



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

TÍTULO	MÁS ALLÁ DEL BIM Y DEL CAD: DEL INTERNET DE LAS COSAS AL INTERNET DE LAS CASAS
ÁREA TEMÁTICA	2.10
AUTOR / ES	VALDERRAMA, Fernando; DIAZ, Joaquín
INSTITUCIÓN	RIB Spain SA; Technische Hochschule Mittelhessen, Fachgebiet Bauinformatik und Nachhaltiges Bauen, Giessen
DIRECCIÓN	Manuel Silvela 15, 5º, 28010 Madrid, Spain
E-MAIL	fernando.valderrama@rib-software.es; diaz@bau.thm.de
TELÉFONO	+34 667 667 053
FAX	



MÁS ALLÁ DEL BIM Y DEL CAD: DEL INTERNET DE LAS COSAS AL INTERNET DE LAS CASAS

Autores: Valderrama, Fernando (1), Díaz Pascual, Joaquín (2)

- (1) RIB Spain SA, fernando.valderrama@rib-software.es
(2) Technische Hochschule Mittelhessen, Fachgebiet Bauinformatik und Nachhaltiges Bauen, Giessen, diaz@bau.thm.de

RESUMEN

La productividad de la industria en general ha crecido de forma sostenida, pero la productividad de la construcción se mantiene estable desde hace muchos años. Y todas las áreas de mejora están relacionadas con el manejo de la información.

Ahora hay una excelente oportunidad para cambiar el sector. Por una parte, hay una nueva sensibilidad social a los sobrecostos y a los retrasos. Por otro lado, hay una nueva mentalidad sobre la importancia de la planificación y de la colaboración, como lo demuestra el éxito de Lean Construction.

El BIM es la infraestructura natural para apoyar estos nuevos métodos, pero sólo alcanzará el éxito si se cumple este orden:

- Nueva mentalidad
- Nuevos métodos
- Nueva tecnología

Ahora sólo falta el gran final: la industria 4.0. Una vez definido todo, incluyendo el modelo digital -el BIM tradicional 3D- y el proceso completo, con todos los colaboradores y sus distintos papeles, sólo hace falta pulsar una tecla. La tecla que pone en marcha los equipos de movimiento de tierras automatizados, las impresoras 3D, los robots, las factorías de prefabricados y las plataformas de productos para la construcción para que el edificio se construya automáticamente. Que para eso hemos estado tanto tiempo modelando.

Palabras clave: *lean, smart cities, IPD*

ABSTRACT

While the productivity of the industry in general has grown steadily, productivity construction has remained stable for many years; and all areas of improvement are related to information management.

Now there is an excellent opportunity to change the sector. On the one hand, there is a new social sensitivity to cost overruns and delays. On the other hand, there is a new mentality

BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

about the importance of planning and collaboration, as evidenced by the success of Lean Construction.

BIM is the natural infrastructure to support these new methods, but BIM will only achieve success if this order is fulfilled:

- New thinking
- New working
- New technology

Now we just need the grand finale: industry 4.0. Since everything is defined, including not only the traditional digital model -3DBIM- but the entire process, including all the agents and their different roles, so we just have to press a key. The key that launches automated earthmoving equipment, 3D printers, robots, prefabrication factories and supply chain platforms for construction products, so that not only the building is automatically built, but the entire city. That is the reason why we spend so much time modeling.

Key words: lean, smart cities, IPD

1 INTRODUCCIÓN

Mientras la productividad de la industria en general ha mantenido un ritmo constante de crecimiento desde la revolución industrial, la productividad de la construcción se mantiene constante.

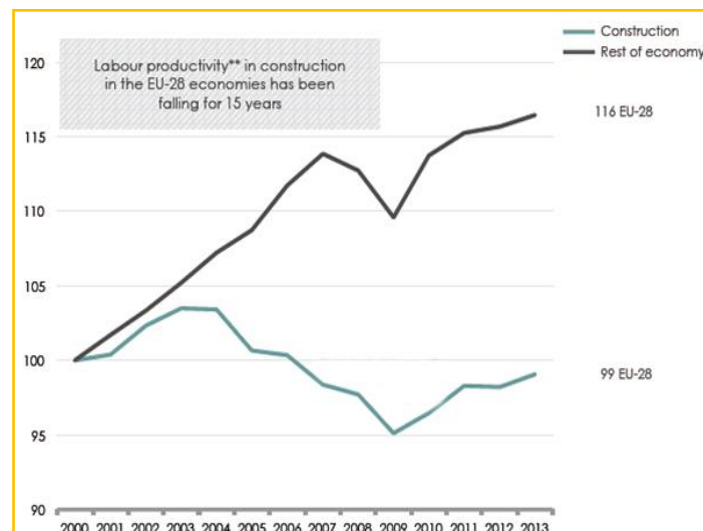


Fig. 1 Productividad = Valor añadido / Horas de trabajo. Índice: 100 = 2000.
2013. OECD Productivity Statistics, McKinsey Global Institute

La mejora de la industria es evidente en todos los ámbitos. Los productos low-cost están disponibles en sectores tan poco difíciles de optimizar a priori como los viajes en avión, los muebles, la ropa o los equipos informáticos. El coste de construcción de un automóvil por

metro cuadrado ha llegado a ser equivalente o inferior al de una vivienda, a pesar de su elevado contenido en diseño y tecnología.

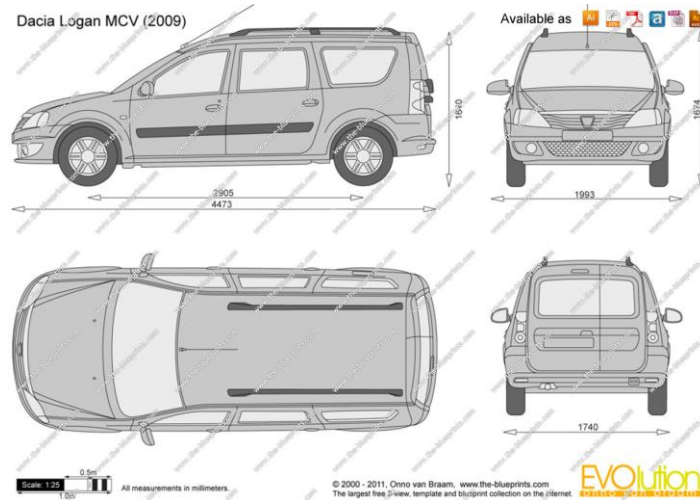


Fig. 2 Coste de construcción = 10.230 € / (4,473 m x 1,740 m) = 1.314 €/m². 2016. Renault.

Sin embargo, mientras un automóvil con diez años de antigüedad puede circular a gran velocidad bajo una tormenta sin que penetre el agua, es altamente probable que tengamos humedades en una vivienda recién terminada, a poco que llueva.

Las razones por las que la industria ha conseguido estos avances espectaculares se suelen achacar al aumento de la producción generado por las necesidades de la Segunda Guerra Mundial y a la implantación de una cultura de la calidad, cuyo efecto es un aumento de la eficacia a largo plazo.

Sin embargo, también se ha construido masivamente desde entonces sin que se haya obtenido una mayor eficiencia y la misma cultura de la calidad podría haberse implantado en la construcción, si se hubieran dado las condiciones.

Cuando se debaten las razones de esta diferencia siempre se mencionan las mismas dificultades específicas de la construcción: construimos prototipos a escala natural; lo hacemos en fábricas temporales, en terrenos de otros, cada vez distintos y generalmente inadecuados; existen riesgos difíciles de gestionar, como las características del terreno; intervienen diferentes agentes, muchas veces con intereses contrapuestos. Sin embargo, tal vez las verdaderas razones son otras: los objetos de la construcción no son móviles, por lo que no existe una verdadera competencia, los márgenes hasta ahora han sido altos y todo ello no estimula la eficiencia.

¿Qué podemos hacer?

2 CONTENIDO

El momento actual, en el que proliferan congresos, eventos y publicaciones sobre los medios digitales aplicados a la construcción, constituye en realidad un *déjà vu* respecto de la situación creada a finales de los ochenta, que fue una época de enormes expectativas sobre las aplicaciones en nuestro sector de la revolución informática emergente. Ese momento aparece ahora como una auténtica salida en falso, ya que el objetivo inicial de la informática, como ocurre en todos los ámbitos, fue el de realizar con el ordenador lo mismo que anteriormente se realizaba a mano, y no el de proponer un verdadero cambio de paradigma. El prolongado éxito de un programa como AutoCAD, que se limita a reproducir el antiguo sistema de dibujo manual del "overlay drafting", es el más claro síntoma.

La razón de este retraso no es la ausencia de las herramientas digitales adecuadas, que ya existían entonces y se usan por los agentes más innovadores del sector. Los nuevos medios técnicos por sí solos no cambian un sector. Previamente, es necesario que los distintos agentes del sector, sea cuales sean las motivaciones, cambien de mentalidad, que los profesionales se adapten, que se identifique e implanten nuevos métodos y que se vaya construyendo un eco-sistema con todos los recursos necesarios.

2.1 Una nueva mentalidad

Tal vez la principal razón de la nueva sensibilidad sobre las deficiencias de la construcción y su impacto en la sociedad se basa en el origen inmobiliario de la reciente crisis, en la mayor concienciación sobre las consecuencias del gasto y el endeudamiento y, al menos en nuestro país, a la vinculación entre construcción y corrupción política.

Los sobrecostes y los retrasos de la construcción se han convertido ahora en temas de interés periodístico [1].

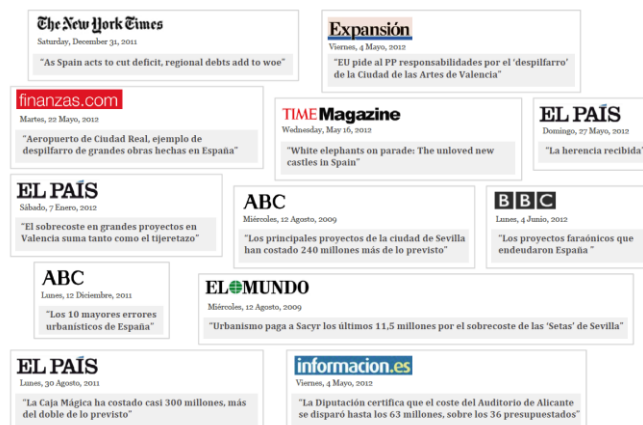


Fig. 3 Titulares de medios impresos sobre sobrecostes y retrasos. 2014. Fuentes indicadas en la propia figura.

A su vez, el cambio por parte de la sociedad se ve correspondido por un cambio en el propio sector de la construcción que ha dado lugar a un núcleo duro, una masa crítica de



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

visionarios convencidos de que el cambio es posible. Este cambio tiene un sistema de referencia bien definido, ya que basta con observar las técnicas de gestión que consiguieron los avances del resto de la industria descritos anteriormente, como la calidad total, just-in-time, implicación de los proveedores, reingeniería de procesos, empoderamiento de las personas, círculo virtuoso de empleados y clientes o responsabilidad social corporativa.

El cambio de mentalidad se puede resumir en tres palabras:

"Sí, se puede".

2.2 Nuevos métodos

Una vez que la dirección general ha accedido a esta nueva mentalidad, el siguiente paso es identificar los cambios de creencias o valores, que se pueden concretar en tres:

- Las personas pueden colaborar
- La planificación es necesaria
- La industrialización es posible

En la visión clásica, que se transmite a través de las propias escuelas, todos los agentes de la construcción están enfrentados en un juego de ganar-perder, y esto se aplica también a los departamentos internos de la empresa. El departamento de estudios que prepara las ofertas no cuenta con el de planificación y el jefe de obra, que tendrá que ejecutarla, sólo la conoce cuando ya está adjudicada y es tarde para tomar decisiones. Según esa visión, la oficina central sólo exige papeles inútiles y la dirección vive cómodamente alejada de los problemas reales.

Sin embargo, la experiencia de la industria, tanto en la fabricación como en los servicios, demuestra que esta situación es perjudicial y que se puede cambiar. Para ello hay que tomar una serie de medidas ampliamente conocidas: apoyo a los cambios desde la dirección general, acceso más generalizado a la información -no sólo a la estrictamente necesaria para cada uno-, confianza en la capacidad de las personas para mejorar los procesos y tomar decisiones, etc.

Las experiencias más innovadoras de formación en la construcción, como las llevadas a cabo en la Technische Hochschule de Mittelhessen, por uno de los autores (profesor Díaz), por el profesor Steven G. Swant, en el Georgia Institute of Technology y por el profesor Martin Fischer en la Universidad de Standford, hacen hincapié en la participación de alumnos con distintos papeles, en la colaboración y en entender y respetar todos los puntos de vista, más que en la especialización en el diseño, el coste o la ejecución.

BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
 Universitat Politècnica de València
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016



Fig. 4 Una experiencia de formación colaborativa: Integrando RIB iTWO 5-D en la enseñanza. 2015. Georgia Tech.

En segundo lugar, la planificación se ha recibido en general con un marcado escepticismo: planificar para qué, si la planificación nunca se cumple. Es fácil encontrar textos sobre planificación en la que el autor se queja de que todas estas enseñanzas son inútiles porque no se aplican [2]. Tales autores deberían reflexionar si el problema está precisamente en que esa planificación es inadecuada.

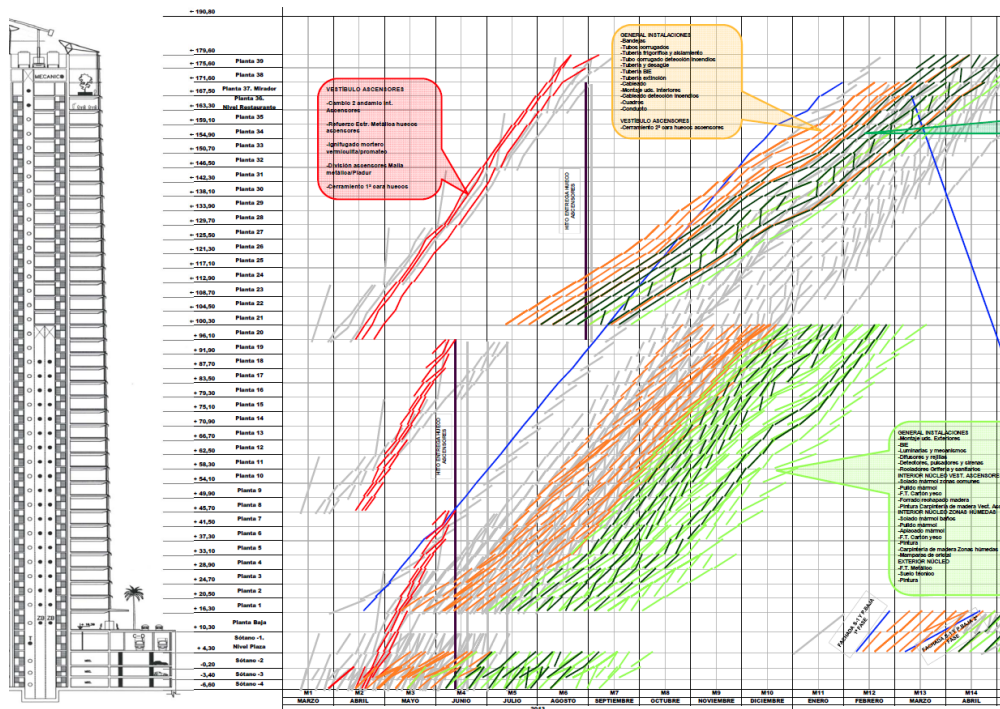


Fig. 5 Diagrama de espacio-tiempo. 2014. Manuel Javier Martínez [3].

La realidad es que la planificación estudiada tradicionalmente, basada en la teoría de grafos y que proviene de la industria, se ha demostrado como poco efectiva para la construcción. No es el lugar para describir en detalle los errores conceptuales de la planificación al uso,

BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

pero sí se pueden enumerar las técnicas que triunfan en la práctica, como la planificación por espacios y tiempos, la planificación comprimida de la cadena crítica o las técnicas de programación promovidas por las teorías de Last Planner y Lean construction.

Como resultado de estos y de otros cambios, la planificación en la construcción ha pasado de ser despreciada a considerarse imprescindible.

Por último, la visión clásica de la prefabricación, asociada inevitablemente a la utilización de pesados paneles de "hormigón arquitectónico", encofrados túnel y otros sistemas de inspiración soviética, ha dado paso a una imagen más ligera y flexible, donde es posible fabricar elementos no necesariamente repetitivos de manera eficiente.



Fig. 6 Cuartos de baño construidos in situ. 2016. <http://conspace.es/>.

Las conocidas técnicas de origen japonés, aplicadas a la industria automovilística, implicando a los proveedores, buscando la mejora continua de los procesos y consiguiendo personalizar los productos sin perder las ventajas de la fabricación en serie, se perciben ahora como posibles, no sólo para generar en taller estructuras metálicas industrializadas que se montan en la obra, sino para construir componentes complejos, como cuartos de baño totalmente equipados, elementos complejos de fachada y otros subsistemas constructivos.

2.3 Nueva tecnología

La infraestructura informática para soportar estos nuevos métodos, como ya se ha dicho, existe desde hace mucho tiempo, pero es ahora más madura y más eficiente.

Por ejemplo, los sistemas de planificación 5D permiten visualizar la ejecución integrando el modelo 3D con el tiempo y el coste.

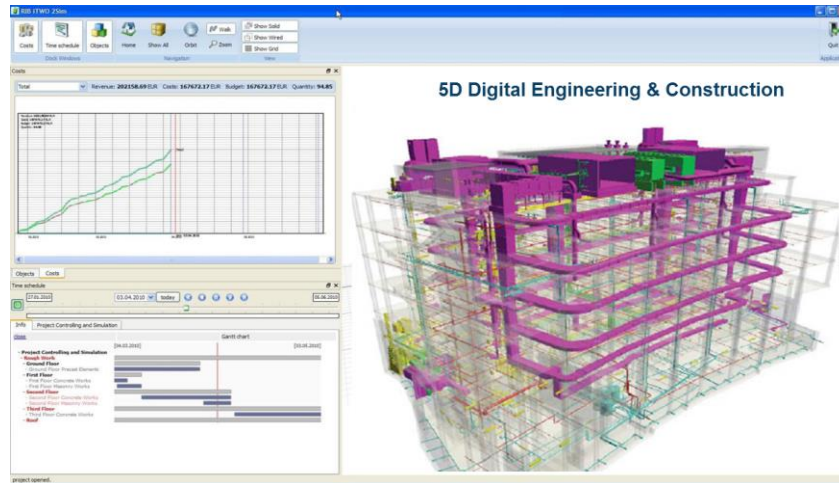


Fig. 7 Planificación 5D, coste, tiempo y modelo iTWO. 2016. RIB Software AG.

Una plataforma de información puede ir más allá, simulando el proceso completo de la ejecución, incluyendo la relación entre el modelo del proyecto y el entorno de la industria que permite convertir las intenciones del diseño en un objeto ejecutable, dentro de una cultura de la construcción, un emplazamiento y un momento concretos.



Fig. 8 iTWO Una plataforma para la integración del proceso de la construcción. 2016. <http://www.rib-software.es>

Esta simulación resuelve una de las dificultades específicas de la construcción más mencionadas, ya que la realización una y otra vez en un entorno virtual del proceso de ejecución con todos sus detalles equivale al proceso cíclico de mejora continua de la fabricación en serie. Como no se puede repetir el prototipo físicamente, se realiza digitalmente hasta que todos los agentes que intervendrán en la ejecución han realizado sus comentarios y han dado su visto bueno.

3 CONCLUSIONES

La combinación de los nuevos métodos y nuevas infraestructuras de información permiten apoyar a los agentes del sector de la construcción que han decidido adoptar una nueva mentalidad.

Modelamos con todo detalle, tanto los objetos como los procesos. Establecemos la conexión entre estos objetos y procesos virtuales con sus equivalentes físicos. Y necesitamos aprovechar aún más este esfuerzo.

Incluso en la actualidad, todos los componentes necesarios para ejecutar trabajos de reforma y rehabilitación de pequeña y mediana envergadura, pueden definirse digitalmente, elegirse y adquirirse en plataformas de la construcción que aseguran el suministro en el lugar y el momento necesarios. Pero queremos ir más allá. Otros recursos están disponibles, o van a estar pronto, para realizar componentes de mayor envergadura:

- Maquinaria de movimiento de tierras que ejecuta el trabajo a partir del modelo de ordenador y que se posiciona por GPS.
- Estructuras metálicas y de hormigón generadas a partir del modelo de ordenador.
- Impresoras 3D de gran tamaño
- Sistemas de prefabricación y robots capaces de construir piezas de gran complejidad.

Del Internet de las cosas al Internet de las casas

La industria 4.0 añade una nueva posibilidad, ya que cada componente del edificio, por pequeño que sea, estará identificado, así como las máquinas necesarias para su transporte y colocación en obra, todo ello controlado por la infraestructura informática adecuada.



Fig 9 Una fábrica robotizada para la construcción. 2016. SAA Software Engineering GmbH.



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

Una vez que el proyecto está totalmente definido en el mundo virtual, nuestro objetivo es que se materialice en el mundo físico con el mismo grado de automatización que es habitual en la industria, sin más trabajos manuales ni más decisiones que las que serían necesarias en un proceso industrial bien afinado.

En una conversación personal poco antes de su fallecimiento, a los noventa y dos años, el arquitecto Miguel Fisac me contó que su ideal era que a las obras no pudieran acceder obreros poco cualificados, que se podían hacer daño o matarse, sino solamente empleados con carnet, certificados por la norma ISO 9000. Este sueño de Miguel Fisac está ahora más cerca de realizarse. De la paleta a la llave Allen, como diría Ignasi Pérez Arnal, o del bit al átomo, en palabras de Negroponte, con una sola tecla. Arquitectos los tres, por cierto.

4 REFERENCIAS

- [1] Spiegel. "Starchitect Trio: the men behind Germany's building debacles. Spiegel OnlineInternational. Url: www.spiegel.de/international/germany/de-meuron-von-gerkan-and-ingenhoven-on-german-constructionheadaches-a-905472.html.
- [2] Perera, J. (2003). *La programación en la construcción*. Madrid: Bellisco.
- [3] Valderrama F., Mattos, A. (2014). *Métodos de planificación y control de obras*. Barcelona: Editorial Reverté.