

**JORNADAS  
SOBRE  
AUSCULTACIÓN Y TOMA DE DATOS  
PARA  
PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE CARRETERAS**

**2ª SESIÓN  
AUSCULTACIÓN DE PUENTES**

**PONENCIA:  
TOMA DE DATOS EN LAS INSPECCIONES PRINCIPALES**

**COMUNICACIÓN:  
EL SGP  
UN SISTEMA DE GESTION DE PUENTES  
PARA EL  
MINISTERIO DE FOMENTO**

**PONENTE:**

**José M. Simón-Talero Muñoz  
JOSE A. TORROJA,  
OFICINA TECNICA, S.A.**

**FECHA**

**14-16 Diciembre 1999**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>LA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE PUENTES.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS Y ACTIVIDADES BASICAS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>LA SISTEMATIZACIÓN DE LAS TAREAS DE INSPECCIÓN.....</b>	<b>4</b>
3.1	LOS ELEMENTOS DE LOS PUENTES .....	4
3.2	LA REALIZACIÓN DE INSPECCIONES PRINCIPALES .....	6
3.3	EL CATÁLOGO DE LOS DETERIOROS .....	7
<b>4</b>	<b>LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>LAS INSPECCIONES PRINCIPALES REALIZADAS POR EL MINISTERIO DE FOMENTO.....</b>	<b>8</b>

## **1 LA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE PUENTES**

Con el paso de los años, y en especial, en la última década, el parque español de puentes ha crecido considerablemente. Así, hoy la RIGE (Red de Interés General del Estado) contiene unos 15.000 puentes, en números redondos.

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 pronosis 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 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 las preguntas y respuestas expuesto es lo que se aglutina bajo el nombre de “sistemas de gestión de mantenimiento de puentes”.

## **2 OBJETIVOS Y ACTIVIDADES BASICAS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES**

De lo expuesto en el epígrafe anterior se colige que se presentan como objetivos prioritarios de un sistema de gestión de puentes los que siguen:

- 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 (INVENTARIO).
- La definición de las tareas de inspección rutinaria y de conservación ordinaria.
- **La sistematización de las tareas de inspección (INSPECCIONES PRINCIPALES).**
- **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 Inspecciones Especiales.
- La preparación de los programas de actuación y el ajuste de presupuestos.

Se presentan a continuación algunas ideas generales relativas a las dos actividades remarcadas en la lista anterior, que son las que hacen referencia a asuntos conectados con la “toma de datos en las inspecciones principales” que es el objeto de esta ponencia.

### **3 LA SISTEMATIZACIÓN DE LAS TAREAS DE INSPECCIÓN**

Como se ha comentado, la información sobre el estado de los puentes que se obtenga de las Inspecciones Principales debe ser homogénea y congruente. Para ello se ha tratado de sistematizar la realización de éstas, definiéndose de forma muy concisa:

- Los elementos de que consta una estructura.
- La forma en que se deben inspeccionar los puentes.
- Los posibles deterioros que pueden afectar a un puente, en función del elemento dañado y del material constituyente.

Se pasa revista a continuación a los criterios generales propuestos para llevar a cabo la susodicha sistematización.

#### **3.1 Los elementos de los puentes**

Cada una de las partes que integran un puente y sus accesos que puede ser tomada como un único conjunto a efectos de la caracterización de sus deterioros, se denomina ELEMENTO.

En el Manual IP-1 del SGP se incluyen todos los elementos que constituyen los puentes, así como las diferentes tipologías y los materiales con los que es posible fabricarlos.

Los elementos de un puente se pueden agrupar en cinco niveles de detalle. Los niveles de menor orden engloban a los de numeración superior, así el nivel 4 está formado por elementos incluidos en el nivel 3, éstos a su vez, están incluidos en los elementos de nivel 2, y estos últimos lo están en el nivel 1.

El elemento de nivel 1 es único y se denomina **1.000 Estructura**. Este engloba los elementos de niveles 2 y 3, según la jerarquización siguiente:

**2.100 Subestructura**

- 3.140 Cimentaciones
- 3.141 Estribos
- 3.142 Pilas y soportes
- 3.143 Apoyos

**2.200 Superestructura**

- 3.210 Tablero (Vigas, losa, cajones...)
- 3.220 Tablero (Celosías)
- 3.230 Tablero (Varios)
- 3.240 Arcos con tímpano
- 3.250 Arcos sin tímpano
- 3.260 Pequeñas Obras de Paso (Marcos, pórticos)
- 3.270 Pequeñas Obras de Paso (Arcos, bóvedas y tubos)
- 3.280 Plataforma, drenaje y protección

**2.300 Accesos**

- 3.310 Zonas de aproximación
- 3.320 Plataforma, drenaje y protección

**2.400 Equipamientos**

- 3.410 Señalización
- 3.420 Iluminación
- 3.430 Conducciones y servicios
- 3.440 Maquinaria y dispositivos de control
- 3.450 Varios

### **3.2 La realización de Inspecciones Principales**

El objeto de una Inspección Principal de un puente es el obtener datos, de forma sistemática y ordenada, sobre los deterioros existentes en los diferentes elementos que constituyen el puente.

La Inspección Principal consiste en una observación visual detallada de todos los elementos visibles del puente que NO precisen la utilización de medios especiales auxiliares (andamios, grúas, barcas... ).

Para realizar estas inspecciones se necesita una serie de medios auxiliares generales de inspección (prismáticos, escalera de mano, cinta métrica, fisurómetro, cámara fotográfica....) y otros de protección (chaleco reflectante, conos de señalización, casco de protección, botiquín de primeros auxilios....).

El equipo de inspección debe estar compuesto por dos personas: un Ingeniero de Caminos ó un Ingeniero Técnico de Obras Públicas con experiencia en el campo de la patología, inspección y reparación de estructuras y un auxiliar de apoyo logístico.

Para realizar una Inspección Principal y para la posterior Evaluación del Estado de Conservación de cada puente el Equipo de Inspección debe disponer de los siguientes documentos:

- Un listado de los puentes del itinerario a inspeccionar.
- Las fichas de inventario y el croquis del puente objeto de la inspección.
- Un ejemplar de los Manuales IP del SGP para la realización de las Inspecciones Principales.
- Las fichas tipo necesarias para la realización completa de la Inspección Principal y la consiguiente evaluación del estado de deterioro.

Una vez localizado el puente a inspeccionar, se debe hacer un recorrido somero por el puente y su entorno para tener una visión de conjunto. Después se debe recorrer el puente de una forma sistemática que básicamente consiste en:

- Una inspección perimetral inferior de los paramentos verticales de estribos y de las caras laterales del tablero.
- Una inspección en zig-zag desde debajo del tablero.
- Una inspección perimetral de la plataforma.

### **3.3 El catálogo de los deterioros**

El Manual IP-2 del SGP es un catálogo de deterioros en el que se ha tratado de definir de modo detallado y exhaustivo los deterioros más comunes que se puede encontrar un Equipo de Inspección.

Así, se presenta primero una lista de los deterioros más habituales, atendiendo, exclusivamente, a la naturaleza del daño y otra tabla que contiene las causas más comunes imputables a los deterioros. De la combinación de ambas, junto con la consideración de los posibles materiales constitutivos de los elementos de los puentes, se han generado unas “fichas de deterioros” que guían al inspector en la adecuada caracterización de los daños que puedan presentar los puentes.

Estas “fichas de deterioros” se completan con unos ejemplos ilustrativos que presentan, con fotografías de puentes “reales” de forma exhaustiva (existen más de 200 ejemplos) los deterioros más habituales.

## **4 LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN**

Una vez realizada la inspección del puente y redactadas en el cuaderno de campo las anotaciones pertinentes, relativas a los deterioros detectados en cada elemento, se hace necesario “cuantificar” estos daños de forma:

- Objetiva, para que no dependa del Equipo de Inspección que ha realizado el trabajo.
- Homogénea, para que el proceso de datos sea adecuado y se minimicen los errores de transcripción de resultados.
- Comparable, para que se pueda realizar una Ordenación de Prioridades técnicas de actuación.
- Fiable, para que se tenga la seguridad de que se han detectado todos los errores que se consideren representativos.

Para ello se utiliza la llamada “MARCA DE CONDICIÓN” que es un número, entre 0 y 5, que refleja la naturaleza, el grado y la extensión de los daños, la aptitud del elemento para cumplir su función y las afecciones perjudiciales que el daño puede provocar en otros elementos.

En el citado Manual IP-2 del SGP se especifican los valores de la Marca de Condición que se aplican a cada deterioro tipo en función del elemento en que se produce y del material constitutivo.

## **5 LAS INSPECCIONES PRINCIPALES REALIZADAS POR EL MINISTERIO DE FOMENTO**

Dentro del Contrato que JOSÉ A. TORROJA, OFICINA TÉCNICA, S.A. tiene con el Ministerio de Fomento para la “Implantación de un sistema de gestión de puentes a partir de la realización de Inspecciones Principales”, se realizaron en los meses de Junio y Julio de 1999 unos cursillos de formación a los Equipos de Inspección que luego iban a desarrollar los trabajos de campo. Estos cursillos incluyeron una serie de sesiones teóricas así como la ejecución de unas inspecciones como clases prácticas. Se evaluó la aptitud de los Equipos de Inspección presentados con la realización de un examen teórico y otro de índole práctica.

Desde el mes de Julio de 1999, 8 Equipos de Inspección están llevando a cabo las Inspecciones Principales de unos 3.600 puentes de la RIGE (Red de Carreteras de Interés General del Estado). Estos equipos de inspección pertenecen a la UTE IDEAM-GEOTEYCO, adjudicataria del Concurso convocado al efecto por el Ministerio de Fomento.

Como “control de calidad externo” JOSÉ A. TORROJA, OFICINA TÉCNICA, S.A. está realizando también unas Inspecciones Principales de contraste sobre el 10% del total de puentes inspeccionados.

Los puentes inspeccionados figuran agrupados en los 8 itinerarios, uno por equipo de inspección, que siguen:

- Itinerario 1: N-I (Madrid, Castilla-León)
- Itinerario 2: N-II (Madrid, Castilla-La Mancha, Aragón)
- Itinerario 3: Madrid-Alicante
- Itinerario 4: N-IV (Madrid, Castilla-La Mancha)
- Itinerario 5: N-V (Madrid, Castilla-La Mancha, Extremadura)
- Itinerario 6: N-VI (Madrid-Benavente)
- Itinerario 7: Norte (N-120, N-623, N-634) y M40-Madrid
- Itinerario 8: Centro (N-430), Este (N-330) y Pirineos (N-260)

Con objeto de volcar los resultados de las Inspecciones Principales al SGP, JOSÉ A. TORROJA, OFICINA TÉCNICA, S.A. ha preparado el programa INSPECTOR que permite, además, manejar los datos de campo de las inspecciones sin conexión a la base de datos del sistema, incluyendo un tratamiento específico de las fotografías tomadas durante la Inspección.