

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación  
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de  
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela  
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.144-153

014

## **MÉTODO SIMPLIFICADO DE GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN EN DISPOSITIVOS MÓVILES**

COLLADO LÓPEZ, MARÍA LUISA<sup>1</sup>; SÁEZ PÉREZ, MARÍA PAZ<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Universitat Politècnica de València, Valencia, España*

*E-mail: mcollado@csa.upv.es,*

*Web: <http://www.upv.es/ficha-personal/mcollado>*

*<sup>2</sup>Universidad de Granada, Granada, España*

*E-mail: mpsaez@ugr.es,*

*Web: [http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/\\*/show/b0110d8f90752699e5b25241b7c300a2](http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/b0110d8f90752699e5b25241b7c300a2)*

**PALABRAS CLAVE:** Digitalización, Ejecución obras, Construcción, Gestión.

### **RESUMEN**

La necesidad de ordenar y optimizar los procesos en el seguimiento de la ejecución de las obras de construcción ha provocado que algunas empresas de dirección y gestión de proyectos desarrollen su propio modelo basado en la experiencia, creando un método de trabajo para el seguimiento de obras de construcción con el objeto de documentar de manera ordenada y controlar adecuadamente los procesos a través de un dispositivo móvil.

La base parte principalmente de la definición de una cuadrícula denominada grid, de dimensiones variables según el tipo de proyecto, fase, unidad de obra, o elemento que se desee representar. La aplicación consiste en introducir datos, marcando el avance sobre la cuadrícula mediante el uso de la huella digital, de modo que, el sistema permitirá, a partir de los datos, generar documentos como las relaciones valoradas y certificaciones de la obra ejecutada y llevar un seguimiento actualizado del control de costes.

Esta metodología permite de manera sencilla e intuitiva monitorizar la producción por unidades de obra, por capítulos o por fases, u otros elementos definidos por el usuario. Al

disponer de una información de producción homogénea, con una sistemática de toma de datos y una frecuencia temporal, se obtienen instantáneamente unas curvas de producción y KPI's que, además, pueden segmentarse en función de la tipología de proyecto, de la fase de obra, del capítulo de obra, de la unidad de obra, del contratista adjudicado, o de la Dirección de obra que ha supervisado. También permite obtener información asociada que posteriormente comparará con otros proyectos futuros, detectando en estados tempranos de producción posibles desviaciones y acometer, en su caso, medidas correctoras.

Los resultados obtenidos tras la aplicación en distintos casos de proyectos, comprendidos entre los años 2005-2014, garantizan la validez del modelo, que a su vez ha permitido el desarrollo de un software que agiliza la toma de datos, la estructuración de la información, la generación de informes y el desarrollo de modelos de referencia entre proyectos similares.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según CES [1], entre 2008 y 2015, la mayor caída en el número de empresas se registró en la actividad dedicada a la construcción de edificios, con un descenso del 37,8 %. Por su parte, el número de grandes empresas dedicadas a la construcción de edificios en su conjunto se redujo en un 90 %.

La gran crisis sufrida en el sector de la construcción, como ocurre en otras situaciones de crisis, en general, ha provocado la aparición de nuevas oportunidades y posibilidades de mejorar la metodología y procesos de gestión, siendo la tecnología el elemento dinamizador para ello.

En general, el sector de la construcción avanza más lento que otros sectores cuando se habla de entrada en la era digital y uso de tecnologías. Aún conserva modelos de gestión anticuados. Sin embargo, desarrollo y tecnología van unidos cuando se trata de optimizar procesos, ya que ello repercute en la mejora de la productividad. El acceso a la información en tiempo real, desde cualquier lugar, mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación, permite ajustar tiempo y coste. Y en este sentido, unido al internet de las cosas, se observa un avance en las implementaciones de modelos en la gestión integrada de proyectos, como la metodología BIM, o la que se presenta a continuación. Este proceso de cambio afecta también a los agentes que intervienen en el proceso, la forma de trabajo se modifica, habrá que adaptarse a los nuevos entornos y métodos, y por tanto cambia el espectro del perfil profesional, y muy concretamente en el ámbito de la arquitectura técnica.

Basado en las necesidades de sistematizar y ordenar la dirección y gestión de proyectos, se ha desarrollado una metodología de trabajo, bajo el nombre de SOFIA-RTD [2] cuyo objetivo es garantizar la eficacia en los procesos y los proyectos que dirige la empresa 10t Project Management, así como garantizar la transparencia en el uso de la información. Partiendo de esa idea, esta comunicación describe una propuesta para modelizar de forma sencilla los procesos de construcción, utilizando una metodología probada y que, permite implementarse en dispositivos móviles, como tabletas y teléfonos.

Su forma de trabajo facilita que diversos elementos convivan virtualmente en un sistema integrado que funciona en tiempo real, mediante paneles de información que funcionan a semejanza de los cuadros de mandos de los vehículos, permitiendo que todos los agentes que intervienen en el proyecto conozcan el estado real de avance del proyecto y observar los cambios que se van produciendo. De esta manera, se puede planificar, programar, ges-

tionar contratos, controlar la ejecución y, en caso necesario adoptar medidas correctoras en el menor tiempo posible.

La experiencia ha consistido en la comprobación de la aplicación en diversos proyectos, correspondientes a distintas tipologías edificatorias, analizando los resultados y comprobando las diferencias obtenidas en la gestión del proceso de ejecución de obras por el método convencional en otros casos similares.

## 2. DEFINICIÓN DEL MODELO

El modelo se basa principalmente en la definición de una cuadrícula (a partir de ahora grid) representada en la “Figura 1”, de dimensiones variables según el tipo de proyecto que se desee representar. Así, por ejemplo, la representación de las dimensiones de la cuadrícula oscila entre 0,50x0,50 m en proyectos de habilitación interior, de reformas en viviendas o pequeñas actuaciones de decoración o elementos de acabado, donde las unidades de obra son específicas o de mucho detalle, hasta 5x5 m en proyectos terciarios o grandes urbanizaciones, con unidades de obra cuya medición es de gran magnitud, como superficies de aparcamientos o pavimentos de centros comerciales.

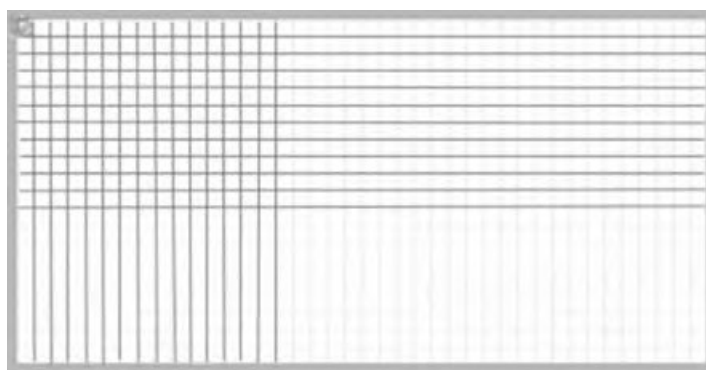


Figura 1: Representación base de la grid, a modo de cuadrícula que se superpone a los planos del proyecto. Fuente: SOFIA-RTD [2].

Esta cuadrícula, grid, funciona como una capa que se posiciona sobre la realidad física del proyecto representada por los planos o imágenes generados por otras aplicaciones informáticas. La superposición sobre las plantas y alzados identifica cada celda con una unidad constructiva o conjunto de ellas posicionada en el plano, de forma que se incorpora diversa información asociada a dicho elemento, tal como informes, datos de campo, detalles técnicos, control de calidad, procesos de ejecución, imágenes de soluciones constructivas que posteriormente quedarán ocultas como canalizaciones enterradas, disposición de las armaduras en elementos de hormigón armado, etc. Cada plano o representación gráfica se amolda a una grid diferente, ajustando su escala al nivel de detalle que se desea, pudiendo un elemento del plano ocupar varias celdas de la grid.

En la “Figura 2” se indica con una flecha una celda sobre la que se incorporará la información asociada. El ejemplo representa la planta de equipamiento de una superficie comercial en la que se observa que sobre la grid se pueden además identificar las distin-

tas unidades de obra, ubicadas en la localización real, sombreando los elementos sobre la representación gráfica del proyecto. Como ejemplo aparecen localizadas las zapatas en la “Figura 3”, utilizando el mismo plano de base.

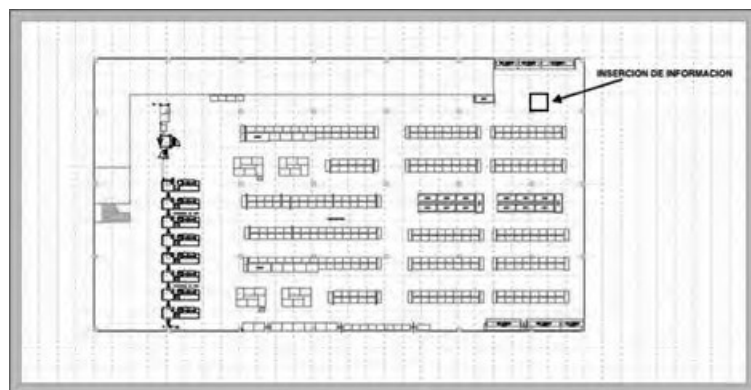


Figura 2: Ejemplo de representación de la grid sobre plano. Fuente: SOFIA-RTD [2].

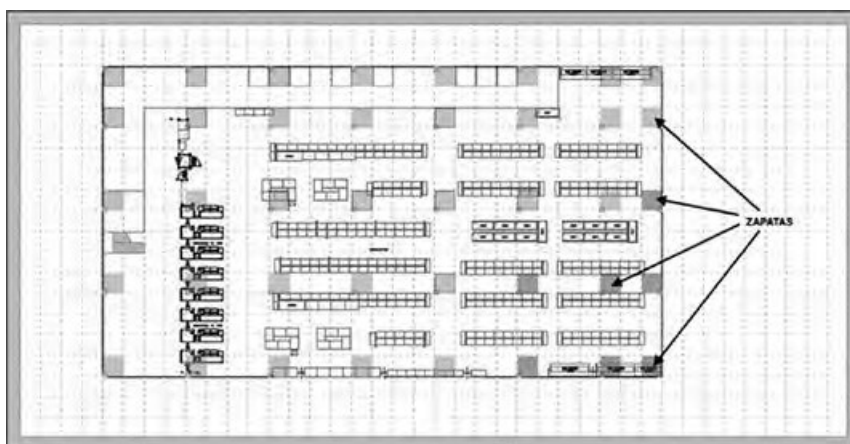


Figura 3: Ejemplo de grid en el mismo plano para identificación de elementos de cimentación y estructura. Fuente: SOFIA-RTD [2]

Finalizada la superposición de la grid sobre los planos y definida la posición de cada elemento, se puede entonces, mediante la utilización de dispositivos móviles como teléfonos y tabletas, modificar el color de las celdas para identificar si los elementos corresponden a unidades ejecutadas tal como representa la “Figura 4” (gris oscuro) o a falta de finalización (gris claro), obteniendo, por tanto, el estado de avance de la unidad de obra, del capítulo, fase o lote y del proyecto en su globalidad.

Como la toma de datos se realiza con el propio dispositivo móvil en obra, se obtiene una medición fiable del estado de la obra en tiempo real. A modo de ejemplo, la “Figura 4”, representa los datos del seguimiento de una obra, con un 57.21% de ejecutado sobre importe total del proyecto, un 98.25% ejecutado sobre el lote o fase de cimentación y un 94.17% ejecutado en unidades de obra de zapatas aisladas.

A partir de los datos que se van introduciendo, el sistema permite además generar documentos estándares para elaborar informes.

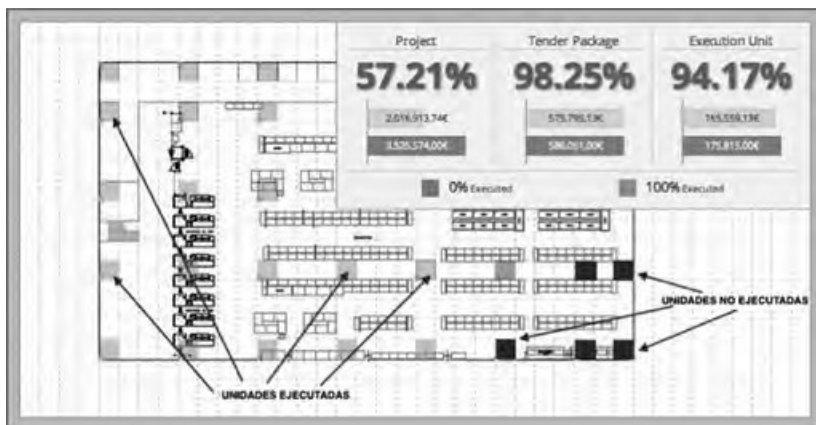


Figura 4: Nivel de avance de ejecución de cimentación (unidades ejecutadas y no ejecutadas) y porcentajes de ejecución sobre proyecto, sobre lote o fase de cimentación y sobre las unidades de obra de zapatas. Fuente: SOFIA-RTD [2]

El concepto de “huella digital” [3] que se genera en la obra mediante el empleo de la grid, permite adjuntar a cada cuadrícula en la toma de datos en obra, información asociada - como se ha indicado anteriormente sobre la “Figura 2”- a cada elemento tipificado como unidad de obra, capítulo o lote. Por una parte, información gráfica como imágenes del seguimiento constructivo, como representa la “Figura 5”, videos de procedimientos o croquis, obtenidos de la realidad física donde se produce; por otra, información documental como informes, actas de ensayo, proyecto, plano, o cualquier otra información crítica para entender el proceso de obra. De esta forma, la propia huella digital permite que una gran cantidad de información (big data) quede registrada y accesible para el seguimiento, monitorización, mantenimiento y explotación del proyecto.

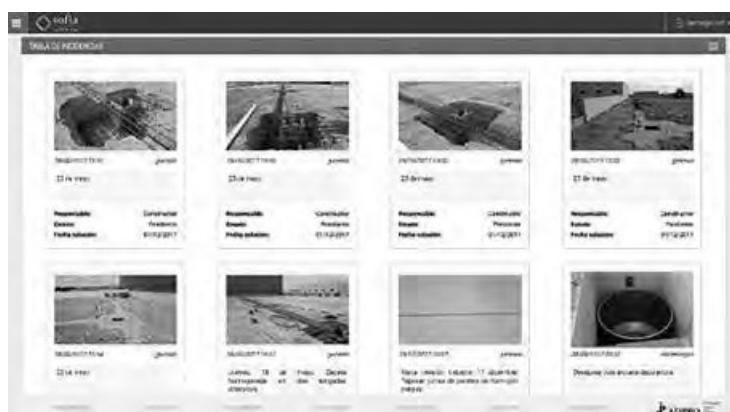


Figura 5: Listado de incidencias con imágenes asociadas, con fecha, responsable y seguimiento. Fuente: SOFIA-RTD [2]

En las siguientes imágenes se observa las distintas unidades de información asociadas a elementos que se han ido generando en la aplicación de los casos reales.

La “Figura 6” muestra ejemplos de información gráfica asociada, con la fecha en la que se produce, el usuario que incorpora el dato al sistema y la incidencia que representa (imágenes superior izq. y dcha.). Las dos imágenes inferiores muestran (izq.) el total de elementos de información, a modo de índice, de una fase, en este caso una planta completa y (dcha.) muestra un documento referente al plan de calidad asociado a la planta que se visualiza, como en los casos anteriores, con la fecha en la que se crea y el usuario.



Figura 6: Información gráfica asociada. Superior: fecha, incidencia y usuario. Inferior: elementos de información y plan de calidad. Fuente: SOFIA-RTD [2]

Además, el empleo del modelo en estos proyectos ha permitido depurar el método y adaptarse a las distintas tipologías de proyectos y necesidades de los clientes. De hecho, se encuentra en proceso de estudio sobre posibles mejoras y actualizaciones. A continuación, se muestran dos ejemplos, uno sobre un centro comercial “Figura 7” y otro sobre un proyecto de urbanización “Figura 8”, en los que se observa el nivel de avance de la producción, respecto al proyecto, a la fase de obra y a la unidad de obra, como en los ejemplos anteriores, y la documentación almacenada para cada proyecto concreto.



Figura 7: Ejemplo nave comercial. Fuente: SOFIA-RTD [2]



Figura 8: Ejemplo urbanización. Fuente: SOFIA-RTD [2]

Su puesta en uso en varios proyectos como centros comerciales, plataformas logísticas, edificaciones industriales y de oficinas y proyectos de urbanización, ha garantizado la optimización de los procesos en tiempo y coste.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de la utilización del modelo es la generación de una huella digital completa del proyecto desde su inicio hasta su finalización, con la documentación oportuna y que permite criterios de búsqueda y filtros para localizar y obtener la información requerida en cada momento [4]. Además, se generan informes en los que se visualiza un resumen de datos de previsión, un avance de la producción y las correspondientes desviaciones económicas si las hubiera.

Al disponer de una información de producción homogénea, con una sistemática de toma de datos y una frecuencia temporal, se pueden obtener instantáneamente las curvas de producción y KPI's. (Key Performance Indicator), indicadores clave del rendimiento, permitiendo medir el nivel de cumplimiento de un objetivo prefijado [5]. Estas curvas de producción permiten segmentarse en función de la tipología de proyecto, del lote de obra, del capítulo de obra, de la unidad de obra, del contratista adjudicado, de la Dirección de obra que ha supervisado y obtiene información asociada que posteriormente permitirá comparar con otros proyectos futuros, detectando en estados tempranos de producción posibles desviaciones y con ello la necesidad de acometer medidas correctoras.

Como ejemplo de proyectos reales se muestra a continuación distintas formas de visualizar la información en tiempo real, así como las gráficas de comportamiento resultantes de la evolución.

Por ejemplo, la adaptabilidad del modelo permite que éste acoja las particularidades que en cada caso se estimen oportunas, como ejemplo, en determinados casos, al ser obras de plazo corto y ejecución inmediata como la adecuación de un local comercial, se agrupan las unidades de obra por capítulos, como representa la “Figura 9”, permitiendo una gestión óptima adaptada a la intensidad de la producción.



Figura 9: Ejemplo de agrupación por capítulos. Fuente: SOFIA-RTD [2]

La toma de datos de manera continuada y con una frecuencia establecida bien diaria o bien semanal obtiene el grado de avance en la producción. A partir de ahí, permite además obtener de manera sencilla las curvas características por unidad de obra, capítulo, lote y tipología de proyecto, tal como muestra la “Figura 10”.



Figura 10: Curvas características de comportamiento de las distintas unidades de información. Fuente: SOFIA-RTD [2]

La obtención de los datos de producción se genera de manera instantánea, lo que se denomina en tiempo real, alimentando los paneles de información y control del proyecto que anteriormente se ha comentado. La “Figura 11” (izq.) refleja datos económicos totales de la inversión, planificación de costes anual, estado de avance de distintas tramitaciones y porcentajes de producción, nivel de riesgo y de calidad. La misma figura (dcha.) desarrolla la información vertida en la figura anterior, detallando aspectos sobre la inversión.





Figura 11: (Izq.) Resumen de datos en tiempo real. (Dcha.) Desglose de inversión por capítulos. Fuente: SOFIA-RTD [2]

La representación gráfica mediante el sombreado con distintas tonalidades permite identificar el estado de la obra, lote, o unidad de ejecución, como un gradiente térmico del avance y estado de la producción en tiempo real, tal como muestra la “Figura 12”, ofreciendo una visión global.

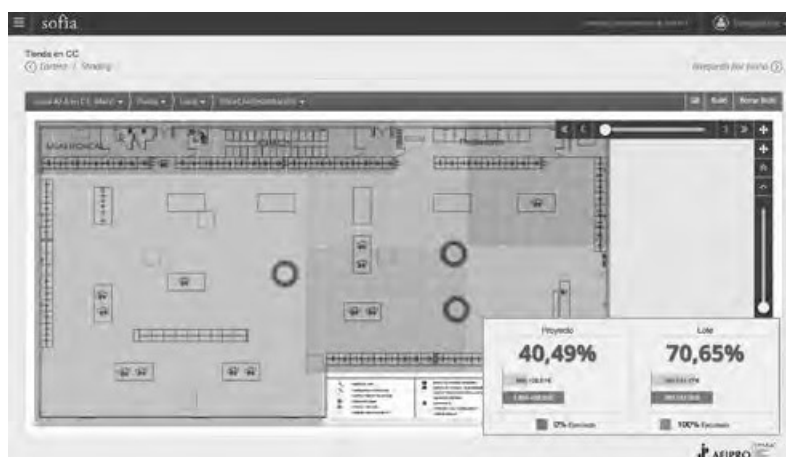


Figura 12: Ejemplo termografía de producción. Fuente: SOFIA-RTD [2]

Finalmente, la sistemática en la toma de datos y su homogeneidad, independientemente del proyecto, y de los agentes que intervienen, permite trabajar con portafolios de proyectos que se comparten garantizando una documentación transparente y bien organizada.

### 3. CONCLUSIONES

La profesionalización en la forma de llevar a cabo la gestión de los proyectos y de la propia construcción, constituye la principal virtud de este modelo, abarcando la práctica totalidad de los procedimientos necesarios desde que se elabora el proyecto arquitectónico hasta la finalización o desagregación del proyecto, conservando un expediente completo con toda la información que se va generando durante el proceso.

La metodología empleada basada en los casos descritos permite de manera sencilla e intuitiva monitorizar la producción de una obra, unidad de obra a unidad de obra, por capítulos o por lotes o siguiendo el criterio de agrupación que el usuario considere más adecuado. Los resultados obtenidos de aplicar este modelo en proyectos reales permiten modelizar las curvas de producción para emplearlas en proyectos futuros y detectar cualquier tipo de desviación respecto a la previsión cuando un proyecto concreto empieza a desvincularse del modelo óptimo, dejando así de manifiesto la bondad del sistema, cuyo principal objetivo es la optimización de los procesos en obras de construcción.

La mejora resulta al disponer del estado de producción con frecuencia diaria o semanal, con la información estructurada y en tiempo real, permitiendo la toma de decisiones anticipada que afectan a tiempo y coste.

Esta estrategia así diseñada ha permitido en los proyectos gestionados con esta metodología durante el periodo 2005-2014 ahorros de hasta de un 90% de los sobrecostes y de un 80% de las incidencias por retrasos [6].

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CES. Consejo Económico y Social. Informe 02/2016 EL PAPEL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: COMPETITIVIDAD, COHESIÓN Y CALIDAD DE VIDA.
- [2] SOFIA RTD. Accedido el 18 de diciembre de 2017 desde <https://sofia-rtd.com>.
- [3] DÍEZ TORRIJOS, S. (2017). Transformación digital, sí. Sentido común, también. *Andalucía Inmobiliaria*, 138: 24-25.
- [4] DÍEZ TORRIJOS, S., RAMÓN ALBERT, A., BENLLOCH MIRALLES, B., AYALA LÓPEZ, R., LILLO ARNALTE J.A., TENA GIL, L. (2015). Parameterization of the construction promoter's Responsibilities throughout the project's life cycle. *Organization, Technology and management in construction. AN International Journal*, 7 (1): 1228-1242. DOI 10.5592/otmcj.2015.1.7
- [5] ESPINOSA, R. (2016). Indicadores de gestión: ¿Qué es un KPI?. Accedido 26 de enero de 2018 desde <http://robertoespinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi/>
- [6] 10t Project Management. Accedido el 15 de enero de 2018 desde [www.10t.es](http://www.10t.es).

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa 10t Project Management y Sofia-RTD la cesión de las imágenes contenidas en esta comunicación para mostrar el ejemplo real de un modelo integrado de gestión de proyectos.