Innovación en construcción. La colaboración Universidad-Empresa

Miguel A. Amérigo Revuelta
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe de Servicio de I+D e Innovación.
OHL Construcción

José Antonio Casado del Prado
Ingeniero industrial.
Profesor titular de la Universidad de Cantabria.
Investigador del LADICIM (Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales). Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales

Diego Ferreño Blanco
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Profesor titular de la Universidad de Cantabria.
Investigador del LADICIM (Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales). Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales

Federico Gutiérrez-Solana Salcedo
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Catedrático de la Universidad de Cantabria.
LADICIM (Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales). Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales

Resumen
En el esfuerzo constante de la sociedad por generar valor a través de la innovación, empresas y universidades, de forma coordinada, deben interpretar un papel relevante. El sector español de la construcción no es una excepción y abundan las oportunidades y experiencias exitosas de colaboración entre la Universidad y la Empresa. Este artículo recoge algunas reflexiones y claves a considerar en este tipo de relaciones, así como ejemplos concretos que han resultado fructíferos, presentados desde el lado de la empresa (OHL) y de la Universidad (UC, Universidad de Cantabria).

Palabras clave
Colaboración universidad-empresa, tecnología, I+D, innovación en construcción

Abstract
A particularly relevant role should be given to the constant and coordinated effort between companies and universities to create value through innovation. The Spanish building sector is no exception and there are an abundance of opportunities and successful experiences of collaboration between University and Company. This article underlines the key points and aspects that should be taken into account in these types of collaborations and gives a series of examples of successful partnerships, presented from the perspective of the company (OHL) and the University (UC, University of Cantabria).

Keywords
University-company collaboration, technology, R&D, innovation in building

1. Introducción

La innovación es una pieza clave de la competitividad de las empresas y uno de los más importantes motores en el desarrollo de las sociedades. En el esfuerzo constante de las empresas por generar valor a través de la innovación, las universidades pueden interpretar un papel relevante en muchas ocasiones, especialmente en los avances de carácter más tecnológico. Como pretende ilustrar este artículo, el sector español de la construcción no es una excepción y abundan las oportunidades y experiencias exitosas de colaboración entre la Universidad y la Empresa.

Es cierto que el sistema Ciencia-Universidad-Empresa del sector se encuentra actualmente inmerso en un cambio de paradigma, derivado fundamentalmente de la reducción drástica de los fondos públicos de apoyo a la I+D+i que impulsaron muchas colaboraciones público-privadas en las últimas dos décadas. Pero también pueden esgrimirse

poderosas razones que invitan al optimismo y la confianza en este tipo de alianzas en nuestro sector, entre ellas:

• El alto nivel científico-técnico de las universidades españolas en la órbita de la actividad ingenieril, arquitectónica y constructiva.

• La capacidad operativa de los grupos de investigación de nuestras universidades, así como la racionalización de las relaciones con las empresas y la gestión eficaz de los derechos de propiedad industrial a través de sus OTRIs.

• La creciente especialización de la gestión de la I+D+i en las empresas del sector español de la construcción.

• El salto experimentado en los últimos 20 años en lo que respecta al conocimiento mutuo Universidad-Empresa y la experiencia colaborativa acumulada.

• La existencia de oportunidades claras para la innovación en el sector de la construcción en las que la Universidad puede aportar valor.

• La incentivación diferencial a la colaboración público-privada en los programas de ayudas a la I+D+i, pese al significativo descenso de sus cuantías.

A pesar de estos puntos a favor, la colaboración Universidad-Empresa se ve amenazada en nuestro sector por retos importantes. Algunos de ellos pueden superarse de forma colaborativa y con este fin se constituyó en 2013, en el seno de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC), el Grupo de Trabajo de Impulso a la Innovación, coordinado por OHL Construcción y la Universidad de Cantabria, que cuenta entre sus miembros con relevantes empresas del sector, universidades, centros tecnológicos y asociaciones empresariales.

El presente artículo se enmarca entre las actividades de este grupo de trabajo orientadas a promover la innovación en el sector, recogiendo experiencias exitosas y reflexiones sobre la colaboración fructífera entre la Universidad y la Empresa.

2. El conocimiento de la Universidad a disposición de la Empresa: a través de los grupos de investigación y las OTRIs

El Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) distingue a la Universidad como uno de los pilares fundamentales sobre los que gravita el peso de la investigación científica en España. La Ley Orgánica de Universidades (LOU), en vigor desde el año 2002, supone un reconocimiento manifiesto de la vocación investigadora que la Universidad española debe cultivar. Así, el Artículo 40 estipula que "La investigación, [...] se llevará a cabo, principalmente, en grupos de investigación, Departamentos e Institutos Universitarios de Investigación" mientras que los Artículos 41 y 83 establecen que la transferencia del conocimiento y la cooperación con el sector productivo, son funciones propias de las universidades.

El siguiente texto, extractado de la página web del MINECO, describe la estructura típica de funcionamiento de un grupo de investigación: "los grupos de investigación están formados por investigadores senior que dirigen a los jóvenes investigadores que se integran en el grupo normalmente para la realización de su tesis doctoral […]. Son estos grupos de investigación, a través de su investigador principal, los que consiguen en convocatorias competitivas la financiación necesaria para el trabajo del grupo, tanto en el ámbito nacional como internacional".

Las convocatorias competitivas de financiación a las que se alude en el texto son consecuencia del proceso de concienciación que ha tenido lugar en la sociedad española en relación con la importancia creciente de la investigación como motor de crecimiento económico y prosperidad social. La plena integración de España en la Unión Europea ha permitido el acceso de los grupos de investigación a líneas de financiación en dicho ámbito, impensables hace tan sólo unas décadas. Gracias a todo ello ha sido posible pasar de la ciencia española de los pioneros (pensemos en Santiago Ramón y Cajal en el ámbito de la Neurobiología o en Eduardo Torroja en el campo de la Ingeniería) a la realidad actual de la investigación en España, constituida en algunos casos por potentes grupos de investigación, nutridos de investigadores autóctonos y extranjeros trabajando en simbiosis y desarrollando nuevo conocimiento y nueva tecnología susceptibles de ser exportados a todo el mundo.

No debe olvidarse, por otra parte, que la financiación de los grupos de investigación ni procede ni debe proceder únicamente del sector público. La cooperación Universidad-Empresa se basa en atender desde la Universidad a través de los grupos de investigación las demandas de innovación que nacen en el seno del sector productivo.

Éste, como contrapartida, contribuye al sostenimiento de los grupos financiando la investigación por ellos desarrollada. Para este fin, las universidades se han dotado de unidades específicas, como las Oficinas de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRI), cuyas obligaciones son, entre otras, las de facilitar la transferencia de los resultados de la investigación a las empresas así como promover la creación de empresas basadas en el conocimiento por parte de la Comunidad Universitaria. La realidad de la investigación en España en las últimas décadas ha permitido constatar tanto la fecundidad como la sostenibilidad de este modelo de colaboración público-privada.

3. Experiencias exitosas de colaboración Universidad-Empresa analizadas desde el lado de la Empresa: OHL Construcción

La Universidad tiene una serie de capacidades que son muy valoradas por las empresas constructoras. Fundamentalmente:

- El conocimiento especializado y profundo de sus investigadores en las distintas áreas de la ingeniería civil y la arquitectura.

- Sus instalaciones, equipos y personal especializado necesarios para la realización de ensayos.

- Sus herramientas de cálculo avanzado (*software* y *hardware*) y la capacitación de sus investigadores para la programación.

- Sus redes internacionales de equipos y expertos colaboradores.

- Su capacidad investigadora, su rigor y su independencia.

Como muestra de los beneficios que para las empresas constructoras suponen este tipo de colaboraciones, podrían citarse los acuerdos vigentes en el momento de escribir este artículo entre OHL Construcción y 22 univer-

sidades de 8 países distintos, enmarcados en una docena de proyectos de diferente naturaleza y con diversidad de objetivos y alcances.

Las formas de aprovechar las capacidades de la Universidad por parte de las empresas constructoras son muy diversas. Una de las más tradicionales y extendidas es la definición y ejecución de ensayos, ya sea para atender demandas de obras concretas o, más enfocado a la innovación, como soporte a los proyectos de I+D+i de la empresa.

Por parte de OHL, de este tipo de colaboraciones dan fe, por ejemplo, los ensayos de diversas innovaciones en el ámbito de las obras marítimas contratados al Instituto de Hidráulica de la Universidad de Cantabria, a la Universidad de A Coruña o a la Universidad de Aalborg, en Dinamarca. O los ensayos relacionados con nuevos firmes de carretera acometidos, por ejemplo, por la Universidad Politécnica de Madrid.

Además de los ensayos en modelos físicos, gracias al avance en técnicas de cálculo, la colaboración con la Universidad puede ser determinante para afinar y optimizar diseños y desarrollos propios de las empresas. Es el caso del sistema de recuperación de bloques patentado por OHL (SATOGrab), utilizado ya con éxito en varias obras tanto por OHL como por terceros licenciados, en cuyo diseño y dimensionamiento detallado mediante cálculo de elementos finitos colaboró la Universidad Politécnica de Madrid.

Pero las relaciones entre la Empresa y la Universidad pueden ser más complejas, ricas y valiosas que el encargo de ensayos o cálculos en casos puntuales. En este sentido, OHL ha establecido valiosas colaboraciones a medio y largo plazo con grupos universitarios de investigación para trabajar en la optimización de sus propios procesos constructivos, uno de los campos más estratégicos para la innovación en una empresa constructora.

Para la mejora de sus procesos, OHL Construcción se ha apoyado en universidades como, por ejemplo, la de Castilla La Mancha (tecnologías para topografía avanzada), la Rey Juan Carlos y la Complutense de Madrid (técnicas de restauración ecológica) o la Carlos III de Madrid (simulación y optimización de procesos).

Pinza SATO Grab en uso, extrayendo bloques en el Puerto de Gijón. Su cálculo y dimensionamiento de detalle con elementos finitos fue realizado en colaboración con un equipo de la UPM

Cubípodos colocados en el Contradique del Puerto Exterior de Punta Langosteira (A Coruña): ejemplo de tecnología ideada en la Universidad (UPV) y desarrollada en colaboración con la empresa (SATO, filial especializada en obras marítimas de OHL)

Por último, el desarrollo de nuevos productos (ya sean elementos constructivos, materiales, sistemas de control de obra, etc.) supone también un campo extraordinario de colaboración de alto valor añadido entre la empresa constructora y la Universidad.

Estos productos innovadores pueden surgir a demanda de la Empresa, que acude en ese caso a la Universidad con necesidades o requisitos funcionales, en busca de soluciones tecnológicas aún no existentes en el mercado cuyo desarrollo técnico está al alcance de los grupos de investigación. Pero también puede ocurrir que la Universidad ponga a disposición de la Empresa ideas y soluciones resultado de sus propias investigaciones, que precisen de la participación de la Empresa para culminar los desarrollos, demostrarlos o incluso introducirlos en el mercado.

OHL Construcción ha acudido con éxito a la Universidad en varias ocasiones en busca de apoyo para desarrollar productos propios: el sistema de seguridad para intervenciones en vía férrea actualmente en desarrollo con la Universidad Politécnica de Madrid; la vía en placa para ferrocarriles desarrollada con la Universidad de Castilla La Mancha; los elementos de protección de vía férrea en entornos desérticos en desarrollo con la Universidad de Sevilla; los pavimentos drenantes para carreteras con la Universidad de Granada; o, en el marco del proyecto europeo NeTTUN (www.nettun.org), las tecnologías avanzadas para tunelación actualmente en desarrollo con las universidades de Atenas (Grecia), Lausanne (Suiza), Leeds (Reino Unido), Tallin (Estonia) o Roma (Italia).

OHL Construcción también ha firmado acuerdos para demostrar y llevar conjuntamente al mercado tecnologías re-

sultado de líneas de investigación de la Universidad. Entre ellos destaca especialmente, por su carácter paradigmático en el sector, el Cubípodo (www.cubipod.com), fruto de una alianza a largo plazo con la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

Este innovador elemento para la fabricación de diques en talud monocapa y bicapa, muy superior en prestaciones al cubo tradicional, se ha empleado hasta el momento con éxito en dos obras:

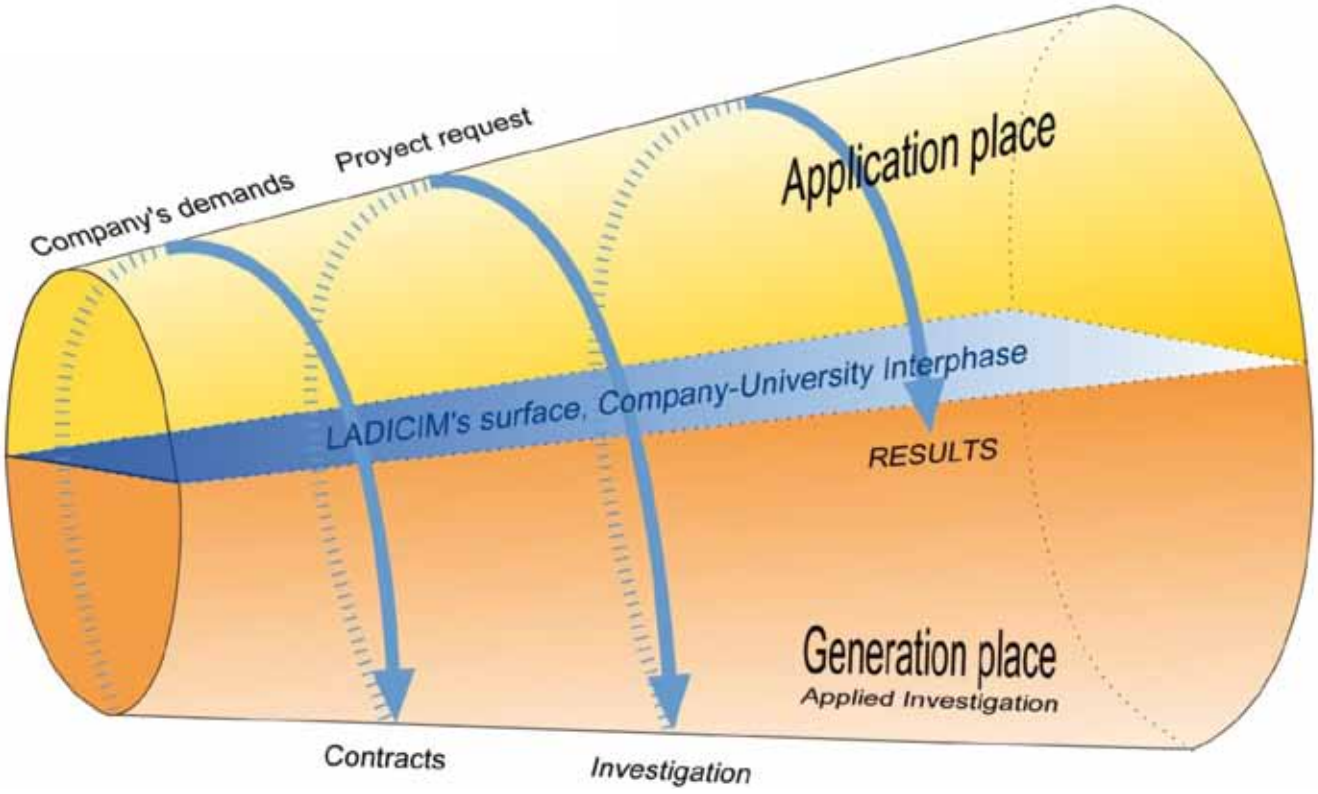
• El Dique de San Andrés del Puerto de Málaga, cuya Autoridad Portuaria recibió por ello el Premio Nacional de Innovación 2011 en la categoría de Compra Pública de Tecnología Innovadora.

• El Contradique del Puerto Exterior de Punta Langosteira en A Coruña.

Relaciones a largo plazo como las citadas pueden además servir de cauce natural para la incorporación a las empresas de jóvenes titulados e investigadores provenientes de las universidades, que hayan trabajado en estos proyectos conjuntos, cuyas aptitudes hayan sido por tanto contrastadas y que deseen continuar su carrera profesional en la empresa. OHL Construcción aprovecha esta vía para incorporar jóvenes talentos a la empresa, generalmente a través de su estancia temporal en la Dirección Técnica y su posterior traslado a los grandes proyectos internacionales donde puedan desempeñar tareas de alto valor añadido.

4. Experiencias exitosas de colaboración Universidad-Empresa analizadas desde el lado de la Universidad: experiencia del LADICIM en el ámbito ferroviario

Al objeto de ilustrar el funcionamiento de un grupo universitario de investigación se expone seguidamente el modelo de desarrollo en innovación adoptado por el LADICIM (Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales) de la Universidad de Cantabria. A lo largo sus más de 30 años de existencia el LADICIM ha desarrollado



Metodología espiral para la coordinación sinérgica de los espacios de generación del conocimiento y de su aplicación

una intensa actividad en diferentes sectores entre los que cabe destacar el de la construcción civil, el de la generación de energía, el ferroviario o el de la industria de manufactura de componentes. En cada uno de estos ámbitos ha implementado una misma metodología de trabajo denominada "espiral metodológica" (véase la figura de la página anterior) que combina dos espacios: por un lado, como grupo de investigación y parte de la Universidad, una de sus funciones primordiales es la de desarrollar nuevo conocimiento; esta tarea se encuadra en lo que se denomina el "espacio de generación". En la práctica el espacio de generación se nutre de la financiación pública competitiva recibida a nivel regional, nacional y europeo y se traduce en la elaboración de tesis doctorales y en la publicación de artículos científicos indexados. Por otra parte, el nuevo conocimiento que se construye en el espacio de generación se traslada a la sociedad a través de colaboraciones con empresas privadas en forma de servicios de laboratorio, asesorías técnicas y desarrollo de nuevos productos y procesos en lo que se denomina el "espacio de aplicación".

La línea de investigación llevada a cabo en el seno del LADICIM a lo largo de más de dos décadas en relación con el desarrollo y optimización de los elementos de la superestructura de vía del AVE representa un buen ejemplo para entender el funcionamiento de un grupo de investigación.

Este proceso comienza en el año 1995 con motivo de una solicitud desde el ámbito empresarial a propuesta de RENFE para el rediseño del sistema de fijación entre el carril y las traviesas de las líneas de alta velocidad. El desarrollo de esta investigación sólo fue posible gracias a la financiación recibida por parte del CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología), concedida tras la correspondiente solicitud en un proceso abierto de naturaleza competitiva.

En el año 1999 se establece una nueva colaboración con el ámbito de la empresa en el contexto de la adaptación del sistema de sujeción carril-traviesa para la línea AVE Madrid-Barcelona. Al objeto de incrementar la velocidad de circulación de los vehículos hasta los 300 km/h se imponía la necesidad de reestructurar completamente el sistema de sujeción. La exhaustiva investigación desarrollada en el LADICIM a lo largo de varios años fue posible solamente gracias a la financiación recibida desde el Ministerio de Fomento a través de la correspondiente convocatoria del Plan Nacional de Investigación.

El tercer hito en esta fecunda relación entre el ámbito universitario y el sector ferroviario nace en este caso a partir de una demanda desde la administración quien en el año 2000 se plantea la necesidad de establecer un procedimiento normalizado para el control del comportamiento y de la calidad de la fabricación de dichas piezas. Para dicho fin, se solicita –y se obtiene– desde el LADICIM financiación en convocatoria pública al Ministerio de Fomento (MFOM) para la implementación de un sistema que conduzca a su reconocimiento por parte de ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) como laboratorio acreditado para el control y suministro de placas de sujeción. Los componentes ferroviarios y ensayos acreditados han ido en aumento hasta convertir al LADICIM en un laboratorio único y de referencia en el sector ferroviario internacional, con participación en proyectos singulares como el de Haramein que contempla la conexión entre las ciudades de Medina y La Meca en Arabia Saudí.

Las innovaciones desarrolladas en este contexto han dado lugar, entre otros, a la redacción de tres tesis doctorales y a la publicación de una docena de artículos científicos en revistas internacionales indexadas.

El proceso de trabajo seguido por el LADICIM en la interfase Universidad-Empresa, basado en su espiral metodológica, mereció el premio de la red FUE (Fundaciones Universidad-Empresa), otorgado en junio de 2005.

5. Conclusiones: aspectos críticos a considerar en la relación Universidad-Empresa

La experiencia nos ha demostrado que, para lograr una relación Universidad-Empresa exitosa, es preciso considerar una serie de aspectos críticos, entre los que los autores destacamos los siguientes:

• La definición clara desde el inicio de los objetivos y plazos de los trabajos de la Universidad, que deben ser coherentes simultáneamente con las necesidades de innovación de la Empresa y con las líneas de investigación a largo plazo del grupo.

• Una adecuada gestión de los derechos de propiedad industrial y de las obligaciones de confidencialidad, que permitan a la Empresa proteger y explotar los resultados, pero que sean al mismo tiempo compatibles con las necesidades de publicación o de desarrollos futuros de la Universidad.

• La dedicación al proyecto por parte de la Universidad de los medios humanos y técnicos más apropiados, convenientemente dirigidos por el Investigador Principal.

• La designación en la Empresa de un adecuado equipo técnico de enlace con el grupo de investigación y el mantenimiento de reuniones periódicas de seguimiento, para garantizar la alineación de los trabajos de la Universidad con las necesidades de la Empresa y la correcta transferencia de tecnología.

• La flexibilidad de la Empresa en adoptar modelos contractuales y formas de pago adecuadas a las necesidades y capacidades de la Universidad.

• La correcta redacción de los informes técnicos y la realización de las acciones de formación que sean necesarias para garantizar la adecuada transferencia de conocimiento a la Empresa.

• El establecimiento de relaciones de confianza y colaboración a largo plazo entre la Empresa y determinados grupos de investigación universitarios, que permitan acometer líneas conjuntas de trabajo más ambiciosas tecnológicamente, alinear intereses y aprovechar oportunidades que vayan surgiendo por ambas partes.

• La firma de acuerdos para la incorporación a las empresas de recién titulados e investigadores provenientes de la Universidad, a través de su participación previa en proyectos de I+D+i conjuntos, para facilitar la transferencia de tecnología y nutrir a la Empresa de perfiles de alto nivel técnico y capacidad contrastada.

Mediante la adecuada observación de estos factores, las colaboraciones Universidad-Empresa pueden resultar muy fructíferas para ambas partes y seguir contribuyendo de forma significativa a la innovación en el sector español de la construcción. **ROP**