

# EN EL CAMINO DE UNA INVESTIGACIÓN MÁS POTENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL

(ON THE ROAD OF ENHANCING THE RESEARCH FOR CIVIL CONSTRUCTION)

Juan Murcia Vela, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Profesor de Investigación del CSIC (ICMAB)

Fecha de recepción: 20-VI-05

ESPAÑA

070-22

## RESUMEN

*La presente ponencia muestra, en forma de panorama general, la problemática actual de la investigación sobre construcción de obra civil, así como de sus líneas de avance, desde distintos puntos de vista. El análisis se sustenta sobre la necesidad de potenciar la utilidad social de esta investigación, en línea con el concepto estratégico de que dicha actividad contribuya realmente a fomentar el bienestar y la riqueza sociales, en especial de la sociedad más cercana, la que más directamente la financia.*

*Entre los asuntos tratados destacan las peculiaridades que dificultan la incorporación al sector de los resultados de la investigación, las relaciones entre el sector y el mundo que realiza investigación, y la percepción que del sector y su investigación tiene la sociedad.*

*Como consecuencia del análisis efectuado, al final se presenta una serie de conclusiones y propuestas orientadas, a partir de una mejor comprensión de la actividad desde dentro y fuera del sector, hacia una investigación más potente para la construcción de obra civil.*

## SUMMARY

*This presentation shows a panoramic view of the current problems in the world of research for civil construction in Spain, as well as its lines of progress, from different points of view. The analysis is mainly focused to improve the social utility of this research, so fulfilling the strategic concept that research should contribute to social welfare and wealth, particularly of closer sectors, those more directly supporting its cost.*

*Some matters are specially underlined, such as the difficulties for making research results useful for civil construction, the relationships between the sector and its research world, as well as the notion that society has about them.*

*A series of conclusions and proposals are presented at the end in order to enhance the research for civil construction, so taking as the starting point a better understanding of this research from inside and outside.*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Objetivo y alcance generales

La presente ponencia considera, más bien como panorámica general, la problemática actual de la investigación que afecta al ámbito de la construcción de obra civil en nuestro país. Se analiza, en particular, un conjunto variado de cuestiones, aunque más o menos entrelazadas entre sí, así como sus líneas de avance, desde diferentes puntos de vista. En todo ello subyace una idea fundamental, consistente en potenciar la utilidad social de dicha investigación. Por supuesto, dicha utilidad se encuentra en línea con el concepto estratégico, asumido ya como principio

en los países de economía avanzada, de que la investigación contribuya, de hecho, a fomentar el bienestar y la riqueza sociales; y, en especial, de la sociedad más próxima, la que más directamente financia tal actividad.

Sin perjuicio de que esta presentación se oriente hacia la obra civil, con frecuencia resultará necesario considerar asuntos que excedan este marco y afecten, en mayor o menor grado, al sector de la construcción en su conjunto.

### 1.2. Contexto y motivación

La investigación es una actividad estratégica que debe contribuir al bienestar y la riqueza sociales; pero esto afecta,

en primer lugar y especialmente, a la sociedad de su entorno, que normalmente es la que financia en su mayor parte dicha actividad. Existe práctica unanimidad en que el esfuerzo económico en investigación de España es aún muy bajo, aproximadamente el 1% del PIB. Tal esfuerzo ni siquiera se acerca a la media de la Unión Europea de los 15 (del orden del doble), antes de su ampliación a 25 en 2004; y, desde luego, es muy inferior al de los países de mayor potencia económica e incluso algunos de menor (del orden del triple).

Aunque las estadísticas quedan fuera del alcance de esta ponencia, se da la circunstancia de que, por diversos motivos, las existentes sobre construcción suelen tomar distintos criterios y por ello resulta muy difícil ofrecer cifras rotundas al respecto. Pero, de todas formas, en el sector de la construcción el esfuerzo relativo en investigación es aún bastante menor. En particular, en obra civil es mínimo y, para dar una idea, se sitúa en un orden de magnitud menos que el global (como mucho, muy pocas décimas en porcentaje del PIB correspondiente). Cualquier persona, opinando sin más como ciudadano, ante el monto de las inversiones en infraestructuras, equipamientos y actuaciones de obra civil que se realizan hoy en España, queda perpleja al conocer lo que se dedica a la investigación en este ámbito.

En cualquier caso, lo que sí parece muy claro es que la investigación en construcción de obra civil tiene, en términos cuantitativos, mucho camino por delante en España (también en términos cualitativos, como se verá en buena parte de lo que sigue).

Además, y por otro lado, en los centros de investigación y las universidades, donde se realiza esta actividad, hay clara conciencia de que en este momento la construcción no es precisamente un sector ni una materia de moda en el mundo de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, en estos tiempos las cosas parecen estar cambiando. En efecto, el sector de la construcción (incluyendo, claro está, a su entramado académico e investigador), consciente de lo mucho que hay por recorrer, tanto en términos absolutos como relativos, parece bien dispuesto a acometer la tarea de potenciar la investigación; y, sobre todo, de sacarle más partido en su propio beneficio. Esta dinámica no se limita a nuestro país, sino que tiene, asimismo, una importante componente europea.

Ante tal situación, precisamente una ocasión como ésta parece buena para analizar el asunto de la investigación en construcción de obra civil y, además, hacerlo insistiendo en aspectos sobre los que quizá se habla relativamente poco, en lugar de otros más conocidos y asumidos. Se intenta contribuir así, y sobre todo mediante el contraste de ideas en el debate, a recorrer mejor ese camino, aunque sólo sea en mínima medida.

De esa forma, no sólo se ha de plantear el asunto dentro de su ámbito de actividad sino también subrayando sus relaciones con el entorno social, dentro y fuera del sector.

### **1.3. Encuadre adoptado para la construcción de obra civil**

Para poder decir algo sobre la construcción de obra civil, lo primero es tratar de delimitar el marco sobre el que se va a hablar, cuestión no fácil de establecer de forma general.

De entrada, está claro que el ejercicio de la ingeniería civil va más allá de la actividad de construcción de obra civil. Pero incluso muchas veces la palabra construcción se entiende en su sentido estricto del proceso de ejecución material de la obra.

Aquí parece razonable tomar una postura intermedia, más acorde con lo que se entiende en general; aunque, se ha de insistir, no siempre resulte clara ni admitida por todos.

El campo de actividad puede resumirse, a grandes rasgos, así:

- Infraestructuras de transporte (vías terrestres: carreteras, autovías, autopistas, ferrocarriles; vías marítimas: puentes; vías aéreas: aeropuertos) y comunicaciones.
- Infraestructuras hidráulicas (presas, canales, etc.).
- Infraestructuras y actuaciones de saneamiento y medioambientales.
- Infraestructuras energéticas (aparte de las hidroeléctricas).
- Grandes equipamientos (urbanos, científicos, etc.).

Desde otro punto de vista, se entenderá construcción como el proceso completo desde la concepción de las obras a su mantenimiento, pero sin entrar en aspectos de planificación, por un lado, y explotación, por otro, con unas claras componentes económicas (aunque, insistamos, no dejan de ser actividades propias de la ingeniería civil, con una mayor o menor incidencia de otras profesiones); ni tampoco en la ingeniería del territorio. En cualquier caso, como queda dicho, no es fácil establecer la frontera de manera general.

Aunque, dado el planteamiento general de estas páginas, tenga poca importancia real, por razones obvias de contexto conviene formalmente indicar que no entrarían aquí las cuestiones relativas a materiales, medio ambiente y patrimonio ligadas a construcción de obra civil. Pero está claro que, como todo está relacionado y las fronteras no siempre son nítidas, en la práctica ello resulta imposible.

## 2. DE LA INVESTIGACIÓN A LA INNOVACIÓN

Aunque la innovación en sí misma no es objeto de esta ponencia, es inevitable tratar aquí de sus interacciones con la investigación. Ello da lugar a los párrafos que siguen.

Si, en general, dentro del sector de la construcción, por sus especiales características, las relaciones entre investigación, desarrollo e innovación se singularizan, en la obra civil esta singularidad se manifiesta aún con más fuerza. Ello se debe tanto a la mayor intensidad con que, en obra civil, se suelen acusar esos rasgos generales como a otros más específicos (unicidad de cada obra, incidencia de factores locales, complejidad, volumen, interacción con un medio difícil de conocer bien como es el terreno, coste, carácter público y, en definitiva, riesgo y responsabilidad asumidos), según se verá más adelante.

En cierto modo, la ingeniería civil es ya con frecuencia un ejercicio de investigación e innovación, aunque de una forma que puede llamarse “no reglada”, puesto que son actividades de las que queda en general poca o nula constancia. En efecto, dado que lo que importa sobre todo es el resultado final, la obra realizada, los documentos de todo el proceso seguido hasta culminarla no suelen reflejar dicho ejercicio.

Lo anterior daría pie a un análisis más detenido que, entre otras cosas, llevaría a compartir la idea de que “la innovación es el arte supremo de la ingeniería” o, en otras palabras, “la innovación es ingeniería pura” (Lanza, 2003); pero aquí no tiene cabida.

Por otro lado, y quizá de forma paradójica, normalmente también se presentan bastantes dificultades para incorporar al sector de manera útil los resultados del proceso de investigación, desarrollo e innovación en su forma reglada. Veamos algunos motivos:

- En primer lugar, existe en el sector un factor “cultural” de inercia, esto es, de preferencia por lo conocido y probado, y de desconfianza ante lo nuevo, que puede estar justificado por el riesgo y la responsabilidad asociados a las infraestructuras. Pero probablemente se abusa de tal justificación general en muchos casos concretos.

- Por otro lado, el mercado es muy peculiar, teniendo en cuenta que los clientes son administraciones públicas, que actúan en último término por decisiones políticas. Este mercado está plagado de singularidades:

- . Frecuente confusión entre lo político y lo técnico, con tendencia de lo primero a abarcar casi todo (al político, que es responsable, le gustaría estar seguro al máximo y por ello tiende a controlar todo el ámbito de su competencia y lograr un entorno de total confianza, incluso en los aspectos técnicos).

- . Por su volumen y complejidad, que en general implica cuantiosas inversiones económicas, así como por su interacción con un medio difícil de conocer bien como es el terreno, se asumen importantes riesgos.

- . Al mismo tiempo, por su carácter público, es un ámbito de gran responsabilidad. Sin llegar a extremos de situaciones con consecuencias fatales (presas, túneles, etc.), el uso público de las infraestructuras otorga de por sí una gran repercusión pública al simple hecho de un mal funcionamiento (aunque no haya víctimas).

- . Otra interferencia es el factor tiempo, marcado por plazos cortos (los de los políticos y también los asociados muchas veces a resultados empresariales).

- . En fin, sobre lo anterior, la habitual contratación en cascada tiende a aumentar aún más los riesgos.

Todo ello genera una dinámica que perjudica a la innovación, es más, casi la descarta, especialmente a la surgida del entorno cercano. En dicho contexto resulta difícil que la demanda prime las propuestas y soluciones innovadoras, como reclaman hoy con frecuencia muchas voces en el sector (la tendencia es más bien la contraria, para no asumir más riesgos; o, cuando resulta posible, tratar de transferirlos al máximo a otros agentes, aunque no sean cercanos).

En contrapartida, la oferta, que conoce la situación, tiende a eludir las innovaciones; salvo que, por alguna circunstancia especial, en su estrategia tecnológica y comercial las haya ido desarrollando previamente y pueda probar con creces su fiabilidad. Esta opción, al menos hoy día, puede ser abordada casi en exclusiva por grandes empresas, muy pocas.

## 3. ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN EN OBRA CIVIL PARA SU MAYOR UTILIDAD

Este apartado contiene un conjunto de reflexiones de origen, alcance e incluso importancia muy diferentes. Estas reflexiones se orientan de forma más o menos directa hacia la mayor utilidad de la investigación en obra civil. Por supuesto, esta utilidad está destinada a la sociedad; pero ello pasa antes por la utilidad para el propio sector.

La investigación es una actividad que, en general, resulta oscura para la sociedad, siendo de difícil percepción para la opinión pública, fuera de algunos resultados que, en forma más o menos espectacular, reflejan a veces los medios. Esa oscuridad de la investigación se debe en buena parte a que es una actividad demasiado mediata y nada inmediata.

La investigación requiere el apoyo de la sociedad, apoyo que se manifiesta, en último término, en la financiación

pública y privada que aquélla recibe. Por otra parte, la claridad de percepción de la investigación, por parte de la opinión pública, está en conexión directa con que dicha actividad sea considerada necesaria y, en consecuencia, apoyada.

En fin, particularizando ya, y como se insiste en otro lugar, la sociedad asume con naturalidad la necesidad de la construcción pero no tanto de la investigación en su ámbito.

Como consecuencia, algunas de las cuestiones que siguen se refieren al sector de la construcción en su conjunto, teniendo en cuenta que en gran medida la sociedad percibe, valora y apoya más o menos la investigación a través de su visión del propio sector.

Por tanto, desde el punto de vista de los párrafos anteriores podría decirse, simplificando mucho, que lo que afecta al sector de la construcción afecta a su investigación

A su vez, algo similar ocurre con la percepción del sector sobre su propia investigación, ya que también la financia con otra parte sustancial. No obstante, aunque la valoración y el apoyo a la investigación dependerían aquí, en principio, de una percepción más directa, esta cuestión no resulta tan sencilla.

En estos aspectos de percepción, enfocada ésta a la mejor comprensión de las cosas y no como mera imagen, se citarán algunos asuntos, muchos muy importantes, aunque sin entrar en su análisis (al haber sido más debatidos y estar más o menos asumidos).

A continuación se pasa ya revista a las cuestiones planteadas.

### 3.1. Sector muy complejo

Es de sobra conocido que el sector de la construcción es un sector de sectores, del todo singular, muy complejo, en parte industrial pero en gran parte aún artesanal, muy multiforme en su actividad y en su estructura (que está, además, muy atomizada). Por ello resulta de difícil comprensión para el resto de los sectores, incluso de los sectores industriales más cercanos. Por supuesto, a estas circunstancias generales no escapa el mundo de la obra civil y, en su seno, el ámbito que realiza investigación e innovación.

Esa dificultad de comprensión del sector desde fuera, unida a su considerable potencial, puede llegar a generar en alguna ocasión una actitud de recelo; de lo cual conviene tomar conciencia. Al mismo tiempo existen factores añadidos que se exponen más adelante.

### 3.2. Complejidad del entramado de investigación, desarrollo e innovación

Hoy día es ya bien conocido que, en el llamado sistema de investigación, desarrollo e innovación, hay todo tipo de

secuencias entre fases y actores. La propia secuencia que da nombre al sistema no deja de ser una forma clásica que sirve, eso es, para nombrarlo. Incluso podría decirse que llamar sistema al conjunto de actividades y agentes que lo forman, y a sus relaciones, es más bien etiqueta que realidad. En efecto, se trata de un conjunto muy complejo y que desborda el marco de las actuaciones que tienden a sistematizarlo, que suelen cubrir mayor o menor parte pero no la totalidad de lo que se debería entender como tal sistema.

Como es natural, en lo que toca a un sector tan complejo como la construcción, lo anterior resulta aún más acusado. Por ello, la palabra “entramado”, que encabeza este epígrafe y es utilizada en otros lugares, podría ser incluso algo excesiva, al constatar las cosas que en la actualidad quedan fuera de la trama.

Como en otras actividades tecnológicas, es frecuente que las innovaciones en obra civil no provengan de una investigación, en el sentido habitual de investigación reglada, sino de la propia actividad profesional (en otro lugar se indica la vertiente de investigación no reglada que no pocas veces posee esta actividad). Pero tampoco hay que olvidar que se dan casos en que la citada secuencia nominal se produce con bastante exactitud.

Conviene asumir de entrada la particular y notable complejidad del conjunto asociado a investigación, desarrollo e innovación en construcción. Una primera consecuencia es que parece preferible que las actuaciones sobre el mismo sean realistas y vayan orientadas más a mejorar con cierta flexibilidad su funcionamiento que a sistematizarlo en exceso.

### 3.3. Percepción pública con relación al sector

La construcción viene haciendo grandes esfuerzos en asuntos de gran importancia que le afectan, como son los relacionados con la seguridad laboral (prevención, formación, etc.) y el impacto medioambiental (materias primas, impacto ambiental de cada obra, residuos, etc.), en circunstancias no siempre fáciles. Naturalmente, como consecuencia de los logros en materias tan relevantes, la percepción pública sobre el sector va mejorando.

Pero existe una cuestión sobre la que quizá se habla mucho menos de lo que merecería. Se trata del descuido asociado con frecuencia al proceso constructivo, tal como éste es percibido. En ello el ruido excesivo y generalizado es un factor destacado, a pesar de la relativa pasividad social y la aparente inoperancia de la normativa, probablemente ligadas a algo cultural: casi somos el país más ruidoso del mundo. Pero hay otros (señalización nula, escasa, inadecuada o ya inútil en tramos en obras, suciedad innecesaria, etc.).

Es un asunto que atañe al decoro y la calidad profesionales, entendidos de forma global (esto es, en cada obra com-

pleta y, al cabo, en todo el sector), con connotaciones innegables de respeto a las personas (empezando por las que trabajan) y de imagen, pero que las supera. Los sectores industriales lo tienen mucho más asumido que la construcción, a pesar de que ésta afecta mucho más a personas ajenas al proceso.

Pero, aún sin llegar a tanto, esos aspectos de respeto a las personas (propias y ajenas) y de imagen son ya suficientemente importantes para que el sector actúe estratégicamente con objeto de corregir un desenfoco en la percepción social de mucho más calado que lo aparente (pasar de algo “sucio” pero necesario a algo necesario y limpio no es sólo un juego de palabras).

Es paradójico que un sector con carácter tan público (en el sentido de tan cercano al público) exhiba tantas veces, durante el proceso constructivo, precisamente su peor cara. En realidad es más que paradójico, porque sobre todo esa posible apariencia contrasta con el general rigor de todo lo que no se ve, lo que tiene mayor importancia, que es todo el complejo proceso que se cuece de puertas adentro.

Por otro lado, ese carácter público proporciona a la construcción una apariencia cercana, de algo que se cree conocer. Para explicar esto bastará con el siguiente ejemplo. Todo el mundo asocia una cantera a la construcción; pero una mina a cielo abierto no se asocia igual a otros sectores o se cree que es una cantera.

Esa aparente cercanía y ese supuesto conocimiento, en un sector muy complejo y con gran incidencia de factores locales, repercute, a su vez, en una cierta percepción indiscriminada del público con relación a la construcción, tendiendo a establecer así poca distinción entre obras, circunstancias y situaciones muy distintas.

Esa percepción indiscriminada, unida a la “cara fea” que con frecuencia deja ver, podría explicar, al menos en parte, que, cuando por desgracia ocurre un accidente grave, incluso sin víctimas, el sector de la construcción se vea tan excesiva como injustamente afectado en su conjunto. Estos factores quizá explicarían también, junto con otros (ambientales, de siniestralidad, etc.), la imagen depredadora que, en comparación con otros campos, tenga aún para una parte de la sociedad el sector y sus profesionales, sobre todo en obra civil.

El propio sector, tanto en edificación como en obra civil, debería responder ante esto en general, y particularmente ante el ruido, sin esperar a una posible mayor presión futura.

### 3.4. Comprensión e inteligibilidad del sector

La comprensión del sector muestra ser una cuestión de gran importancia. Por supuesto, lo es para el propio sec-

tor; pero también para su investigación, como ya se ha apuntado.

Pueden distinguirse al respecto dos vertientes: una de comprensión interna y otra de comprensión externa. Los esfuerzos del sector para mejorar la interna se muestran más claros y avanzados que en la externa, donde parece preciso realizar un mayor esfuerzo.

En cuanto a la vertiente externa, hay que destacar que el factor de la imagen o percepción pública influye aquí bastante en la comprensión. En efecto, una buena imagen despierta el necesario interés para esforzarse en comprender algo complejo, mientras que una mala imagen tiende a inhibirlo y el espacio de la comprensión es ocupado con facilidad por una serie de tópicos. De ahí deriva el énfasis en la percepción pública, tratada más arriba.

Aparte de las cuestiones de percepción pública, el avance en la comprensión externa constituye para el sector un desafío que no debe ser ignorado. Tal desafío enlaza, entre otras cosas, con el hecho constructivo, unívoco y local, en comparación con los sectores industriales, y con la complejidad y atomización del sector (lo que, a su vez, parece incidir en otros factores, como la constatada dificultad para obtener buenos datos estadísticos y, además, para procesarlos adecuadamente).

Resulta evidente que la comprensión externa beneficia a todo el sector; pero quizá con un plus añadido a su entramado (preferible aquí a la palabra “sistema”) de investigación, desarrollo e innovación. En efecto, como ya se dijo, la sociedad comprende y asume de modo natural el valor de la construcción porque necesita sus obras, con independencia de la percepción que tenga del sector; pero no ocurre lo mismo con la investigación.

En cuanto a la otra vertiente, como se ha apuntado, el sector debería proseguir la tarea de mejorar su propia comprensión interna, invirtiendo incluso más recursos. La creación de la Plataforma Nacional de la Construcción (PNC 2004) muestra ser, también en este sentido, una iniciativa muy interesante. Pero, insistiendo en lo inicial, desde esta misma plataforma u otro lugar el sector habría de hacer un esfuerzo para conocer mejor, procesar adecuadamente y ofrecer datos sobre sí mismo y sus relaciones internas, velando con rigor por su fiabilidad y evitando la dispersión de criterios y cifras. Se trata de una tarea difícil pero importante, que incluye también la difusión. Esta importancia afecta, una vez más, al sector en su conjunto; pero no menos a su entramado de investigación, desarrollo e innovación, cuyas magnitudes reales no son aún bien conocidas por el propio sector.

En relación con esto, la tan comentada carencia de comunicación en el sector no se debe quizá tanto a la falta de voluntad, que existe, como a la falta de inteligibilidad (una

premisa de la comprensión que implica ya cierta labor didáctica y no sólo de difusión de datos).

En fin, como consecuencia de lo anterior, y con relación a otros asuntos tratados después, convendría incluso que el sector se planteara la opción de crear una entidad profesionalizada que propiciara la inteligibilidad interna y actuara como observatorio de análisis estratégico, en una línea parecida al descrito en otro lugar para la ingeniería civil (Murcia, 1999). No resulta posible extenderse aquí sobre esto, pero baste decir que esta entidad, situada quizá en la propia Plataforma Nacional de la Construcción, realizaría actividades de análisis y difusión didáctica, pero también de prospectiva (a partir de datos internos y otros de carácter más global). Más adelante se vuelve a tratar este asunto.

### 3.5. Centros tecnológicos

Los centros tecnológicos tienen mucha importancia para hacer que la investigación, más o menos elaborada, en los campos tecnológicos se pueda convertir en innovación y así sus resultados sean incorporados de forma útil al sector. Estos centros actúan en general como interfaz entre los organismos de investigación y las universidades, las empresas y las administraciones públicas. Así ocurre, por supuesto, en el sector de la construcción, aunque con preponderancia hacia la edificación.

Normalmente, se consideran sólo como centros tecnológicos a los orientados a las empresas; pero también hay centros que apoyan técnicamente a las administraciones, aunque el apoyo requerido sea distinto. Con ese sentido amplio, en construcción de obra civil hay todo tipo de centros, algunos que apoyan prioritariamente a las administraciones, aunque también lo hagan a empresas; y otros con orientación inversa. Todos ellos son necesarios; pero, además, ocurre que los centros de investigación y los departamentos universitarios han de desempeñar también con frecuencia, y en parte, sus funciones.

No obstante, por consideraciones básicamente estructurales (diversidad de subsectores, atomización, empleo, etc.), parece que los centros tecnológicos tienen aún mucho campo por cubrir en obra civil, sobre todo de cara a las pequeñas y medianas empresas. En otras palabras, el tejido que esos centros y estas empresas conforman debería ser más denso.

Conviene subrayar al respecto que, como en otros sectores, el apoyo que este tipo de empresas, sobre todo las pequeñas, recibe de los centros tecnológicos puede resultar crucial muchas veces para que gran parte de la actividad creativa potencialmente útil que emana de ellas se convierta en innovación; o, a la larga, se termine por abandonar. Las facilidades de acceso y diálogo resultan importantes en esa labor de apoyo. Por ello, el citado tejido debería ser también más uniforme.

Como consecuencia, es muy conveniente que el sector (preferentemente a través de los subsectores, pero no siempre) y las administraciones potencien más este instrumento de cara a las empresas que actúan en el mundo de la obra civil, acercándose en lo posible.

En fin, conviene indicar, aun de modo tangencial, que estos centros tecnológicos serían lugares idóneos para el empleo de doctores, como parte de una plantilla más amplia.

### 3.6. Programas de investigación

La situación actual, que presenta una clara dinámica de potenciar la investigación en construcción, afecta también a las administraciones. Así, el vigente Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007 incluye por primera vez, de manera normalizada, un Programa Nacional de Construcción (este programa surgió formalmente en el plan anterior, pero fue singular). Asimismo, por su parte, el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT 2004) contempla un Programa Sectorial de Transporte que incluye materias de construcción de obra civil, tal como aquí se ha entendido (dentro del epígrafe de nuevas tecnologías, sobre todo).

Como, precisamente, se prevé que haya una presentación específica sobre el Programa de Construcción no se entra aquí a analizarlo; y lo mismo con el otro programa citado. Tampoco se hará con respecto a programas de investigación en general (Plan Nacional, 6º Programa Marco de la Unión Europea, etc.), salvo las cuestiones que siguen referidas a nuestro entorno, ni sobre iniciativas hacia el futuro (por ejemplo, 7º Programa Marco).

#### *Puertas a iniciativas creativas*

Parece de gran importancia que los programas de investigación, especialmente los relacionados con la construcción, no sean muy cerrados en sus prioridades, esto es, dejen puertas abiertas claras (no puertas falsas) a todo tipo de proyectos sobre la materia. Por ejemplo, ofreciendo explícitamente entre sus prioridades una de carácter genérico y, en contrapartida, analizando a fondo el interés de las propuestas adscritas a tal prioridad.

Ello daría lugar, entre otras cosas, a poder considerar iniciativas creativas que dieran fruto a mayor plazo o que contribuyeran al planteamiento de nuevas ideas potencialmente útiles, de forma que en el futuro cubrieran necesidades o solucionaran problemas. Esa apertura podría evitar que tales iniciativas quedaran en nada por miedo a su rechazo.

Pero, además, ello daría solución a la confusa ubicación en las convocatorias de aquellos proyectos de investigación (en ciencias orientadas a la construcción, por ejemplo) que fueran fronterizos con varios programas, evitan-

do así dudas sobre su adscripción, conocida previamente por los promotores. Este asunto es tratado un poco más abajo.

### *Ciencias orientadas y ciencias de la construcción*

No hay duda alguna sobre la importancia de la investigación en el campo de ciertas ramas de las ciencias (física, química, geología, matemáticas, biología, etc.), con una clara orientación a aplicaciones concretas en construcción, donde es normal que el grupo o los grupos que la desarrollan se compongan de miembros con variada formación académica.

De hecho, algunas ramas de las ciencias se vienen cultivando en el mundo académico, tanto en docencia como en investigación, mucho más en unidades ligadas a la tecnología que a la ciencia; como, por ejemplo, la mecánica de medios continuos (ingeniería civil, ingeniería mecánica) o la oceanografía física (ingeniería civil). También existen materias que, por su clara referencia a una técnica, se cultivan casi exclusivamente en unidades tecnológicas (mecánica del suelo, teoría de estructuras, química del cemento, etc.). Son las llamadas ciencias de la ingeniería, la arquitectura o, en este contexto, la construcción.

Lo primero que hay que afirmar es que la investigación en estas ciencias, las orientadas y las técnicas, son esenciales en el marco de la investigación en construcción. Así, de cara al futuro, y por mucho que cada vez sea más importante la utilidad real de los resultados de la investigación para la construcción (y aquí se ha hecho énfasis en ello), sería perjudicial que, en general, este tipo de investigación dejara de entrar en alguna prioridad de los programas, en función de que no ofreciera resultados directamente aplicables. Las prioridades de los programas de investigación deberían seguir dándole una clara entrada.

En otras palabras, en los programas de investigación en construcción habría que combinar prioridades de carácter disciplinar, en materias ligadas al sector, y prioridades que reflejen necesidades sociales o del propio sector. En este sentido, una cosa es el modelo del Programa Marco Europeo, donde las empresas tienen un papel central, que pone el acento en las necesidades, y otra cosa los programas de investigación de aquí.

Lo segundo sólo pretende llamar la atención sobre algo mucho menos importante. Se refiere a la ubicación de proyectos de investigación en los diferentes programas de las convocatorias. Los proyectos sobre ciencias técnicas, por su adscripción muy mayoritaria o exclusiva a campos tecnológicos, no suelen presentar problemas al respecto. Pero hay proyectos sobre ciencias orientadas (a la construcción, en particular), cuya adscripción puede resultar confusa; repercutiendo normalmente en su perjuicio, ya que la propuesta puede estar pasando de un lado a otro y molestar a

todos. La posibilidad antes descrita, de que el programa al que se opta ofrezca una puerta clara (genérica), resolvería esto.

### **3.7. Evaluación de la investigación**

El sistema actual de evaluación de la investigación, en sus distintas vertientes (complementos de productividad de profesores e investigadores, oposiciones y concursos en el mundo científico y académico, etc.), no parece propiciar precisamente la investigación tecnológica, donde los resultados de la investigación, susceptibles de ello, se encuentran más cerca de pasar a ser útiles. En particular, y una vez más, la investigación en construcción se ve afectada por esto de manera especial.

En efecto, en dicha evaluación domina un procedimiento adoptado del ámbito científico, bien probado y que viene teniendo general aceptación en el mismo (aunque últimamente aparecen opiniones que cuestionan la progresiva intrusión de factores extracientíficos).

Para el ámbito tecnológico el anterior procedimiento científico se complementa con la valoración de resultados de carácter tecnológico, aunque esto se limita en la práctica a las patentes (dada la variada situación de éstas, parecería natural que se valoraran más las patentes en explotación). A este respecto la construcción resulta, de nuevo, singular, ya que, en general, no hay tradición ni facilidad para patentar (lo patentable no siempre puede ser identificado con claridad, las mencionadas dificultades para incorporar innovaciones, todo lo cual no anima en absoluto a patentar en el sector). Es más, la parte industrial de la construcción es muy deficitaria en patentes con relación a otros sectores industriales.

Por tanto, parece claro que la evaluación de la investigación habría de tener un abanico de resultados tecnológicos para valorar y no sólo las patentes. Con ello, de ningún modo se postula el abandono del procedimiento científico, que se ajusta bien a la investigación en ciencias orientadas o en ciencias técnicas (aquí, ciencias orientadas a la construcción o ciencias de la construcción). Se trata solamente de ampliar los valores tecnológicos.

Hay que reconocer que esta tarea de incorporar otras contribuciones tecnológicas a la evaluación, aparte de las patentes, no se muestra sencilla. Un primer avance podría ser valorar la participación en proyectos de carácter tecnológico, entre los cuales aparecen con nitidez los contratados con empresas. Pero habría que establecer a la vez un criterio de calidad (de "impacto", en otras palabras); para lo cual el camino no parece nada claro.

En tal sentido, la valoración de proyectos tecnológicos, pensando sobre todo en los contratados con empresas, se enfrenta con el hecho de que estos proyectos cubren, en la

práctica, un amplio espectro de trabajos, incluyendo los puramente profesionales. Por supuesto, el carácter de “investigación”, al que aluden los textos legales para establecer contratos entre el sector académico e investigador y las empresas, debe ser tomado de forma flexible, relativa, contextual. Así, por ejemplo, cabría una asistencia técnica de nivel, que en el entorno cercano de la empresa implicada sólo ofreciera esa universidad o ese centro de investigación. Pero a veces, en contexto, se va también más allá, entrando en competencia con profesionales, cuestión que desborda con creces el asunto aquí tratado.

En definitiva, parece que la situación descrita, bien conocida en el ámbito, no favorece la incorporación de los proyectos con empresas a la evaluación de la investigación. Para solucionar el problema, tal vez habría que ir por la vía de dar criterios más acordes con la realidad y reconocer mejor a las cosas por lo que son. En esta dirección, el primer paso es dejar constancia de que resulta muy conveniente que los profesores de tecnologías, más que los investigadores no docentes, tengan actividad profesional en su campo. En la medida en que esto se aceptara, lo primero sería admitirlo, reconociendo el interés para la docencia de esa tarea profesional (que legalmente la universidad se ve en gran dificultad para asumir entre sus actividades), e incluso incentivar después su realización adecuando mecanismos existentes o creando otros, pero no cubrirla bajo el epígrafe de investigación.

#### 4. MIRANDO AL FUTURO

Lo más difícil de todo es predecir el futuro. Pero, creyendo en una cierta continuidad de las cosas a lo largo del tiempo, cada vez menor por cierto, no se puede ir mucho más allá de la proyección de las tendencias que se aprecian ahora.

##### 4.1. Tendencias desde dentro del sector

Resulta oportuno considerar las tendencias de la construcción en obra civil, vistas desde el sector. En efecto, como marcan líneas de avance, estas tendencias tienen una notable repercusión en la marcha del sector; y particularmente en la investigación porque, además, antes o después, se reflejan en las prioridades de los programas de investigación.

Al tratar sobre esta cuestión, interesa en primer lugar hacer mención de un interesante estudio, cuyo horizonte se sitúa en el año 2015 (Urreta *et al.* 2003, OPTI-LABEIN 2003). En este estudio, basado en la percepción que existe dentro del sector, se constata con claridad la existencia en nuestro país de siete macro-tendencias asociadas a la construcción de obra civil. Las mismas son: sostenibilidad, seguridad de uso y mantenimiento, personas, materiales, mejora de procesos, maquinaria, tecnologías de la información y las comunicaciones. Estas macro-tendencias tie-

nen, por supuesto, puntos de conexión entre ellas; incluso alguna podría ser considerada como parte de otra, aunque está claro que por su entidad todas merecen ser destacada de manera explícita.

Con frecuencia el lenguaje no es unívoco, y quizá haya aquí algo de eso, pero podría sorprender que, dentro de las grandes tendencias que el sector percibe, no se haga referencia a sistemas por sí mismos (no inducidos; entendiéndolo “sistema” como conjunto ordenado de elementos tangibles, distinto del proceso seguido para hacerlo realidad).

Como es natural, en el futuro habrá sistemas mejorados e incluso nuevos (que ni siquiera imaginamos ahora). Pero lo que se ha indicado no deja de ser sintomático; y quizá no aparece algo así como “mejora de sistemas” (tipificados: tipo de obra, tipo de estructura, etc.), porque el sector aprecia que sus propios sistemas (no otros auxiliares; ya que, por ejemplo, la maquinaria no deja de ser un conjunto de sistemas industriales) evolucionan poco en estos tiempos.

En fin, está claro que hablar de “nuevos” (sistemas, procesos, etc.) tendría poco sentido y nula utilidad al citar tendencias, por ser desconocidos. Pero “nuevos” podría aplicarse a sistemas que están naciendo y parecen prometedores, y el hecho de que no aparezca es síntoma tal vez de que, para el sector, tampoco hay al respecto novedades relevantes.

Por otra parte, entrando ya en tendencias más concretas, existen ciertas actividades que, siendo ya una realidad en el sector, tendrán progresiva importancia por motivos diversos. Es el caso, por poner sólo un ejemplo, de la construcción subterránea, objetivo estratégico de la Plataforma Tecnológica Europea de la Construcción (ECTP 2004) y objeto de un proyecto integrado del vigente 6º Programa Marco de la Unión Europea, con destacada participación española. En efecto, los núcleos urbanos van a necesitar cada vez más infraestructuras subterráneas que, entre otros motivos, liberen espacio en superficie.

##### 4.2. Tendencias desde fuera del sector

Seguramente, en este momento el sector necesita ya ir más allá de lo que se vislumbra en su interior, esto es, considerar las incidencias de factores externos; incidencias que, en principio, no serían tan percibidas y, mucho menos, asumidas como tendencias por el sector. En definitiva, se requiere ya una labor de prospectiva más global. En este sentido, un observatorio de análisis estratégico como el indicado más arriba sería una pieza clave.

A continuación se presentan algunos ejemplos para ilustrar mejor la idea de esas posibles incidencias externas. Se trata sólo de ejemplos verosímiles, cuya importancia no es posible valorar aquí (ya que está claro que con esto no se hace auténtica prospectiva).

El primer ejemplo afecta a la prevención y la respuesta ante catástrofes naturales. Por supuesto, este asunto va asociado a algunas de las megatendencias citadas (así, sin duda, a las personas), que, por su gran amplitud, difícilmente dejan de afectar a casi todo.

En este sentido, no se contemplan aquí las catástrofes derivadas de terremotos y maremotos, que han ocurrido siempre (lo que ha cambiado es el impacto de sus consecuencias sobre la opinión pública mundial, por los medios de comunicación, como demuestran catástrofes recientes), sino las producidas por causas meteorológicas.

Las variaciones meteorológicas son cada vez más intensas y alcanzan mayor intensidad en sus extremos (son, según los expertos, propias de la fase de cambio climático en que nos encontramos, con independencia del debate sobre las causas de éste). Esto lleva así a considerar, sobre todo, las obras y actuaciones sobre el entorno para prevenir y evitar al máximo los efectos dañinos, directos e indirectos, de las inundaciones; y también para responder a ellas en las zonas afectadas, restableciendo con rapidez la actividad social.

Otro ejemplo. Seguramente habrá que plantearse también la incidencia de factores sociales que, en cierto modo, vayan en sentido contrario al de los núcleos urbanos (cuyas progresivas necesidades van sin duda a continuar). Quizá existe ya cierta tendencia social (alguno de cuyos motivos es fácil adivinar, aunque aquí no sea posible abordarlos) a ocupar el territorio como un espacio de asentamiento humano mucho más continuo que el actual. De confirmarse, ello tendría consecuencias innegables sobre el sector, tal como ha sido entendido aquí (y no sólo sobre algo obvio, la planificación territorial, consecuencias que desbordan el criterio político de distribuir el acceso a equipamientos e infraestructuras de la población en un momento dado (tal como entonces se reparte sobre el territorio).

Un tercer ejemplo podría ser la adaptación del sector para desempeñar su actividad en tantas zonas del mundo que necesitan infraestructuras para su desarrollo. Esta actividad sería creciente tanto en volumen como en extensión (más entidades y profesionales implicados). Pero, sobre todo, supondría un nuevo reto de conjugar situaciones muy distintas, las de aquí y las locales; reto muy importante y, por qué no, sugestivo (no cabe aquí decir más, pero al menos una cosa parece clara: no sería posible, ni mucho menos, actuar allí como se hacía aquí en el pasado, con una situación de desarrollo similar).

## 5. CONCLUSIÓN

Todo indica que el sector de la construcción, consciente del largo camino que la investigación tiene por recorrer en nuestro país, está bien dispuesto a potenciarla y, sobre todo, a aprovecharla en su beneficio. Para contribuir a re-

correr mejor ese camino, propiciando el contraste de ideas, se ha analizado la problemática de la investigación en obra civil, insistiendo más bien en aspectos quizá menos debatidos y asumidos.

Las cuestiones analizadas han sido muy variadas. Las conclusiones del análisis, en forma de ideas y propuestas, son, asimismo, muy variadas y se resumen a continuación.

En el sector de obra civil existe una dinámica que dificulta bastante la incorporación útil de los resultados de la investigación y que perjudica a la innovación. Los obstáculos que se presentan al respecto son diversos (cultura de inercia del sector, mercado con muchas interferencias, repercusión pública, grandes riesgos y responsabilidades, etc.). Hay que tomar conciencia de ellos e intentar eliminarlos en lo posible.

El sector debe hacer un esfuerzo en la comprensión externa. La tarea de comunicación y acercamiento del sector de la construcción, y, en especial, de la rama de obra civil, a la sociedad en general y a otros sectores económicos es importante y debe ser continua. Ello se justifica por ser un sector peculiar (empezando por el hecho constructivo, unívoco y local), complejo y atomizado, pero con mucha potencia, y con otros rasgos que dificultan aún más una adecuada percepción pública del mismo.

La comprensión externa beneficia a todo el sector, pero quizá aún más a su subsector académico e investigador. Ello es debido a que, por un lado, la sociedad percibe en buena parte la investigación a través del sector y, por otro, comprende y asume de modo natural el valor de la construcción porque la necesita, pero no ocurre lo mismo con la investigación (sentida como más lejana y desconocida).

Además de continuar e incluso intensificar esfuerzos en otros asuntos importantes (seguridad laboral, impacto medioambiental, etc.), el sector debe responder sin demora ante una cierta percepción pública negativa (ruido, sensación de descuido, etc.) que, dado el carácter público de las obras y su gran repercusión si algo falla, se extrapola fácilmente. Esto perjudica mucho, porque esa apariencia contrasta con el general rigor de lo importante, todo un complejo proceso que no trasciende hacia el exterior.

El sector debería proseguir la tarea de mejorar su comprensión interna, invirtiendo incluso más recursos. Se trata de una tarea importante de recogida de datos, análisis y difusión, que afecta al sector en conjunto; pero no menos a su entramado de investigación, desarrollo e innovación, aún no bien conocido por el sector. La Plataforma Nacional de la Construcción (PNC 2004) podría jugar también un papel muy interesante en este sentido.

Pero incluso se debería ir más allá y aspirar a una mejor inteligibilidad interna del sector. Para ello, el sector habría de plantearse la opción de crear una entidad

profesionalizada, enmarcada quizá en la propia Plataforma Nacional de la Construcción. Esta entidad realizaría la labor de mejorar la inteligibilidad interna y sería, a la vez, un observatorio de análisis estratégico, realizando tareas de análisis, difusión didáctica y prospectiva (con datos del sector y ajenos, para evaluar las incidencias futuras de factores externos).

El sector y las administraciones deberían potenciar más los centros tecnológicos, para apoyar la innovación en las empresas con actividad en obra civil, en especial las medianas y pequeñas, acercándolos a ellas en lo posible. Estos centros serían, por otra parte, lugares idóneos para el empleo de doctores.

Conviene asumir la complejidad del conjunto asociado a investigación, desarrollo e innovación en construcción. Es preferible que las actuaciones sobre él sean realistas y se orienten más a mejorar con flexibilidad su funcionamiento que a sistematizarlo en exceso.

En esa línea, parece importante que los programas de investigación en construcción no sean cerrados en sus prioridades; ofreciendo, por ejemplo, una prioridad explícita de carácter genérico. Ello daría lugar a poder considerar iniciativas creativas que dieran fruto a mayor plazo o que contribuyeran a plantear nuevas ideas potencialmente útiles (que cubrieran necesidades o solucionaran problemas futuros), evitando que tales iniciativas no se presentaran por miedo a su rechazo. Pero, además, ello daría solución a la ubicación en las convocatorias de proyectos de investigación fronterizos con varios programas, evitando dudas sobre su adscripción, conocida previamente por los investigadores.

La investigación en las ciencias orientadas y técnicas es esencial en el marco de la investigación en construcción de obra civil. De cara al futuro, sería perjudicial que, en general, este tipo de investigación dejara de entrar en alguna prioridad de los programas de investigación en construcción, en función de que no ofreciera resultados directamente aplicables. Así, estos programas deberían combinar prioridades de carácter disciplinar, en materias ligadas al sector, y prioridades que reflejen necesidades sociales o del sector.

En cuanto a la evaluación de la investigación de investigadores y profesores, habría que hacer un esfuerzo para valorar mejor los resultados tecnológicos y no sólo las patentes, difíciles en construcción. Así, se podría valorar la participación en proyectos tecnológicos (con algún criterio de calidad) y, en particular, los contratados con empresas; pero ello requiere que, aunque sea de modo contextual y flexible, prime en éstos la investigación.

Por último, en cuanto a las tendencias de futuro en obra civil, interesa considerar las tendencias vistas desde el sector, que marcan líneas de avance y repercuten en su marcha; y particularmente en la investigación porque, además, se acaban reflejando en las prioridades de los programas. Pero en esta hora el sector necesita ya ir más allá de lo que se vislumbra en su seno y considerar las incidencias de factores externos, mediante una prospectiva más global, para lo cual la entidad antes citada sería una pieza clave.

## REFERENCIAS

- PEIT 2004. *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte* (documento propuesta, diciembre 2004). Ministerio de Fomento ([www.mfom.es](http://www.mfom.es)).
- ECTP 2004. *European Construction Technology Platform. Building for a future Europe. Terms of reference*. ECTP ([www.ectp.org](http://www.ectp.org)).
- PNC 2004. *Plataforma Nacional de la Construcción. Hacia el 2030: Innovación y cambio eficiente en el sector de la construcción*. PNC.
- Lanza, C. 2003. *Modernidad e ingeniería contemporánea*. Fundación Esteyco.
- Urreta, J. I. ; Peña, J. C.; Ramírez, J. L.; Pardo, A. ; Echevarría, I. 2003. Conclusiones del estudio de prospectiva del sector obra civil en construcción. Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo. En *IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil* (actas, 2 vol.), 737-742. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- OPTI-LABEIN 2003. *Estudio de prospectiva del sector obra civil en construcción (Obra civil, tendencias tecnológicas a medio y largo plazo)*. Informe de prospectiva tecnológica. Fundación OPTI ([www.opti.org](http://www.opti.org)) y LABEIN.
- Murcia, J. 1999. Hacia una reflexión estratégica y articulada sobre el mundo de la ingeniería civil. En *III Congreso Nacional de la Ingeniería Civil* (actas, 2 vol.), 261-266. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

\* \* \*