

Innovación en Construcción

Innovation in Construction

Juan Manuel Morón García. Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
jmoron@ciccp.es

Resumen: Se recoge en esta nota la situación actual de las empresas constructoras en relación con la innovación. Tras hacer un breve recordatorio sobre el concepto de innovación y sus tipos, se revisa la situación general del sector con los escasos datos estadísticos disponibles y se comenta la influencia que hasta ahora han ejercido las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en los procesos y productos de construcción.

Palabras Clave: Construcción, Innovación, Investigación y Desarrollo, Tecnologías de la Información y Comunicaciones

Abstract: This article outlines the present state of building companies with regards to innovation. After a brief description of the concept and types of innovation, the article goes on to review the general situation in the sector on the basis of the restricted amount of statistical data available and comments on the influence that Information and communication Technologies have had to date on construction processes and products.

Keywords: Construction, Innovation, Research and Development, Information and communication Technologies

El concepto de innovación

El término *innovación* se ha puesto de moda recientemente, aunque con frecuencia se confunde con la *investigación* y el *desarrollo tecnológico*. Por ello, parece oportuno recordar que han sido los Manuales de la OCDE (el denominado Frascati Manual y el Oslo Manual) los que han definido lo que debemos entender por investigación, desarrollo o innovación. Recogemos a continuación las definiciones del Frascati Manual.

- La *investigación y desarrollo experimental* comprende el trabajo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos... y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones. El término Investigación y Desarrollo engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.
- La *investigación básica* consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

- La *investigación aplicada* consiste en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos... hacia un objetivo práctico específico.
- El *desarrollo experimental* consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

Por su parte, el Manual de Oslo define la innovación:

- La *Innovación Tecnológica* comprende la implantación de productos y procesos tecnológicamente nuevos y la mejora sustancial de productos y procesos ya existentes. Una *Innovación Tecnológica* se considera implantada si ha sido introducida en el mercado (innovación de producto) o empleada en un proceso productivo (innovación de proceso). La Innovación Tecnológica comprende una serie de actividades científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales.

A pesar de pretender definir lo que significan los términos empleados, hay algunas fronteras imprecisas; así,



el diseño industrial puede ser parte de la actividad de Investigación y Desarrollo o requerirse para la comercialización; la formación sólo debe considerarse como actividad de Innovación Tecnológica si está aplicada a la implantación de un producto o proceso nuevo o mejorado desde el punto de vista tecnológico; el desarrollo de software nuevo o sustancialmente mejorado entra dentro de Investigación y Desarrollo; en cambio, el desarrollo, la adquisición y uso de software es una actividad de Innovación Tecnológica; etc.

En resumen, se entiende por *Innovación* la introducción con éxito en el mercado de ideas y conocimientos nuevos de cualquier tipo, propios o ajenos en forma de productos y servicios o una combinación de ambos. La innovación es, pues, una actividad puramente empresarial. Sin embargo, una extensión del concepto de *introducción con éxito* en el mercado a la *aceptación social* de ideas, proyectos o innovaciones permite a los organismos públicos ser también agentes de la innovación cuando lanzan

ideas o proyectos que son aceptados de modo amplio por los usuarios de esos servicios públicos.

Los conocimientos pueden tener relación con una mejor comprensión del mercado (innovación comercial), con una mejor comprensión de la organización de la empresa (innovación organizativa) o con unos conocimientos científicos o tecnológicos relacionados con la actividad de la empresa (innovación tecnológica). Normalmente se hace referencia a ésta y dentro de ella cabe distinguir la *innovación de procesos* (mejora de los métodos de fabricación o ejecución de los trabajos para llegar a obtener el mismo producto final) y la *innovación de productos* (es decir, la búsqueda de productos nuevos o con mejores prestaciones).

La Innovación se produce como consecuencia de intentar mejorar un proceso existente, por la necesidad de iniciar un proceso nuevo o para lanzar al mercado un nuevo producto o servicio con mejores prestaciones que otros existentes. Si esos procesos, definidos de forma nueva o diferente, permiten poner en el mercado productos o servi-

cios con éxito se puede decir que se ha producido una innovación.

En el ámbito de la Construcción, la innovación está casi siempre orientada a los procesos; la innovación de productos es menos frecuente pues no depende sólo de decisiones empresariales. Ejemplos de innovación de productos de construcción pueden ser los ferrocarriles de alta velocidad, las carreteras inteligentes, los firmes u hormigones especiales, las viviendas domóticas... De algún modo, el proyecto de determinadas estructuras (puentes, cubiertas...) ofreciendo una nueva tipología puede ser una innovación de producto. En cualquier caso, los productos innovados exigen siempre una innovación del proceso que los materialice.

Ejemplos de innovaciones de proceso son el replanteo y otras operaciones topográficas con ayuda de distanciómetros y estaciones totales, el posicionamiento de gánguiles con ayuda de GPS para vertido de escollera en obras marítimas, el guiado por GPS de las extendedoras de firmes de aglomerado... En todos estos casos, el producto final sigue siendo el mismo que se obtenía con los procesos tradicionales, pero ahora se obtiene por un proceso nuevo que es más sencillo y económico. La condición de que una innovación de proceso sea aceptada por el mercado la decide el propio empresario si el nuevo proceso le permite reducir sus costes o mejorar la calidad del producto final; de lo contrario no lo utilizará.

Las actividades que comprende la Innovación Tecnológica son, entre otras:

- Actividades de adquisición y generación de conocimiento científico y tecnológico, como:
 - la Investigación y Desarrollo
 - la adquisición de inmovilizado inmaterial (patentes, licencias, marcas, diseños, software...)
 - la adquisición de inmovilizado material (máquinas, equipos de todo tipo...)

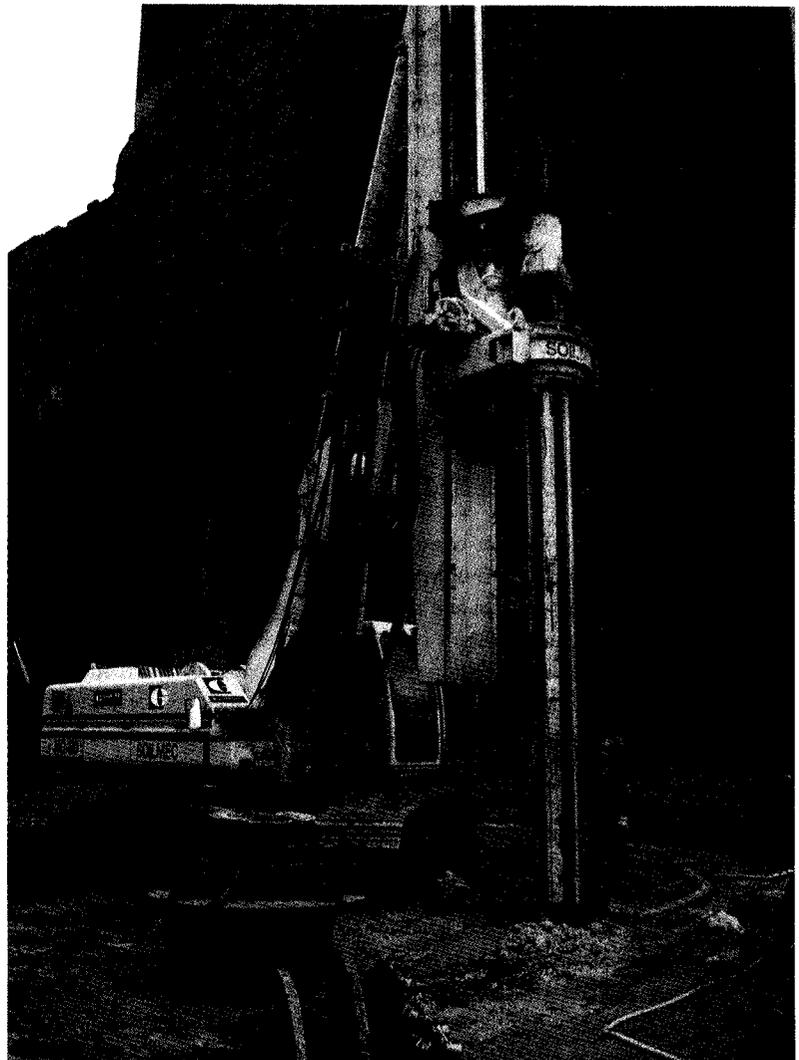
- Actividades de preparación para la producción o para provisión de servicios, como:
 - el diseño industrial para la definición del producto, proceso o servicio.
 - la ingeniería de proceso, mediante la cual se ordenan los procesos de producción o provisión, el aseguramiento de calidad y la aplicación de normas para la fabricación de productos nuevos o mejorados...
 - el lanzamiento de la fabricación de productos o la provisión de servicios: formación de personal en nuevas técnicas o en el uso de nuevos equipos necesarios para el buen fin de la innovación

- Actividades de preparación para la comercialización.

Cada empresa decide su estrategia innovadora apoyándose más o menos en cada uno de estos componentes de la innovación: su éxito puede acabar dependiendo de esa elección. Ocurre, sin embargo, que las empresas de determinados sectores establecen estrategias similares; así, las de los sectores químico, informático y otros se apoyan sobre todo en la Investigación y el Desarrollo, mientras que otras, lo hacen en la adquisición de patentes.

La Investigación y el Desarrollo en Construcción

La actividad de Investigación y Desarrollo más significativa en el ámbito de la Construcción se desarrolla desde



centros oficiales como el CEDEX, el IETCC, los diversos Centros Tecnológicos y los departamentos de las Universidades Politécnicas. Este tipo de trabajos suele estar orientado al conocimiento más preciso de los fenómenos naturales y a la investigación prenormativa, es decir a la definición de Normas e Instrucciones relativos a materiales y procesos constructivos. Las empresas constructoras colaboran con este tipo de centros en numerosos proyectos para comprobar el comportamiento de determinados materiales o para probar dispositivos cuyos resultados son necesarios en un plazo corto. También las empresas encargan a estos Centros trabajos de investigación que van a suponer la confirmación de la viabilidad de posibles innovaciones futuras.

España tiene un nivel bajo en Investigación y Desarrollo en Construcción comparado con otros sectores industriales: igual ocurre en países con gran tradición y estructura investigadora como Alemania, el Reino Unido, Francia, USA... donde las empresas constructoras tienen un papel reducido en la Investigación y Desarrollo de sus respectivos países. En España no se llevan a cabo tampoco por la mayoría de las empresas del sector actividades de Investigación y Desarrollo propiamente dichas, salvo casos concretos singulares. Es quizás en Japón donde las empresas constructoras tienen por tradición cultural una actividad investigadora muy notable y significativa con relación a su facturación.

De esta actividad no hay una medición precisa para el sector. Según INE, el gasto en Investigación y Desarrollo supuso un 0,96% del PIB en 2002 para el conjunto del país; para el sector alcanzó el 0,07% referido al VAB en el año 2000, porcentaje que se estima válido para 2002.

La Innovación en Construcción

Sin embargo, aunque el nivel de inversión del sector en Investigación y Desarrollo sea bajo con relación a la media nacional no se puede decir que el sector no sea innovador, como lo demuestran realizaciones recientes de los últimos años (AVE Madrid-Lérida, Metro de Madrid, Metrosur...), muchas de ellas con significativos acortamientos de plazos. Todo ello no se ha logrado casualmente, sino por la integración de innovaciones en los procesos constructivos, por la utilización de nuevos materiales, por el uso de nuevos equipos, por la aplicación de las Tecnologías de la Información... Esto confirma que las empresas constructoras tienen una estrategia en relación con la innovación poco apoyada en la Investigación propia y más inclinada hacia fuentes de conocimiento ajenas al sector.

Es cierto que los materiales y los equipos de los casos citados y otros muchos no han sido desarrollados por los propios constructores, sino que éstos se han aprovechado

de su existencia en el mercado, aunque algunas veces hayan contribuido a su existencia. Las obras son en realidad laboratorios de innovación al buscar respuesta a problemas que deben tener solución en el corto plazo. Ocurre también que, al revés que en otros sectores, no hay establecida una sistemática para la gestión de esas innovaciones. Este panorama está cambiando con rapidez en los últimos años especialmente en las grandes empresas.

También es difícil presentar cifras concretas en relación con la actividad de Innovación del conjunto del sector. Los escasos datos del INE ofrecen también poca fiabilidad y presentan un nivel muy bajo de actividad que no se corresponde con el evidente progreso mencionado más arriba. Estas cifras no difieren mucho de las de sectores de otros países de la UE.

Los concursos nacionales y de la UE, ofreciendo financiación y subvenciones para el desarrollo de proyectos de Innovación Tecnológica han elevado en los últimos años el nivel de colaboración de las empresas con otras empresas comunitarias, con centros tecnológicos y con departamentos de las universidades. En especial, el acercamiento a estos dos últimos ha sido positivo, pero todavía sería necesario incrementar esa relación entre la Universidad, los Centros y las empresas, ya que es muy débil la conexión entre el sector y esos centros tecnológicos.

La UE ha establecido recientemente un acertado criterio para seleccionar los proyectos de innovación que deban ser apoyados con subvenciones: dedicará todo su esfuerzo a apoyar paquetes de proyectos que permitan conseguir un incremento sustancial en objetivos concretos sobre los que haya un compromiso formal en el ámbito nacional y/o comunitario. Así, está propiciando la creación de Plataformas en la UE que se corresponden con otras Plataformas nacionales con objetivos seleccionados por su interés.

En nuestro país se ha establecido la Plataforma Tecnológica Nacional de la Construcción (presentada en público a primeros de octubre) que pretende aglutinar los esfuerzos del hipersector en cuatro grandes asuntos: Construcción subterránea, Ciudades y Edificios, Seguridad y Salud y Construcción Sostenible. En otro número de esta revista se expondrán los objetivos de la Plataforma con más detalle.

Por otra parte, las ayudas fiscales a la innovación, establecidas ya en los presupuestos del Estado en 1998, no han tenido suficiente repercusión por no estar simultáneamente establecida la mecánica para definir como desgravable un proyecto de investigación o de innovación. Para resolver esta situación han surgido con posterioridad órganos certificadores acreditados por ENAC como AENOR, o AIDIT de modo específico para Construcción, que salvan ese vacío. Sin embargo, la burocracia que todo el



proceso exige inhibe a las PYMEs, que son en buena medida las impulsoras de muchas innovaciones.

Influencia de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la Construcción

Es necesario resaltar la importancia que en los últimos años han tenido las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la innovación y optimización de muchos procesos de construcción. Las innovaciones en la Electrónica provocaron una explosión de innovaciones en la Informática y las Comunicaciones, que permitió la aparición de muchos de los nuevos procesos utilizados hoy en Construcción.

Los que se pueden señalar en la *fase de recogida de datos y del proyecto* se recogen en otra comunicación de este número, pero en la *fase de ejecución* de las operaciones de construcción se han conseguido mejoras cuando in-

tervienen máquinas (perfeccionadas por sus fabricantes), o cuando la operación es peligrosa (robots), o cuando es necesaria una información precisa (normalmente datos topográficos). Así, tenemos algunos casos desarrollados en los últimos años:

- guiado de máquinas de movimiento de tierras por planos auxiliares definidos por rayos láser giratorios o bien por GPS; aplicado ya en motoniveladoras, extendedoras de aglomerado u hormigón, etc.
- apoyo a la ejecución de tendidos de tuberías
- guiado de tuneladoras
- apoyo al vertido de escolleras desde gánguiles en obras marítimas
- apoyo a las operaciones de dragado
- medida automática de perfiles de excavación en túneles
- control de la carga de cada operación de palas cargadoras, retroexcavadoras...

- control de la carga real de camiones
- control de flotas de camiones de cualquier tipo (hormigonera, bañeras de áridos o de aglomerado...) bien por control automático en diversos puntos o por GPS; equivale a un control de producción en tiempo real
- control de tajos alejados mediante TV
- control de procesos de hinca y perforación de pilotes
- control de la perforación de sondas
- control del caudal de hormigones proyectados
- control de la granulometría de chorros de áridos (visión artificial)
- gestión del mantenimiento de equipos (Inteligencia Artificial, Sistemas de ayuda a la decisión)
- ...

Por su parte, el control de materiales empleados también puede mejorarse mediante las Tecnologías de la Información (datos de pesaje recogidos en puntos de control...), habiendo algunos tipos de obra (edificación o en obras con muchos repuestos de maquinaria) en los que el uso de Códigos de Barras simplifica su control.

También el proceso de aprovisionamientos mediante el e-commerce e Internet parece poder mejorarse al simplificar y agilizar este proceso, reduciendo los stocks en obra y, por tanto, eliminando su gestión.

El control de la mano de obra y de la información generada en tajos alejados, asunto siempre complejo en obras lineales, se puede simplificar con métodos apoyados en las Tecnologías de la Comunicación.

Además de todo lo anterior, en la actualidad hay varias líneas de actuación que están recibiendo mayor atención:

- la gestión del conocimiento mediante grandes Bases de Datos accesibles por todos los niveles de la organización
- la construcción virtual (4D), para mejorar el diseño y la toma de decisiones sobre el proceso constructivo
- la edificación sin mano de obra, como aplicación masiva de la robótica (Obayashi)
- la construcción de túneles con reducción de la mano de obra por aplicación plena de la robótica

Así mismo, el desarrollo de la Automática y la Robótica permiten vislumbrar nuevas formas de enfocar en el futuro la ejecución de algunos trabajos, diferentes del pasado: prefabricación, acceso a zonas difícilmente accesibles...

El desarrollo de los trabajos desde la mencionada Plataforma Tecnológica de Construcción exigirá, al margen de los necesarios desarrollos en otros campos, una utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones que, sin duda, jugarán un importante papel en el logro de esos objetivos.

Conclusiones

Caben algunas conclusiones y deseos: el evidente progreso tecnológico del sector debe quedar expresado de modo más evidente en el futuro, llenando el vacío estadístico actual; deben reforzarse los contactos entre la empresa, la Universidad y los Centros Tecnológicos; la nueva Plataforma Tecnológica debe ser un motor de futuras innovaciones; las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones seguirán contribuyendo en el desarrollo de más innovaciones en este sector. ■

Referencias:

- Oslo Manual: The measurement of Scientific and Technological activities, OECD, edición 2002
- OECD Proposed Guidelines for collecting and interpreting Technological Innovation Data-Oslo Manual, second edition (OECD/EC/Euostat, 1996)

- Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development, OECD, edición 2002
- Innovación en Construcción, Cotec, 2000
- El Sistema español de Innovación, Cotec, 2004
- Informe Cotec 2003, Cotec, 2004
- Anuario Estadístico 2004, INE, 2004