos no estructurales 1: PAVIMENTO



Fotografía 15



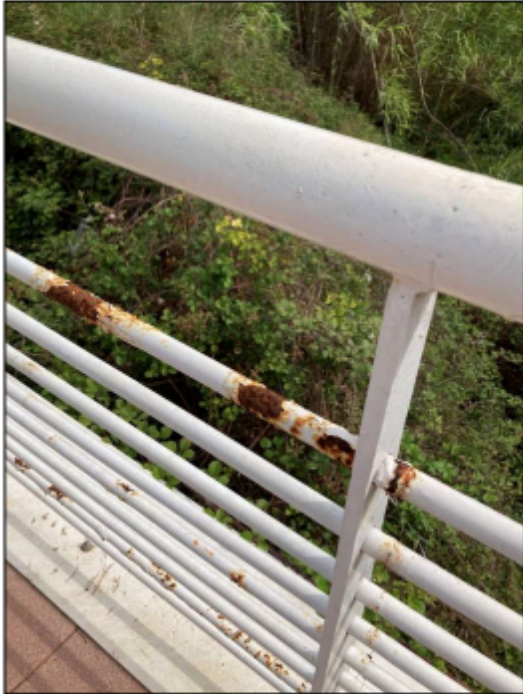
Fotografía 16

Elementos no estructurales 2: ACERAS



Fotografía 17

Elementos no estructurales 3: BARANDILLAS Y PRETILES



Fotografía 18



Fotografía 19



Fotografía 20



Fotografía 21



Fotografía 22



Fotografía 23

Elementos no estructurales 4: SISTEMA DE DESAGÜE



Fotografía 24



Fotografía 25

Elementos no estructurales 5: ILUMINACIÓN



Fotografía 26



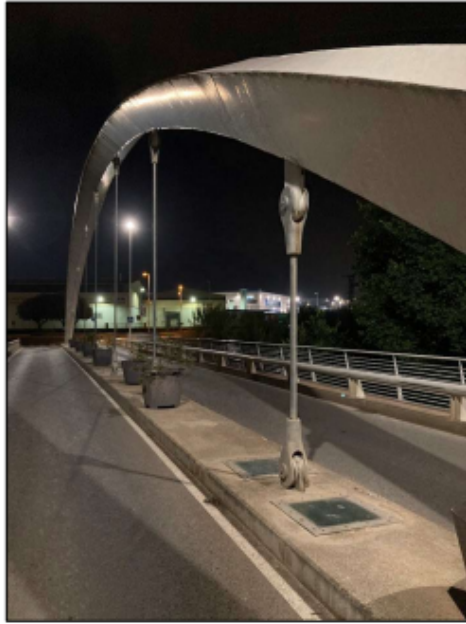
Fotografía 28



Fotografía 27



Fotografía 29



Fotografía 30

Elementos no estructurales 6: SEÑALIZACIÓN



Fotografía 31



Fotografía 32



Fotografía 33

Elementos no estructurales 7: CAUCE



Fotografía 34



Fotografía 35



Fotografía 36

Elementos no estructurales 8: TERRAPLÉN



Fotografía 37



Fotografía 38

Otros elementos



Fotografía 39



Fotografía 40



Fotografía 41

ANEJO III. INSPECCIÓN PRINCIPAL

<u>FICHA DE DATOS GENERALES</u>		<u>INSPECCIÓN PRINCIPAL</u>
Código	AV-0000-0000+001	INSPECCIÓN PRINCIPAL
Denominación	Puente de la Avenida del Sur	
FICHA DE DATOS GENERALES		OBSERVACIONES
DATOS ADICIONALES DE LA INSPECCIÓN		
DATOS GENERALES		
FECHA DE INSPECCIÓN	05/07/2023	<p>Los pretiles tienen muchos impactos en toda su longitud, no solo en los accesos al puente.</p> <p>Las causas de que se produzcan tantos impactos podría deberse a que los accesos al puente tienen una trazada complicada, así como la estrechez de los carriles.</p>
INSPECTOR	HONORIO PRIMO BAIXAULI	
HUSO GEOGRÁFICO	X: 539817,842 Y: 9949178,16	
DATOS AMBIENTALES		
TEMPERATURA	30°C	
HUMEDAD	61%	
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Soleado	
DATOS SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN		
ÍNDICE ESTIMADO	44,83 %	
INSPECCIÓN ESPECIAL (S/N) MOTIVO	N	
INSPECCIÓN PRINCIPAL DETALLADA (S/N)	N	

Imagen 96: Ficha de datos generales (Fuente propia)

FICHAS DE ELEMENTOS DEL CUACE

INSPECCIÓN PRINCIPAL

1. ELEMENTOS DE GEOMETRÍA

1.1 AGUAS ARRIBA

Cauce	Tipo (A.23).....Cauce único rectilíneo
Cauce en puente	· Anchura mínima cauce (A.1) (m): 76
	· Anchura mínima cauce (distancia al puente) (A.1) (m): 0
	· Longitud del puente (A.2) (m): 51,5
	· Ángulo en aguas altas (A.3): -90°
	· Ángulo en aguas bajas (A.4): -90°
	· Efecto barrera (margen derecho) (A.5): 0,00
	· Efecto barrera (margen izquierdo) (A.5): 0,00

1.2 DE AGUAS ABAJO

Cauce	Tipo (A.23).....Cauce único rectilíneo
Cauce en puente	· Anchura mínima cauce (A.1) (m): 76
	· Anchura mínima cauce (distancia al puente) (A.1) (m): 0
	· Longitud del puente (A.2) (m): 51,5
	· Ángulo en aguas altas (A.3): 90°
	· Ángulo en aguas bajas (A.4): 90°

Imagen 102: Ficha de elementos de geometría (Fuente propia)

FICHAS DE ELEMENTOS DEL CUACE

INSPECCIÓN PRINCIPAL

2. ELEMENTOS DE CARACTERÍSTICAS

2.1 AGUAS ARRIBA

Margen izquierdo	
· Afluentes (A. 10) (m):	Afl. 1: 2.619,72m Afl. 2: 1.000 m
· Cobertura de la superficie (A.11) (m):	Arbolado
· Material del margen (A.12):.....	Arcillas
· Tipo de protección (A.13):.....	Ninguna
· Condición de la protección (A.14):.....	
· Longitud de la protección (A.15) (m):	
· Erosión del margen (A.8):.....	Erosión suave

Lecho	
· Perfil del cauce (A. 6):	Vados y hoyas
· Cobertura de la superficie (A.11) (m):	Matorral
· Fosas de socavación (A.7):.....	Inexistentes
· Tipo de protección (A.13):.....	Ninguna
· Material del margen (A.12):.....	Gravas
· Longitud de la protección (A.15) (m):	
· Condición de la protección (A.14):.....	

Margen derecho	
· Afluentes (A. 10.1) (m):	Afl. 1: 2.619,72m Afl. 2: 912 m
· Cobertura de la superficie (A.11) (m):	Matorral
· Material del margen (A.12):.....	Arcillas
· Tipo de protección (A.13):.....	Ninguna
· Condición de la protección (A.14):.....	
· Longitud de la protección (A.15) (m):	
· Erosión del margen (A.8):.....	Suave

Imagen 103: Ficha 1 de elementos de características (Fuente propia)

FICHAS DE ELEMENTOS DEL CUACE

INSPECCIÓN PRINCIPAL

3. ELEMENTOS DE CARACTERÍSTICAS

3.1 AGUAS ABAJO

Margen izquierdo

- Afluentes (A. 10) (m): Afl. 1: 3.843 m
- Cobertura de la superficie (A.11) (m): Arbolado
- Material del margen (A.12):..... Limo
- Tipo de protección (A.13):..... Ninguna
- Condición de la protección (A.14):.....
- Longitud de la protección (A.15) (m):
- Erosión del margen (A.8):..... Sin erosión
- Erosión por expansión (A.9) (m):.....

lecho

- Perfil del cauce (A. 6): Vados y hoyas
- Cobertura de la superficie (A.11) (m): Matorral
- Fosas de socavación (A.7):..... Inexistentes
- Tipo de protección (A.13):.....
- Material del margen (A.12):..... Gravas
- Longitud de la protección (A.15) (m):
- Condición de la protección (A.14):.....

Margen derecho

- Afluentes (A. 10.1) (m): Inexistentes
- Cobertura de la superficie (A.11) (m): Matorral
- Material del margen (A.12):..... Arcillas
- Tipo de protección (A.13):..... Geosintéticos
- Condición de la protección (A.14):..... Sin daños
- Longitud de la protección (A.15) (m): 254
- Erosión del margen (A.8):..... Sin erosión
- Erosión por expansión (A.9) (m):..... Sin erosión

Imagen 104: Ficha 2 de elementos de características (Fuente propia)

FICHAS DE ELEMENTOS DEL CUACE

INSPECCIÓN PRINCIPAL

4. ELEMENTOS DE LIMITACIONES

4.1 LISTADO DE LIMITACIONES

Cauce aguas arriba

Limitación 1

· Tipo de limitación (A. 16):.....	Obstrucción cauce aguas arriba
· Potencial de bloqueo (A. 17):.....	Medio
· Distancia anchura máxima (A. 19):.....	78 m
· Tipo de vegetación (A.22):	Flora silvestre
· Altura vegetación (A.22):	4,5 m
· Situación transversal (A.18):	0%
· Situación longitudinal (A.20):	78 m
· Limitación en altura (A.21):	35,71%

Imagen 105: Ficha de elementos de limitaciones (Fuente propia)

FICHAS DE ELEMENTOS DEL CUACE

INSPECCIÓN PRINCIPAL

5. ELEMENTOS DE ESTRIBOS

5.1 MARGEN DEL ESTRIBO

Izquierdo	
· Localización (B.1).....	Margen izq.
· Tipo (B.2):..	Flotante
· Cimentación (B.4).....	Profunda
· Ángulo de ataque (B.6).....	0°
· Condición (B.7):..	Sin daños
· Longitud (B.8) (m):..	11
· Nivel máximo del agua (B.9) (m):..	3
· Condición de socavación (B.10).....	No hay
· Profundidad de socavación (B.11) (m).....	No hay
· Tipo de protección (B.12).....	Escolleras ancladas
· Estado protección (B.13).....	Sin daños
· Movimiento del estribo (B.14).....	No
· Material (B.3).....	Hormigón
· Material en el lecho (B.5).....	Suelo competente
· Material bajo estribo (B.5).....	No observable
Derecho	
· Localización (B.1).....	Margen der.
· Tipo (B.2):..	Flotante
· Cimentación (B.4).....	Profunda
· Ángulo de ataque (B.6).....	0°
· Condición (B.7):..	Sin daños
· Longitud (B.8) (m):..	11
· Nivel máximo del agua (B.9) (m):..	3
· Condición de socavación (B.10).....	No hay
· Profundidad de socavación (B.11) (m).....	No hay
· Tipo de protección (B.12).....	Escolleras ancladas
· Estado protección (B.13).....	Sin daños
· Movimiento del estribo (B.14).....	No
· Material (B.3).....	Hormigón
· Material en el lecho (B.5).....	Suelo competente
· Material bajo estribo (B.5).....	No observable

Imagen 106: Ficha de elementos de estribos (Fuente propia)

FOTOGRAFÍAS GENERALES



Fotografía 1, Alzado 1



Fotografía 2, Alzado 2



Fotografía 3, Vista inferior de la plataforma



Fotografía 4, Vista superior de la plataforma

FOTOGRAFÍAS DE DAÑOS

Elementos estructurales 1: VANOS



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7

Elementos estructurales 2: PÉNDOLAS



Fotografía 8

Elementos estructurales 3: ESTRIBOS



Fotografía 9



Fotografía 10



Fotografía 11

Elementos de conexión 2: JUNTAS DE DILATACIÓN



Fotografía 12



Fotografía 13



Fotografía 14



Fotografía 15



Fotografía 16



Fotografía 17

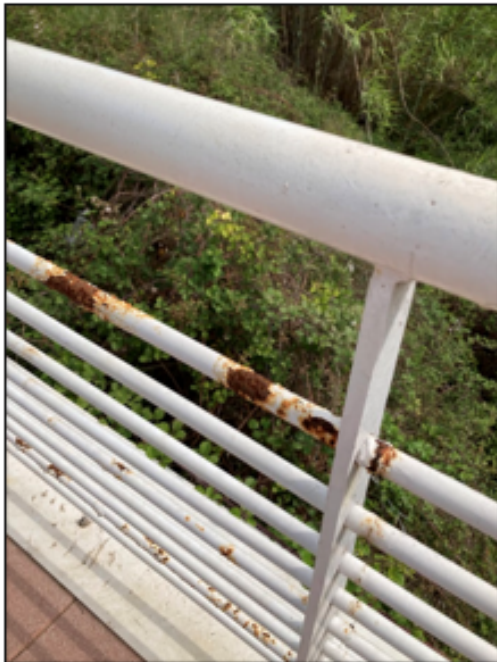
Elementos no estructurales



Fotografía 19



Fotografía 20



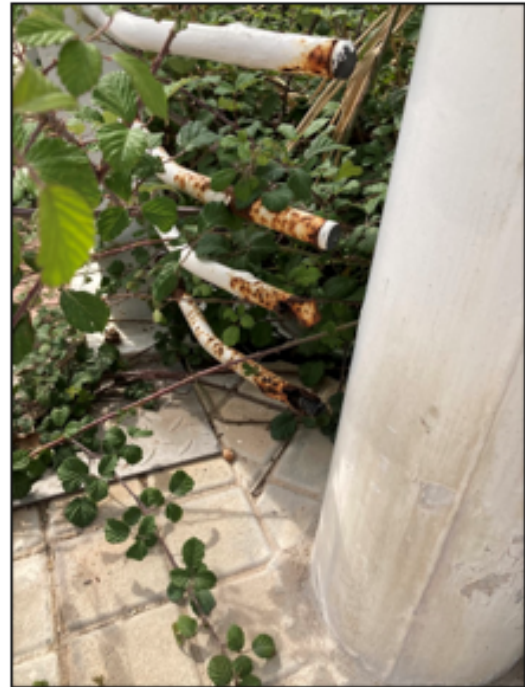
Fotografía 21



Fotografía 22



Fotografía 23



Fotografía 24



Fotografía 25



Fotografía 26



Fotografía 27



Fotografía 28



Fotografía 29



Fotografía 30



Fotografía 31



Fotografía 32



Fotografía 33



Fotografía 34



Fotografía 35



Fotografía 36



Fotografía 37



Fotografía 38

FOTOGRAFÍAS GENERALES DEL CAUCE



Fotografía 1: General del puente junto al cauce



Fotografía 2: Vegetación bajo el puente



Fotografía 3: Cauce aguas arriba



Fotografía 4: Cauce aguas abajo



Fotografías 5 y 6: Vegetación junto a las aletas



Fotografías 7 y 8: Márgenes izquierdo y derecho aguas abajo



Fotografías 9 y 10: Márgenes izquierdo y derecho aguas arriba



Fotografía 11: Detalle del suelo

