

II CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

Gestión de Estructuras. Mantenimiento



**Los sistemas de Gestión de Puentes
¿Una necesidad?, ¿Una ayuda? ó ¿Una moda?**

José Simón-Talero Muñoz

José A. Torroja Oficina Técnica S.A.

1. ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES?

Con el paso de los años, y en especial, en la última década, el parque español de puentes ha crecido considerablemente. En el futuro es de esperar que se siga acometiendo la realización de nuevas infraestructuras aumentando, por tanto, el número de nuevos puentes. Sin embargo, no podemos olvidar que, a la par, se deben cuidar los ya existentes y reparar, en su caso, los que así lo demanden.

Dentro de esta problemática se entiende el creciente interés que despiertan temas como la durabilidad de las estructuras, la diagnosis de sus deterioros o la técnica de sus reparaciones. Esta demanda de información se ha visto acompañada del desarrollo de nuevos criterios de diseño, de nuevas técnicas de inspección y de nuevos materiales que permiten afrontar muchas de las reparaciones a efectuar con, digamos, suficientes garantías. Es decir, mal que bien, hemos resuelto el “cómo reparar” algo que se encuentre dañado.

Ahora bien, para poder acometer una tarea correctiva como es la reparación de una estructura deteriorada, hace falta contestar antes multitud de preguntas referentes a la obra en cuestión, tales como:

- ¿Qué elemento de la obra está deteriorado?
- ¿Aún estando afectado un elemento, sigue cumpliendo la estructura la función para la que fue concebida?
- ¿Qué factor de seguridad o de riesgo, se dispone con el elemento dañado?
- ¿Hasta cuándo se puede demorar la reparación, manteniendo un determinado nivel de seguridad y de funcionalidad?

Si se quiere responder a estas preguntas es necesario poseer:

- *Un programa de inspecciones* que recoja la información necesaria para determinar el estado actual de la obra.
- *Una clasificación objetiva de los posibles daños* que pueda tener una obra para poder cuantificar el nivel de funcionalidad y de seguridad que posee la estructura en un momento dado.

- *Un modelo de prognosis del daño que posibilite el conocer cuál es el tiempo límite en que se puede acometer la reparación sin comprometer ni función ni seguridad bajo unos niveles mínimos.*

Aún así, la decisión de reparar una obra dañada debe estar contemplada, no sólo desde la perspectiva aislada de esa estructura, sino desde la más general del conjunto de las obras a mantener y es, entonces, cuando surgen otro sinfín de preguntas:

- ¿Cuántas obras existen sujetas a posibles reparaciones?
- ¿Cómo son esas obras?
- ¿Cuántas existen con algún grado de deterioro?
- ¿Cuánto cuesta su reparación?
- ¿Cuál es el orden a seguir en cuanto a su reparación?

que para ser respondidas necesitan de:

- *Un inventario* de obras que permita conocer cuáles son las obras a mantener y cuáles son sus características principales.
- *Una caracterización precisa de los deterioros existentes.*
- *Una evaluación objetiva de los costes de reparación.*
- *Una determinación del orden de prioridad* en cuanto a su reparación.
- *Una adecuación de los fondos disponibles* a las necesidades de reparación.

El conjunto de todas estas preguntas, sobre todo los criterios a aplicar para responderles es lo que se aglutina bajo el nombre de “sistemas de gestión de mantenimiento de puentes”.

2. ¿PARA QUÉ SIRVE UN SISTEMA DE GESTIÓN?

De lo expuesto anteriormente se colige que los objetivos prioritarios de un sistema de gestión de puentes consisten en:

- Poseer información sobre el estado de los puentes. Esta debe ser objetiva, congruente, operativa y fiable.
- Evaluar la seguridad y el estado de conservación de las estructuras de la red.
- Valorar de forma aproximada el coste de las actuaciones de conservación que sean necesarias.
- Optimizar la utilización de los presupuestos destinados a conservación que son, en general, limitados y escasos.

Para conseguir estos fines las actividades básicas que debe contemplar el sistema de gestión son:

- La creación de una base de datos que contenga las características de todos los puentes.
- La definición de las tareas de inspección rutinaria y de conservación ordinaria.
- La sistematización de las tareas de inspección.
- La evaluación del estado de conservación de los puentes.
- La ordenación de las prioridades técnicas de reparación.
- La estimación de los costes de reparación.
- La definición y seguimiento de las actuaciones realizadas.
- La preparación de los programas de actuación y el ajuste de los fondos disponibles.

Expuesto esto se entiende que un sistema de gestión debería figurar como una herramienta indispensable para el técnico responsable de la gestión de la explotación de un cierto conjunto de obras de fábrica, independientemente del número de estructuras, de su variedad, localización o valor patrimonial. Sin embargo, se tiende a pensar que un "sistema de gestión de puentes" es algo que cobra cierto sentido para el tratamiento de un parque de obras de fábrica numeroso y que, por el contrario, resulta una rémora para el caso de pocos

puentes. Esto constituye, a nuestro juicio, una gran falacia. Lo que si es cierto, y además tiende a producirse con cierta frecuencia, es que se intenten utilizar criterios, aplicaciones informáticas y procedimientos pensados para la gestión de un gran número de puentes a otros casos en que el parque a tratar es más reducido o es de una gran uniformidad. Y entonces, claro, el fracaso está asegurado. En otros casos, la razón de este tipo de afirmaciones hay que buscarla en la ignorancia: se piensa que un sistema de gestión consiste solamente en una gran base de datos, cuya obtención supone la aplicación de grandes recursos y cuya consulta es poco menos que imposible.

3. ¿SON TODOS LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE PUENTES IGUALES?

En los párrafos que siguen se trata de mostrar que es tan factible hacer un sistema de gestión útil para una "Gran Administración" y también, hacer otro para una "pequeña concesionaria". Quizá la clave está en las palabras "uno" y "otro": las necesidades de ambos organismos son, seguro, diferentes y, por tanto, la herramienta que necesitan para satisfacer sus requisitos de explotación, mantenimiento y conservación son también diferentes. Se presentan a continuación los criterios básicos que se deben aplicar para definir e implantar un sistema de gestión en estos tipos de organismos. Estos "pensamientos" son el fruto de nuestra experiencia en los trabajos desarrollados en los últimos tiempos para tres entes diferentes, a saber:

- Una Administración Pública propietaria y responsable de un patrimonio de obras de fábrica numeroso y vaciado.
- Una sociedad Concesionaria de Autopistas de tamaño medio.
- Un Ente Privado con un parque de obras de fábrica muy reducido.

3.1. Las grandes administraciones públicas

a) La localización de los puentes. Su caracterización básica

El primer problema que se plantea suele ser el desconocimiento del objeto del sistema. Es decir, no se sabe ni cuántos puentes se deben tratar, ni dónde están ni sus características

morfológicas y constitutivas principales. Por eso, el primer paso de cualquier sistema a implantar pasa por la localización y caracterización genérica de todas las obras a tratar.

Conocidos los itinerarios basta para este trabajo proceder a recorrerlos pausadamente y registrar la carretera y P.K. aproximado de ubicación y coordenadas XY de un punto característico del puente. Se deben recoger también datos referentes a la geometría (longitud y anchura aproximada, número de vanos y luz máxima y altura máxima de pilas) y a la tipología y material constitutivo de pilas y tableros.

Esta definición básica se debe completar con la toma de fotografías generales del puente que permitan una posterior localización, sin posibilidad de error, por parte de los equipos de inventario.

Una vez efectuados todos estos trabajos se debe procesar la información obtenida con el fin de planificar las actuaciones posteriores, como es la toma de datos de inventario.

b) El inventario

El objeto del inventario es poseer un registro accesible que muestre las principales características de cada obra incluida en el sistema. Por tanto, el principal requerimiento de un inventario es que se puedan efectuar fáciles consultas y que éstas sean representativas de la realidad. Es decir, se debe prestar especial atención a la estructuración de los datos incorporados a la base de datos, casi más que a la cantidad de éstos que se almacene.

Es de destacar que la base de datos debe estar constituida no sólo por datos alfanuméricos (lo que generalmente se conoce como "ficha de inventario") sino también con información gráfica (fotos y, en su caso, planos "escaneados").

c) **El programa de inspecciones. Criterios para la evaluación del estado de conservación**

Conocidos la ubicación y características de todos los puentes de una determinada red es el tiempo de proceder a su inspección, tratando de determinar su estado de conservación. Para ello se suele plantear una campaña de Inspecciones Principales o Generales, consistente en una "observación visual detallada de todos los elementos accesibles y visibles de cada puente".

Estas inspecciones deben ser realizadas por personal técnico con un cierto grado de formación y con cierta experiencia. Dado el número elevado de estructuras a inspeccionar es necesario emplear varios Equipos, por lo que es habitual realizar "cursillos de formación" que tienen como objetivo asegurar que los diferentes inspectores son capaces de realizar una evaluación correcta de los deterioros que detecten en cada estructura. Así, se deben definir claramente los aspectos que resultan determinantes para el buen funcionamiento del sistema, como son:

- La metodología para realizar las inspecciones.
- El catálogo de deterioros que muestra los daños que se pueden encontrar en todos los puentes a inspeccionar.
- La forma de evaluar cada deterioro detectado.

La definición clara y precisa de estos tres factores es, como se ha indicado, clave para asegurar la utilidad del sistema de gestión puesto que si no se fijan estos criterios de forma extremadamente precisa, la heterogeneidad de las propias obras a inspeccionar y de los propios inspectores llevará a la existencia de una gran cantidad de datos cuya interpretación será difícil o de escasa fiabilidad.

En definitiva, se trata de que los resultados de todas las inspecciones presenten una información que sea:

- Objetiva porque represente el estado actual de cada obra.
- Congruente porque sea independiente del inspector que realizó la inspección.
- Comparable, para que se puedan extraer conclusiones referentes a la ordenación de prioridades de actuación.

d) La ordenación de prioridades. Preparación de las actuaciones

La existencia de un inventario, la realización de unas inspecciones y la evaluación del estado de conservación de los puentes de una Red constituyen una parte importante de cualquier sistema de gestión de puentes pero, sin embargo, alguien puede pensar, de forma errónea, que estas actividades constituyen el fin de un sistema de gestión. En absoluto es así, puesto que el objetivo de éste debe ser no sólo conocer cómo son y en que estado están todas las obras de fábrica sino también el proveer al técnico responsable del mantenimiento de una herramienta que le permita planificar, ordenar y efectuar el seguimiento de las actuaciones a acometer.

Por eso un sistema de gestión debe:

- Ordenar los puentes en función de su necesidad "técnica" de reparación.
- Permitir el seguimiento de las campañas de inspecciones ya realizadas, en curso o programadas.

Es de destacar que la ordenación de prioridades debe ser diferente en función del criterio aplicable. Así, no es lo mismo si se consideran criterios funcionales o de seguridad del usuario que si se quieren tener en cuenta criterios de durabilidad o de seguridad estructural.

e) La base de datos y la aplicación informática

Sí. Un sistema de gestión por supuesto que es un "programa informático" aunque, como se ha ido exponiendo, no queda ahí. Pero es innegable que la aplicación computerizada es el motor que debe mover la herramienta a emplear por el "gestor". No se debe, por tanto, olvidar que unos adecuados criterios de inspección o un brillante catálogo de deterioros debe ser obligatoriamente complementado por una buena aplicación informática que permita la explotación de los datos de campo tomados.

Así, nuestra experiencia nos ha mostrado que, pareja con la variedad de tipologías y con la diversidad de inspectores propios de la implantación de un sistema de gestión, se encuentra la variabilidad del tipo de consultas que pueden/deben ser efectuadas. Por consiguiente, la estructura de la base de datos debe ser tal que las múltiples consultas a efectuar tengan un tiempo de respuesta razonable. Asimismo, la aplicación debe permitir el definir unas determinadas "consultas personalizadas", amén de tener las más habituales ya programadas.

Asimismo, se debe programar una salida de resultados, en la jerga una "redacción de informes" que permita una exposición clara, precisa y a la vez detallada de las posibles consultas efectuadas.

3.2. Las concesionarias de autopistas de tamaño medio

Es evidente que la problemática que presenta la gestión del mantenimiento de los puentes integrados en una determinada Sociedad Concesionaria de Autopistas presenta diferencias con respecto a la característica de una gran Administración Pública. Algunas de estas diferencias vienen del menor número de puentes a tratar, de su menor heterogeneidad y de la existencia, en general, de datos y planos de proyecto de muchas de estas obras. Las diferencias también vienen de los diferentes requisitos funcionales o de explotación exigibles, especialmente si se trata de Autopistas de Peaje, y de la diferente financiación de los gastos de conservación. De lo anterior se deduce que, ya que los datos de partida y los requisitos funcionales son diferentes, también lo debe ser el sistema de gestión a implantar.

Sin embargo, hay que ser conscientes de que también hay rasgos que son comunes a cualquier tipo de Ente Gestor; no hay que olvidar que el objeto de todo sistema son los puentes y que la gravedad de ciertos deterioros es inherente al tipo y grado de daño y al elemento en el que se produce, independientemente de quién sea el propietario de la obra de fábrica. Por ello, pensamos que aunque se trate de diferentes organismos los criterios de desarrollo de cualquier sistema de gestión son únicos: poseer una información objetiva, homogénea, comparable y accesible de los puentes que ayude a planificar, controlar y valorar las actuaciones de conservación a acometer.

En párrafos anteriores de este escrito se han comentado algunos criterios básicos para la definición e implantación de un sistema de gestión en una gran Administración Pública. Se presentan a continuación los aspectos diferenciadores que presente el sistema de gestión a implantar en una Sociedad Concesionaria de Autopistas de tipo medio.

a) **Caracterización de los puentes. El inventario**

En general la homogeneidad suele ser una característica muy acusada en los puentes a tratar. Así, suele ser habitual que en un tramo de Autopista todos los pasos inferiores y superiores sean sensiblemente iguales en tipología, dimensiones y materiales constitutivos. En lo que respecta a los viaductos, o no están presentes en gran número o, en caso contrario, suelen ser de una misma tipología. Habitualmente, además, suele estar disponible sino toda por lo menos parte de la documentación del Proyecto.

En definitiva, en estos casos el inventario debe consistir en una serie de fichas tipo, una para cada tipología existente, cuyos datos pueden ser, en su gran mayoría, obtenidos de los documentos de proyecto para ser confirmados "in situ" durante la primera inspección que se realice.

Las inspecciones. La evaluación de los deterioros

Como se ha comentado no deben existir diferencias entre los criterios de evaluación de los deterioros en este caso y en el anterior presentado, ya que la evaluación del estado de un puente no depende del "ente gestor". Sin embargo, dado el volumen de puentes a inspeccionar es normal que en una "Gran Administración Pública" se deban formar diferentes equipos de inspección, mientras que en una Sociedad Concesionaria todas las inspecciones sean realizadas por el mismo equipo, lo cual hace que la homogeneidad de los resultados se vea favorecida.

b) Los planes de conservación

En general los puentes competencia de una Concesionaria de Autopistas son estructuras relativamente jóvenes con un cierto grado de homogeneidad de características y de estado de conservación. Por ello hablar de "prioridades de reparación" puede resultar poco afortunado, puesto que muchas de las estructuras presentarán unos deterioros similares en grado y extensión. Por eso creemos que en estos casos lo que hay que integrar dentro del sistema de gestión es un "Plan de Conservación" en el cual para cada tipo de estructura se definan claramente:

- Las tareas de inspección rutinaria, su cadencia y su extensión.
- Las labores de conservación ordinaria a realizar por el personal de conservación de la vía.
- Las cadencias y extensión de las inspecciones generales (o principales) a realizar.
- Los planes de sustitución de ciertos elementos del equipamiento (juntas, pintura de barandillas, desagües...) cuya vida útil es claramente menor que la del conjunto de la estructura.

c) **La base de datos y la aplicación informática**

Nuestra experiencia nos dice que la estructura de la base de datos del sistema es inherente al propio sistema e independiente del organismo gestor. Sin embargo, la aplicación informática que permite consultar los datos depende de los requisitos de cada responsable gestor por lo que debe ser definida y programada ex profeso para satisfacer cada uno de estos requerimientos. Así, por ejemplo, es imprescindible que en el caso de una Sociedad Concesionaria se incluya dentro de la aplicación informática un módulo que permita el control y seguimiento de cada uno de los Planes de Conservación propuestos.

3.3. Los pequeños entes locales

Hace un cierto tiempo, un compañero amigo, responsable de la explotación de un tramo de carretera en un país extranjero y conocedor de nuestra experiencia en el campo de la implantación de sistemas de gestión del mantenimiento de puentes, nos comunicó su interés por el modo en que podía conocer el estado de ciertos puentes, que le acababan de ser transferidos, y la forma en que debería llevar la gestión de su conservación. Examinada su problemática y entendidas sus necesidades, propusimos, y más tarde realizamos, las siguientes actuaciones:

- Localización y caracterización básica de todas las estructuras.
- Toma de datos de campo de la geometría básica de cada estructura.
- Realización de una inspección visual detallada de todos los puentes.
- Redacción de un informe de caracterización de daños de cada puente.
- Preparación y redacción de un plan de conservación de las estructuras.
- Estimación y planificación de los costes de inspección, reparación y sustitución a realizar en un periodo futuro.
- Creación de una pequeña base de datos.
- Programación de una aplicación informática que permitiera la consulta de los datos de cada puente y el seguimiento de los planos de conservación propuestos.

El desarrollo de todas estas actuaciones es lo que ha constituido la implantación de un sistema de gestión útil para un ente gestor responsable de una treintena de estructuras.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Pensamos que un sistema de gestión de puentes se puede definir como el conjunto de criterios, actuaciones y aplicaciones informáticas que permiten disponer de una información objetiva, homogénea, comparable y accesible de las estructuras que ayude a planificar, controlar y valorar las actuaciones de inspección y mantenimiento.

Sin embargo, existe una cierta corriente de opinión que parece indicar que "los sistemas de gestión del mantenimiento de puentes" no son más que una base de datos cuya obtención necesita de la aplicación de costosos recursos pero cuya consulta y explotación resulta difícil; en resumen, más que tratarse de una herramienta parece que son una rémora para una eficiente labor de gestión.

En este escrito se ha tratado de presentar los criterios básicos que deben regir para el desarrollo e implantación de un sistema de gestión de puentes para que cumpla lo expuesto en el primer párrafo, sin caer en lo comentado en el segundo. Se ha intentado mostrar, además, que un sistema de gestión puede ser muy eficiente para cualquier tipo de ente gestor, con tal de que se respeten los requisitos de partida y se satisfagan las necesidades de cada caso particular, mediante la adecuación de unos criterios básicos a cada problemática concreta. Esta presentación se ha hecho relacionando las conclusiones que los autores han extraído de sus experiencias recientes en la implantación de tres sistemas de gestión: uno para una gran Administración Pública, otro para una Sociedad Concesionaria de Autopistas de tamaño medio y otro para un Ente Local con un patrimonio de puentes reducido.