

The logo consists of the letters 'A', 'X', and 'A' in a bold, sans-serif font. The 'X' is a dark blue color, while the 'A's are black.

UNA REVISTA DE ARTE Y ARQUITECTURA

Rubén Rodríguez Elizalde
Ingeniero Civil y Geólogo
Doctorando en Arquitectura y Patrimonio
M^a Isabel Sardón de Taboada y José M^a García de Miguel
Directores de Tesis

La Carta de Riesgo como herramienta de gestión y mantenimiento de bienes construidos

UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO

Villanueva de la Cañada, MMXVII



© del texto: el autor.

Enero 2017

<https://www.uax.es/publicaciones/axa.htm>

© de la edición: *AxA. Una revista de arte y arquitectura*

Universidad Alfonso X el Sabio

28691 - Villanueva de la Cañada (Madrid)

Editor: Felipe Pérez-Somarriba - axa@uax.es

Co-editora: M^a Isabel Sardón de Taboada . msarddet@uax.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo ni su almacenamiento o transmisión, ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista

Datos de Contacto del Autor: Rubén Rodríguez Elizalde

Departamento. Ciudad

e-mail: elizalde@citop.es



RESÚMEN:

Las estructuras y las construcciones se deterioran; por muy bien ejecutadas que estén, por muy bien que se hayan calculado y proyectado los elementos, el paso del tiempo y un sinfín de factores, endógenos y sobre todo exógenos, van castigando y malogrando los materiales. Por otro lado, hay que tener en cuenta que el modelo productivo dentro del campo ingenieril y arquitectónico está cambiando: hemos sufrido, y estamos sufriendo aún, una de las peores crisis económicas de los últimos años y eso ha tenido su repercusión en el sector; frente a la situación que se tenía hace diez o quince años, que se acometieron un sinfín obras de gran envergadura, algunas de las cuales rozaban el disparate por su desproporción, ahora nos encontramos en la necesidad de algo que, desde el punto de vista político, tiende a guardarse en el cajón del olvido: las construcciones han de conservarse y han de mantenerse. Y en eso ha de consistir el cambio en el modelo productivo: no se trata ya tanto de construir elementos nuevos, sino de mantener los que ya se tienen para ir asegurando su funcionalidad y, al mismo tiempo, haciéndolos cada vez mejores. Para determinar sistemas y procedimientos que permitan programar las actuaciones de conservación, nació a mediados de los noventa en Italia la Carta de Riesgo: un sistema aún no suficientemente conocido que, de desarrollarse plenamente, permitiría programar las intervenciones de conservación, sin dar lugar a que los daños se produzcan de forma efectiva, lo que sin duda reportaría grandes beneficios, especialmente a nivel económico.

PALABRAS CLAVE:

Carta de Riesgo, Conservación, Mantenimiento, Rehabilitación, Vida útil

ABSTRACT: (EN INGLÉS).

Buildings and structures are constantly aging and deteriorating. In spite of being very well executed, calculated and projected, the passage of time and many other factors, endogenous and especially exogenous, are punishing and failing the constituent materials.

On the other hand, it must be taken into account that the productive model in the engineering and architectural field is changing. We have suffered and we are suffering still one of the worst economic crises that has been known throughout the History. It has had a terrible impact on the construction industry. Ten years ago, buildings of great proportions were executed, some of them unnecessary. Now, in contrast, we need to focus our efforts on preserving and maintaining the large number of structures have been built. That is the change in production model mentioned above: It is not a question of building new elements: it is necessary to maintain the elements already in place to ensure their functionality and, at the same time, to make them better and better. In order to determinate procedures for scheduling conservation works, Risk Map was born in Italy in the mid-1990s. It is a system that is not yet sufficiently well-known that, if fully developed, would allow for the programming of conservation interventions, without causing the damage to occur effectively, which would undoubtedly bring great benefits, especially at an economic level.

KEY-WORDS: (EN INGLÉS).

Risk Map, Building Maintenance, Rehabilitation, Lifetime Building

Introducción

La aparición de lesiones en las estructuras, sea cual fuere su configuración estructural y el conjunto de materiales con que hayan sido construidas, es tan inevitable como inexorable es el paso del tiempo y, con él, el desgaste y envejecimiento de los materiales integrantes de la construcción. Desde el mismo momento que una construcción está en su sitio y está cumpliendo su función, ya está empezando a envejecer como cualquier ser vivo (Fig. 1). Hasta la piedra, que se tiene como un símbolo de permanencia e inalterabilidad, experimenta procesos de deterioro, desgaste y envejecimiento, amén de otras enfermedades; si esto le ocurre a la piedra que conforma el esqueleto de las estructuras de fábrica, qué no va a suceder con un material como, por ejemplo, el hormigón.

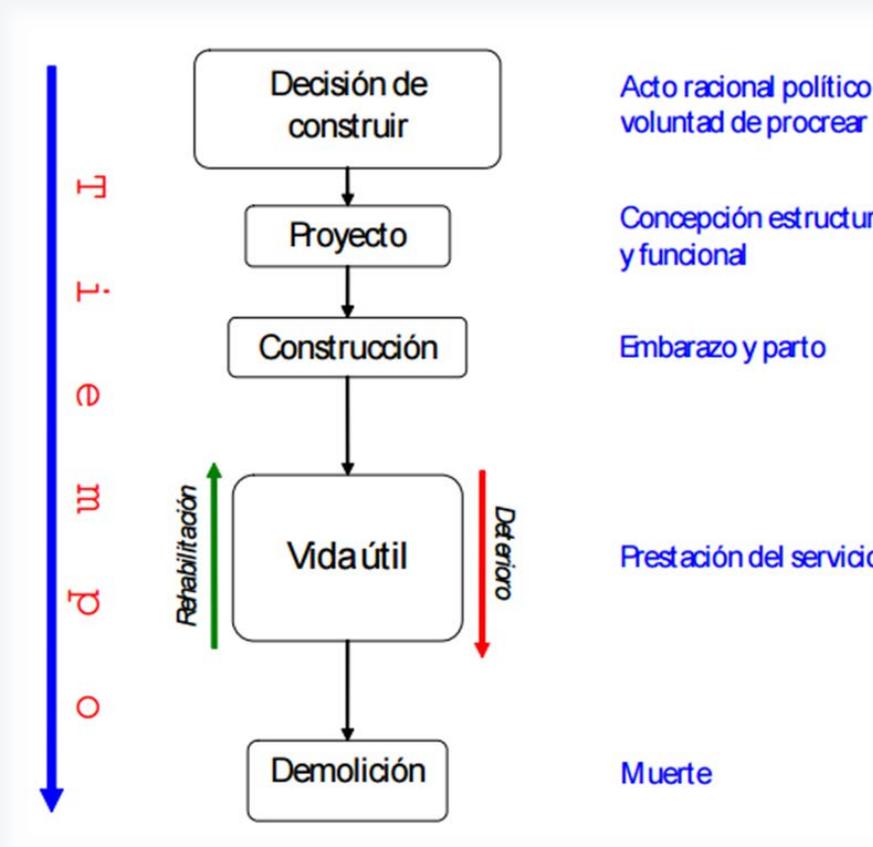


Fig. 1. Ciclo vital simplificado de las construcciones. Esquema de Javier León González.

Así, en el marco de este nuevo modelo productivo del sector al que se aludía en la introducción, se requiere de técnicos que se sepan enfrentar al reto de comprender, de entender, de acercarnos a las estructuras que otros técnicos en su momento proyectaron, calcularon y construyeron, para garantizar que estas estructuras sigan cumpliendo con su función o incluso readaptarla a nuevas necesidades, lo que incluso puede comportar un refuerzo. Para ello, el primer paso es, sin duda, entender el lenguaje de las estructuras, porque las estructuras hablan, y lo hacen a través de la exteriorización de lesiones y daños, lesiones y daños que pueden revelarnos un ineficaz comportamiento estructural, un inadecuado diseño, el empleo de materiales inadecuados o que, por citar solo un ejemplo más, puede revelarnos una escasa resistencia del elemento en cuestión a las inclemencias meteorológicas. Se trata, por tanto, de conocer los males que pueden aquejar a una estructura y, en consecuencia, comprometer la seguridad y el funcionamiento del elemento estructural a medio o largo plazo. Solo conociendo bien los males el técnico sabrá actuar en consecuencia de cara a subsanar tales deficiencias.

Las construcciones, las estructuras, al igual que los seres vivos, experimentan un “ciclo vital” cuyo conocimiento nos ayuda a entender, a situar en su adecuada dimensión cada uno de los aspectos que rodean a las construcciones. En el esquema de la Fig. 1 se recoge de forma simplificada ese ciclo vital de las construcciones; obsérvense las diferentes etapas por las que atraviesa una construcción, en paralelo con las mismas etapas, forzosamente simplificadas, por las que atraviesa un ser humano.

Las fases iniciales (proyecto, construcción), que sin duda son de “vital” importancia, duran poco tiempo: unos meses, si acaso unos pocos años. Puesta en servicio la construcción, ésta presta normalmente su función durante un dilatado periodo de tiempo, mucho mayor que el de gestación. Al cabo de ese periodo de tiempo, cuyo límite es tan impreciso como el de los seres humanos, aunque con otra escala, muchas estructuras perecen, colapsan o se plantea su demolición. Esta última fase es la más breve de todas, apenas un suspiro en comparación con la anterior, llamada “vida útil”. Llama la atención que, a pesar de que se trata del periodo más extenso de la vida de la construcción, se haya dedicado, hasta ahora, muy poco tiempo y esfuerzo y muy pocos recursos económicos e intelectuales a tan importante actividad. Sirva este dato para, humildemente, darle un valor añadido a aquello de lo que va a hablar a continuación el presente artículo.

Si cualquiera analizara las lesiones que puede presentar una construcción o una estructura, tanto de obra civil como de edificación, sacarían varias conclusiones.

1. La mayoría de las lesiones no aparecen de forma súbita o repentina, sino que son el resultado de un lento, pero progresivo, proceso de deterioro.
2. Si el deterioro es atajado a su debido tiempo, por ejemplo, mediante unos trabajos de vigilancia, inspección, conservación y mantenimiento periódicos y adecuados, se puede atajar el mal antes de que éste empiece a desarrollarse. Por seguir con los símiles médicos, sería hacer una campaña de vigilancia médica con sus correspondientes actuaciones paliativas de pequeña envergadura que eviten males mayores.
3. Buena parte de los procesos de deterioro guardan relación directa con las características del entorno en el cual se erige la estructura, siendo el deterioro, por tanto, resultado de la interacción mutua entre el monumento y el entorno o, más correctamente, entre los materiales que conforman el monumento y el entorno.
4. Si conocemos bien el material y conocemos bien el entorno, parte de los procesos de lesión pueden entrar dentro de lo previsible. Por tanto, se puede estar preparado para actuar de forma inmediata tan pronto como aparezcan los primeros síntomas, siempre que, por supuesto, se esté siguiendo y desarrollando una adecuada vigilancia, inspección, conservación y mantenimiento de la estructura. En este sentido, todos los procesos de deterioro de naturaleza química y de naturaleza física cumplirían con esta premisa anterior, y ahí se englobarían más de la mitad de los deterioros habituales de estructuras de fábrica; dicho de otra manera, más de la mitad de los deterioros habituales de estructuras de fábrica son previsibles y, por tanto, atajables.





Fig. 2. Cementerio de Santa Mariña de Dozo, en Cambados (Pontevedra): ejemplo de bello monumento que apenas se mantiene en pie por falta de mantenimiento. Fotografía del autor.

Si a lo anterior se une que los fenómenos ocasionados por un exceso de carga no suelen ser súbitos ni repentinos o que, al menos, no suelen ocasionar el colapso súbito o repentino de la estructura, sino que avisan con antelación y de forma visible de su proliferación, se tendría que también, desarrollando una adecuada vigilancia, inspección, conservación y mantenimiento de la estructura, se podrían atajar tales lesiones a su debido tiempo, evitando actuaciones costosas (Fig. 2).

Naturalmente, quedan otro tipo de daños que son daños fortuitos completamente impredecibles, como son los que ocasionan las catástrofes naturales, para las que incluso hay zonas más proclives que otras. A éstas, habría que añadir los actos vandálicos, que van desde graffitis hasta la mayor barbaridad que se pueda imaginar.

* * *

Partiendo de esta idea nació La Carta de Riesgo (Carta del Rischio, nombre original en italiano). La Carta de Riesgo, o Mapa de Riesgos, es un proyecto que surgió a mediados de la década de los noventa en Italia, en el campo de la tutela del Patrimonio Histórico de ese país. Es una idea que ha venido desarrollando el Istituto Centrale per il Restauro (hoy Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro).

La carta de riesgo, en esencia, consiste en la representación gráfica de las zonas con un riesgo potencial de deterioro o destrucción del Patrimonio Monumental, aglutinando un conjunto de conocimientos en forma de banco de datos, actualizables. Para ello se han de valorar, en una primera fase, los factores de degradación.

Es decir, la Carta de Riesgo tiene como finalidad determinar sistemas y procedimientos para programar las intervenciones de conservación y restauración de los bienes culturales, en palabras del arquitecto Pio Baldi¹, uno de los padres de la Carta de Riesgo.

Se trataría, por tanto, de obtener la mayor información posible para prever y programar, con anticipación, qué intervenciones se deben efectuar con mayor urgencia, teniendo en cuenta las variables del tiempo y de los costes, y sin esperar a intervenir hasta que los daños se hayan producido de forma efectiva, como por desgracia se viene haciendo.

Se estaría hablando, pues, de intervenciones a realizar antes de la producción efectiva de los daños, en detrimento de las tan frecuentes actuaciones de reparación que se acometen después del acaecimiento de los daños. En este sentido, el establecimiento de líneas de trabajo en Conservación Preventiva que realicen una inspección y una intervención (de carácter preventivo) se basa en dos presupuestos señalados por el ya referido Arquitecto Director Vicario, Pio Baldi²:

- Operar con pequeñas intervenciones de mantenimiento y reparación preventiva comporta generalmente inversiones económicas más limitadas respecto a las intervenciones necesarias para la reparación de daños ya acaecidos
- En el sector de la conservación de los bienes culturales, muy a menudo, el daño, una vez ocurrido, es irreparable.

La idea clave de todo esto es, en esencia, que existe una construcción que tiene una serie de materiales; esos materiales, con independencia de su origen, al formar

¹ BALDI, Pio. *La Carta del Riesgo del Patrimonio Cultural* (1992): IAPH, Sevilla, 58 pp.

² BALDI, Pio. *La Carta del Riesgo del Patrimonio Cultural* (1992): IAPH, Sevilla, 58 pp.

parte de la construcción están expuestos a unas condiciones del entorno que hacen que se desencadenen procesos de naturaleza muy diversa; y esos procesos de naturaleza muy diversa pueden acabar desembocando en el deterioro del material y que, gracias al conocimiento multidisciplinar que se tiene en la actualidad, son conocidos y parcialmente previsibles.

Se pueden, por tanto, tener dos tipos de procesos de deterioro: por un lado, los procesos de deterioro inherentes al propio material, que son todos ellos en gran medida predecibles, al ser resultado de la interacción con el entorno y, por tanto, aplicables a efectos de Carta de Riesgo, y por otro lado se tienen los procesos de deterioro por comportamiento estructural, que ya no encajan tanto en el mecanismo de funcionamiento de la Carta de Riesgo.

* * *

Siempre se ha considerado el riesgo como una probabilidad de sufrir una lesión o una posibilidad de sufrir un daño. Por ejemplo, en la actualmente tan desarrollada Prevención de Riesgos Laborales se habla del riesgo como la posibilidad de sufrir un daño derivado del trabajo. Aquí no se va a ser diferente. La Carta de Riesgo reconoce el término riesgo asociado a dos componentes: por un lado, la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno adverso; y, por otro, la consecuencia que el riesgo tiene en caso de materializarse, que es la lesión o es el daño. Por tanto, a estos niveles también hemos de tener cierta cultura preventiva, ya que una vez que el daño se ha manifestado ya el riesgo ha dejado de ser una probabilidad y, en consecuencia, no hay prevención que valga, ya hay que hablar de una terapia de reparación que, sobre todo, evite males mayores.

Convencionalmente, el riesgo es evaluado mediante esta sencilla expresión:

$$R = H \cdot V \cdot E \cdot V_a \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

- *H*: peligro (H del inglés, Hazard). El peligro es una cualidad o una capacidad. Este término está relacionado con las características del fenómeno o los fenómenos negativos propios de la zona geográfica; así, aquí se ponderarían la magnitud, la frecuencia, la duración, etcétera. El peligro se ha de analizar utili-

zando los indicadores de agresividad potencial, a saber: los factores climáticos, el microclima, los agentes contaminantes, las características geomorfológicas del suelo y el subsuelo, las dinámicas demográficas y socioeconómicas. Por lo tanto, el término *H* considera todos aquellos indicadores y parámetros de una situación de peligro, con el fin de caracterizar y conocer su impacto potencial sobre el bien.

- *V*: vulnerabilidad o factor de vulnerabilidad. La vulnerabilidad hace referencia a las peculiaridades de cada elemento y a su deterioro a través del tiempo. Se analiza teniendo en cuenta los distintos tipos de materiales y elementos de construcción, la dinámica de uso, el mantenimiento, etcétera. Bajo el término factor de vulnerabilidad se engloban las características inherentes del bien a proteger, que puede ofrecer una mayor o menor propensión a sufrir daños, o por el contrario una mayor o menor capacidad de respuesta.
- *E*: exposición o factor de exposición. La exposición es un parámetro que tiene en cuenta las características funcionales y de uso de los bienes, para así estimar las consecuencias de un desastre. Es un poco trágico decirlo, pero el componente *E* varía en función del número de personas expuestas.
- *Va*: valor. El valor está estrechamente relacionado con la singularidad del activo y su valor como almacén o museo de otros activos de gran valor. Es decir, es lo que se pone en riesgo y costaría en caso de pérdida. Ciertamente es que se puede pensar que hay cosas que no tienen valor; efectivamente, en la práctica todo intento de correlacionar el valor intrínseco de un activo y su hipotético valor económico es sumamente difícil de cuantificar, sobre todo cuando se habla de bienes patrimoniales.

Así, ya se sabe que, para elaborar una Carta de Riesgo, es fundamental saber valorar los riesgos de deterioro para así priorizar la asignación de recursos para controlarlos. Por tanto, toda Carta de Riesgo ha de aportar las relaciones existentes entre el patrimonio que atesoran los bienes englobados, su estado de conservación y los factores de peligrosidad que puedan producir su deterioro.

La Carta debe contener una distribución territorial de los bienes y debe de aportar información relativa a los factores de peligrosidad ya referidos, inherentes a este conjunto patrimonial, que, de modo genérico y para mayor comodidad he englobado en las siguientes categorías:

- Factores de peligrosidad relativos a la estabilidad y la estanqueidad:
 - Riesgo sísmico
 - Geotecnia (influencia del terreno)
 - Hidrogeología (agua subterránea, lluvia, etc.)
 - Desprendimientos de material

- Factores de peligrosidad relativos al medio ambiente
 - Contaminación atmosférica del entorno (urbana, industrial, etc.)
 - Incidencia de la meteorología específica (microclima)

- Factores de peligrosidad antrópicos
 - Variaciones demográficas
 - Intensidad del uso turístico
 - Abandono de inmueble (falta de conservación)
 - Incidencias de robos, vandalismo, etc.

La Carta determina, además, umbrales y gradación de la peligrosidad de cada uno de los factores, con la consiguiente elaboración de mapas temáticos. El resultado de la Carta aplicada al marco administrativo italiano se puede consultar hoy vía on line, trayéndose aquí un ejemplo al efecto (Fig. 3)



Fig. 3. Representación de la vulnerabilidad sísmica de los bienes inventariados en la ciudad de Palermo, en la isla de Sicilia (www.cartadlerischio.it).

En el marco de lo anterior, y sin perder el horizonte de los postulados de Pío Baldi, la tesis doctoral *Análisis de Modelo de Gestión y Mapa de Riesgos del Patrimonio Monumental en Piedra Aplicable a Cualquier Marco Administrativo* parte del convencimiento de que es mejor prevenir que curar. Dado que en España únicamente la Junta de Andalucía y la Comunidad Autónoma de Madrid han realizado pequeñas incursiones en la aplicación de la técnica italiana al marco del dominio territorial correspondiente, se valora la Carta de Riesgo como una herramienta útil para el fin perseguido.

Dado el extenso Patrimonio en proceso de degradación existente en España, y cuya conservación, por la riqueza y magnitud del mismo, requiere de cuantiosas inversiones y dada también la limitación de los recursos presupuestarios disponibles al efecto, se hace especialmente importante disponer de herramientas de programación que permitan al administrador asignar esos escasos recursos de una forma racional. Por ello, los primeros pasos a dar han de ir orientados a conocer los monumentos que conforman la masa patrimonial y que se desean conservar, verificando, además, el estado en el que se encuentra y las causas que pueden estar interviniendo en su proceso de degradación.

Extrapolar la Carta de Riesgo a cualquier marco administrativo comportaría los siguientes pasos (Fig. 4):

1. Elaboración de mapas y edición de base de datos de los distintos agentes agresivos anteriormente citados.
2. Elaboración de mapas y edición de datos de la ubicación, naturaleza y estado de los materiales de los monumentos.
3. Coordinación de ambos mapas para la determinación del nivel de vulnerabilidad de cada área específica.

El resultado final sería el mapa de riesgos que permitiría la asignación de prioridades a la hora de asignar los recursos para actuaciones de mantenimiento.

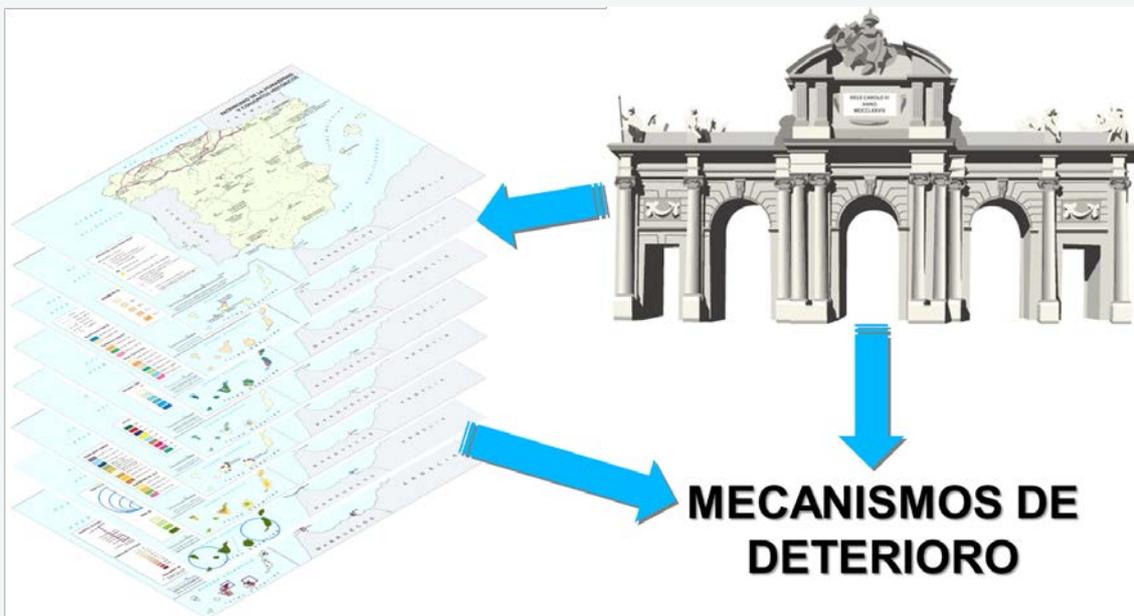


Fig. 4. Representación esquemática de la Carta de Riesgo. Esquema del autor.

La Carta de Riesgo es por tanto un instrumento cuya finalidad es la determinación de sistemas y procedimientos que permitan programar las intervenciones de conservación y restauración de los monumentos. Con ella, abandonando la práctica hoy tan desgraciadamente común y extendida, se podría evitar aguardar hasta que los daños se hayan producido de forma efectiva para intervenir, lo que, además de conseguir un ahorro económico importante, demostraría que conservar y mantener siempre es mejor que aguardar una intervención, al igual que prevenir es mejor que curar.

Bibliografía

- ACCARDO, Giorgio (1992): *Tutela e Informatica: Cartografia y Definición de los Modelos de los Factores de Riesgo*. IAPH, Sevilla, 58 pp.
- BALDI, Pio. *La Carta del Riesgo del Patrimonio Cultural* (1992): IAPH, Sevilla, 58 pp.
- BIANCHI, Alessandro (1992): *Descripción de la Iniciativa "Carta del Riesgo" y Organización de la Misma*. IAPH, Sevilla, 58 pp.
- GARCÍA DE MIGUEL, José M^a (2009): *Tratamiento y Conservación de la Piedra, el Ladrillo y los Morteros en Monumentos y Construcciones*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, Madrid, 686 pp.
- HEYMAN, Jacques (1995): *Teoría, Historia y Restauración de Estructuras de Fábrica*. CEHOPU, Madrid
- MARSICOLA, Clemente (1992): *La Verificación sobre el Terreno del Estado de Conservación de las Obras: El Sistema de Catalogación por Fichas de Primer Nivel*. IAPH. 58 pp.
- MEUCCI, Costantino: *Medición Sobre el Terreno y Diagnóstico: Naturaleza y Funciones de la Carta del Riesgo* (1992): IAPH, Sevilla, 58 pp.
- P.I.E.T. 70. *Obras de fábrica. Prescripciones del Instituto Eduardo Torroja*. CSIC.
- VVAA: *Il sistema informativo territoriale della Carta del Rischio*. ICR. 17 pp.
- VVAA: *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria*. ICR.
- <http://www.cartadelrischio.it/spa/info.html>