

PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS VIARIAS

Jueves, 23 de octubre de 2003 (13h30 - 17h)

PROGRAMA DE LA SESIÓN E INFORME DE INTRODUCCIÓN

PROGRAMA DE LA SESIÓN

Apertura

Sra. Brigitte MAHUT (Presidente del C11/FRANCIA)

PARTE 1: Presentación de los trabajos llevados a cabo por el C11

1. Los puentes como componentes de las infraestructuras

Sr. John BJERRUM (miembro del C11/DINAMARCA)

Sra. Sussane TROIVE (miembro del C11/SUECIA)

2. Herramientas de gestión y organización

Sr. Tore LJUNGGREN (miembro del C11/NORUEGA)

Sr. Børre STENVOLD (Norwegian Public Road Administration/NORUEGA)

3. Enfoque económico

Sr. Gérard DELFOSSE (miembro del C11/FRANCIA)

4. Criterio Técnico

Sr. George ROMACK (miembro del C11/USA)

5. Un estudio sobre acciones de rehabilitación

Dr. Hiroshi SATO (miembro del C11/JAPÓN)

PARTE 2: Presentaciones de los ponentes invitados

1. Gestión de los puentes en Madagascar

Sra. Celestine RAZANAMAHEFA

(Ministry of Transport, Public works and Territory development/MADAGASCAR)

2. Perspectiva sudafricana sobre la gestión de puentes y algunos problemas específicos encontrados

Sr. Edwin KRUGER (miembro del C11/SUDÁFRICA)

3. Temas futuros

Sr. Michel DONZEL (Secretario de habla hispana del C11/SUIZA)

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
RESUMEN	4
1 - INTRODUCCIÓN	5
PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA DE LA SESIÓN DEL C11	5
<i>Presentación del trabajo del C11 sobre la gestión de puentes</i>	6
<i>Presentaciones de conferenciantes invitados</i>	6
<i>Temas futuros</i>	6
2 - PROBLEMAS DE LA GESTIÓN DE PUENTES	7
2.1 SITUACIÓN ACTUAL EN LOS PAÍSES DE ASIA Y AUSTRALASIA	7
2.1.1 <i>Presupuesto</i>	7
2.1.2 <i>Organización y personal</i>	8
2.1.3 <i>Recursos técnicos</i>	8
2.1.4 <i>Otros problemas técnicos</i>	8
2.1.5 <i>Herramientas de gestión de puentes</i>	8
2.2 SITUACIÓN ACTUAL EN LOS PAÍSES DE ÁFRICA	9
3 - SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES - TEMAS TRATADOS POR EL C11.....	10
3.1 GESTIÓN DEL PATRIMONIO.....	10
3.1.1 <i>Gestión de puentes en relación con la gestión del patrimonio</i>	10
3.1.2 <i>Estudio comparativo de las actividades de gestión de puentes</i>	12
3.1.3 <i>Reparación de puentes sin interrupción del tráfico</i>	13
3.2 GESTIÓN POR OBJETIVOS DE EFICACIA	13
3.2.1 <i>Hacia una gestión por objetivos de eficacia de los puentes</i>	13
3.2.2 <i>Resultados de la encuesta sobre la gestión de puentes en los países de Asia y Australasia y en los países de África</i>	14
3.3 ESTADO DE LOS PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS.....	15
3.3.1 <i>Indicadores para el comportamiento de los puentes y para el establecimiento de prioridades entre las acciones</i>	15
3.3.2 <i>Encuesta sobre las acciones de rehabilitación de puentes de hormigón</i>	15
4- PRESENTACIONES DE CONFERECIANTES INVITADOS	17
5 - CONCLUSIONES Y TEMAS FUTUROS	19

RESUMEN

Los puentes son elementos esenciales de la red viaria y representan un patrimonio nacional importante. La alta prioridad otorgada al mantenimiento de su nivel de servicio y de su fiabilidad durante todo su ciclo de vida está plenamente justificada desde el punto de vista técnico y socio-económico. Muchos de los puentes construidos durante los años 60 y 70 necesitan ser reparados o no responden actualmente a las necesidades de los usuarios. En la segunda mitad del siglo XX se ha producido un aumento significativo tanto del tráfico como de las cargas de los vehículos pesados. Existe en todo el mundo una necesidad cada vez más acuciante de métodos seguros y eficaces para la reparación y conservación de los puentes.

En muchos países se están desarrollando sistemas de gestión de puentes como herramienta para asignar eficazmente los limitados recursos disponibles a las actividades de inspección, conservación, reparación o sustitución de los puentes. El Comité C11 ha estudiado esta cuestión desde diversos puntos de vista, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la gestión, los socio-económicos y los técnicos. Una gestión adecuada de los puentes precisa un conjunto integrado de procedimientos para orientar y controlar todas las actividades relacionadas con los mismos. Es fundamental disponer de una base de datos apropiada y de herramientas adecuadas para evaluar las necesidades de los puentes, así como tomar decisiones y actuar de forma coordinada, en relación con las actividades antes mencionadas, desde una perspectiva a largo plazo.

En el presente informe se exponen los temas que se presentarán y debatirán en el Congreso con ocasión de la sesión organizada por el Comité de Puentes y otras Estructuras Viarias (C11). Se espera que este informe resulte útil a las personas que tengan la intención de participar en dicha sesión para preparar sus contribuciones a los debates.

El programa de la sesión se ha organizado de manera que, después de una presentación del trabajo realizado en el curso de los cuatro últimos años por el Comité en el área de la gestión de puentes, que se completará con testimonios sobre la experiencia de algunos países, el debate se centre en los temas importantes de cara al futuro en el campo de la ingeniería y la gestión de puentes.

- ❖ Presentación de los trabajos realizados por el C11 en el campo de la gestión de puentes:
 - Los puentes como elementos de la infraestructura.
 - Organización y herramientas para la gestión.
 - Enfoque económico
 - Criterios técnicos

- ❖ Presentaciones de conferenciantes invitados:
 - Gestión de los puentes en Madagascar
 - Perspectiva sudafricana sobre la gestión de puentes y algunos problemas específicos encontrados.

- ❖ Temas futuros: discusión general.

1 - INTRODUCCIÓN

Los puentes son elementos esenciales de la red viaria y representan un patrimonio nacional importante. La alta prioridad otorgada al mantenimiento de su nivel de servicio y de su fiabilidad durante todo su ciclo de vida está plenamente justificada desde el punto de vista técnico y socio-económico. Muchos de los puentes construidos durante los años 60 y 70 necesitan ser reparados o no responden actualmente a las necesidades de los usuarios. En la segunda mitad del siglo XX se ha producido un aumento significativo tanto del tráfico como de las cargas de los vehículos pesados. Existe en todo el mundo una necesidad cada vez más acuciante de métodos seguros y eficaces para la reparación y conservación de los puentes.

En muchos países se están desarrollando sistemas de gestión de puentes como herramienta para asignar eficazmente los limitados recursos disponibles a las actividades de inspección, conservación, reparación o sustitución de los puentes. El Comité C11 ha estudiado esta cuestión desde diversos puntos de vista, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la gestión, los socio-económicos y los técnicos. Una gestión adecuada de los puentes precisa un conjunto integrado de procedimientos para orientar y controlar todas las actividades relacionadas con los puentes. Es fundamental disponer de una base de datos apropiada y de herramientas adecuadas para evaluar las necesidades de los puentes, así como tomar decisiones y actuar coordinadamente, en relación con las actividades antes mencionadas, desde una perspectiva a largo plazo.

Algunas Administraciones de Carreteras están investigando y ensayando métodos para la gestión del patrimonio constituido por los distintos activos físicos que poseen y de los que son responsables. En el C11, la gestión del patrimonio se ha centrado en los puentes: se han realizado evaluaciones comparativas de las actividades relacionadas con la gestión de puentes; se han analizado los costes, incluido el coste del ciclo de vida, y los beneficios para el usuario; y finalmente, desde un punto de vista más técnico, se ha estudiado también la evaluación del estado de las estructuras.

En el presente informe se exponen los temas que se presentarán y debatirán en el Congreso con ocasión de la sesión organizada por el Comité de Puentes y otras Estructuras Viarias (C11). Se espera que este informe resulte útil a las personas que tengan la intención de participar en dicha sesión para preparar sus contribuciones a los debates.

A continuación se expone el programa definido para la sesión, la cual terminará con un debate sobre los temas importantes de cara al futuro en el campo de la ingeniería y la gestión de puentes.

Presentación del programa de la sesión del C11

Esta sesión va dirigida a los órganos de decisión, propietarios, ingenieros y autoridades responsables de la gestión de los puentes. En ella se hará hincapié en la necesidad de una organización bien estructurada y en las ventajas de un enfoque técnico-económico que permita una utilización óptima de los recursos asignados para la evaluación y conservación de los puentes.

Presentación del trabajo del C11 sobre la gestión de puentes

La primera parte de la sesión se dedicará a los siguientes temas principales:

- Los puentes como elementos de la infraestructura:
Razones y procedimiento para implantar una gestión coordinada de todos los elementos constitutivos del patrimonio de carreteras, es decir: carreteras, puentes, muros de sostenimiento, etc.
- Organización y herramientas de gestión:
La presentación de los resultados de un estudio comparativo de diversos sistemas de gestión de puentes proporcionará información muy útil a todos los países que tengan intención de implantar un sistema de gestión o de modernizar un sistema de gestión existente.
- Enfoque económico:
Se debatirá un enfoque en el que la gestión no se base únicamente en criterios técnicos, sino que tenga en cuenta los costes para el usuario y el "coste del ciclo de vida", así como la forma de aplicar este último concepto a los puentes.
- Criterios técnicos:
Indicadores de resultados para las estructuras y criterios para definir las prioridades en la conservación y la reparación, así como presentación –basándose en las respuestas de los países miembros del Comité– de ejemplos de reparación de puentes de hormigón y de las necesidades en el campo de investigación y desarrollo.

Por otra parte, en la sesión se intentarán poner de manifiesto las expectativas y necesidades de los propietarios y gestores de los puentes a partir de los testimonios de expertos en la gestión de estas estructuras.

Presentaciones de conferenciantes invitados

El objetivo de estas presentaciones consiste en ilustrar la forma en que los países de los conferenciantes han definido su política de gestión de puentes, la organización y las herramientas puestas en práctica, los desarrollos futuros previstos y las expectativas.

- Gestión de los puentes en Madagascar.
- Perspectiva sudafricana sobre la gestión de puentes y algunos problemas específicos encontrados.

Temas futuros

La sesión terminará con una discusión general para determinar los temas futuros que deberá abordar el C11 de la AIPCR.

2 - PROBLEMAS DE LA GESTIÓN DE PUENTES

2.1 Situación actual en los países de Asia y Australasia

Muchas Administraciones de Carreteras han tenido que hacer frente a problemas importantes y urgentes relativos a la gestión de puentes; esto se puede apreciar, por ejemplo, en la síntesis que se presenta a continuación de las respuestas dadas por 15 países de Australia y Australasia a las preguntas sobre problemas y dificultades existentes incluidas en la encuesta realizada por el C11 con vistas al seminario "Gestión de los puentes en los países de Asia", celebrado en Bangkok en junio de 2002. Aunque la relación puede no cubrir de manera exhaustiva todos los problemas existentes, se puede dar una visión general de los problemas agrupándolos en función de las siguientes fuentes de los mismos:

2.1.1 Presupuesto

- Importe total.
- Asignación apropiada.

En general, las Administraciones de Carreteras de muchos países se quejan de la insuficiencia de los fondos asignados a la conservación de puentes. Los gestores tienen que poder justificar sus demandas ante los órganos de decisión, explicando la utilidad colectiva de los fondos, sobre todo en comparación con otras alternativas de gasto público.

No hay que aumentar la calidad de los puentes más allá de lo necesario, sino que el objetivo es mantener el patrimonio a un nivel predefinido. A menudo, lo más importante no es el importe absoluto de los fondos disponibles, sino su asignación y utilización adecuadas.

Es necesario definir indicadores apropiados para evaluar la utilización de los fondos y la eficacia de las estrategias aplicadas para alcanzar las metas y objetivos de la política.

Estos indicadores deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Aspectos técnicos: mantenimiento o mejora del nivel de servicio, durabilidad, posibilidad de adaptar las características de la estructura a las necesidades funcionales futuras.
- Aspectos socio-económicos: seguridad vial, costes para el usuario, impacto sobre el medio ambiente, etc.

El continuo aumento del patrimonio de estructuras y su envejecimiento hacen que su gestión sea cada vez más difícil. A esto contribuye también el notable crecimiento del tráfico, tanto en lo que se refiere al número de vehículos como a la carga transportable por los mismos (agresividad de las cargas de los vehículos pesados, aumento de las cargas por eje autorizadas, fatiga).

2.1.2 Organización y personal

- Organización.
- Recursos humanos dedicados a las estructuras existentes o nuevas.
- Número de personas y su cualificación a distintos niveles.

La definición de la política exige un análisis previo de las posibles organizaciones en función de los recursos humanos disponibles.

2.1.3 Recursos técnicos

- Medios básicos para las inspecciones (por ejemplo: vehículos, equipos de vigilancia).
- Herramientas técnicas para las inspecciones (por ejemplo: métodos fáciles de utilizar sobre el terreno para evaluar el estado de las estructuras, ensayos no destructivos).

Es evidente que si no se dispone de unos equipos mínimos, o de medios financieros para recurrir a la subcontratación, es imposible garantizar un control mínimo de las estructuras. En tal caso, no es posible hablar de política de vigilancia. Hoy en día existe una demanda creciente de medios de investigación no destructivos, fáciles de utilizar y que den una estimación fiable de los parámetros adecuados para evaluar el estado de un puente.

2.1.4 Otros problemas técnicos

- Obras sin interrupción del tráfico.
- Comprobación de los puentes existentes con las normas actuales.

La realización de obras sin interrumpir el tráfico supone un problema importante, sobre todo cuando el tráfico no puede desviarse o en las zonas urbanas. Los propietarios de las estructuras y los usuarios están cada vez menos dispuestos a aceptar los trastornos causados por los embotellamientos, los retrasos o las disminuciones locales de la seguridad.

Pocos países disponen de normas específicas para la comprobación de los puentes existentes.

2.1.5 Herramientas de gestión de puentes

- Software.
- Conexión con la gestión de carreteras (por ejemplo, el SIG).

La elección del software debe estar condicionada por una metodología previamente definida, y no a la inversa. El Sistema de Información Geográfico (SIG) podría constituir una herramienta muy importante para coordinar las obras y reducir al mínimo las molestias a los usuarios del itinerario afectado. Por ejemplo, con la ayuda de un SIG podría ser conveniente, tanto desde el punto de vista económico como del social, cambiar las juntas de dilatación aprovechando la reparación de la calzada, aunque el estado de las juntas no exigiese todavía su sustitución.

2.2 Situación actual en los países de África

Los resultados de la misma encuesta obtenidos en países de África (se recibieron 7 respuestas de países africanos) ponen de relieve dificultades análogas:

- Falta de presupuesto.
- Falta de recursos humanos, en particular de personas con la cualificación y formación adecuadas.
- Falta de equipos y herramientas (por ejemplo, vehículos de inspección).
- Edad y estado actual del patrimonio de estructuras: existencia de puentes en mal estado, con falta de conservación en el pasado.
- Cargas del tráfico de vehículo pesados.
- Normas de proyecto.

Se ha invitado a dos países africanos (Madagascar y Sudáfrica) a realizar una presentación en el Congreso de Durban para ilustrar la situación actual y las perspectivas de la gestión de puentes (ver § 4).

3 - SISTEMA DE GESTIÓN DE PUENTES - TEMAS TRATADOS POR EL C11

Los temas importantes que debía tratar el Comité se definieron teniendo en cuenta los objetivos del Plan Estratégico de la AIPCR para el Tema Estratégico 4: Gestión y Administración del Sistema de Carreteras. Concretamente, los puntos que guardan relación con el área de trabajo del Comité son los siguientes:

- 4.1 Desarrollar, mejorar y poner en práctica procesos de gestión del patrimonio.
- 4.2 Sistemas de gestión y tecnológicos en un sistema integrado de transporte.
- 4.4 Coordinación eficaz entre los gestores de la red, los explotadores y la comunidad.
- 4.5 Utilización más eficaz del presupuesto para carreteras.
- 4.8 Estructura organizativa y gestión por objetivos de eficacia en las Administraciones de Carreteras.

Para intercambiar información entre países y destacar las prácticas más adecuadas, el Comité, de acuerdo con los objetivos del Plan Estratégico, decidió trabajar en los tres temas que se indican a continuación, relativos al estado actual de los sistemas de gestión de puentes y a las medidas de eficacia utilizadas. Los tres temas se apoyaron, en un principio, en los resultados de los cuestionarios preliminares y complementarios distribuidos a los miembros del Comité.

1. Gestión del patrimonio:
 - Gestión de puentes en relación con la gestión del patrimonio.
 - Estudio comparativo de las actividades de gestión de puentes.
 - Reparación de puentes sin interrupción del tráfico.
2. Gestión por objetivos de eficacia:
 - Hacia una gestión por objetivos de eficacia de los puentes.
 - Resultados de una encuesta sobre la gestión de puentes en los países de Asia y Australasia y en los países de África.
3. Estado de los puentes y otras estructuras
 - Indicadores para el comportamiento de los puentes y para el establecimiento de prioridades entre las acciones.
 - Encuesta sobre las acciones de rehabilitación de puentes de hormigón.

3.1 Gestión del patrimonio

3.1.1 Gestión de puentes en relación con la gestión del patrimonio

Se han estudiado las ideas/filosofías en las que se basan los sistemas de gestión del patrimonio existentes o en desarrollo, así como el intercambio de datos entre estos sistemas y los sistemas de gestión de puentes. En este contexto, los sistemas de gestión del patrimonio incluyen la gestión global de todos los elementos constitutivos de las infraestructuras: carreteras, puentes, túneles y todo tipo de equipamiento (barreras de seguridad, pórticos de señalización, farolas, etc.), así como otros elementos que pueden ser gestionados por las Administraciones de Carreteras o de Puentes (por

ejemplo: equipos de construcción y conservación, bienes inmuebles y recursos humanos).

No existe una definición oficial mundial sin ambigüedad de lo que es un sistema de gestión del patrimonio, pero el Grupo de Expertos de la OCDE en Sistemas de Gestión del Patrimonio (IM1) y la FHWA (Federal Highway Administration, encargada de la gestión del patrimonio en los EE.UU.) han trabajado sobre este tema durante un cierto tiempo y, más o menos, han definido la norma o enfoque para el desarrollo de los sistemas de gestión del patrimonio. Por consiguiente, el presente estudio sigue, en general, el trabajo de la OCDE y la FHWA. Los componentes de un sistema de gestión del patrimonio se presentan en la Figura 1.

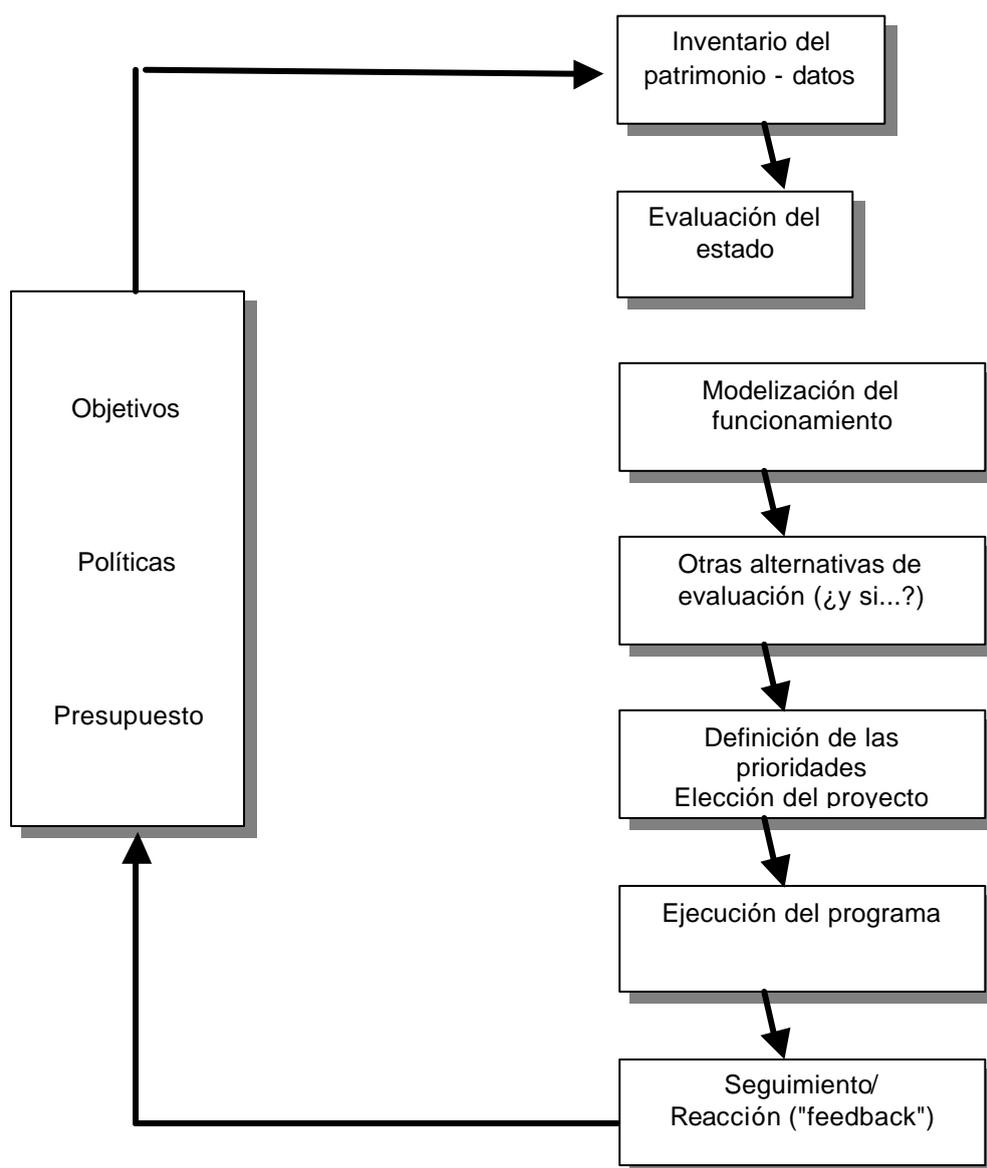


Figura 1 – Componentes incluidos en el estudio de gestión del patrimonio

Los objetivos para implantar un sistema de gestión del patrimonio se basan principalmente en la demanda de una gestión de las infraestructuras más eficaz en relación con los costes, con recursos humanos más reducidos, y orientada hacia la seguridad y satisfacción de los usuarios. Para alcanzar estos objetivos, la metodología y la organización son aspectos cruciales.

El sistema de gestión de las infraestructuras, a nivel del conjunto del patrimonio, se constituye generalmente integrando los diferentes sistemas de gestión existentes para las distintas familias de elementos que componen este patrimonio. Estos sistemas de gestión existentes se completan entonces con modelos de evaluación de la eficacia, de definición de prioridades y de selección entre diversas variantes, o con cualquier otro elemento que pueda ser necesario. La información intercambiada entre los sistemas de gestión del patrimonio y los de gestión de puentes comprende datos básicos del inventario: localización, tamaño, tipo/material, edad y, en algunos casos: valor de los puentes, datos hidráulicos, límite de carga, coste e historial de las reparaciones, información sobre el tráfico en la carretera y sobre el volumen de tráfico.

Los datos sobre la evaluación del estado y otros elementos que se citan como susceptibles de ser intercambiados entre los sistemas de gestión del patrimonio y los de gestión de puentes son los siguientes:

- Descripción de los daños.
- Puntuación del estado.
- Descripción de la conservación/reparación.
- Coste de la conservación/reparación.

3.1.2 Estudio comparativo de las actividades de gestión de puentes

El objetivo de este estudio consistía en comparar las siguientes actividades esenciales relacionadas con la gestión de puentes en los diferentes países miembros del C11:

- Inventario.
- Inspección (5 tipos diferentes, incluidas la evaluación del estado y la de los daños).
- Definición de las prioridades entre obras.
- Realización de tareas de explotación, mantenimiento preventivo u obras de reparación.
- Cualificación y formación del personal.
- Gestión de los transportes excepcionales.
- Medición de la satisfacción del usuario.
- Medición de la satisfacción del personal.
- Programas de investigación y desarrollo.

Todas estas actividades se comparan basándose en los siguientes criterios:

- Filosofía.
- Método.
- Magnitud.
- Registro y almacenamiento de datos.
- Frecuencias.
- Organización.
- Cualificación del personal.
- Coste.

Con el fin de realizar comparaciones generales, se recogen también datos sobre el patrimonio de puentes y sobre la red viaria.

El informe se finalizará en 2003.

3.1.3 Reparación de puentes sin interrupción del tráfico

La gestión del tráfico durante las obras de reparación o de conservación constituye una de las cuestiones que hay que tratar dentro del tema general de la gestión del patrimonio.

Esta cuestión había sido abordada anteriormente por el Comité C11, cuyo trabajo se recogió en el informe del Comité para el Congreso de Marrakech de 1991 (Referencia AIPCR 19.11.B) y en el documento "Reparación de puentes sin interrupción del tráfico" (Referencia AIPCR 11.03.B).

Se comprobó que el informe de Marrakech había cubierto los aspectos principales de la reparación de puentes sin interrupción del tráfico y que las principales conclusiones seguían siendo válidas, por lo que se decidió actualizar dicho informe utilizando la experiencia adquirida por el Comité después de su publicación y proponer el informe actualizado como artículo para Routes/Roads (nº 317, enero de 2003). En este artículo se tratan los siguientes aspectos:

- Restricciones del tráfico (política de información y aspectos económicos).
- Regulación del tráfico y seguridad en el trabajo.
- Inspecciones e investigaciones complementarias (medios para trabajar sin interrumpir el tráfico).
- Consideraciones generales sobre la conservación y la reparación (tales como la importancia de la planificación, de la seguridad estructural y de los puentes provisionales).
- Conservación y reparación de los elementos de los puentes (sustitución de soportes, juntas de dilatación, capa de impermeabilización, pavimento, elementos estructurales).
- Reacción ("feedback") sobre el diseño de los puentes para facilitar la reparación sin interrupción del tráfico y reducir la conservación al mínimo.
- Investigación y desarrollo.

3.2 Gestión por objetivos de eficacia

3.2.1 Hacia una gestión por objetivos de eficacia de los puentes

En la gestión de las estructuras y en la definición de las prioridades de las obras las consideraciones determinantes han sido tradicionalmente las de tipo técnico, pero muchos países están aplicando cada vez más, como complemento a estos criterios técnicos, políticas que tienen más en cuenta:

- Las demandas de los usuarios de las infraestructuras, que pueden ser considerados como clientes.

- Consideraciones económicas para la utilización óptima de los fondos públicos y la justificación basada en la mejor relación calidad/precio ("best value"), con el fin de responder a la creciente demanda social de seguridad vial.

Como consecuencia, es preciso desarrollar nuevos conceptos y herramientas.

El Comité C11 de la AIPCR ha recogido información sobre los sistemas de gestión de 18 Administraciones de Carreteras centrales y locales de Asia, Australia, Europa, América del Norte y África, mediante preguntas sobre los siguientes temas:

- Demandas de los usuarios, de los propietarios de las infraestructuras y de la comunidad.
- Sistemas de gestión de las estructuras.
- Costes y beneficios para el usuario; concepto de coste del ciclo de vida.
- Impacto de los costes vinculados con el tráfico.
- Seguridad (de los usuarios, de la estructura).
- Temas más centrados en consideraciones económicas como son el coste del ciclo de vida, el tipo de descuento, etc.

El objetivo del coste del ciclo de vida es poder comparar de manera racional las ventajas de soluciones alternativas, teniendo en cuenta, además de los costes iniciales (costes de construcción), todos los costes futuros. Estas comparaciones pueden hacerse cuando se están considerando nuevos proyectos o durante la vida de un proyecto cuando hay que escoger entre diversas estrategias de gestión.

Entre los costes futuros considerados se incluyen generalmente todos los de conservación, explotación, demolición y sustitución. Aunque el proceso se refiere a costes, deben tenerse también en cuenta todas las ventajas e ingresos futuros.

Aunque este enfoque resulta claramente muy atractivo, su aplicación a los puentes plantea algunas dificultades, relacionadas especialmente con la larga vida de las estructuras:

- Incertidumbre sobre las necesidades de conservación:
Los puentes son tradicionalmente estructuras con una vida muy larga, que a nivel del proyecto sobrepasa generalmente los 100 años. Intentar determinar cuáles serán las necesidades de conservación a lo largo de toda su vida para los puentes que se construyen ahora constituye un ejercicio arriesgado.
- Incertidumbre sobre la evolución del tráfico y de las cargas.
- Tipo de descuento:
Calcular costes y beneficios futuros basándose en los actuales tipos de descuento elevados (por ejemplo, del 6% en muchos países) no tiene sentido más allá de unos 30 años. Por esta razón, el coste del ciclo de vida, que es muy apropiado para proyectos de vida corta, plantea una serie de dificultades cuando se trata de proyectos de vida muy larga, como las infraestructuras de carreteras.

3.2.2 Resultados de la encuesta sobre la gestión de puentes en los países de Asia y Australasia y en los países de África

Ver las principales conclusiones de estas encuestas en el § 2 del presente informe.

3.3 Estado de los puentes y otras estructuras

3.3.1 Indicadores para el comportamiento de los puentes y para el establecimiento de prioridades entre las acciones.

Una encuesta inicial sobre la situación actual de los sistemas de gestión de puentes y las medidas de eficacia utilizadas, seguida por cuestionarios complementarios personalizados, permitieron determinar la eficacia de los actuales sistemas de gestión de puentes en dos áreas específicas:

1. Criterios utilizados para evaluar el comportamiento de los puentes, relacionados en especial con los siguientes aspectos:
 - Seguridad.
 - Vialidad, incluyendo la funcionalidad.
 - Estado estructural (adecuación/deterioro).
2. Indicadores considerados en el establecimiento de prioridades para la reparación, la rehabilitación y la sustitución de los puentes, incluidos factores tales como:
 - Daños y defectos.
 - Utilidad para el uso público.
 - Relación coste/beneficio para el propietario de la red y el usuario de la carretera.
 - Eficacia de la conservación realizada.

El informe presenta las conclusiones extraídas en los aspectos siguientes:

- Resultados de la encuesta.
- Eficacia de los sistemas de gestión de puentes.
- Formulación de recomendaciones respecto a las medidas de la eficacia que podrían utilizarse para los sistemas básicos y para los más complejos.

Esta información puede ser de utilidad a los propietarios de los puentes para documentar el comportamiento de los puentes y otras estructuras y para hacer un seguimiento de dicho comportamiento. Con ella se complementa un informe anterior de la AIPCR titulado "Hacia un indicador de estado de los puentes" (referencia AIPCR 11.05.B), así como un informe realizado en el ciclo precedente por el Comité C11 con el título "Adaptación y modificación de los puentes para responder a las demandas socio-económicas" (referencia AIPCR 11.07.B).

3.3.2 Encuesta sobre las acciones de rehabilitación de puentes de hormigón

El objetivo de este estudio consiste en:

- Identificar y evaluar las prácticas actuales eficaces para diferentes acciones de rehabilitación de puentes aplicables a la mayoría de éstos.
- Proporcionar a los ingenieros ejemplos prácticos de diversas soluciones alternativas para la rehabilitación de puentes.

El informe elaborado presenta un análisis de las acciones de rehabilitación de las estructuras de hormigón, así como orientaciones para futuras actividades de investigación, basándose en 22 ejemplos prácticos de diversos tipos de reparaciones reunidos mediante la distribución de un cuestionario preliminar y otro suplementario a los que contestaron 9 Administraciones de Carreteras entre los años 2001 y 2002. En el análisis se tratan los siguientes puntos principales:

1. Tipos principales de daños y defectos en los elementos constitutivos de los puentes de hormigón, así como sus causas.
2. Inspección, investigación y diagnóstico.
3. Metodología para la elección de soluciones de rehabilitación.
4. Acciones de rehabilitación para resolver los problemas creados por la penetración de sal/cloruros, el hielo, las sobrecargas, el drenaje insuficiente, la construcción defectuosa, etc.
5. Investigación y desarrollo que se necesitan en los campos de:
 - Auscultación para completar la inspección visual y determinación de la durabilidad del hormigón mediante métodos no destructivos, como parte de un enfoque más amplio.
 - Técnicas de rehabilitación y refuerzo.

4- PRESENTACIONES DE CONFERENCIANTES INVITADOS

Con el fin de generar un debate sobre los futuros temas de trabajo para el Comité, se ha invitado a dos conferenciantes a realizar sendas presentaciones.

El objeto de estas contribuciones es que dos países africanos (Madagascar y Sudáfrica) expongan la forma en que han definido su política de gestión de puentes, la organización y las herramientas puestas en práctica, las dificultades encontradas, los desarrollos futuros previstos y las expectativas.

- **Gestión de los puentes en Madagascar**

por D^a Célestine RAZANAMAHEFA – Directora de Obras de Fábrica, Obras Marítimas y Obras Fluviales del Ministerio de Obras Públicas de Madagascar

En 1997, el Ministerio de Obras Públicas de Madagascar, con el apoyo de la Unión Europea, reinició las actividades de gestión e inspección de puentes (un total de 3.000 puentes sobre una red de 15.000 km), tras constatar, con motivo de la aplicación de la Instrucción Técnica de 1988, una serie de dificultades de carácter material y organizativo. En consecuencia, se definió una política para toda la red viaria y se adoptó una estrategia que incluía lo siguiente:

- 1) *Realización de un inventario sistemático e introducción de una inspección de referencia.*
- 2) *Implantación de un sistema de inspección con dos niveles: inspección continua e inspección periódica (visita anual e inspecciones detalladas).*
- 3) *Programación de la conservación ordinaria y la especializada.*
- 4) *Determinación de los puentes que deben ser rehabilitados.*

Desde 1997, esta estrategia se ha materializado en lo siguiente:

- *Implementación de la red de puentes.*
- *Realización de estudios y obras en diversos ejes.*
- *Medidas de acompañamiento: formación de las partes interesadas en los puentes y otras estructuras (Administración, empresas, autoridades locales, etc.).*

Hasta la fecha se han realizado las dos terceras partes del inventario.

- **Perspectiva sudafricana sobre la gestión de puentes y algunos problemas específicos encontrados**

por D. Edwin Kruger – Bridge Network Manager – The South African National Roads Agency Limited (miembro corresponsal del C11)

Esta presentación tratará de la implantación del nuevo sistema de gestión de puentes adoptado por la South African National Roads Agency. Se explicarán las razones por las que se ha adoptado este sistema y cuáles son sus diferencias con otros sistemas. Se discutirá asimismo el sistema de indicadores de comportamiento de los puentes que adoptará la Agencia para el conjunto de la red viaria. Se darán ejemplos de la forma en que se han utilizado el índice global prioritario (OPI: "Overall Priority Index") y otras

informaciones para determinar y clasificar los proyectos de reparación. Se abordarán también los distintos métodos empleados para asignar a las empresas las reparaciones y los problemas encontrados en el proyecto de las reparaciones de puentes. Finalmente, se expondrán algunos problemas específicos surgidos en Sudáfrica en relación con los puentes.

5 - CONCLUSIONES Y TEMAS FUTUROS

Se ha comprobado que existen diferentes situaciones y distintos estados de las estructuras según los países. Dentro de una perspectiva a largo plazo, se precisa una estrategia global para los grandes patrimonios nacionales de puentes, así como importantes acciones de conservación. Esto resulta esencial para disponer de una red viaria eficaz en una situación en que los fondos y otros recursos son limitados.

El tema de la "gestión de puentes", en sentido amplio, incluye todas las actividades relacionadas con la forma en que el propietario construye, explota y conserva sus puentes, tanto a escala de red como a nivel de proyecto, con el fin de conseguir una conservación ordinaria sencilla y de minimizar las obras de reparación y las molestias para los usuarios de las carreteras.

Un sistema de gestión de puentes constituye una herramienta de ayuda para la organización y la toma de decisiones en la definición de programas y presupuestos – anuales y a largo plazo– de conservación y de mejora. El sistema de gestión de puentes debe ser capaz de tratar los siguientes aspectos:

- Estado general de cualquier puente de la red.
- Estado de elementos específicos de los puentes.
- Plan potencial de conservación y rehabilitación.
- Coste de tales planes durante la vida de servicio, con una asignación óptima de los fondos.

Una conservación y gestión apropiadas y sistemáticas se basan en la inspección y evaluación de la estructura del puente. Desde el punto de vista de los recursos humanos, los inspectores de puentes deben tener una formación suficiente y debería suministrárseles un manual adecuado. La vigilancia, los ensayos no destructivos y los ensayos de carga constituyen medios eficaces para evaluar el estado de los puentes. Conviene insistir en la necesaria continuidad de los recursos humanos y financieros.

Como recomendaciones para el futuro, se puede indicar que es posible hacer frente a los desafíos que se indican a continuación:

- Mantener la función y el estado de los puentes, que están sometidos a cargas y tráfico crecientes, con una conservación limitada.
- Coordinar las obras de conservación en el conjunto de la red basándose en sistemas de gestión mejorados gracias al crecimiento de las bases de datos y a la utilización de nuevas herramientas analíticas y objetivas,

aplicando tecnologías mejoradas –técnicas de investigación no destructivas, técnicas de rehabilitación rentables, mejores herramientas para la gestión de puentes– y políticas apropiadas.

Hay muchos campos en los que resultaría muy útil prolongar el trabajo del C11 en el futuro. El objetivo consistiría en identificar –basándose en los debates e intercambios, sin duda fructíferos, con los asistentes al Congreso– algunos temas sobre los que sería conveniente que trabajara el C11 en el próximo ciclo.

Con el fin de iniciar el debate, se indican a continuación algunas propuestas del C11:

Durabilidad:

- Conservación limitada y sencilla.
- Proyecto y medidas constructivas para aumentar la duración de las estructuras.
- Proyecto y conservación sostenibles de los puentes.
- Tecnología para prolongar la vida de las estructuras existentes y nuevas.
- Calidad de las obras de reparación.
- Reacción ("feedback") sobre el proyecto de nuevos puentes.

Métodos de investigación:

- Ensayos no destructivos.
- Evaluación del estado y fuerza del pretensado.
- Sensores de vigilancia.

Financiación relacionada con la conservación

Seguridad:

- Gestión de riesgos en situaciones graves.
- Aspectos legales para los puentes existentes.
- Gestión basada en las probabilidades.
- Modelización del comportamiento futuro.

Equipos (proyecto, construcción, conservación)

Gestión de los puentes históricos

Coste del ciclo de vida

Se debería recomendar asimismo que el trabajo del Comité C11 cubra no solamente los puentes, sino también otras estructuras viarias como son los muros de contención, pórticos, etc.