

Las normas UNE-ISO 55000 y las carreteras

UNE-ISO 55000 Standards and Roads

Comité Técnico de Conservación y Gestión
Grupo de trabajo: Patrimonio

Resumen

La aparición de las ISO 55000 y su posible aplicación, en realidad no supone una revolución sino más bien una sistematización de una serie de conceptos que ya se habían desarrollado en el campo de las infraestructuras de carreteras. Sin embargo son muy pocas las administraciones de carreteras que hayan aplicado realmente esos principios de la gestión del patrimonio. Del análisis del conjunto de las ISO 55000 se deduce que se trata de una guía que puede ser de gran utilidad para facilitar la gestión. Se presentan los principios generales de la gestión en la ISO 55000 y después las ISO 55001 y 55002 desarrollan los requisitos que deben cumplir los sistemas. En realidad los sistemas deben ser la materialización de los principios. Se reseñan también el desarrollo en distintas administraciones de la gestión del patrimonio. Por último se hacen una serie de recomendaciones para la aplicación a la redes de carreteras como pudieran ser las españolas.

Abstract

The appearance of ISO 55000 and its possible implementation is not really a revolution but rather a systematization of a number of concepts that had already been developed in the field of road infrastructure. However, very few road administrations have actually applied these principles of asset management. From the analysis of the set of ISO 55000, it follows that this is a guide that can be very useful to facilitate management. The general principles of management are presented in ISO 55000 and later ISO 55001 and 55002 develop the requirements that the systems must fulfill. In reality systems must be the materialization of principles. It is also outlined the development in different administrations of the asset management. Finally, a series of recommendations are made for the application to road networks such as the Spanish ones.

Introducción

Hace algo más de dos años que se publicó la ISO 55000, que se había venido gestando desde hacía un tiempo. Las BS (British Standard) ya habían publicado con anterioridad la PAS 55 en las que se inspira la ISO.

La ISO 55000 trata sobre la «gestión del patrimonio» como traducción de «*asset management*». Parece que hay otra posible traducción que sería la de «gestión de activos». Aunque ambas son equivalentes, la palabra patrimonio tiene ciertas connotaciones que se pueden asociar con entidades tan duraderas como son las carreteras, y que además se pueden transmitir de unas generaciones a otras.

En realidad la acuñación del término proviene del mundo financiero, pero se ha trasladado al mundo de las realidades físicas más propias de la actividad de los ingenieros. La industria del automóvil, del transporte marítimo y ferroviario, y hasta los propios bancos han desarrollado distintas formas para gestionar su patrimonio físico. La aplicación al mundo de las infraestructuras del término Gestión del Patrimonio se inicia a mediados de los 80 en Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos y el Reino Unido, pero no es hasta avanzados los 90 que se extiende la utilización de esos principios.

Hacia muchos años que en el mundo de la carretera se había empezado la gestión más o menos sistematizada del patrimonio utilizando diversas herramientas de ayuda a la toma de decisiones para el mantenimiento y mejora de las redes. Se empezó con el desarrollo de los llamados sistemas de gestión particulares. Habría que destacar el de firmes, fundamentalmente porque representan una parte muy considerable del patrimonio viario de una red, y porque es una de las partes que exige más fondos para su conservación, debido al proceso de deterioro que sufren provocado por las cargas de los vehículos y otros factores. Para los puentes se siguió el ejemplo de los firmes y también se desarrollaron los correspondientes sistemas de gestión.

Poco a poco fueron ampliándose las miras y objetivos de estos sistemas específicos y se empezó a considerar su integración en una concepción más amplia. Pero la palabra sistema parecía constreñir lo que se pretendía y se optó por tomar solamente la «gestión del patrimonio», desechando a la denominación «sistema de gestión del patrimonio». Se pretendía así reservar el término de gestión del patrimonio para una convención más conceptual en la que se incluyeran una serie de principios que debían regir a los procesos de toma de decisiones y a las repercusiones que tendrían.

Los sistemas serían herramientas que ayudaría en unos procesos de cierta amplitud. Verdaderamente se pretendía así, hacer ver que por encima de los sistemas deben estar unos principios conceptuales. No se trata de una idea des-



cabellada si se tiene en cuenta una cierta tendencia que hay de dar a los sistemas, y especialmente si se esconden dentro de una «caja negra», una autoridad para predecir y decidir desorbitada. Los usuarios de esos sistemas, en ocasiones, se entregan a los resultados como si se tratara de auténticos oráculos indiscutibles. De ahí el acierto que supone establecer un escalón superior en el que se encuentran unos principios y visiones, que deben ser el sustento de los sistemas, pero no al revés. Evidentemente, esos principios también deben estar sometidos al continuo escrutinio para poder ser mejorados y para que la actividad se adapte mejor a los fines que se persiguen.

El camino que se ha descrito ha sido liderado por algunas administraciones de carreteras y de organizaciones de distinto tipo. Habría que mencionar a la AASHTO, FHWA, AUSTROAD, TRB, HWA, pero también la AIPCR que en el comité de gestión hace unos cuantos períodos que se viene encargando de avanzar en la gestión del patrimonio.

Merece especial mención los trabajos realizados por el TRB en el que bajo las siglas NCHRP 20-24(11) de noviembre de 2002 recogía un proyecto ambicioso para una guía sobre gestión del patrimonio para las Agencias de Carreteras de Estados Unidos. (*Cambridge Systematics 2002*)

Perspectiva

Ya en su momento se adoptaron en la literatura y por parte de algunas administraciones de carreteras muchos de los conceptos que ahora se incorporan en la ISO 55000 y que pudieron resultar un poco desconcertantes por el significado que se les daba a algunas expresiones.

En ese sentido este tipo de normas suele chocar con la mentalidad de muchos de los técnicos e ingenieros. La falta de concreción y la invocación a principios generales

no suelen ser del gusto de muchos que prefieren manuales con especificaciones claras y detalladas. Curiosamente es el mundo anglosajón, al que se considera que asume unos postulados de carácter muy práctico, el que produce un material que aparentemente posee un alto contenido teórico y poco concreto. Podría pensarse que el mundo ha cambiado sus paradigmas, y que los anglosajones han abandonado el empirismo por la vaguedad de la teoría y los latinos hemos abrazado el mundo de la practicidad.

Tal vez las cosas no sean exactamente así. En realidad en el mundo anglosajón nunca se ha abandonado el empirismo, entendiendo como tal el método de explicación que se basa en la experiencia y observación. Tampoco es cierto que en otras latitudes no se haya adoptado cierto grado de empirismo. Pero ciertamente, los postulados basados en principios de autoridad o en deducciones teóricas tienen un excesivo predicamento en nuestro acervo técnico. Tal vez una buena aproximación a la realidad fuera asumir una mezcla de racionalismo y de empirismo que, que en una adecuada proporción, pueden ser de gran utilidad. No obstante, hay que reconocer que la recopilación y análisis de cantidades ingentes de datos es más propia del mundo genuinamente empírico que del racionalista, como ocurre con el «data-mining».

Tal vez los procesos de aprendizaje sean un tanto complejos y el paso del detalle a lo general o visión de conjunto sea un tanto complicado. Cuando se aborda por primera vez una tarea se suele dedicar mucho tiempo a los detalles de funcionamiento, entre otras razones, porque no suelen funcionar a la primera o porque no se prevé una interacción con otras partes del proceso general lo que exigirán adaptaciones posteriores. Cuando se tiene una experiencia considerable en bregar con esas dificultades es cuando se está en disposición de hacer recomendaciones a otros de carácter general. La dificultad es que los que son nuevos en esa disciplina no se suelen sentir cómodos con esas recomendaciones generales y su natural impaciencia les lleva a desarrollar elementos concretos haciendo caso omiso de esas recomendaciones tan generales. Probablemente cuando empiecen a surgir las dificultades es cuando se hace necesario recapacitar y dar su justo valor a esas recomendaciones tan amplias y aparentemente vagas.

Las ISO 55000

Puede darse así la bienvenida a esa forma en que se presenta esta norma que se divide a su vez en otras dos. Así la ISO 55000 se dedica a los principios y a la visión de conjunto de la gestión del patrimonio; la ISO 55001 aborda los requisitos para los sistemas de gestión del patrimonio, y la ISO 55002 a las recomendaciones para la aplicación de la 50001. Puede parecer un galimatías, pero como se ha mencionado anteriormente, el sistema de gestión del patrimonio está servicio de la gestión del patrimonio. Yen-



do de lo más general a lo particular por encima de todo estaría la Gestión de la Organización, siendo la Gestión del Patrimonio la actividad coordinada de la organización para valorar sus activos. Por debajo estaría el Sistema de Gestión del Patrimonio que comprende una serie de herramientas que facilitan la Gestión del Patrimonio. Es decir, la Gestión del Patrimonio abarca una serie de principios y objetivos que se consiguen por medio de herramientas como sería el Sistema de Gestión del Patrimonio.

En definitiva se distingue la actividad general de lo que son las herramientas. Por tanto, en una se incluyen una serie de principios que conforman un edificio de carácter intelectual que utilizan la otra que son los sistemas para conseguir sus fines.

Esas distinciones que parece que poseen un componente muy abstracto o sutil, son verdaderamente útiles. Los sistemas deben ser herramientas al servicio de unos fines como son la gestión de los activos, pero que no deben confundirse con ella. Es algo que ocurre con frecuencia que se sitúan a los sistemas por encima de los objetivos a los que sirven cuando son solo un instrumento. Muchos tendrán la experiencia de sistemas que esclavizan a los que los usan de tal forma que parecen rígidos inamovibles y caprichosos. (..hay que hacerlo así porque lo exige el sistema...).

También ocurre que a instrumentos como los programas de ordenador se les da un valor de infalibilidad excesiva, cuando en realidad son creaciones humanas sujetas a todo tipo de imperfecciones, y que además, se encuentran por debajo de la propia concepción del sistema que debería ser el ámbito al que se circunscribe el programa. Desde un punto de vista de amplitud jerárquica estaría en el nivel más alto la Gestión del Patrimonio que se encontraría al servicio de la organización. En el siguiente escalón estaría el Sistema, y por debajo los programas de ordenador y otros elementos.

En el texto se reconoce que no todas las acciones de la gestión del patrimonio estarían cubiertas por los sistemas. Así, aspectos que pueden tener un influencia determinante en la consecución de los objetivos como la «cultura», el liderazgo, la motivación o la costumbre, no se pueden formalizar dentro de un sistema de gestión.

Conviene señalar que en todas las normas se indica que están concebidas para la gestión de activos físicos, pero que se pueden utilizar para otro tipo de activos.

También se indica que no entra dentro de los objetivos de estas normas las funciones económicas, contables o técnicas, aunque evidentemente en la gestión de activos deben incluirse todos esos aspectos.

Las definiciones

Aunque como se ha visto el campo de las clasificaciones es siempre un tanto borroso, pues los límites no son siempre muy claros y a veces se comparten características entre dos objetos que se pretenden definir. Tal vez sea un afán académico de introducir en cajones estancos objetos que en realidad no caben en ellos, pues se desparraman hacia otros. Sin embargo, este tipo de clasificaciones y definiciones presentan la virtualidad de ayudar en la reflexión y discernimiento sobre la organización de actividades. Ni los límites son claros ni comprenden absolutamente todo lo que podrían contener, pero de nuevo suponen una ayuda en la persecución de un logro final como es el de conseguir que las organizaciones y Administraciones consigan sus objetivos.

En ese sentido se quiere advertir al lector el papel que desempeña la palabra Sistema, y cómo cambian las definiciones cuando acompaña o no a la Gestión del Patrimonio.

La Gestión del Patrimonio

La Gestión, según la ISO 55000 abarca el balance de los costes, las oportunidades y riesgos de conseguir los objetivos en diferentes escenarios temporales. Permite que la organización o Administración examine las necesidades, el comportamiento deseado de los activos o elementos en varios niveles. Todo esto en el marco del ciclo de vida que abarca desde el nacimiento hasta el final de la vida de un elemento e incluso su valor o potencial residual.

Se entiende que debe estar fundamentado en las siguientes peculiaridades:

- Valor
- Adecuación
- Liderazgo
- Aseguramiento

El valor se refiere a la aceptación de que el activo no tiene utilidad en sí mismo, sino que depende del servicio que preste. Ese valor puede ser tangible, intangible, monetario o no. Ese aspecto es fundamental, pues ocurre con mucha

frecuencia que la atención se fija más en aspectos meramente materiales de los activos y se olvida la función que cumplen. En el caso de una red de carreteras se da el caso de gestores que se encuentran muy involucrados en la acción cotidiana que pierden la noción de los fines para los que están concebidos los elementos de las carreteras. En ese sentido habría también que considerar a los activos no solo en función de su valor de reposición, sino sobre todo en función del valor que representan para los usuarios. Así cualquier indicador que se usara para la gestión debería ir condicionado por la afección a los usuarios, tanto en términos de intensidad como de cantidad. La propia ISO propugna una declaración de esos valores y que la gestión esté enfocada en ellos a lo largo de la vida del elemento, considerándolos como elementos esenciales en la toma de decisiones.

La adecuación o alineación se refiere a la materialización de los objetivos de la organización en planes, toma de decisiones y otras actividades. Se propugna la gestión basada en los procesos de toma de decisiones en la planificación y en la asunción de los riesgos que conllevan esas actividades. Para ello es necesaria la integración de otras funciones de gestión como los recursos humanos, la gestión económica u otros. Esa función es la que debe inspirar al desarrollo y mantenimiento del Sistema de Gestión.

Por liderazgo entiende la capacidad de involucrar a todos los estamentos de la organización para conseguir los objetivos. Se indica que es necesaria la definición de funciones, la capacitación y compromiso de todos los miembros y por último la consulta dentro y fuera de la organización

Se considera que el Aseguramiento garantiza que se cumplan los objetivos. Se trata de establecer procesos que controlen que se están cumpliendo los objetivos y que de forma permanente se establezcan procesos de evaluación que den lugar a una mejora continua de la gestión.

Sistemas de Gestión del Patrimonio

Se trata de un conjunto de herramientas que incluyen los sistemas de gestión de la información, procesos, planes y políticas que permiten que se consigan los objetivos de Gestión del Patrimonio.

La gestión puede abarcar a varios elementos e implicar a distintos departamentos de una organización y su implantación supone una decisión de tipo estratégico. La ISO 55001 especifica los requisitos de estos sistemas de forma más específica.

Se propugna una implantación temprana, pues se puede ir completando y mejorando con el tiempo a la vez que se van obteniendo los beneficios de la racionalización de la gestión.

El propio sistema actúa como fuente y acicate para introducir mejoras en la gestión. También mejora los flujos



de comunicación dentro de la organización favoreciendo la integración y la adopción de medidas que garanticen la sostenibilidad ambiental y energética.

Desde el punto de vista económico son evidentes las mejoras que se producen cuando se integran los aspectos técnicos y económicos ayudados por una gestión de los riesgos que inherentes a los procesos de toma de decisiones.

La integración de distintas bases de datos que contengan información, la mejora en la formación y motivación del personal, la comunicación interior y exterior son algunos de los beneficios de estos sistemas.

En el texto se señalan siete fundamentos sobre los que se debe apoyar el Sistema de Gestión

- Contexto de la organización
- Liderazgo
- Planificación
- Apoyo
- Operación
- Evaluación
- Mejora

En el contexto se incluyen todos los condicionantes desde físicos, políticos, económicos hasta los internos relacionados con la propia «cultura» de la organización. Las demandas de los actores, usuarios, asociaciones u otros deben tenerse muy en cuenta.

El liderazgo atañe a los máximos responsables ya a todos los relacionados con la implantación del sistema que deben establecer unos adecuados cauces de información, así como de la adecuada dotación para conseguir los fines.

En cuanto a la planificación se propugna el desarrollo de un Plan Estratégico de la Gestión del Patrimonio que se debería conectar con otras actividades de la organización.

Se necesitan apoyos de muchas partes de la organización, pues suelen ser muchos los departamentos o unida-

des que se relacionan con los bienes patrimoniales de una organización.

La operación del sistema se apoya en el diseño de mecanismos y procesos que permiten que el sistema cumpla sus objetivos. Se advierte de que la contratación externa de esta actividad supone la adición de cierta complejidad para su control.

En cuanto a la evaluación del propio sistema, se reconoce que se trata de una tarea compleja. Se trataría de valorar si han se han cumplido o no los objetivos que se pretenden con la utilización de los Sistemas de Gestión.

La mejora continua es un fin que debe integrarse en todas las actividades de una organización y por tanto a la Gestión del Patrimonio como a los Sistemas de Gestión. La respuesta a las solicitudes y la evaluación continuada son fuentes privilegiadas de mejoras.

Integración

Se propugna la constitución de los sistemas a partir de otros sistemas existentes, si los hay. Se cita como ejemplos los sistemas de calidad, de seguridad y salud, de gestión ambiental u otros. Utilizando los sistemas existentes se producen ahorros, se acortan tiempos y se mejora la aceptación interna.

Las ISO 55001 e ISO 55002

En ellas se detallan y desarrollan los principios mencionados en la ISO 55000 relacionados con los Sistemas de Gestión del Patrimonio. Un vez más se recuerda que tanto la 55001 como la 55002 se refieren a los Sistemas en el sentido de que los Sistemas de Gestión del patrimonio están al servicio de la Gestión del Patrimonio.

La ISO 55001 aborda los requisitos que deben cumplir los Sistemas de Gestión y la ISO 55002 es una guía en donde se muestran las directrices para aplicar la ISO 55001.

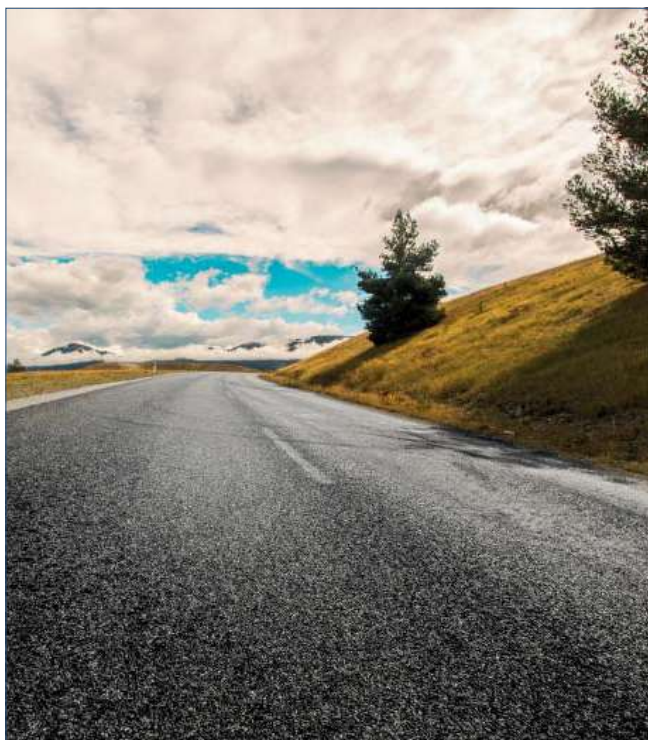
Aplicación a las redes de carreteras.

A finales de los 60 (1967) se iniciaron los Sistemas de Gestión de Firms y algo más tarde a finales de los 80 (1987) los Sistemas de Gestión de Puentes. Se trataba de gestionar los activos, o elementos del patrimonio viario que requerían de una mayor atención, pues cada cierto tiempo era necesario actuar sobre ellos. En realidad dentro del valor patrimonial de una red podían no ser los elementos de mayor coste, pero sí los que presentaban una vida más corta y que, especialmente en el caso de los firms, y algunas partes de los puentes, se podían modelizar con una cierta aproximación lo que venía ocurriendo en la realidad. En España es a finales de los 80 y principios de los 90 en que alguna concesionaria y después el Estado y varias Comunidades Autónomas inician la implantación de los Sistemas de Gestión de Firms.

En realidad esos sistemas son el cimiento donde se apoya la gestión racional y sistemática de los fondos dedicados a conservación. Se trata de los elementos que demandan más fondos y que además lo hacen con una cierta periodicidad. Los puentes por su parte suponen una preocupación para muchas administraciones, y aunque su valor patrimonial sea considerablemente menor su conservación reviste un aspecto ciertamente crítico.

Es difícil determinar cuando surgió el concepto de Gestión del Patrimonio aplicado a las carreteras. Parece que fue en Nueva Zelanda y a raíz de un informe del Auditor General en 1993 manifestando las deficiencias contables en la de gestión de las infraestructuras, que se forzó a que en 1996 se dictara una ley obligando a desarrollar planes de Gestión del patrimonio para un horizonte de 10 años. Previamente, en 1995, se había constituido el National Asset Management Steering (NAMS). A raíz de ahí varias administraciones de carreteras, del ámbito anglosajón, inician una reflexión sobre el significado y alcance del término. En un primer momento no se distinguió entre la Gestión y el Sistema, y después se tomó una línea muy similar a la de las normas ISO. En algunos de esos países la Gestión del Patrimonio de Carreteras se ha implantado con el apoyo de un cuerpo legislativo que conmina a las administraciones a sistematizar y a organizar la gestión, contabilizando el valor de los activos, su estado y las previsiones en un plazo determinado.

La Gestión del Patrimonio ampliaba la visión y el alcance de los sistemas de gestión particulares. Por una parte trataba de integrar todos los elementos de la red de carreteras de forma que las decisiones que se tomaran sobre distintos elementos particulares fuera además la más eficaz para todo el conjunto. Por otra parte se adoptaban una serie de principios inspirados en la gestión de cualquier empresa con



aportaciones como pudiera ser la orientación a los clientes. En realidad muchos de los principios de Gestión del Patrimonio se aplicaban, pero no de forma explícita dentro de un paquete organizado, estructurado y documentado.

Como se ha mencionado son muchas las organizaciones que han desarrollado documentos sobre el asunto como AASHTO, TRB, FHWA, OCDE, Austroads, Department of Transport UK. La Asociación Mundial de la Carretera desde el año 2000 se viene dedicando desde grupos de trabajo a comités técnicos dedicados a la Gestión del Patrimonio.

Hay varios aspectos en los que es necesario ampliar los métodos y sistemas. Entre ellos se cuenta la integración de los activos que se gestionan con sistemas particulares como los firms, los puentes o la conservación rutinaria. Otros activos también deberían incorporarse como las obras de tierra, los túneles y otras instalaciones. También es necesario emplear el análisis de gestión de riesgos, pues todos los elementos están sometidos a ciertos riesgos, pero alguno de ellos es prácticamente el único factor que puede determinar su vida. Es decir, para algunos elementos se pueden establecer modelos que de alguna forma se aproximen a la evolución que con el paso de las cargas o del tiempo vayan a sufrir. En otros casos es más difícil hacer esa previsión y solo la consideración de un riesgo potencial puede ocasionar su deterioro.

Redes de carreteras españolas

En lo que se refiere a las carreteras españolas convendría introducir una serie de indicadores y medidas que racionalicen y ayuden a una gestión más eficaz como serían:



- **Nivel de servicio:** Es necesario que se vaya explicando este concepto y que sea la base para una gestión de activos que de alguna forma comprometa a los gestores de más alto nivel delante de los ciudadanos; de esa forma podrían conocer con un cierto grado de certidumbre lo que pueden esperar. Ese grado de incertidumbre también debe comunicarse a los ciudadanos para que asuman que no existe el riesgo cero, y que si lo hubiera tendría un coste infinito. El nivel de servicio se mediría mediante una serie de indicadores que resumieran una situación más compleja.
- **Coste del ciclo de vida de una infraestructura.** Es necesario conocer los costes que ocasionan las infraestructuras desde su concepción, construcción, mantenimiento hasta su final: Así se puede prever con antelación las actuaciones necesarias. Esos costes irán ligados muy estrechamente a las exigencias de calidad marcadas por los niveles de servicio. Se trata, por tanto, de una herramienta de ayuda para la planificación a medio y largo plazo.
- **Valor Patrimonial:** No se puede gestionar algo de lo que se ignora su valor. Sin esa referencia no se pueden tomar decisiones sobre si los fondos destinados al mantenimiento y rehabilitación son proporcionados al valor del elemento. Además, es imprescindible en la rendición de cuentas, pues la preservación de un patrimonio común tan valioso como son las carreteras justificaría la necesidad de dedicar unos determinados fondos para no perderlo y mantener el servicio que prestan a los ciudadanos.

- **Consultas a los usuarios:** Toda gestión debe estar orientada a los que van a disfrutar o sufrir las consecuencias de las decisiones que se tomen. Por tanto, las Administraciones deberían informar primero y consultar después con los ciudadanos, pues son los auténticos propietarios de los bienes y, además, son los que los usan y las pagan.

Resumen y conclusiones

La UNE-ISO 55000 y sus añadidos aunque de alguna forma marcan unos principios, requisitos y guías que ya se recogían en la literatura, supone un instrumento útil pues recoge elementos que podrían estar dispersos. Puede servir de base a los que emprendan la implantación de una Gestión del Patrimonio y de punto reflexión, comparación y confrontación a los que ya han empezado esa labor. De nuevo hay que considerar que se trata de principios con un cierto grado de abstracción que requieren un esfuerzo de asimilación para poder obtener todo los beneficios que pueden proporcionar. Como se indica en el inicio de cada uno de los textos, la norma no se dedica al desarrollo de herramientas técnicas, económicas, ni contables que, sin embargo, serán parte fundamental de los sistemas particulares, y será cada organización la que deba desarrollarlos. Lo que sí proporcionan esos textos son una ayuda para facilitar la coherencia y un primer peldaño en el proceso de mejora continua de la gestión de las organizaciones y en especial de su patrimonio que es el instrumento con el que, en el caso de las carreteras, se presta un servicio, que es el valor por excelencia de una red de carreteras.

Bibliografía

- New Zealand National Asset Management Support Group (NAMS). Quick Guide to Meeting ISO 55001 Requirements – 2014
- Department for Transport. Highway Infrastructure Asset Management Guidance Document. Londres 2013
- NZ Transport Agency. State Highway Asset Management Plan 2012–2015. Wellington 2012
- Highways Agency. Asset Maintenance and Operational Requirements. Manchester 2011
- Cambridge Systematics. Transportation asset management guide. Preparado para el National Cooperative Highway Research Program Project, 2002.
- Gutiérrez-Bolívar O., Achútegui Viada F. Implementation of Pavement Management System in Spanish State Road Network. Third International Conference on Managing Pavements. TRB, NRC. San Antonio, Texas. Mayo 1994
- AENOR. UNE-ISO 55000:2015. Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología. 2015
- ISO. ISO 55000:2014. Asset management -- Overview, principles and terminology. 2014

Fotografías: Diseñado por Pressfoto - Freepik.com



Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



REPSOL

Inventemos el futuro

Repsol Lubricantes y Especialidades, S.A.
Más información en **[repsol.com](https://www.repsol.com)**

Colapso del puente del Guadarrama en la M-527. Autopsia y enseñanzas



The Collapse of the Bridge Over the Guadarrama River in the M-527 Road. Autopsy and Teachings

Belén Peña

*Ing. de Caminos, Canales y Puertos.
Dirección General de Carreteras.
Comunidad de Madrid.
Jefe de Área de Conservación y
Explotación de Carreteras.*

Pedro Berruezo

*Ing. de Caminos, Canales y Puertos.
Dirección General de Carreteras.
Comunidad de Madrid.
Subdirector General de Construcción,
Conservación y Explotación*

Javier León

*Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos.
ETS de Ingenieros de Caminos, C. y P. UPM.*

Resumen

El 29 de mayo de 2015 se hundió el puente que proyectara el insigne ingeniero Alfredo Páez en 1957. Una sencilla estructura de vigas, de apenas 18 m de luz, pero singular en sus formas y en su proceso constructivo. Una estructura de gran valor patrimonial, aunque desconocido, por los valores técnicos que encerraba y que prestó servicio durante 57 años sin incidencia alguna. Su colapso fue noble, dúctil, advirtiendo de su final. En este artículo se presentan las conclusiones de la autopsia y algunas reflexiones acerca de las enseñanzas que cabe extraer para la gestión del patrimonio de puentes.

Abstract

On May 29th 2015 collapsed the bridge designed in 1957 by the eminent engineer Alfredo Páez. A rather simple deck, simply supported, made up of prestressed segmental beams 18 m span and a top slab, very original in forms and erection procedure. A structure of important, although not recognised, technical virtues that completed 57 years of service without symptoms or apparent problems. The collapse was noble, ductile, announcing its end. The main conclusions derived after the autopsy and some thoughts related to the management of the bridge heritage are presented.

1. Ámbito y propósito

El 29 de mayo de 2015 se hundió el puente que, en 1957, proyectara el insigne ingeniero Alfredo Páez. Una sencilla estructura de vigas, de apenas 18 m de luz, pero singular en sus formas y en su proceso constructivo. Una estructura de gran valor patrimonial por los valores técnicos que encerraba y que prestó servicio durante 57 años sin incidencia alguna. Su colapso fue noble, dúctil, advirtiendo de su final y con lecciones que los autores de este artículo quieren extraer para que aprendamos los ingenieros responsables del mantenimiento. En ese sentido, se presentan en este artículo los resultados más significativos de la autopsia realizada.

Conviene admitir que el aludido “valor patrimonial” [2] es un concepto difuso porque se entremezclan conceptos estéticos, utilitarios, científicos, históricos, paisajísticos, económicos, sociológicos, políticos y simbólicos. Afecta a aspectos tangibles, no siempre cuantificables, y a aspectos intangibles, casi nunca cuantificables. La referencia [3] contiene, a estos efectos, una propuesta de acercamiento a este concepto que concita los tres principios vitruvianos [4] de Belleza (*Venustas*), Firmeza (*Firmitas*) y la Utilidad (*Utilitas*) o función. Esta estructura parecía exhibir un sobrio equilibrio entre las tres virtudes, sin sobrepasar ninguna de ellas a las otras dos, pero no era del todo así. La *Firmitas* estaba muy comprometida por culpa de la corrosión de las armaduras de pretensado, a pesar de que no había síntomas realmente alarmantes.



Figura 1. Rembrandt van Rijn, La lección de Anatomía de Nicolaes Tulp (1632, 169,5 x 216,5 cm. Mauritshuis, La Haya, Holanda)

2. Ubicación y descripción de la estructura

La estructura se hallaba en el PK 1+600 de la carretera M-527 (fig. 2 y 3) que administra la Comunidad de Madrid, entre la N-VI y el enlace con la carretera que une El Escorial y Guadarrama, a la entrada del Valle de los Caídos.

La estructura estaba inventariada con el código 0459 en el sistema de gestión de la Comunidad de Madrid, y había sido inspeccionada en 2007, con una calificación global aceptable, salvo deterioros que se juzgaron menores.

Tras el colapso se buscó toda la información disponible del puente, obteniéndose los datos siguientes². En primer lugar, la sucinta ficha del puente en la referencia [5], que sitúa a esta estructura entre las más antiguas de las obras de hormigón pretensado de España (fig. 4). En segundo lugar, los datos que pueden extraerse de la referencia [6], del CEHOPU, de extraordinario valor en este caso. En efecto, este trabajo de autopsia ha sido posible gracias al mérito de quienes archivaron esta información y la pusieron a disposición pública.

La estructura, según los planos del proyecto original [6], era como se muestra en la fig. 5: un tablero de 13 vigas de longitud total 18,30 m y luz libre entre intradós de estribos de 17,00 m, con rasante horizontal.



Figura 2. Ubicación de la estructura



Figura 3. Vista de la estructura en sentido creciente de los PK hacia el oeste (Google Earth) pocos meses antes del colapso

¹ La autopsia (fig. 1) fue siempre fuente de enseñanzas en el ámbito de la Medicina y campo fuente para la analogía metafórica [1], de gran valor pedagógico.

² Fue el ingeniero de caminos D. Juan Jesús Álvarez quien alertó a los autores de este artículo de la singularidad de la obra y de la existencia de la ficha de este puente en la publicación [5].

Autores del proyecto: Lamberto de los Santos y Alfredo Páez

Empresa del proyecto: A.M.S.A.

Sistema: Barredo

Fecha de la construcción: 1958

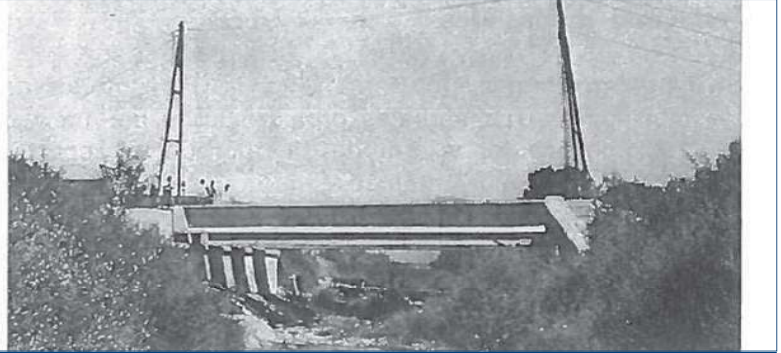


Figura 4. Extracto de la ficha del puente según [5]

Las vigas presentaban una sección transversal singular y tenían otra particularidad para la época: no había riostras, de forma que el reparto transversal quedaba confiado a la rigidez de la losa superior, pretensada transversalmente. La fig. 6 muestra el pretensado longitudinal y, con más detalle, la forma de la sección transversal, en la que las protuberancias que se advierten en la parte superior de las alas, de trasdós curvo presumiblemente para ahorrar peso y ganar en superficie adherente, eran cantos rodados de 6 cm insertados en la masa aún fresca del hormigón de las dovelas de las vigas prefabricadas, con el fin de mejorar la capacidad frente a esfuerzo rasante de conexión viga-losa. A dicha conexión contribuían igualmente barras (lisas, como el resto de las armaduras pasivas) Ø8 cada 0,24 m en sentido longitudinal de cada viga. Cada una de las 13 vigas, idénticas, estaba formada por dovelas de 1,20 m de longitud enlazadas longitu-

dinalmente entre sí por alambres de pretensado dispuestos con trazado rectilíneo dentro de cada dovela, pero con sus vértices, en los puntos de encuentro entre dovelas, dispuestos a lo largo de una parábola de segundo grado.

En la fig. 7 se muestra la configuración de los estribos, de hormigón en masa de carácter ciclópeo y unas impostas rotundas formadas por piezas de granito. Merece la pena destacar que el estribo 1 (el situado al este, hacia Villalba) actuaba de punto fijo y en él se apoyaban las vigas sobre unas láminas de plomo que no se han encontrado en el proceso de demolición, mientras que en el lado oeste (estribo 2) el tablero apoyaba sobre unos péndulos, que eran unos prismas octogonales apoyados sobre una lámina de plomo en el altar del estribo, que presentaba unos cajeados para albergar tales piezas, y otra lámina de plomo dispuesta en la parte alta, en la que apoyaban las vigas.

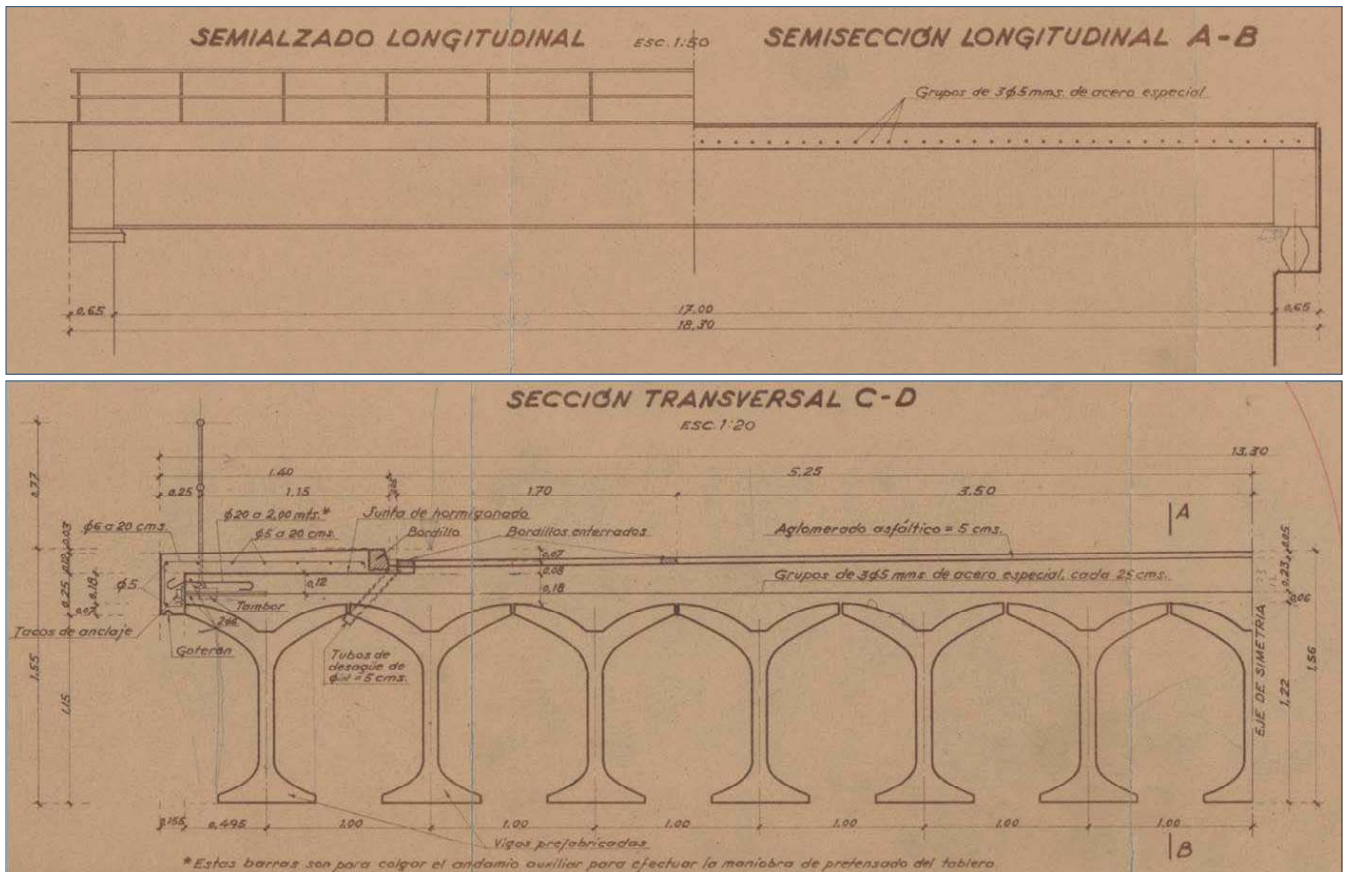


Figura 5. Alzado y sección transversal del puente [6]

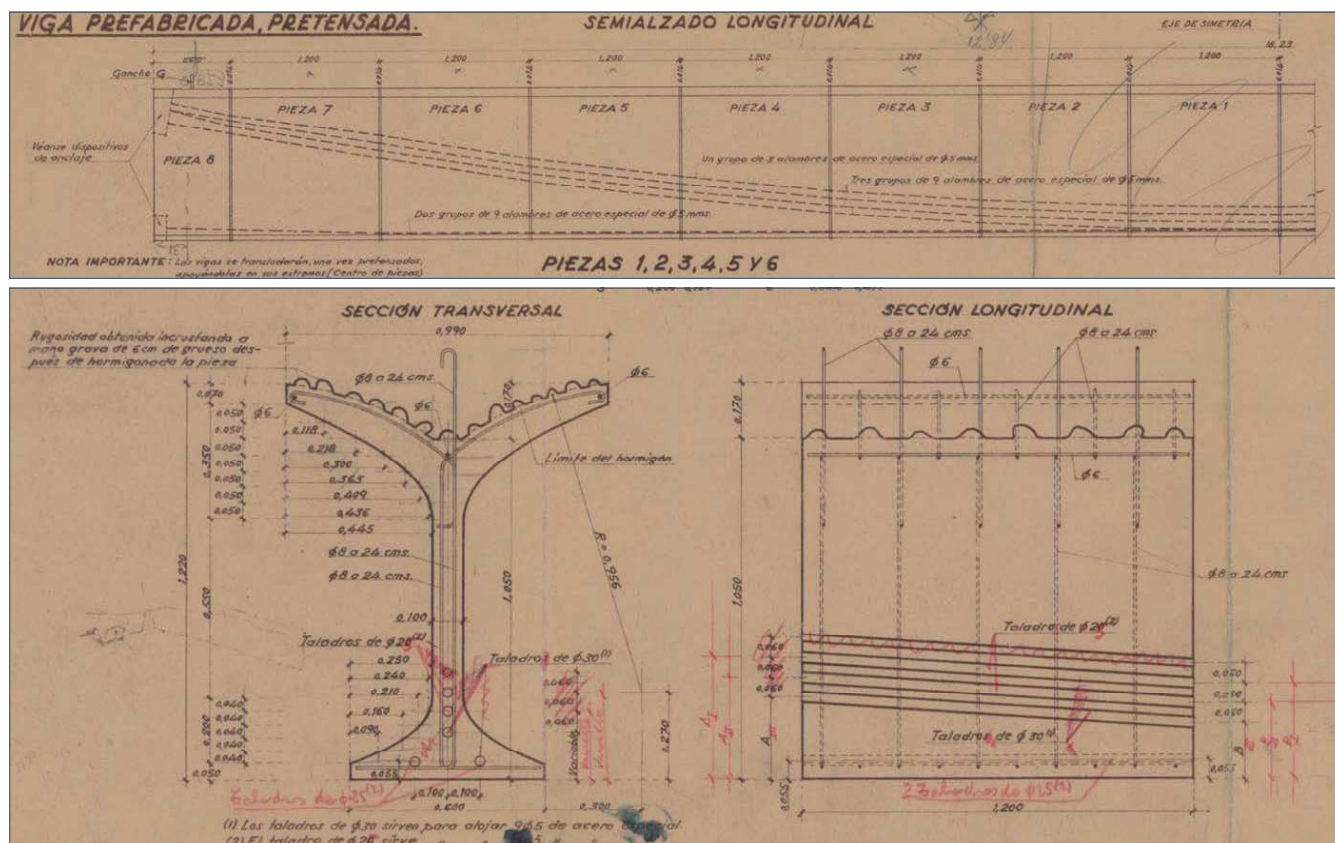


Figura 6. Configuración del pretensado longitudinal y detalle de la sección transversal de las vigas

La fig. 8 muestra una de las leyendas de los planos, la que hace referencia a las características de los materiales. Se utilizaba ya el concepto de resistencia característica, que se introdujo en la HA-57 del Instituto Técnico de la Cons-

trucción y del Cemento (precursora de las Instrucciones de hormigón estructural en España), a la que no eran ajenos, sino más bien protagonistas, los ingenieros Páez y Torroja. Cabe destacar también que los planos prescriben que, tras

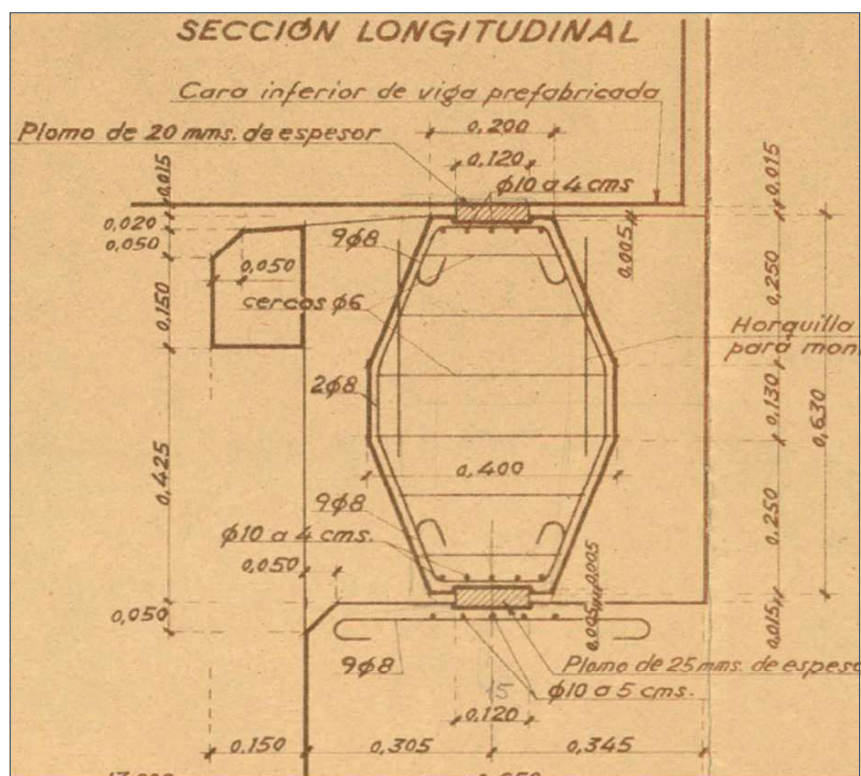


Figura 7. Configuración de los estribos

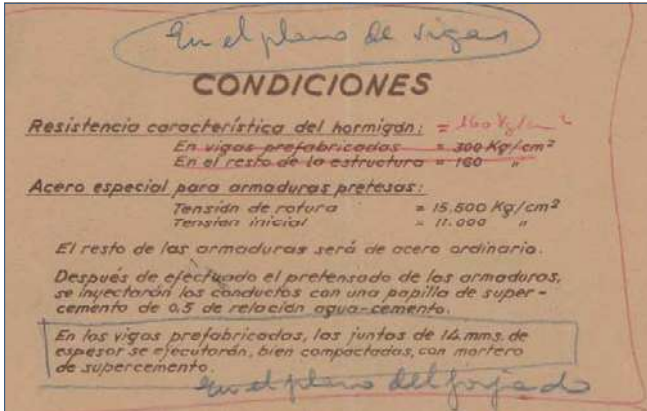


Figura 8. Notas de los planos originales relativas a los materiales y la inyección

el tesado, se inyectarán los conductos con una papilla de supercemento de 0,5 de relación agua-cemento. Sin embargo, no se ha encontrado en los planos definición alguna de los procedimientos de inyección, ni de sus dispositivos, particularmente en la armadura longitudinal, pues la transversal iba alojada en unas ranuras que, tras el tesado, se rellenaron con la aludida papilla mediante simple vertido.



Figura 9. Corte de la calzada en la tarde del 28 de mayo de 2015 tras detectar un conductor un extraño en la plataforma. (Cortesía de Javier de Juanas de ACEINSA.)



Figura 10. Vista de la viga 1 (lado izquierdo) en la tarde del 28 de mayo de 2015. (Cortesía de Javier de Juanas de ACEINSA.)

3. Colapso de la estructura

En la tarde del jueves 28 de mayo, el conductor de una furgoneta detectó una irregularidad en el pavimento a la altura del puente (fig. 9), dando cuenta de ello a la Guardia Civil. Cortada la carretera por orden de los técnicos de la Comunidad de Madrid y con los medios de la empresa ACEINSA de conservación integral del tramo, se pudo comprobar el poco convencional modo de fallo que se observa en la fig. 10.

En la fig. 11³ se muestra el aspecto de la plataforma en la mañana del 29 de mayo, con un cierto progreso en la flecha con relación a la observada la víspera, progreso que también se observa al comparar la fig. 12 con la 10. En la fig. 13 se presenta el estado de las vigas, con dovelas separadas pero no en una única sección transversal del tablero, sino en sitios diversos, situación que, lógicamente, desconcierta al inspector de estructuras que no está acostumbrado a ver escenas de este tipo.

La fig. 14 muestra una de las juntas, ocultas bajo el pavimento, a cuyos lados se hicieron unas marcas para



Figura 11. Vista de la plataforma a las 12:02 del 29 de mayo de 2015



Figura 12. Vista de la viga 1 (lado izquierdo) a las 11:55, aprox., del 29 de mayo de 2015. Se aprecian las juntas entre dovelas

³ Las fotografías de las figs. 11 en adelante fueron tomadas por los autores los días 29 de mayo y siguientes.

tener una idea de la evolución de los corrimientos, que fueron progresando hasta el colapso. Con el fin de comprobar si cabía algún margen para que el tablero se aco-

dalara contra los muretes de los estribos, se accedió a su lateral (figs. 15 y 16) y se pudo observar que los altares estaban limpios y que, tras los extremos de las vi-



Figura 13. Vista de la cara inferior del tablero desde lado izquierdo hacia E-2. Vigas rotas en secciones diferentes



Figura 16. Giro del tablero en lado derecho de E-2. Apoyo sobre péndulo



Figura 14. Junta oculta bajo pavimento pero abierta. Al final de la mañana del 29 de mayo, crecía la abertura a razón de 1 cm/h



Figura 17. Tablero colapsado hacia a las 14:45 del 29 de mayo de 2015. Vista desde E-1



Figura 15. Giro del tablero en lado derecho de E-1

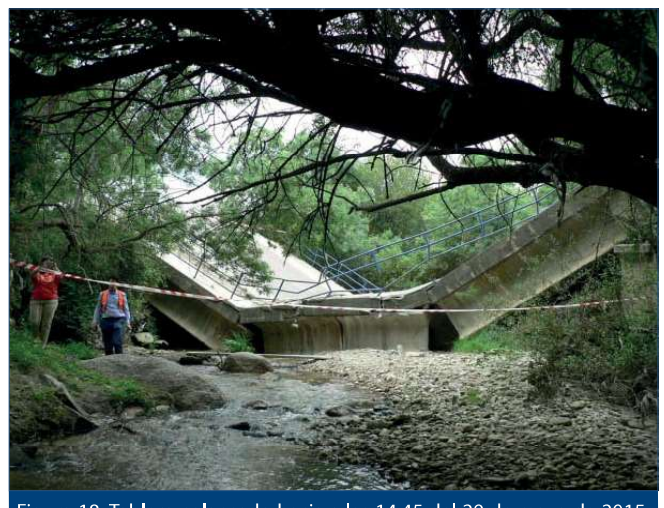


Figura 18. Tablero colapsado hacia a las 14:45 del 29 de mayo de 2015. Vista desde lado izquierdo