



**CONAMA10**

CONGRESO NACIONAL

DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

## **Hacia una visión sistémica del análisis, diagnóstico y evaluación de la eficiencia energética en los sistemas de edificación y ecosistemas urbanos**

Autor: Farid Mokhtar Noriega

Institución: Universidad Camilo José Cela

e-mail: [fmokhtar@ucjc.edu](mailto:fmokhtar@ucjc.edu)

## RESUMEN

La metodología de análisis no destructivo de edificios aparentemente cuenta con medios físicos y aplicaciones informáticas fiables. Se supone que estas permitirían a los técnicos competentes realizar diagnósticos y previsiones fiables. La información analizada sirve para tomar decisiones que afectarían sobre parte o todo el ciclo de vida de un edificio o una ciudad ¿nos imaginamos las repercusiones de unas decisiones tomadas con medios y tecnologías inapropiadas? ¿Cuál sería la profundidad de la huella socio-económica de una decisión errónea sobre un edificio o una ciudad? ¿Disponemos de medios apropiados e información relevante para tomar decisiones de corto y largo plazo? ¿Somos conscientes de las repercusiones de nuestras decisiones? El desarrollo sostenible, cuya finalidad es elaborar previsiones fiables para todo el ciclo de vida de un sistema, se está apoyando en datos de escasa fiabilidad. La información errónea o poco precisa podría amenazar el futuro socio-económicos de nuestra sociedad, asumimos el riesgo de proyectar en el futuro con datos especulativos y poco fiables, es cierto que no disponemos de suficiente información para tomar decisiones sobre situaciones complejas. Corremos un riesgo innecesario por la urgencia de tomar decisiones.

**Palabras Clave:** Nuevas Tecnologías, Análisis no destructivos, informática sostenible, diseño sostenible, Tecnologías de levantamiento de edificios

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación presenta la evolución de la investigación sobre nuevas tecnologías y metodologías de levantamientos no destructivos, que lleva desarrollando el grupo de investigación ArchiTICs de la Escuela Superior de Arquitectura y Tecnología de la Universidad Camilo José Cela. Tiene como Objetivo proponer nuevos criterios para el análisis de los actuales sistemas de captura de datos usando las metodologías no destructivas, evaluar su eficacia operativa como herramientas de investigación y la búsqueda de indicadores objetivos para realizar comprobaciones fiables de la información que recogen y los resultados que generan. En esta primera etapa estamos explorando los paradigmas y las filosofías que están detrás de una organización caótica de las actividades y los procesos de levantamientos no destructivos. Se prevé una actividad frenética en los próximos años pero los fabricantes de aplicaciones y medios siguen una línea conservadora.

Partimos del supuesto que los sistemas actuales de análisis y evaluación de la información sobre la eficiencia energética en los edificios y las áreas urbanas presentan graves carencias técnicas que contribuyen a la realización de diagnósticos y valoraciones energéticas poco fiables. La información generada, se usa en procesos de toma de decisiones con repercusiones en muchos casos dramáticas para los ocupantes de un edificio o los habitantes de una ciudad, porque introducen cambios disruptivos que rompen con tradiciones arraigadas.

El equipo de investigadores que está llevando a cabo este proyecto propone una visión alternativa a la usada hasta ahora por la metodología de investigación. Se propone una visión sistema y global del problema, se abandona la metodología de la fragmentación porque se considera incompatible con el concepto de desarrollo sostenible, que intenta entender los problemas incorporando y analizando los problemas de forma pluridimensional.

A esta añadimos una nueva interpretación del edificio que tratamos como un sistema complejo compuesto por múltiples sistemas especializados que interactúan con unos entornos internos y otros entornos externos, el edificio se convierte en un Sistema de Edificación. El sistema de Edificación interactúa con un sistema de mayor complejidad, la ciudad con sus diferentes áreas urbanas. En este caso la ciudad analizada como un macro ecosistema compuesto por Ecosistemas Urbanos heterogéneos que colaboran juntas.

Otras de las ideas de fuerza introducidas son: el significado del diseño sostenible frente al diseño verde a nivel económico y bioclimático, las filosofías de diseño de los medios y programas de auditoría energética o análisis y diagnóstico, la organización de la información y su normalización, la fiabilidad de los resultados obtenidos, los códigos técnicos y los estándares existentes, la responsabilidad moral y el principio de libre competencia y su repercusión sobre el futuro del desarrollo sostenible.

Esta nueva interpretación dio lugar una serie de criterios: generales relacionados con los criterios de evaluación y diseño, junto con otros específicos relacionados con las características específicas de las metodologías de análisis no destructivos, teniendo en cuenta que todas son válidas y forman parte del conjunto.

El enfoque sistémico y la interpretación del edificio como sistema de edificación y las áreas urbanas como ecosistemas urbanos, nos ha permitido descubrir una nueva fórmula para organizar los medios y herramientas de levantamiento, análisis y diagnóstico. Esta organización afectaría a todos los componentes y determinaría nuevas normas de integración y coordinación de la información, de mayor eficiencia, fiabilidad y durabilidad que las actuales. En el fondo se trata de aplicar los principios de sostenibilidad a los medios que nos van a ayudar a tomar decisiones sobre las estrategias a seguir para construir un futuro sostenible.

## **1- EL DESPILFARRO COMO FILOSOFÍA DE NEGOCIO**

La industria de la edificación se ha dedicado durante décadas a explotar una pequeña parte del negocio de la edificación la obra nueva y la reforma integral de los edificios. La idea del negocio era que el cliente o el usuario es el que paga los platos rotos y los sobrecostes. Nadie pensaba en conservar el edificio más allá del período que marca la ley como garantía de la calidad de la ejecución. El ciclo de vida del edificio y cuánto cuesta mantener un edificio no entraba en los cálculos. Esto es responsabilidad de quien viene detrás. La relación cliente-profesional se limita al período de construcción del edificio, después de esto no existía prácticamente ningún contacto a excepción de la aparición de daños producidos por la mala ejecución o una ausencia de mantenimiento. Los profesionales del sector no trabajan para el cliente, al contrario compiten entre sí por los plazos y los costes, realizando sus tareas sin ninguna coordinación.

La complejidad de la construcción de un bien inmueble obliga al cliente a contratar a profesionales cualificados para dirigir las obras y cumplir con las normativas y los estándares técnicos. Los profesionales están al servicio del cliente, pero la complejidad de la actividad imposibilita hacer una estimación exacta de los costes del proyecto, la alternativa es subcontratar a la baja. Este sistema crea una jerarquía sin control dentro de las grandes obras y termina por sacrificar la calidad de la ejecución.

Esta situación es complicada en obra nueva y, todavía más en la rehabilitación o restauración. El cliente cuando decide arriesgar y construir un edificio de cualquier tipo, desconoce por completo la dimensión de la inversión, los costes financieros de la construcción y el coste de mantenimiento del edificio son variables consideradas por los profesionales políticamente incorrectas. Controlar los costes de la ejecución de los proyectos son una batalla constante entre los actores del proceso constructivo: el cliente, el arquitecto como gestor del proyecto y el constructor. Una vez terminado nadie vela por mantener el edificio en óptimas condiciones y observar que todos los sistemas funcionen correctamente.

La eficiencia energética y medio ambiental del edificio como entorno en que se desarrollan actividades varias, no era una cuestión prioritaria. Algunos propietarios y profesionales la tenían en cuenta como un valor añadido, el resto sin embargo, no la consideraba necesaria, los números no cuadraban (COIGE, 2010). El ciclo de vida del edificio es un valor económico olvidado e ignorado por los propietarios del patrimonio inmobiliario y los responsables de su gestión. La máxima siempre fue dejar que el daño suceda para luego reparar. Los profesionales de la edificación apuestan durante toda su vida profesional por una pequeña porción de un gran negocio, la gestión del ciclo de vida del edificio. La figura 1 muestra dos representaciones del peso del ciclo de vida del edificio si lo comparamos con el proyecto de edificación. Los costes de operación de

algunos edificios llegan a valer 8 veces el coste inicial de la edificación incluido el precio del suelo. Participar en esta actividad podría salvar de la ruina a numerosas PYMES, desafortunadamente nadie es consciente de ello.

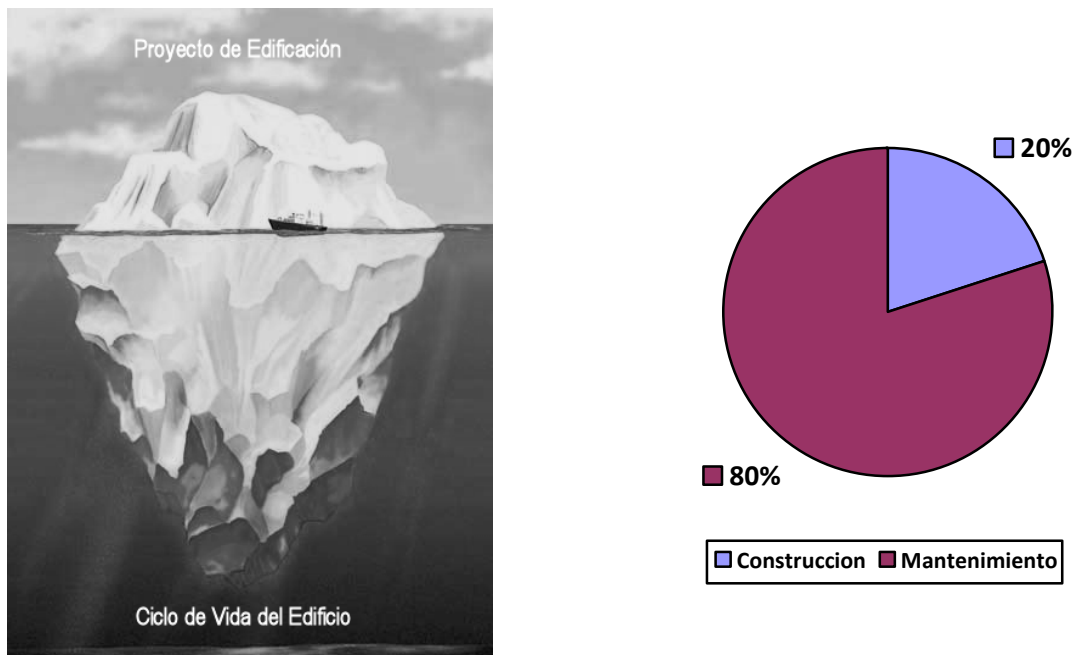


Figura 1 Análisis comparado entre el coste de la construcción y el ciclo de vida del edificio

La sociedad actual debe desterrar valores que fueron los motores de la actividad económica en los últimos dos siglos:

- 1- Los recursos económicos no son ilimitados.
- 2- Los recursos energéticos no son ilimitados, no seguirán siendo baratos de forma indefinida, su coste subirá de forma exponencial en los próximos años.
- 3- Los problemas que generó la bonanza económica de las últimas décadas requiere un cambio radical en nuestra escala de valores y, consecuentemente, la forma de plantear las soluciones para un desarrollo sostenible.
- 4- La planificación y el diseño, siempre se han limitado a pensar en la parcela del edificio como el único entorno a tener en cuenta, pero la idea de entorno es más amplia y compleja que un espacio urbano, es el barrio, la ciudad, la región.
- 5- El mantenimiento durante todo el ciclo de vida es un valor a tener en cuenta, la vida del edificio empieza cuando la obra termina, el deterioro empieza en el mismo momento que termina la ejecución. Una mala gestión puede acarrear problemas a los ocupantes durante toda su ocupación.
- 6- La productividad de la industria de la edificación en España, no experimentó grandes cambios ni aumentos significativos en su productividad en los últimos 20 años, el resto de las industrias, sin embargos, muestran una mejora sustancial en el mismo período (Figura 2). La productividad se mantiene estable durante las últimas décadas a pesar de los avances técnicos y el apoyo tecnológico de la UE (Mokhtar, Morales, & Rayon, 2010). El

sector de la edificación como en la mayoría de los países desarrollados lo constituyen pequeñas PYMES, sólo un 5% del sector son grandes empresas. Es la única industria estratégica cuya productividad depende de trabajadores poco cualificados y unas pequeñas PYMES que no pueden ni quieren arriesgar invirtiendo en formación o innovación, su única estrategia para competir es contratar a trabajadores emigrantes poco cualificados que aceptan salarios muy bajos.

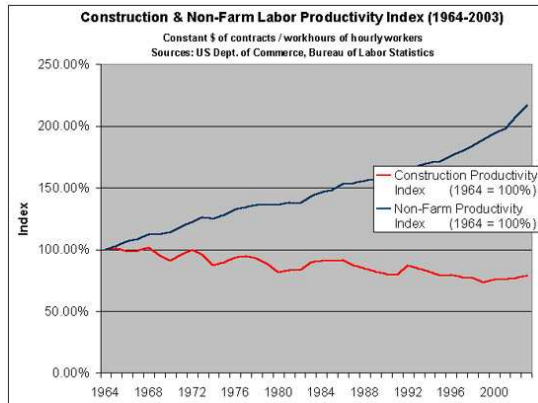


Figura 2: Índices comparados de la productividad de la industria de la construcción y la industria en general según Teicholz y Puro, 2004. [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue\\_4.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html)

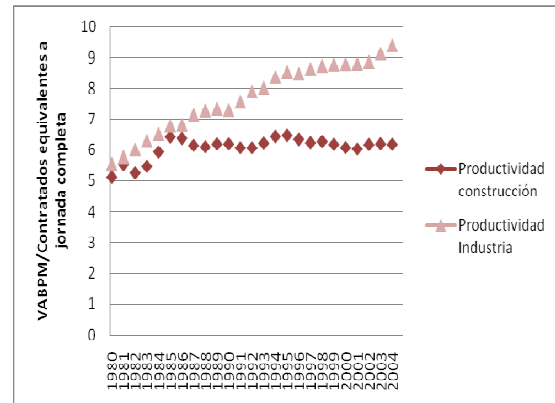


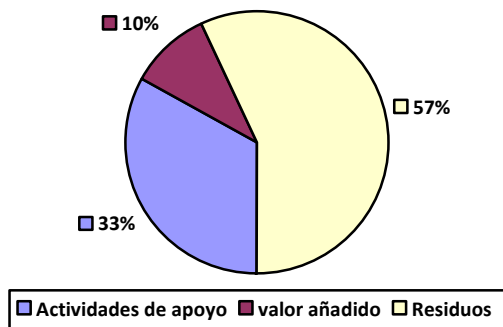
Figura 3 Productividad de Industria y Construcción en España 1980-2004 elaboración propia a partir de datos de INE (según Mokhtar, Moyá, Rayón 2010)

## B- NUEVOS ENFOQUES

### 1- Residuos rentables

La actual organización operativa y económica del negocio de la edificación es insostenible, la filosofía que lo sustenta es inviable desde los puntos de vista financiero y ecológico. La industria de la edificación es la más contaminante y despilfarradora de todas las existentes, produce el doble de residuos que la industria (57% frente al 26%) y sólo es capaz de convertir una pequeña parte de estos en un valor añadido o fuente de ingresos para el propietario o los constructores.

Industria de la edificación



Otras Industrias

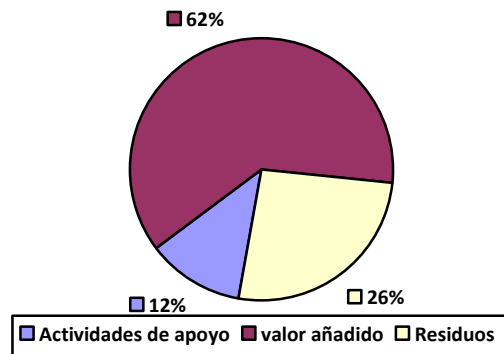


Figura 4: Análisis comparado del volumen de residuos que genera la industria de la edificación comparada con el resto de las industrias según Eastman y otros (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2008)

### 2- Consumo Responsable

Según Alex Stephen los edificios consumen el 50 por ciento de la energía producida en los Estados Unidos, contribuyen al efecto invernadero que los coches (Steffen, 2006). Según este autor algunas de las claves para conservar la energía son:

- Recurrir a las auditorías energéticas, buscar los fallos en la estructura del edificio y los problemas que derivan de un mal aislamiento del edificio, baja calidad del aire, problemas de contaminación.
- Controlar los costes de alumbrado.
- Reducir el uso del aire acondicionado.
- Aislar el edificio para evitar las fugas térmicas.
- Modernizar las ventanas y mejorar su eficiencia.

Según estudios realizados por la agencia Environmental Information Administration (2008), las estadísticas muestran que los edificios consumen: el 40% del total de la Energía, el 72% de la Energía Eléctrica, el 39% de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el 13,6% del consumo de agua potable. El reto del desarrollo sostenible es reducir estos valores de forma drástica (Figura 5). Conseguirlo no es ni fácil ni sencillo.

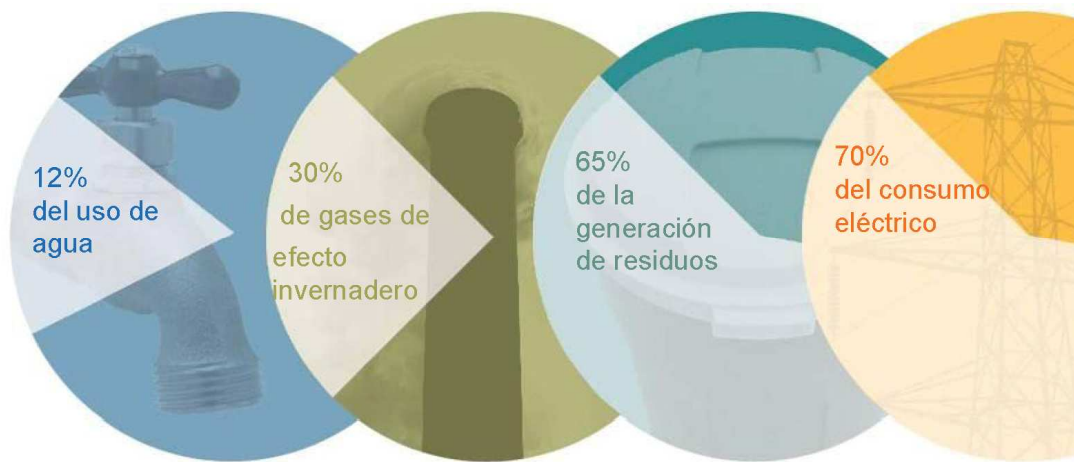


Figura 5: el reto del desarrollo sostenible según la organización Green Building Council y Autodesk, 2008

### 3- Prefabricación para optimizar recursos.

La prefabricación de componentes arquitectónicos y edificios es una filosofía que está en la mente y en el discurso del sector de la edificación, el problema es que está considerada como inapropiada estéticamente. Pero esta idea se debe a la falta de información e intereses del sector. Los países del norte de Europa resolvieron esta problemática creando experiencias y soluciones estéticamente bellas. La prefabricación en lugares como Finlandia ha traspasado lo meramente funcional a lo bello y estéticamente aceptable (Figura 6), su industria de prefabricación alcanzó un avanzado nivel de personalización desconocido en la mayoría de los países del mundo.



Figura 6: Casos de prefabricación en Finlandia, izquierda prefabricación años 70 y proyectos recientes última década, fuente Farid M. Noriega personalizada del 2008.



#### 4- Conservación y Mantenimiento Preventivo.

Nuestra cultura académica se ha concentrado únicamente en la obra nueva y la intervención una vez ocurrido el daño. En estos momentos de escasez de financiación para cualquier obra ¿cuál será nuestra política para conservar el valor de nuestro patrimonio? si abandonamos los edificios a su suerte, cuál será su destino en pocos años.

El movimiento de mantenimiento preventivo Monumentenwatch surgió en los años 70 en Holanda, gracias a Walter Kramer, un arquitecto que trabajaba en el Departamento Nacional de Patrimonio Cultural Holandés, llegó a la conclusión de que los edificios históricos eran objeto de restauraciones periódicas este ciclo oscilaba entre los 25 y 50 años. Kramer observó que si un edificio histórico una vez restaurado es mantenido en condiciones técnicas óptimas con la ayuda del mantenimiento preventivo llevado a cabo de forma cíclica, su restauración se puede retrasar durante más años lo que supondría un enorme ahorro para las arcas públicas. Como consecuencia de esta observación, Kramer fundó una pequeña organización que se encargó de asesorar los dueños de edificios catalogados como históricos para mantenerlos en buen estado. Monumentenwacht se convirtió en un movimiento pionero en Europa (<http://www.monumentenwacht.nl>), basada en tres principios: Profesionalidad, Imparcialidad e Independencia, esta organización se propuso trabajar con el propietario del edificio para mantener en buen estado su inversión. Monumentenwatch apoyó el uso de las nuevas tecnologías para realizar auditorías periódicas de calidad (Figura 7).



Figura 7: algunos ejemplos de ensayos no destructivos de monumentos históricos, fuente [http://precomos.org/images/uploads/library\\_items/NDT\\_SPRECOMAH.pdf](http://precomos.org/images/uploads/library_items/NDT_SPRECOMAH.pdf)

Las auditorías del patrimonio inmobiliario y monumental apoyadas por tecnologías de levantamientos no destructivos, son el primer paso para un proceso de conservación y mantenimiento preventivo. El deterioro de un edificio empieza tras el fin de las obras sean estas de restauración, rehabilitación o construcción. Cualquier elemento insignificante puede provocar graves daños en un edificio.

Las auditorías permiten a los inspectores elaborar informes de inspección, en él se incluyen recomendaciones de mejora, un programa de conservación, una temporización de operaciones de reparación. Mantener la calidad de los elementos de los edificios como para mejorar su eficiencia energética, podría ser una magnífica fuente de empleo fijo para miles de personas según el ECOFYS (ECOFYS, 2005). La sociedad española ha generado un enorme patrimonio que no puede ser abandonado a su suerte.

## 2- HACIA UNA VISIÓN SISTÉMICA

### a- El BIM como paradigma de integración

La nueva generación de aplicaciones y medios tecnológicos representan la respuesta de la industria del software y el hardware a las nuevas necesidades sociales. Los profesionales de la edificación están obligados a hallar respuestas a las nuevas demandas, para ello necesitan disponer de datos de partida para formular diagnósticos coherentes y ofrecer soluciones sostenibles y perdurables en el tiempo. Si la información de partida es de mala calidad o inexistente, los diagnósticos se convertirán en conjeturas y especulaciones. La industria del software adoptó diferentes enfoques para diseñar sus aplicaciones, el diseño de aplicaciones para la edificación se basa en los siguientes:

- Integración Cerrada, la empresa de software ofrece un entorno básico que actúa como plataforma que tiene como fin normalizar la información y coordinar las soluciones especializadas que resuelven las necesidades puntuales de los usuarios. Esta solución puede ser cerrada, es decir limitada a la propia empresa que controla todos los desarrollos, o abierta que otros desarrolladores crean y ofrecen a otros usuarios.
- Integración abierta, el software, generalmente de código libre, ofrece una arquitectura totalmente abierta que se rige por estándares que asumen los diseñadores de las aplicaciones para desarrollar soluciones especializadas compatibles entre sí. En esta filosofía, el paso del formato propietario de cada programa al estándar es el principal escollo.

En ambos casos, la integración no es plena, las aplicaciones generalmente creadas por equipos independientes, utilizan formatos de datos propietarios. Los diseñadores deben desarrollar paralelamente traductores para exportar e importar la información entre ellas. En esta operación siempre se pierde parte de la información, la calidad de la aplicación se mide entonces por su capacidad para intercambiar con mayor o menor eficacia la información con otras plataformas o aplicaciones, gracias a la apuesta por un formato normalizado (Figura 8).

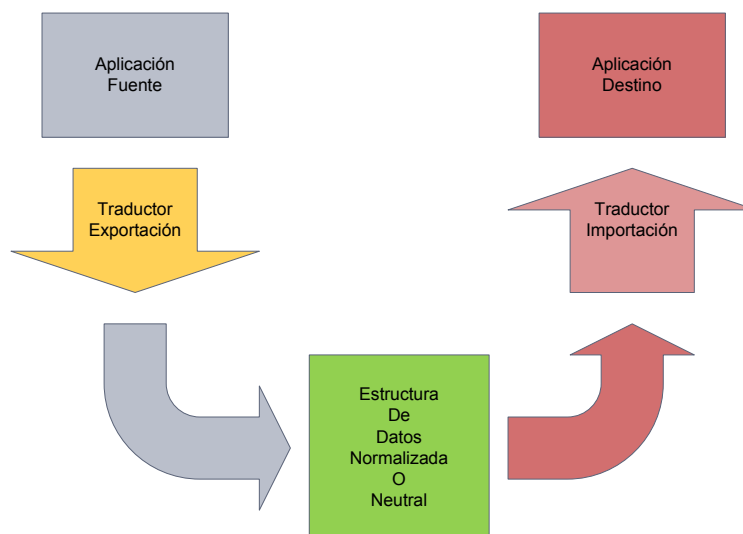


Figura 8: flujo de la información entre aplicaciones informáticas del sector de la edificación.

La introducción de programas paramétricos definidos por la industria del software como Building Information Models (BIM), abre un debate sobre la filosofía de integración y comunicación de las aplicaciones. Las complejas representaciones de los edificios ya no pueden estar distribuidos entre numerosas fuentes, son necesarias bases de datos especiales que permiten almacenar representaciones fiables de los edificios. Para facilitar esta organización, los edificios son divididos en componentes, familias o clases, cada componente podría encerrar diferentes tipos de datos y reglas de compatibilidad con otros componentes (figura 9).

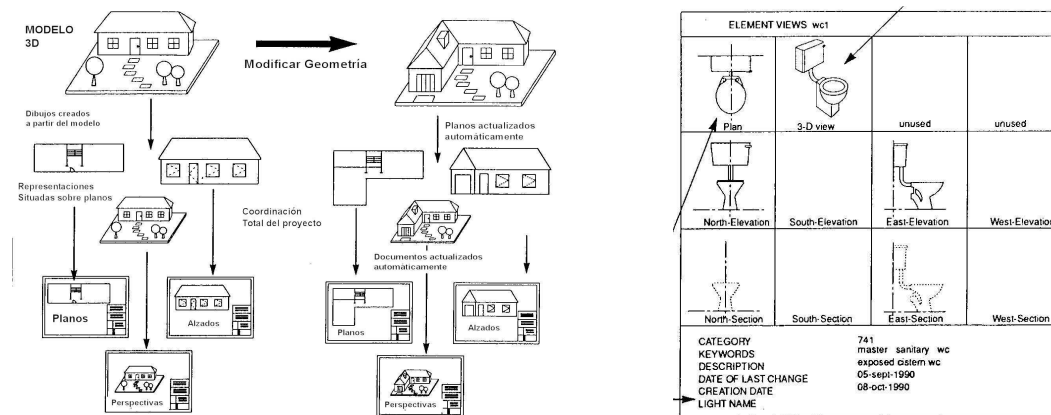


Figura 9: transformación del sistema de producción de la documentación del proyecto

En los últimos años el estándar IFC (Industry Foundation Clases) ha sido la piedra angular de la normalización de la información que los programas de diseño y representación de edificios. A estos se están sumando otros estándares para el análisis de la eficiencia energética y su aplicación interactiva (análisis en tiempo real) en el desarrollo de propuestas para edificios nuevos o edificios existentes. Según Krygiel y Nies los estándares como LEED evolucionarán hacia una nueva dirección en el diseño sostenible o del edificio verde, una de las variables que van a tener un mayor peso será el ciclo de vida del edificio (Figura 11), es necesario tener en cuenta que, mantener un edificio verde, en este caso un sistema pasivo con un mínimo impacto en el entorno, es en algunos casos elevado (Krygiel & Nies, 2008).

El concepto de BIM va más allá de la simple representación de objetos, según Finith Jernigan, no se trata de una aplicación o una colección de aplicaciones paramétricas conectadas entre sí, se trata de base que conecta a toda la información que tiene que ver con el edificio durante todo su ciclo de vida, desde el estudio de viabilidad hasta el desmantelamiento, el entorno urbano del edificio forma parte de esta interpretación (Jernigan, 2008). Según este criterio, es posible conectar la información del exterior, el entorno, con el interior, el espacio vital dentro del edificio. Jernigan y otros cuestionan pues la interoperabilidad y las conexiones entre aplicaciones que hoy están consideradas como la vanguardia de una nueva filosofía de trabajo. Ellos argumentan que los programas paramétricos solo ofrecen conexiones parciales y no están concebidos para conectar todo tipo de información, ni están preparados para interactuar fuera de la envolvente del edificio. En el fondo no son más que sistemas de gestión de documentos gráficos, destinados a automatizar las tareas de representación y mantenimiento del proyecto.

El edificio es un integrador de sistemas, cada uno de ellos fue ideado y ejecutados por diferentes profesionales y oficios. Para analizarlo de forma global y estudiar el impacto de estos sistemas se requieren sistemas informáticos integradores de diferentes fuentes de información. Parte de esta información no varía con el tiempo (elementos constructivos, el entorno) otra cambia constantemente (el clima, las condiciones socio-económicas) y, a pesar de eso, ambas deben ser sustituidas en cualquier momento. La información dinámica altera constantemente nuestra interpretación del mundo, la información que usamos como fuente para tomar decisiones cambia a medida que mejoran los métodos de captura y detección.

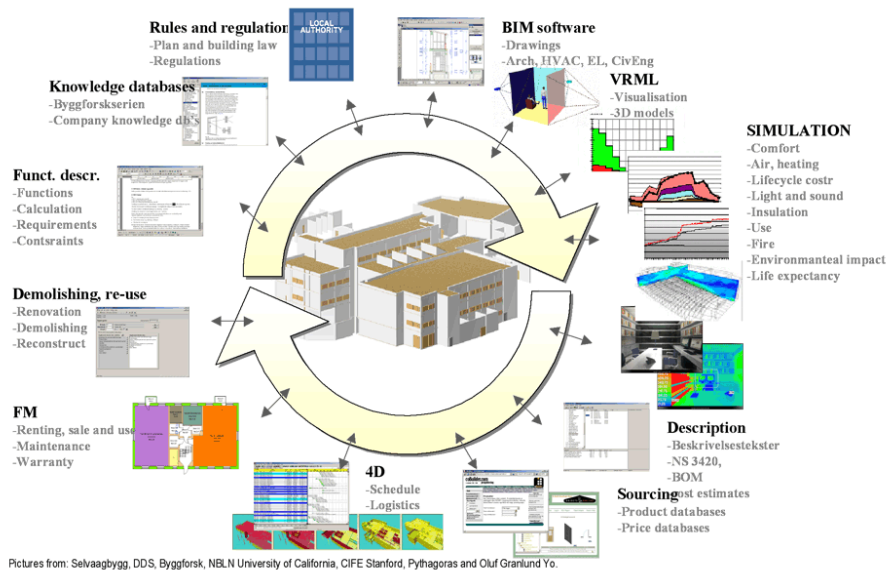


Figura 10 : Ciclo de Vida del Edificio desde la perspectiva del BIM Según JOTNE project <http://www.jotne.com/project-information-owners.442302-79297.html>

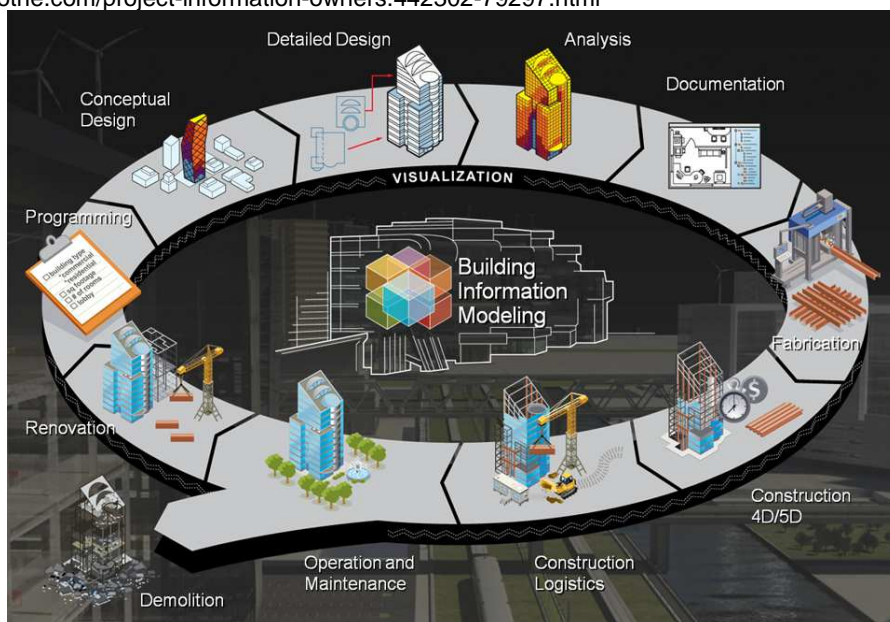


Figura 11 Ciclo de Vida del Edificio según Buildipedia <http://buildipedia.com/in-studio/item/1212-the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>

## **b- Levantamientos No Destructivos y los Entornos Paramétricos**

Los sistemas de levantamiento no destructivo se idearon para realizar auditorías de los componentes estructurales y resistencia de los materiales y acabados al deterioro del patrimonio cultural por valor histórico y artístico, posteriormente esta metodología se transfirió a otras tipologías de edificaciones que iban a ser objeto de reforma o reconversión. Estos datos preliminares pueden servir para evaluar la calidad e integridad de todo tipo de edificios.

La tecnología de levantamientos no destructivos utiliza diferentes métodos de detección y captura de la información sobre: las condiciones internas del edificio, la calidad de sus materiales, el estado de su estructura y el entorno que le rodea. Las tecnologías de Levantamientos No Destructivos pueden proporcionar una información fiable, si se comparan con los métodos tradicionales de levantamiento. No obstante, como tecnologías de reciente implantación en el mercado, padecen de importantes deficiencias operativas tales como:

- a) Falta de conexión directa con las aplicaciones comerciales. Cada aplicación se basa en modelos de datos propietarios. En el caso del análisis y diagnóstico de la eficiencia energética, gran parte de los datos de entrada están basados sobre modelos de datos propietarios de cada aplicación. Los usuarios, están obligados a recopilar la información básica (temperaturas, pluviométricos, vientos, etc...), sin digitalizar. Las autoridades pública y los centros de investigación, comparten de forma muy restringida la información meteorológica.
- b) Cada herramienta de diagnóstico y medición tiene su propio programa de volcado e interpretación de datos, en la mayoría de los casos, árido y poco eficiente porque genera datos propietarios.
- c) Las aplicaciones no se mantiene al día, las aplicaciones son obsoletas antes que los instrumentos.
- d) La ausencia de un estándar unificado, la industria de los instrumentos de diagnóstico ofrecen soluciones inconexas, ni siquiera dentro de una misma empresa.
- e) La integración de datos no es directa, parte de la información se pierde en el proceso de conversión.
- f) La evaluación final de la información es lineal, se realiza en diferentes aplicaciones inconexas, la toma de decisiones depende de evaluaciones parciales al ser imposible el cruce de datos.
- g) La ventaja de los sistemas de levantamiento no destructivo es que pueden detectar patologías y problemas ocultos en las estructuras del edificio. Su labor no sólo se limita al análisis de los daños en las edificaciones, también se pueden usar como sistemas de evaluación y control de calidad de las edificaciones.
- h) Algunos profesionales piensan que las tecnologías de levantamientos no destructivos son viables para el estudio de monumentos y patrimonio cultural, sin embargo, un campo muy importante que podría contribuir en la amortización del coste de dichas herramientas es, las auditorías energéticas de los edificios públicos y privados, están considerados como medio fiable para diagnosticar la eficiencia energética y una base coherente para certificar su cumplimiento de los criterios básicos de sostenibilidad y calidad energética.

### 3- VISIÓN SISTÉMICA: UNA PROPUESTA

El reto del desarrollo sostenible es encontrar: respuestas a cuestiones que en otros tiempos se consideraban poco rentables, soluciones perdurables, gastar lo justo y sacar el máximo partido a las inversiones. Todos somos conscientes de que terminaron los años felices y el crédito barato ilimitado. Estamos obligados a pasar de:

- a) Abandonar nuestro patrimonio hasta que se produzca el daño cuando este ocurra, a la conservación y el mantenimiento preventivo,
- b) una industria segregada a una actividad integrada,
- c) pensar que nuestros recursos económicos son ilimitados a controlar los costes,
- d) una planificación para una expansión urbanística sin límites a la conservación del territorio y sus recursos naturales.

La visión sistémica que proponemos para hacer frente a estos retos, se apoya en cuatro principios estructurales, esto son:

- a) Estandarización de la información y la descripción de componentes.
- b) Facilitar el acceso a la información del medio ambiente y el territorio.
- c) Compartir la información vía de plataformas colaborativas.
- d) Fabricar componentes compatibles para la edificación.

#### **a- Estandarización de la información y la descripción de los componentes.**

La industria del software y el hardware deberían adoptar estándares de representación de datos perdurables en el tiempo. La información no puede caducar de forma cíclica, tampoco tiene que ser objeto de constantes modificaciones. Las organizaciones profesionales deben participar en el debate porque en el fondo son los responsables de producir la información y mantenerla durante años. Actualmente, estamos a merced de los intereses comerciales de las empresas que intentan crear sistemas de información cerrados. Un sistema de información universal es necesario para armonizar la producción de la información.

En los próximos años se necesitarán estándares y fuentes de información de dominio público para normalizar su análisis, diagnóstico, representación y posterior archivo. Serán necesarios para realizar los estudios y las auditorías durante todo el ciclo de vida del edificio.

#### **b-Facilitar el acceso a la información del medio ambiente y el territorio.**

Las instituciones públicas deben hacer un esfuerzo por compartir su información con la sociedad o al menos ponerlas al servicio de los científicos y profesionales para poder ofrecer unas soluciones más coherentes. En los últimos años se recogieron datos de todas partes, pero estos siguen fuera del alcance de la mayoría. Conectar estas fuentes y cruzar su información ayudará a obtener una visión coherente de los problemas. Superponer los datos capturados por los diferentes sistemas ayudará a formar una estructura de datos que ofrecería una visión coherente del edificio objeto del estudio y su

entorno. Los medios actuales, segregados e inconexos solo nos permiten realizar estudios parciales segregados. Tomar decisiones estratégicas y planificar a largo plazo requiere una representación completa de todos las variables. La recopilación de la información de un entorno geográfico es tarea compleja cuya representación implica un enorme esfuerzo, este requiere un esfuerzo colectivo para su organización y mantenimiento.

La computación en la nube (cloud computing) podría ser una de las soluciones tecnológica para un desarrollo de entornos de gestión y análisis de datos. Esta fórmula de diseño está ganando adeptos, es una nueva fórmula para democratizar la sociedad de la información. La industria de la edificación podría usarla como sustituto a posibles inversiones millonarias. Estos entornos se apoyan en un idea sencilla, organizar y compartir la información con otros, teniendo en cuenta que la mayoría de la información está oculta a los buscadores y los usuarios de Internet.

Estamos hablando de una sociedad donde la información, principal fuente de riqueza, no visible, ni manejable, los buscadores pueden encontrar muy pocas fuentes, el resto están totalmente ocultas. Conectar y enlazar fuentes de información es el objetivo estratégico de numerosos servicios y modelos de negocio en los próximos años.

#### **c- Compartir la información vía plataformas colaborativas.**

En la actualidad los técnicos que recopilan información del edificio y su entorno no disponen de ninguna aplicación ni plataforma que les permita: organizar los conjuntos de datos, enlazar la información de forma coherente, conectar las diferentes aplicaciones de análisis para elaborar un diagnóstico fiable y finalmente generar un histórico para gestionar del ciclo de vida del edificio.

Los entornos integrados basados en la computación en la nube cuentan con sistemas de conexión de datos del medio exterior y los componentes del interior, su fin es disponer de información actualizada sobre el comportamiento del edificio para evaluar su eficiencia y el diseño de sus componentes. Los componentes que superan los ensayos en los simuladores y posteriormente superan las pruebas en las condiciones reales, se pueden convertir en soluciones integrales que se pueden incorporar de forma sistemática en los edificios, en forma de instalaciones prefabricadas completas. El estándar IFC (Industry Foundation Clases) es una posible solución para la representación de dichos sistemas, su estructura neutral permitiría transferir la información de los componentes de forma rápida y eficiente.

#### **d- Fabricar componentes compatibles para la edificación.**

Para poder crear componentes compatible, no solo bastaría con escribir sistemas de representación paramétrica. El edificio ntendido como un conjunto de sistemas compatibles que se conectan a modo de dispositivos Plug and Play, que contienen todas las instrucciones de conexión y operación que se pueden gestionar y operar a través de plataformas domóticas.

Los componentes-sistemas encerrarían reglas de conexión que permitirían aplicar operaciones de análisis y diagnóstico de su eficiencia durante su uso. Una ventana, por ejemplo, es tratada como un sistema de control climático inteligente que se conectaría con un sistema domótico general y participaría junto con el resto de los componentes del

edificio a controlar todas las variables necesarias para garantizar un espacio vital óptimo para los usuarios. La ventana es considerada como un mecanismo integrado, un pequeño sistema que forma parte de un objeto (el edificio) de mayor envergadura (Figura 12).

Los programas de BIM ayudarían a los usuarios a crear estos sistemas especializados, simular su hipotético comportamiento, gestionar su fabricación e instalación en el edificio, controlar su funcionamiento, auditar su actividad durante su ciclo de vida y gestionar su desmantelamiento y sustitución por otro elemento mejor diseñado.

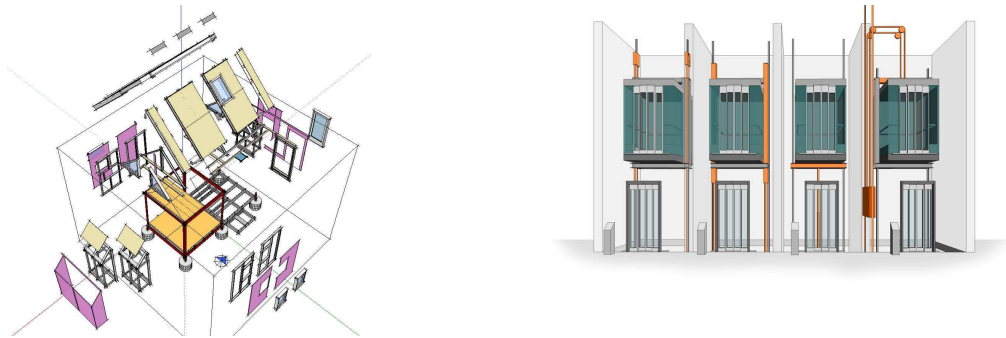


Figura 12: Fórmulas de creación de componentes compatibles creados con funciones paramétricas según [insitebuilders.com](http://insitebuilders.com) (izq.) y [revit-content.com](http://revit-content.com) (dcha.)



## CONCLUSIONES

- a) Debemos exigir a los desarrolladores y los responsables de diseño de las empresas de software y hardware a enfocar sus estrategias hacia el consumo responsable y la eficiencia de sus productos.
- b) La información es un bien común no puede ser objeto de monopolio ni especulación, nuestro futuro depende de las previsiones y los planes a largo plazo.
- c) La educación es la solución, permitirá identificar nuevas necesidades y las estrategias para conseguir los mejores resultados. Se trata de cambiar nuestra forma de planificar y actuar, debemos cultivar la planificación a largo plazo.
- d) La aplicaciones y tecnología de Levantamientos No Destructivos de los edificios requiere una profunda revisión por parte de la industria. Es necesario normalizar los datos que estos capturan y unificar su estructura para poder utilizarlos en cualquier sistema de representación o aplicación de análisis.
- e) Cada equipo de investigación, auditoría o inspección técnica, debería poder utilizar cualquier conjunto de herramientas sin necesidad de tener programas especiales para realizar el volcado y la interpretación de la información recogida. Los instrumentos de diagnóstico deberían adoptar el estándar Plug and Play, que permitiría conectarlos a cualquier programa de análisis o plataforma de BIM y agregar sus datos al modelo básico de representación del edificio.
- f) El reto de la industria del software en los próximos años será el de crear plataformas colaborativas abiertas a la integración de la información recogida por cualquier dispositivo de levantamiento no destructivo sin necesidad de ninguna instalación.
- g) La información debe perdurar en el tiempo, no puede tener una vida útil muy corta asociada a las nuevas versiones de los programas. Tenemos que exigir que las empresas asuman su parte de responsabilidad. No podemos planificar un desarrollo sostenible a largo plazo basado en sistemas de información ineficientes.
- h) Normalizar la información es un reto y una necesidad social que no debería estar únicamente en manos de iniciativas privadas. Gran parte de la información necesaria para el estudio de los problemas de nuestro entorno no es libre y en numerosas ocasiones ni si quiera está en formato digital.
- i) Es necesario pactar una fórmula de compensación económica que ayudaría a rentabilizar el esfuerzo técnico y económico detrás de la creación de bases de datos. Es necesario convertir la información en un bien común y asumir el coste de producirla entre todos. Las fundaciones e instituciones sin ánimo de lucro podrían asumir esta función, ofreciéndola a un precio justo que cubriría los costes de mantenerla actualizada a lo largo del tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

- COIGE. (2010). *I CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN APLICADA A LA GESTIÓN DE EDIFICACIÓN* PAPER PRESENTED AT THE COIGE'10, ALICANTE.
- EASTMAN, C. M., TEICHOLZ, P., SACKS, R., & LISTON, K. (2008). *BIM HANDBOOK : A GUIDE TO BUILDING INFORMATION MODELING FOR OWNERS, MANAGERS, DESIGNERS, ENGINEERS, AND CONTRACTORS*. HOBOKEN, N.J.: WILEY.
- ECOFYS. (2005). COST EFFECTIVE RETROFIT IN BUILDINGS. 24. RETRIEVED FROM [HTTP://WWW.ECOFYS.COM/COM/PUBLICATIONS/BROCHURES\\_NEWSLETTERS/REPORTS\\_BOOKS\\_TOTAL.HTM](http://www.ecofys.com/com/publications/brochures_newsletters/reports_books_total.htm)
- JERNIGAN, F. E. (2008). *BIG BIM, LITTLE BIM : THE PRACTICAL APPROACH TO BUILDING INFORMATION MODELING : INTEGRATED PRACTICE DONE THE RIGHT WAY!* (2ND ED.). SALISBURY, MD: 4SITE PRESS.
- KRYGIEL, E., & NIES, B. (2008). *GREEN BIM : SUCCESSFUL SUSTAINABLE DESIGN WITH BUILDING INFORMATION MODELING*. INDIANAPOLIS, IND.: WILEY PUB.
- MOKHTAR, F., MORALES, M., & RAYON, E. (2010). *LA GESTIÓN INTEGRADA FRENTE AL CAMBIO DEL MODELO PRODUCTIVO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN, ANÁLISIS COMPARADO DEL CASO ESPAÑOL FRENTE AL CASO DE ESTADOS UNIDOS*. PAPER PRESENTED AT THE COIGE'10, ALICANTE.
- STEFFEN, A. (2006). *WORLDCHANGING : A USER'S GUIDE FOR THE 21ST CENTURY*. NEW YORK: ABRAMS.

## BIBLIOLINKS

Buildipedia:

<http://buildipedia.com/in-studio/item/1212-the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>

JOTNE Project:

<http://www.jotne.com/project-information-owners.442302-79297.html>

Proyectos de investigación

[www.onsiteformasonry.bam.de](http://www.onsiteformasonry.bam.de)



**CONAMA10**

CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

[www.chef.bam.de](http://www.chef.bam.de) ; [www.iter.polimi.it](http://www.iter.polimi.it)

<http://minelab.mred.tuc.gr/dias/>

[www.niku.no/demotec](http://www.niku.no/demotec) ; [www.samco.org](http://www.samco.org)

Base de Datos de Empresas de Levantamientos No Destructivos

[www.ndt.net](http://www.ndt.net)

Congresos:

<http://heberge.lcpc.fr/ndtce09/> ; <http://conference.bath.ac.uk/sahc08/>

<http://www.14ibmac.com.au/> ; <http://www.sacomatis.org/>

[www.structuralfaultsandrepair.com](http://www.structuralfaultsandrepair.com)

<http://ecndt2010.ru/> ; <http://www.gpr2008.org.uk/>

<http://www.thermo.p.lodz.pl/qirt/abstracts.php>

<http://www.cio.mx/AITA07/AITA07.htm>

Normativas

[www.rilem.org/tc\\_sam.php](http://www.rilem.org/tc_sam.php)

[www.iso.org](http://www.iso.org)

[www.cenorm.be](http://www.cenorm.be)

[www.astm.org](http://www.astm.org) ; [www.din.de](http://www.din.de);

[www.dgzfp.de](http://www.dgzfp.de)