

Documento de posicionamiento del sector español de la construcción a la I+D+i en el contexto europeo. Año 2022



Plataforma Tecnológica Española de Construcción

Documento registrado en la Agencia del ISBN en España.

ISBN: 978-84-09-45268-2

Contenido

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. PAPEL DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	6
2.1. Misión de la PTEC.....	6
2.2. Objetivos de la PTEC	7
2.3. Posicionamiento de la PTEC	9
3. PRIORIDADES DE I+D+i PARA RESOLVER LOS RETOS GLOBALES DEL SECTOR	11
3.1 Líneas tecnológicas prioritarias.....	11
3.1.1 Transición energética	11
3.1.2 Materiales sostenibles y economía circular.	15
3.1.3. Industrialización y digitalización.	19
3.1.4. Movilidad sostenible e inteligente.	21
3.1.5. Ciudades saludables.	28
3.2 Impulso a la innovación en construcción	32
3.3 Transformación digital del sector.....	32
3.3.1. Tecnologías Digitalización durante el ciclo de vida:	33
3.3.2. Análisis y colaboración con otros sectores de referencia (Aeronáutica, Automóvil, Manufactura).	35
3.3.3. Recomendaciones para una integración horizontal del sector.	36
4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE I+D	37
HORIZON EUROPE.....	37
Pilar 2: Desafíos mundiales y competitividad industrial europea.	38
Pilar 3: European Innovation Centre (EIC).	40
Presencia de las líneas tecnológicas de la PTEC en los work programs 2021- 2022.....	41
6. CLAVES PARA EVOLUCIONAR COMO SECTOR	45
7. LISTADO ENTIDADES MIEMBROS.....	47

RESUMEN

La Plataforma Tecnológica Española de Construcción PTEC con la misión de promover la transformación del sector a través de la I+D+i, con una estructura estable de colaboración público-privada en este ámbito, desarrolla este documento con el ánimo de ayudar a un mejor posicionamiento de nuestro tejido productivo.

Para contextualizar el presente documento, se indica que, el Grupo de trabajo de Posicionamiento europeo del sector de la construcción de la PTEC trabajó en los años 2019 y 2020 en un documento estratégico con objeto de analizar la situación y el marco del sector de la construcción en España en lo que se refiere a su posicionamiento europeo en I+D+i.

Transcurridos 2 años e impulsado desde la coordinación del Grupo de trabajo (TECNALIA y PTEC), se ha materializado un nuevo documento estratégico actualizado al entorno y circunstancias sociales y económicas del año 2022.

El documento cita las prioridades en I+D+i que se consideran clave para resolver los retos globales del sector, ampliando o matizando las planteadas en el año 2020, entrando en detalle en las líneas tecnológicas prioritarias del sector y, como no podía ser de otra forma, en su transformación digital.

El documento relata la actualización de los programas de I+D a nivel europeo, transcurridos estos dos años, en los que se ha producido un cambio muy relevante, el salto programado de H2020 a HORIZON EUROPE.

Una parte importante del documento es el mapeo línea tecnológica-topic, que en concreto se refiere, al análisis de la adecuación de las líneas tecnológicas prioritarias de la PTEC a los topics de los programas de trabajo 2021-2022 de HORIZON EUROPE.

Para finalizar, el documento contiene un último apartado de *Claves para evolucionar como sector*, que esperamos sea inspirador para todos los agentes que participan o están involucrados y, para ayudar a alcanzar a través de la I+D+i, un sector digitalizado, competitivo, eficiente, seguro y sostenible.

1. INTRODUCCIÓN

Situación actual del sector de construcción en España

El sector de la construcción en España juega un papel determinante en la economía y en generación de empleo en el país. Ha sido un sector clave durante 2021, a pesar de que la actividad no alcanzó el ritmo que se preveía al comienzo del año, fundamentalmente por el retraso en la implementación del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia y el alarmante aumento de los precios de la energía y los materiales para la construcción, la escasez de algunos de ellos o importantes retrasos en su suministro.

En 2020, el sector de la construcción sufrió considerablemente las consecuencias de la crisis económica y social provocada por la pandemia del covid-19, con un tremendo impacto negativo en empresas y trabajadores. Los datos relativos a producción y empleo en el segundo trimestre del año evidenciaron una caída en la producción y en el empleo sin precedentes; en los meses siguientes, el ritmo de la actividad se fue recuperando muy paulatinamente, sin duda de modo insuficiente porque el año concluyó con una caída de la Formación Bruta de Capital Fijo del orden del 11,7% respecto al año 2019. Procede recordar que la construcción sufrió la paralización de la práctica totalidad de su actividad en el periodo entre el 30 de marzo y el 9 de abril de 2020, debido a que, para afrontar la grave emergencia sanitaria, el Gobierno declaró la paralización de actividades no esenciales en el citado periodo; posteriormente, aún se mantuvieron, hasta finales de mayo, restricciones en el ámbito de la realización de obras de intervención en edificios existentes.

En 2021 el sector de la construcción, en términos de Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) que se situó en 119.029 millones de euros, y representó cerca del 10% del Producto Interior Bruto (PIB). En términos de valor Añadido Bruto (VAB), la construcción representó el 5,2% del PIB.

En lo que respecta al ámbito de la vivienda, el número de visados para vivienda de obra nueva en 2021 se situó en 108.000, un nivel ligeramente superior al observado en 2019, es decir, recuperándose del descenso sufrido en 2020. También se produjo en 2021 un aumento del resto de tipos de visados, ampliación y reforma, en comparación a 2020.

Desde la perspectiva de la licitación de obra pública, en 2021 aumentó de manera notable ascendiendo a 23.660 millones de euros, aunque todavía lejos del nivel deseable teniendo en cuenta además que se esperaba ver los efectos

del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia de una forma más clara con un mayor volumen de licitaciones.

En 2021 el sector empleó a cerca de 1.300.000 personas, un 4% más que en 2020. Asimismo, es importante señalar que el empleo en el sector supuso el 6,7% del total de personas ocupadas en el conjunto de la economía española.

A los datos expuestos que se refieren a producción y empleo generados directamente por el sector, habría que añadir su efecto indirecto o multiplicador en la economía para poder visualizar todo su impacto y potencial.

Volviendo al ámbito del empleo en el sector en España, existe una gran preocupación por el envejecimiento de la población ocupada. Según datos del Observatorio Industrial de la Construcción (FLC) en su informe sobre el sector en 2021*, desde el año 2008 los menores de 30 años han pasado de suponer el 25,2% al 9,1% en 2021; por el contrario, la población ocupada de 55 y más años, ha pasado de suponer el 9,4% en 2008 al 19,1% en 2021. En cuanto al porcentaje de mujeres ocupadas en la construcción, en 2021 supuso el 9,6% del total de la población ocupada.

Respecto al número de empresas de construcción inscritas en la Seguridad Social, el dato en 2021 fue de 132.857, un incremento del 4,7% respecto al dato registrado en 2020. Por tamaño de empresa, todos los estratos crecieron en comparación con 2020 a excepción de las empresas de 250 a 499 trabajadores. Del total del número de empresas, procede recordar que el 98% son pequeñas empresas.

Otro rasgo que destacar del sector español de la construcción es su presencia y liderazgo internacional, que pone de manifiesto su solvencia y competitividad para aprovechar las oportunidades de negocio en una economía globalizada.

Consideramos que, en 2022, la puesta en marcha del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia deberá llevar a una reactivación notable de la actividad de la construcción en nuestro país, pues el sector tiene una función destacada sobre todo debido a los objetivos de renovación de edificios y a las inversiones en el ámbito de las infraestructuras de movilidad sostenible tanto urbanas como interurbanas. Sin embargo, los efectos positivos del citado Plan podrían ser menores de lo esperado si las Administraciones Públicas no adoptan a tiempo medidas para minimizar el impacto negativo del incremento de los precios de la energía y los materiales en los contratos en curso y en los futuros, tanto en edificación como en obra civil. Si las previsiones para 2022 eran difíciles de señalar por la evolución de los precios de la energía y los materiales, y los problemas de suministro, tras la invasión de Ucrania por parte de Rusia el escenario es aún más incierto.

La guerra de agresión de Rusia contra Ucrania ha agravado el problema del incremento de precios de la energía y de las materias primas y de las dificultades en los suministros. Se observan presiones inflacionistas a nivel mundial y se ha comenzado a ver una respuesta de política monetaria de una manera más rápida de lo esperado. Las últimas previsiones económicas de la Comisión Europea publicadas el 14 de julio de 2022 claramente apuntan un menor crecimiento económico en la UE este año y una mayor inflación: aunque la economía de la UE crecerá en 2022 respecto a 2021, lo hará a un ritmo notablemente inferior al pronosticado al inicio del año pues la variación será del 2,7%. Para España, la Comisión Europea apunta un crecimiento del 4%. En todo caso, los resultados de actividad económica y de inflación dependerán en gran medida de cómo evolucione el conflicto bélico y, en particular, como destaca la Comisión Europea, de sus repercusiones respecto al suministro de gas a la UE.

**Informe sobre el sector de la construcción 2021. Observatorio Industrial de la Construcción (FLC)*

<https://www.observatoriodelaconstruccion.com/informes/detalle/informe-sobre-el-sector-de-la-construccion-2021>

2. PAPEL DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1. Misión de la PTEC

La Plataforma Tecnológica Española de Construcción PTEC (<https://plataformaptec.es/>) nació en 2004 con la misión de promover la transformación del sector a través de la I+D+i estableciendo una estructura estable de colaboración público-privada en este ámbito.

El Patronato es el máximo órgano de gobierno, representación y administración de la Fundación. La Asamblea se reúne anualmente, bajo la presidencia del presidente del Patronato y con representación de todos los miembros de la PTEC, en la que se informa de la marcha de la Plataforma. La Comisión Permanente es el órgano central de la gestión de la PTEC que se apoya en los trabajos realizados por la Comisión delegada, siendo ambas Comisiones coordinadas por el Director Gerente.

Los Grupos de Trabajo se encargan de la definición y desarrollo de las actividades, en colaboración con la Dirección Gerencia y la Secretaría. La PTEC y los líderes de los Grupos de Trabajo definen de forma anual las actuaciones a desarrollar que serán implementadas por los miembros de cada Grupo de Trabajo involucrados en las actuaciones que les resultan más interesantes. Por tanto, se conforman Grupos de Trabajo reducidos dentro de los Grupos de



Trabajo matriz de la PTEC, con unos objetivos marcados muy concretos. El tipo de iniciativas que se desarrollan en los Grupos de Trabajo con carácter general, son las siguientes:

- Favorecer la participación de los miembros de la PTEC en propuestas I+D+i a nivel nacional e internacional.
- Organización y coordinación de jornadas temáticas de distinta índole de interés para el sector de la construcción.
- Organización de actividades de formación específicas asociadas a diferentes Grupos de trabajo.
- Elaboración de documentos, informes, publicaciones sobre de posicionamiento para el sector construcción.
- Elaboración de documentos descriptivos del Know-how de los miembros en diferentes campos.
- Organización de actividades de comunicación y divulgación de proyectos europeos de los miembros de la PTEC.
- Elaboración de Newsletter específico quincenal y de temática concreta.

2.2. Objetivos de la PTEC

La PTEC desarrolla los siguientes objetivos específicos:

- La internacionalización de la I+D+i

Las actividades relacionadas con la Internacionalización de la I+D+i se promueven a través de los diferentes Grupos de Trabajo, en los que participan las entidades miembros con más actividad internacional junto con el apoyo de la Dirección, uniendo esfuerzos para el apoyo de pymes del sector. Además, el ámbito internacional de la I+D+i está presente en los contenidos de las reuniones y eventos de todos los Grupos de Trabajo de la PTEC, difundiendo las experiencias de algunos miembros en proyectos internacionales, informando sobre los programas internacionales I+D+i, etc. La PTEC es miembro de la ECTP (<http://www.ectp.org/>), Plataforma Tecnológica de la Construcción Europea, espejo de la PTEC, con objeto de vehicular las acciones europeas que puedan surgir en el sector construcción español.

- El impulso a la innovación

El desarrollo de las actividades de los Grupos de Trabajo y actividades de la PTEC está en línea con las expectativas del sector de la construcción en los próximos años en cuanto a su transformación a través de la I+D+i.

Conscientes de esa relevancia existe un Grupo de Trabajo de impulso a la innovación desde el que se promueven actuaciones concretas en este campo y en el que participan las entidades miembros con más experiencia.

- La promoción de la imagen del sector de la construcción a través de la I+D+i

La PTEC establece como objetivo el posicionamiento de las empresas del sector a través de su actividad en materia de innovación. A nivel estatal, las acciones de cara al público se centran en:

- Establecimiento de Planes Estratégicos con la Administración.
- Posicionamiento del sector en área de tecnología.
- Organización y participación en ferias y congresos.
- Colaboración y participación en foros con otras Plataformas tecnológicas complementarias a las actividades de la PTEC, como es el caso de la Plataforma Tecnológica Española del Ferrocarril (PTFE), Plataforma Tecnológica Española de Seguridad Industrial (PESI), etc.....
- Definición y promoción de estándares nacionales e internacionales.

A destacar en este apartado es la actividad del G.T. Posicionamiento del sector en las estrategias de I+D+i: Programa Horizon Europe, cuyo objetivo general es potenciar la inversión en I+D+i en el sector de la construcción, con la finalidad de que sea percibido como un sector industrial prioritario, tanto a nivel europeo, como nacional y autonómico.

- La revitalización y renovación de los miembros en PTEC

Los socios son el núcleo fundamental de la PTEC no sólo por el apoyo económico que puede suponer el tener una amplia masa social, sino por la parte que identifica a la asociación con un colectivo.

Dada la coyuntura económica del sector y los retos de este en materia de adopción de nuevas tecnologías, impulso a la innovación entre todos los agentes partícipes, otro de los objetivos prioritarios es la captación de nuevos socios, no sólo aquellos pertenecientes al sector construcción, sino todo tipo de entidades que aporten un valor añadido para el impulso del mismo.

La Plataforma conoce las oportunidades y amenazas presentes en el mercado, así como las fortalezas y las debilidades a las que se enfrentan las empresas vinculadas a la construcción de forma directa o indirecta. Por tanto, la captación de nuevos socios a través de Ferias, Redes de Trabajo o difusión en medios representa otro de los principales objetivos de la misma.

- La mejora del servicio a sus miembros

Las actividades relacionadas con el objetivo de mejora del servicio a sus miembros se articulan a través de:

- Realización de actividades de formación y/o Talleres Específicos en temáticas de interés.
- Sesiones de Trabajo internas para mejorar el funcionamiento y establecer líneas de acción prioritarias.

- Servicio de asistencia técnica permanente sobre innovación a socios

2.3. Posicionamiento de la PTEC

La Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) considera que, para mejorar la competitividad de esta industria, satisfacer las necesidades de la sociedad, afrontar los desafíos medioambientales a los que el sector puede dar respuesta y, por último, para la transformación estructural del sector es necesario que todos los agentes implicados trabajen en la consecución de estos objetivos comunes, por lo que las plataformas tecnológicas, clústeres y asociaciones sectoriales desempeñan en este punto un papel fundamental.

Como Plataforma Tecnológica, creemos necesario “sentar alrededor de la misma mesa” a compañías y otros organismos que en ocasiones son competidores directos tanto en el mercado interior como en mercados internacionales y promover la idea de que, efectivamente, la unión hace la fuerza; la colaboración entre agentes de diversa naturaleza y la transferencia de conocimiento entre ellos, abren un canal de comunicación directo con los agentes reguladores y con todos los actores implicados en el sector.

Conscientes de la importancia de estar en el “mismo barco” que Europa, la PTEC pertenece a la Plataforma tecnológica Europea de Construcción (ECTP), mediante la cual se pretende alcanzar los siguientes fines:

- Contribuir a la identificación de necesidades de I+D+i del sector de Construcción en Europa.
- Contribuir a la implantación en el sector español de las necesidades identificadas a nivel europeo, cuando sea procedente para nuestro sector.
- Trasladar las necesidades del sector español a Europa a través de la participación en la ECTP.
- Ayudar a la ECTP a construir líneas de trabajo alineadas con las necesidades del sector.
- Servir de apoyo a la ECTP y la Comisión Europea para consultas relacionadas con el sector.
- Fomentar la participación en el programa Horizon Europe de pequeñas, medianas, grandes empresas, centros de investigación y universidades.

La colaboración entre la ECTP y la PTEC se realiza a través de:

- La participación de la PTEC como miembro activo de la Asamblea General de la ECTP.
- La participación de varios de los miembros de la PTEC (Acciona, Ferrovial, INDRA, Tecnalia), como vicepresidentes de la ECTP.
- Posicionamiento de la PTEC en Programas Europeos

Dentro del Programa Marco de Innovación e Investigación “Horizonte Europa” (<https://www.horizonteeuropa.es/>) para el periodo 2021- 2027, dotado con 85.543 millones de €, el sector de la construcción se ubica principalmente en el Clúster 4- Mundo digital, Industria, Espacio y Defensa y en el Clúster 5-Clima, Energía y Movilidad, ambos con un presupuesto de 13.429 millones de € cada uno (Ver Apdo. 4).

Una de las principales novedades de HORIZONTE EUROPA son las MISIONES. Una misión es un proyecto multidisciplinar con un impacto en la ciencia, en la sociedad y en la ciudadanía. Especial relevancia para nuestro sector es la Misión 3 - Ciudades climáticamente inteligentes y neutras.

En el entorno de los partenariados, de especial impacto es el denominado People – centric sustainable built environment, Built4people, encuadrado en el Clúster 5-Clima, Energía y Movilidad y liderado por la European Construction, built environment and energy efficient building Technology Platform (ECTP). También a destacar es la iniciativa europea JPI Cultural Heritage que tiene por objeto de dar respuesta a las necesidades de conservación del patrimonio cultural europeo, como uno de los elementos identitarios más potentes, mediante la articulación entre empresas, universidades y administración pública.

Con el nuevo Programa LIFE 2021-2027, a pesar de no ser un programa de ayudas específico de I+D del sector construcción, se persigue alcanzar los objetivos establecidos por la legislación, las políticas y los planes en materia de medio ambiente y clima de la Unión Europea, así como en materia de energía y, en particular, los objetivos que figuran en el Pacto Verde Europeo, con evidentes oportunidades para nuestro sector.

Desde la PTEC en el año 2020, se lanzó una nueva iniciativa para impulsar la participación de los miembros de la PTEC en proyectos europeos. Esta iniciativa se pilota desde Bruselas con una persona fija ubicada en este lugar y, continúa desarrollándose con éxito en la actualidad. En concreto la iniciativa se basa en la agrupación de un número de entidades dentro de la PTEC que, de manera voluntaria y con una cuota añadida, trabajan de manera exclusiva para la generación y preparación de propuestas europeas en nuestro sector.

- Posicionamiento de la PTEC en Programas Nacionales

La PTEC pretende servir como referencia y punto de contacto con las administraciones para trasladar las necesidades del sector y colaborar para conseguir un avance conjunto e integrador. Ayudando a construir y fomentar programas de interés para el sector que lo lleven a un nivel de capacitación tecnológica superior.

La PTEC apuesta por proyectos colaborativos con gran impacto en el sector y focalizados en los retos identificados en este documento. La PTEC apoya y coordina propuestas de I+D en convocatorias nacionales como Proyectos Estratégicos CIEN o Programa MISIONES en Ciencia e Innovación.

La PTEC también apoya e impulsa proyectos de I+D de menor tamaño pero que sean de interés para sus miembros y para el sector, como es el caso de los Proyectos CDTI de I+D, Proyectos CDTI de Innovación o Proyectos CDTI de cooperación internacional.

3. PRIORIDADES DE I+D+i PARA RESOLVER LOS RETOS GLOBALES DEL SECTOR

3.1 Líneas tecnológicas prioritarias

3.1.1 Transición energética

a. Eficiencia energética

La energía más sostenible y barata es la que no se consume. La mejora de la eficiencia energética de las infraestructuras, que puede definirse como el logro de unos objetivos de producción o confort utilizando la mínima cantidad de energía posible, es una línea en la que se lleva trabajando muchos años y en la que se ha conseguido grandes avances pero que sigue teniendo margen de mejora. En muchos casos esta mejora viene de la aplicación de tecnologías como las que veremos más adelante, pero en otros casos también se consigue gracias a mejoras en la operación. En este sentido es muy importante la labor continua de concienciación de la ciudadanía que debe continuar.

Los edificios consumen cerca del 40% de toda la energía de la UE, con un 36% de emisiones de CO₂ asociadas, con un parque inmobiliario envejecido y poco eficiente. En España, se promueven nuevas construcciones obligadas al cumplimiento del CTE (Código Técnico de la Edificación) que limita la demanda energética de los edificios, con un consumo muy inferior a los edificios construidos hace 40 años (en general, menos de la mitad) y con incorporación de energías renovables. Un paso más en esta dirección son los edificios de consumo casi nulo, incluso edificios positivos energéticamente, que generan más energía que la que consumen.

En lo que se refiere a la renovación de edificios existentes, estas obras permiten reducir su consumo energético y mejorar el confort, favorecer los materiales eficientes y utilizar sistemas innovadores de calificación energética, considerando las experiencias nacionales y de otros países de la UE, que faciliten estas renovaciones.

El potencial de las tecnologías inteligentes en el sector de la edificación se puso muy de relieve en la revisión de 2018 de la Directiva Europea de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD) y se introdujo el concepto de “indicador de nivel de inteligencia” (Smart Readiness Indicator SRI). Este indicador permite calificar la aptitud inteligente de los edificios, es decir, la capacidad de los edificios (o unidades de edificios) para adaptar su funcionamiento a las necesidades del ocupante, optimizando también la eficiencia energética y el rendimiento general, y para modificar su funcionamiento en reacción a las señales de la red (flexibilidad energética). El SRI concienciará a los propietarios y a los ocupantes de los edificios del valor que hay detrás de la automatización de los edificios y de la supervisión electrónica de los sistemas técnicos de los edificios y debería dar confianza a los ocupantes sobre el ahorro real de esas nuevas funcionalidades mejoradas. El SRI se calcula en base a los siguientes factores:

- Calefacción
- Agua caliente sanitaria
- Aire acondicionado
- Ventilación
- Iluminación
- Envolvente dinámica
- Electricidad
- Carga de vehículo eléctrico
- Monitorización y control

b. Integración de renovables y almacenamiento

Considerando el reto de neutralidad climática en Europa para el año 2050, se promueve la instalación de energías renovables, que permita cubrir cada vez una mayor demanda energética. El camino hacia las emisiones netas igual a cero en Europa necesita del desarrollo de nuevas tecnologías para la construcción, que combinen ampliamente la eficiencia energética, la generación con energías renovables a nivel local, la progresiva electrificación del sector, los desarrollos a nivel de distrito y el almacenamiento energético descentralizado.

El almacenamiento de energía eléctrica, tanto en las redes de distribución como en los edificios, comienza a ser competitivo en algunas obras, generalmente mediante el uso de baterías con tal fin o incluso reciclando las baterías de los coches eléctricos. Sin embargo, el almacenamiento de energía eléctrica no es suficiente y también es necesario el desarrollo de sistemas de almacenamiento térmico de baja exergía, para la climatización de los edificios o incluso para procesos industriales.

El gran abanico de tecnologías de almacenamiento existente puede contribuir de forma combinada para aportar la flexibilidad que el sistema necesita para su paulatina descarbonización, hasta lograr una neutralidad climática.

En el sector de construcción los sistemas tecnológicos de almacenamiento utilizados serían las baterías, calor sensible, calor latente y ALMAC termoquímico. A destacar también es el desarrollo potencialmente revolucionario de las pilas de combustible, tecnología energética muy prometedora con infinidad de posibles aplicaciones y, son precisamente las diferentes propiedades que tienen estos dispositivos las que las convierten en muy atractivas, sobre todo cuando se comparan con otras tecnologías convencionales de conversión de la energía.

Los retos a los que se enfrenta el almacenamiento son de varios tipos: regulatorios y de mercado, económicos y relativos al modelo de negocio, relativos a la normalización y necesidad de estándares de interoperabilidad, ciberseguridad, integración sectorial, investigación y desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético, de comportamiento, falta de información o percepción del riesgo, sociales y medioambientales, materiales críticos y estratégicos.

Ahora, además de la penetración de diferentes tipos de energías renovables, nos enfrentamos al reto de la gestión energética de los edificios e infraestructuras, tanto públicas como privadas siendo imprescindible el almacenamiento energético a nivel de edificio.

Este tipo de sistemas se debe combinar con las nuevas tecnologías: inteligencia artificial para sistemas predictivos, IoT para monitorizar los edificios, gemelos digitales; de manera que se puedan utilizar para construir una red inteligente que aproveche al máximo y de manera integrada todos los recursos del sistema. Apoyar los sistemas inteligentes para edificación (smart building), las comunidades inteligentes (smart communities) y las redes inteligentes (smart grids)

Desarrollo de soluciones innovadoras que permitan mejorar las condiciones de contratación energética considerando aspectos de sostenibilidad (ej. contratos verdes, incorporación de renovables en los edificios, etc.).

c. Electrificación

La electrificación es un fenómeno que se está dando en todos los sectores gracias a la facilidad de transporte y distribución de la electricidad. Por otra parte, la electrificación permite aprovechar mejor la energía fotovoltaica. En el sector de la construcción tiene efecto en dos aspectos muy importantes que tendrán una gran importancia en los próximos años; el despliegue del vehículo eléctrico y las bombas de calor.

El despliegue del vehículo eléctrico necesita del despliegue masivo de puntos de recarga. En el ámbito de privado esto impactará directamente en el diseño y adaptación de los edificios para poder usar estos puntos recarga e integrarlos en los sistemas de gestión energéticos. En este sentido serán un punto muy importante en la futura gestión activa de la demanda.

La climatización es el mayor consumidor energético en la mayoría de los edificios. Las bombas de calor consiguen un gran rendimiento en su transformación de electricidad a calor e incluso frío. Las bombas de calor permitirán sustituir muchas calderas que usan combustibles fósiles con el beneficio correspondiente para el medio ambiente. Por otra parte, las bombas de calor unidas a la producción fotovoltaica y la gestión activa de la demanda podrán ser más económicas que las calderas actuales.

A largo plazo la electrificación también llegará a la maquinaria de construcción, pero para ello será necesario todavía grandes avances en las redes inteligentes y las capacidades de almacenamiento de las baterías.

A pesar de que la electrificación de la demanda y la generación 100% renovable es un objetivo claro a 2050, es posible la incorporación de algunas soluciones como biocombustibles o biogás, además del uso temporal del gas natural en aquellos lugares donde el paso exclusivamente a energías renovables no sea posible en un plazo corto o medio. Este puede ser el caso de grandes redes de calor o sistemas que actualmente disponen de gasóleo o carbón y pueden sustituirse temporalmente por sistemas a gas.

d. Comunidades energéticas

El autoconsumo energético local ha ganado relevancia en los últimos años, debido a su importancia para acelerar la transición hacia un sistema energético sin emisiones de CO₂ que favorezca la democratización de la energía. Las comunidades energéticas se basan en la producción de energía para uso propio, individual o colectivo, en el mismo lugar en el que se genera, con un alto componente medioambiental y social.

La primera comunidad energética local de Europa se sitúa en el municipio de Crevillent, de la mano del Grupo Enercoop. Comptem (Comunidad Para la Transición Energética Municipal) se basa en el autoconsumo colectivo, sistema público de información energética y una aplicación de telefonía móvil.

La mayoría de las comunidades energéticas y autoconsumos energéticos compartidos en España incluyen a la energía solar fotovoltaica, por ser una tecnología que cuenta con una alta rentabilidad actualmente.

Otros sistemas que se incluyen pueden ser la energía de distrito, para la cual es necesario una planificación y mapeo de energía integrados, apoyados por una unidad de coordinación designada o una alianza público-privada.

La ciudad de Vancouver, Canadá, ha desarrollado un proyecto de demostración que captura el calor residual del sistema de aguas residuales, mismo que ha estimulado las inversiones del sector privado en otras redes.

Como indica el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) un sistema completo de energía distrital se consigue mediante la unión de las siguientes acciones:

- Conectando la generación de electricidad renovable
- Conectando la demanda comercial
- Conectando la demanda industrial
- Energía solar térmica conectada a la calefacción de distrito
- Capturando el calor residual de las aguas negras y residuales.
- Incineración de residuos
- Conectando fuentes de enfriamiento libre
- Conectando consumidores residenciales
- Refrigerador por absorción que captura el calor residual
- Planta de cogeneración (CHP)

3.1.2 Materiales sostenibles y economía circular.

La economía circular es un nuevo paradigma de la producción y el consumo por oposición al modelo lineal clásico de “extraer, fabricar, usar y desechar”. Está basada en tres principios: la eliminación del residuo desde la propia fase de diseño, el mantenimiento de los productos y materiales en uso y la regeneración de los sistemas naturales, todo ello alimentado con fuentes de energía renovables.

La magnitud de sus impactos explica que tenga un tratamiento específico tanto en la Estrategia España Circular 2030 como en el Nuevo Plan de Acción UE de Economía Circular. De hecho, este último anticipa el entorno regulatorio futuro caracterizado por:

- Las prestaciones en materia de sostenibilidad de los productos de construcción se verán incrementadas, incluyendo objetivos de incorporación de materiales secundarios en la fase de diseño.
- Existirán mayores exigencias en materia de durabilidad, resistencia al envejecimiento, y adaptabilidad de edificaciones y obra civil
- También se incrementarán los objetivos de identificación y recuperación de materiales en los residuos de construcción y demolición (RCD)

- Mayores expectativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en gran medida a través de las propias iniciativas de economía circular
- Consolidación a nivel europeo de Level(s) , el marco voluntario de indicadores para mejorar la sostenibilidad de los edificios incorporando todo el ciclo de vida

Este contexto va a plantear grandes retos a los agentes del sector de la construcción, pero también les va a ofrecer muchas oportunidades para la innovación y la competitividad. A nivel de producto, se desarrollarán nuevos materiales que supondrán un menor consumo de recursos, más eficientes y renovables (p.ej. biopolímeros). La tecnología hará posible la incorporación de sensores que les permitan "comunicarse" con otros objetos (mediante la denominada "Internet de las Cosas" o Internet of Things, IoT), y así facilitar información sobre su desempeño y necesidades de mantenimiento, si bien algunos serán incluso capaces de repararse a sí mismos (p.ej. el hormigón autorreparable).

Toda la información sobre la composición, impactos y escenarios potenciales de uso de los materiales utilizados en construcción estará contenida en los llamados pasaportes digitales de producto, de manera que una vez desensamblados podrán iniciar un nuevo ciclo de reutilización, restauración o refabricación, sin perder su valor. En este escenario, los activos de la construcción se convertirán en verdaderos bancos de materiales, como anticipa el proyecto europeo Buildings as Material Banks que promueve este cambio de paradigma en la industria.

A nivel de procesos, uno de los primeros en evolucionar será el propio diseño; su importancia capital para la economía circular se demuestra si pensamos que el 80% de los impactos medioambientales de un producto o servicio vienen determinados en esta fase. Las necesidades de eficiencia y flexibilidad pueden llevar a un mayor empleo de la construcción modular, un sistema constructivo en el que se fabrican módulos que posteriormente se trasladan e integran en el emplazamiento de la obra. Sus procesos son significativamente diferentes a la construcción que pudiéramos llamar "tradicional". La adaptabilidad y flexibilidad de los activos también va a requerir nuevos procesos de ensamblado y desensamblado de los elementos de obra, manteniendo su integridad de forma que se faciliten los ciclos posteriores.

Por último, la integración del paradigma circular en la propia visión de las organizaciones hará que se replanten sus modelos de negocio y exploren nuevas opciones orientadas al servicio, manteniendo la propiedad y cobrando por el uso. Esta presencia a lo largo de todo el ciclo de vida les permitirá optimizar el rendimiento y extender la vida útil de los activos de construcción, por ejemplo, gestionando el uso compartido entre varios usuarios o plataformas. Al margen de las oportunidades de negocio que se abrirán en todos los bucles y circulación de materiales. En algunos casos surgirán nuevos agentes especializados en actividades como la restauración o la refabricación, pero en

otros serán las propias empresas del sector las que acometerán estas actividades en una suerte de “integración circular”.

En definitiva, la economía circular va a ofrecer un sinfín de oportunidades en el sector de la construcción. Estarán en mejores condiciones de aprovecharlas las organizaciones que cuenten con una visión sistémica y sean capaces de innovar y colaborar con el resto de los agentes del ecosistema. Por su transversalidad, presenta numerosas conexiones y sinergias con otras líneas que se proponen en este documento, como son la transformación energética, las infraestructuras inteligentes y la digitalización. Paralelamente a su importancia económica y social, el sector de la construcción genera un porcentaje relevante de emisiones de gases de efecto invernadero y residuos. En este contexto, el sector realiza importantes esfuerzos en la mitigación del impacto del sector en aras de un futuro sostenible y una industria de la construcción del siglo XXI.

El sector de la construcción es tradicionalmente una industria de reciclaje (a pesar de lo que el público general pueda pensar), con ejemplos que van desde la valorización material de residuos de otras industrias en productos como el cemento (escorias de horno alto o cenizas volantes), hasta el uso de áridos reciclados o de árido siderúrgico. El reto de hoy en día es mucho mayor, al buscarse estrategias globales y desarrollo industrial de materiales completamente novedosos y de altas prestaciones. Por tanto, es preciso el apoyo a los actores del ecosistema de innovación (Centros de Investigación, Universidades, plataformas y asociaciones, y sobre todo empresas) para el estudio y desarrollo de los materiales con los que se fabricarán nuestros próximos hogares, carreteras, etc.

En este contexto el desarrollo (tecnológico e industrial) de materiales sostenibles y de estrategias de economía circular se plantean las siguientes líneas de trabajo englobadas en tres campos:

- Desarrollo de tecnologías de circularidad
 - La incorporación de materiales y productos reciclados en los nuevos materiales de ultra altas prestaciones previamente citados, de manera que se reduzca al mínimo la necesidad de nuevas materias primas naturales. Por tanto, estos materiales deben diseñarse con el principio básico de que deben ser fácilmente reciclables al final de su vida útil, incorporando este principio en el momento mismo de su concepción. Estos objetivos deben cumplirse a la vez que se garantiza la seguridad y la fiabilidad estructural de las infraestructuras que incorporen este tipo de materiales, de manera que se cumplan estrictamente los reglamentos y códigos vigentes, desterrando la idea de que es necesaria cierta flexibilidad regulatoria para aumentar la sostenibilidad de las infraestructuras, ya que para que una infraestructura sea sostenible, el primer requisito que debe cumplir es garantizar la seguridad de los usuarios. Por este motivo, y dado que, con carácter general, los

productos reciclados pierden prestaciones según avanzan los procesos de reciclado, es clave acotar de manera precisa los campos de aplicación de los nuevos materiales, de manera que se ajusten prestaciones y exigencias técnicas y reglamentarias.

- Separación y tratamiento de subproductos de construcción (RCDs) para facilitar su valorización como material reciclado dentro del sector.
 - Innovación conjunta con otros sectores industriales para la valorización de RCDs como material en otras aplicaciones.
- Desarrollo de materiales sostenibles
- Desarrollo de nuevos materiales de ultra altas prestaciones que se adapten a nuevos diseños constructivos y que mejoran las prestaciones.
 - Desarrollo de nuevos materiales ecodiseñados, de fácil reuso y/o reciclado.
 - Desarrollo de materiales biobasados y/o provenientes de fuentes sostenibles.
 - Innovación en materiales avanzados, que mejoren la vida útil de infraestructuras, reduzcan las necesidades de mantenimiento, y/o las necesidades de consumo energético durante su funcionamiento.
 - Diseño y desarrollo de materiales y procesos de fabricación de estos que orientados/ favorezcan una menor emisión de CO₂.
 - Desarrollo de materiales de menor energía embebida
 - Desarrollo de nuevos materiales y productos aislantes térmicos con una mejora en sus prestaciones de durabilidad de las infraestructuras y edificios actuales.
 - Diseño y desarrollo de materiales y sistemas que contribuyan a reducir la demanda de energía, con capacidad de reflexión o captura de rayos UV y de almacenamiento de energía.
 - Diseño y desarrollo de materiales para su aplicación en la captura, conversión y utilización de CO₂.

– Desarrollo de sistemas activos

Tradicionalmente la mayoría de los materiales y elementos constructivos han consistido en sistemas pasivos con unas prestaciones preestablecidas que sólo varían por el efecto de los fenómenos de degradación. Sin embargo, en la era de la automatización y la digitalización la industria de la construcción necesita del desarrollo e implementación de sistemas activos que reaccionen a estímulos externos proporcionando información sobre su estado y/o variado sus propiedades, ya sea de manera automática o a voluntad del usuario. Esto, unido al gran avance experimentado por la tecnología de la información permitirá, por una parte, tener un

conocimiento en tiempo real del estado del material y por otra adecuar las prestaciones a las necesidades en cada momento. La información generada servirá para desarrollar modelos más precisos del comportamiento del material/elemento (y por tanto para su mejora), para planificar tareas de mantenimiento, para decidir si una infraestructura ha dejado de ser segura, lo que sin duda contribuirá de manera decisiva mejora de dichos materiales. También ayudará en la planificación de tareas de mantenimiento y reparación, con el consiguiente ahorro que ello supone. Y por supuesto será clave en la prevención de siniestros, al permitir conocer el momento y la causa por la que una infraestructura deja de ser segura sin necesidad de revisiones in situ.

Los sistemas fotovoltaicos integrados en el edificio (BPIV) permitirán además generar energía y contribuir decididamente a la consecución del edificio de energía casi nula (NZEB) cumpliendo criterios estéticos y funcionales.

La capacidad de control que ofrecen algunos materiales como los vidrios inteligentes permitirán además variar el nivel de luminosidad o radiación para mejorar las condiciones ambientales y climatización.

3.1.3. Industrialización y digitalización.

Uno de los factores fundamentales que explican el pobre incremento de productividad es que la construcción mayoritariamente sigue siendo un proceso poco industrializado. Para incrementar la productividad y calidad en el sector de la construcción es necesario evolucionar hacia una mayor industrialización de las soluciones constructivas y la digitalización de los flujos de información, desde las fases iniciales de concepción del proyecto hasta la demolición o rehabilitación del edificio o infraestructura.

Por lo tanto, es necesario el desarrollo de soluciones constructivas prefabricadas que permitan desarrollar elementos constructivos de una manera más eficiente (menos tiempo, menos desechos...), de mayor calidad (menos errores, elementos desarrollados por especialistas...) y multifuncionales (se pueden elaborar elementos más complejos, como elementos de envolventes activos o con integración de renovables). Igualmente, el proceso constructivo en obra se acorta y simplifica, evitando molestias a los ciudadanos y haciendo más previsibles los tiempos de ejecución de los proyectos.

Por otra parte, la industrialización de las soluciones constructivas facilitará la digitalización del sector, ya que la vinculación del dato con el mundo real es más directa y continua. Por ejemplo, un elemento de un muro cortina se mapea directamente con el elemento correspondiente del modelo BIM/gemelo digital desde el diseño del proyecto, pudiendo trazar fácilmente, la orden de compra, fecha de entrega, lugar de colocación...

La digitalización es el proceso de cambiar los datos de una forma analógica (y manual normalmente) a una digital. En relación con el entorno construido, se refiere al flujo de información digitalizada dentro y entre las fases del ciclo de vida de un edificio.

La digitalización es la integración de las tecnologías digitales en la vida cotidiana. La digitalización significa que las interacciones, las comunicaciones, las funciones de negocio y los modelos de negocio se transforman en (más) formas digitales, cambiando así el proceso.

La digitalización, el desarrollo y la implementación de tecnologías y procesos digitales, tiene el potencial de permitir una mayor transparencia, eficiencia y nuevas funcionalidades a lo largo de toda la cadena de valor, es decir, desde la fase de diseño hasta el final de la vida útil de un activo, la fase de demolición. La digitalización promueve el trabajo colaborativo y la mejora de eficiencia a través del uso inteligente de los datos y de su análisis.

Ante estos retos, la transformación digital en el sector de la Construcción es un requisito esencial para su solución gracias al potencial que ofrecen las nuevas tecnologías y sus sinergias con la metodología Building Information Management (BIM), el nuevo hilo conductor de la cadena de valor del sector donde se conectarán todos los elementos. En particular, la digitalización del sector nos permitirá:

- El IoT permite detectar problemas logísticos y permite el monitoreo en tiempo real para el mantenimiento de la infraestructura.
- Mediante la réplica virtual que ofrece el gemelo digital en un edificio, se dispone de información en tiempo real sobre su eficiencia energética, se detectan errores, se realizan simulaciones e incluso se puede analizar el nivel de desgaste de las paredes o vigas principales.
- La Inteligencia Artificial aplicada a la construcción puede descubrir patrones ocultos, detectar problemas antes de que aparezcan, predecir tendencias, detectar anomalías, optimizar los procesos de construcción, etc.
- La Robótica es un campo maduro en otros sectores que en la construcción es aún incipiente pero que aumentará su despliegue gracias a la digitalización. Actualmente tiene implantación en la industrialización de la construcción, pero no tanto en la propia construcción in-situ. A medida que la construcción avance en su industrialización la construcción in-situ tendrá mayor componente de ensamblaje y en esta área es donde la robótica presenta las mayores ventajas.
- La metodología BIM promueve la colaboración y centraliza toda la actividad en torno a un modelo digital, abarcando las características y elementos de un edificio a lo largo de su ciclo de vida, y representándolos

en un modelo digital, utilizando técnicas de visualización 3D basadas en datos, sustituyendo a los planos tradicionales. Además, permite la integración de sistemas y la incorporación de tecnologías de última generación como las descritas anteriormente.

- La metodología BIM se basa en la colaboración y compartición. La digitalización facilita la compartición, pero dificulta su control. Para mejorar la compartición es necesario mejorar y asentar la ciberseguridad y las tecnologías de control de uso.

La aplicación de todas estas tecnologías impulsará en gran medida la eficiencia del sector, mejorando tanto su productividad para hacer más con menos, para hacer frente a la creciente necesidad de acceso a vivienda e infraestructuras, como su sostenibilidad, facilitando la reducción del gasto energético, una mayor reutilización de materiales y minimizando los residuos. De hecho, se estima que para 2025, la digitalización a gran escala supondrá un ahorro anual de costes del 13% al 21% en las fases de diseño, ingeniería y construcción y del 10% al 17% en la fase de operaciones.

3.1.4. Movilidad sostenible e inteligente.

Las infraestructuras son el elemento esencial de soporte para el desarrollo de cualquier actividad comercial, necesarias tanto en la organización de las ciudades, como en su comunicación y facilitación de la movilidad. Existen muchos tipos de infraestructuras: transporte, energéticas, hidráulicas, telecomunicaciones o edificación. Concretamente en esta línea estratégica PTEC está centrada en las infraestructuras de transporte: carreteras, líneas de ferrocarril, aeropuertos, estaciones, puertos, etc.

España con 17.228 km, es el tercer país del mundo en número de kilómetros de autopistas de peaje, libres y autovías, por detrás de China y EE. UU., siendo el país europeo con mayor número de este tipo de vías.

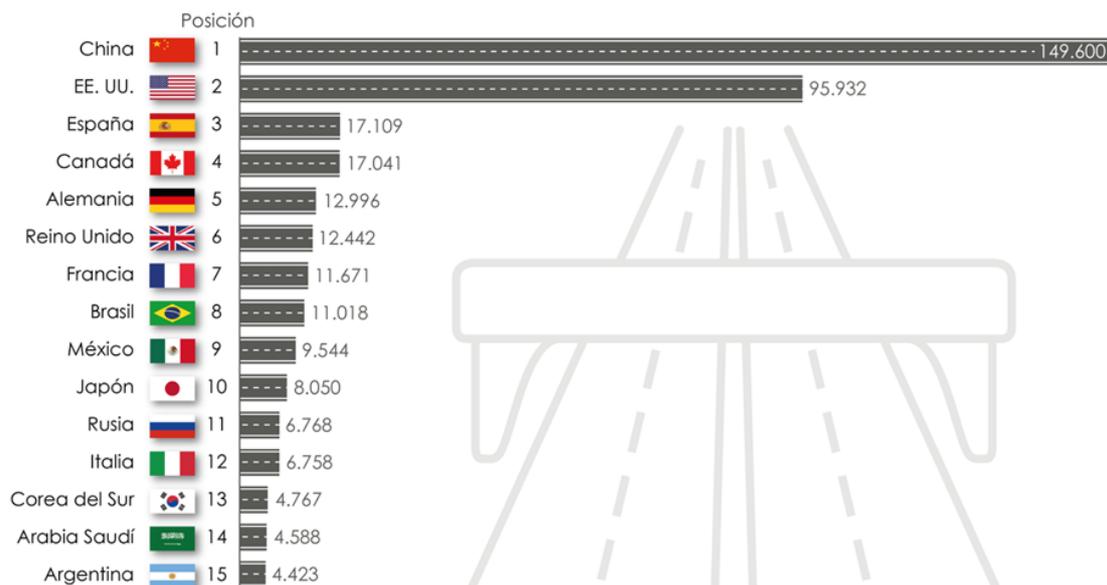


Figura 1. Ranking de kilómetros de red de autovías y autopistas a nivel mundial. Año 2019. Fuente: UNECE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa)

Además, la Alta Velocidad Española (AVE) ha sido el gran protagonista del desarrollo de las infraestructuras a nivel nacional en los últimos años. Situando a España en el tercer lugar a nivel mundial de este tipo de vías. Se debe resaltar el hecho de que solamente España tiene más kilómetros de AVE que la suma de algunas de las principales potencias europeas como son Francia, Reino Unido e Italia. Así, España triplica tanto a Alemania como a Italia en kilómetros de AVE por superficie y número de habitantes; y con esos mismos parámetros, multiplica por cinco a Reino Unido y hasta por quince a Francia.

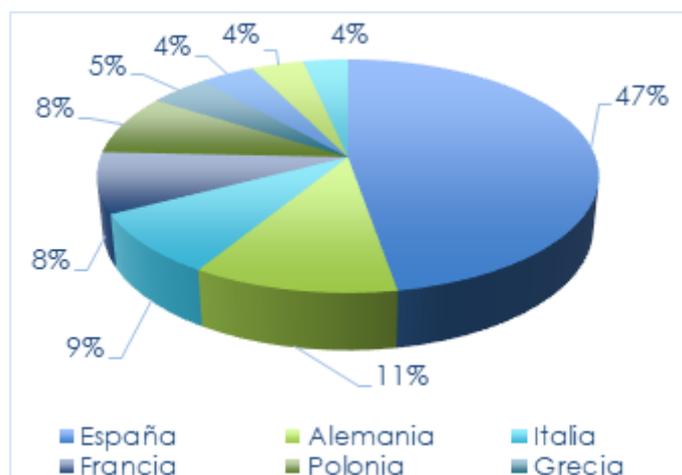


Figura 2. Sinopsis de la cofinanciación destinada al ferrocarril de alta velocidad por Estado miembro (2000 - 2017). Fuente: Comisión Europea.

Disponer de una red de infraestructuras de transporte tan grande, introduce ciertos condicionantes y complejidad en el mantenimiento y gestión de estas.

Algo que no escapa a PTEC, y para lo que pretende establecer líneas de trabajo que sirvan para superar los principales retos a los que se enfrenta el sector de la construcción español con respecto a sus infraestructuras:

- Envejecimiento acelerado del parque de infraestructuras.
 - Adaptación a los nuevos volúmenes de tráfico y condiciones climatológicas.
 - Tendencias en movilidad
- Envejecimiento acelerado del parque de infraestructuras

La mayoría de las infraestructuras europeas se construyeron en las décadas de los 60 y 70, siendo diseñadas para una vida útil de entre 40 y 50 años. Esto hace que muchas de ellas se acerquen al final de su vida útil y por tanto requieran de intervenciones técnicas, que en numerosas ocasiones terminan en la construcción de una nueva infraestructura.

En España la situación es algo mejor, llevando un decalaje de aproximadamente 10 años con respecto a la situación europea, en cualquier caso, las proyecciones indican que seguimos la misma tendencia debido a la reducción en la inversión en infraestructuras que se lleva produciendo desde la gran crisis del sector de hace casi 15 años.

En 2007 sólo el 14% de las infraestructuras españolas tenían más de veinte años de antigüedad y en 2016 la cifra se elevaba al 24%. Si la trayectoria de baja inversión en infraestructuras de la última década continúa hasta 2030 el envejecimiento avanzará con fuerza: el 47% de las infraestructuras tendrá al menos 20 años, y ese porcentaje será superior al 50% en las infraestructuras viarias (51%), hidráulicas (71%) y ferroviarias (52%).

Además, debemos tener en cuenta que el envejecimiento se ha visto acrecentado debido a que las infraestructuras están haciendo frente a volúmenes de servicio superiores a los de diseño y a condiciones climáticas que se han vuelto cada vez más extremas.

En este sentido, se genera la necesidad de abogar por nuevas mezclas asfálticas, no sólo desde un punto de vista de sostenibilidad, sino también de otorgar nuevas propiedades, para optimizar la rodadura, disminuir el ruido y facilitar la canalización del agua. Es necesario tener en cuenta ciertos parámetros críticos que se deben asegurar, como son mayor seguridad, baja sonoridad, alta adherencia y regularidad longitudinal. Por ello, las últimas tendencias se centran en el reciclado de pavimentos, aprovechamiento de subproductos de la construcción o reducción de emisiones contaminantes, que permitan no sólo mejorar las condiciones de la vía, sino también reducir su futuro mantenimiento.

- Adaptación a los nuevos volúmenes de tráfico y condiciones climatológicas.

Las infraestructuras de transporte nacionales fueron construidas a finales del siglo XX, de acuerdo con criterios de diseño que se correspondían con las condiciones de vida y perspectivas futuras de movilidad que se estimaban en aquel momento. Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido un desarrollo mayor al esperado, el cual, junto al cambio climático, comienza a mostrar consecuencias negativas sobre las infraestructuras del país a pesar de no haber concluido la vida útil para las que fueron construidas.

A pesar de que toda infraestructura es sobredimensionada en diseño para cubrir perfectamente las demandas futuras, actualmente el volumen de tráfico real ha superado las proyecciones de movilidad, más allá del sobredimensionamiento que fue establecido. Una circulación superior a la estimada conlleva un gran deterioro, provocando situaciones de riesgo para la seguridad de los usuarios, así como la necesidad de una gran inversión en mantenimiento.

Se estima que para el año 2030, debido a la duplicación del PIB mundial, el tráfico aéreo podría aumentar aproximadamente un 5% al año, el marítimo cerca de un 6% y el ferroviario, tanto de pasajeros como mercancía, en torno al 2-3%. Según algunos estudios, la inversión a nivel global en las infraestructuras de transporte podría alcanzar 10.1 billones €, con el fin de modernizar las redes existentes y adecuarlas a la circulación actual y futura.

España, no es ajena a estas tendencias, y por tanto, debe incrementar el nivel de inversión en la adaptación y modernización de sus infraestructuras de transporte.

Los fenómenos meteorológicos son otro punto crítico en las infraestructuras. En los últimos años, la frecuencia en los eventos extremos, tales como olas de calor y de frío, inundaciones, sequías, tormentas o incendios, ha aumentado exponencialmente. Esto representa un gran riesgo para la estabilidad de las infraestructuras, así como para la seguridad de los usuarios. En España, el pronóstico meteorológico, estima un incremento entre 1.2 y 2°C para finales de siglo. Como consecuencia, eventos extremos como las olas de calor se intensificarán y se volverán más frecuentes. Asimismo, el pronóstico indica que se producirá una disminución aproximada de entre 5-10% en las precipitaciones. Sin embargo, a pesar de disminuir en frecuencia, las precipitaciones se intensificarán, lo que conlleva un incremento en el riesgo de inundación en infraestructuras.

Las normativas de diseño deben adaptarse para hacer frente a estos cambios y asegurar la construcción de infraestructuras de transporte resilientes en el futuro.

– Tendencias en movilidad

Los distintos avances tecnológicos y los cambios sociales y de consumo ejercen un efecto transformador en el conjunto de la movilidad. Su introducción progresiva y las distintas proyecciones sobre su evolución definen grandes tendencias que configurarán a futuro la movilidad y que ejercen como guía de las nuevas propuestas de valor y de los modelos de negocio.

Estas son:

- a. conectividad
- b. reducción del impacto medioambiental
- c. automatización
- d. intermodalidad e integración

a. Conectividad

La conectividad es la principal consecuencia de la creciente digitalización de la sociedad, en general, y de la movilidad, en particular. Se puede definir en los sistemas de transporte como la capacidad de los diferentes elementos para obtener, procesar y comunicar datos. En su versión más completa, puede englobar al vehículo, al conductor (y pasajeros) y a su entorno (en movilidad eléctrica, principalmente la infraestructura de recarga). Capacita a los sistemas de transporte para alcanzar diversas metas, principalmente la mejora de la eficiencia y la seguridad.

Esto posiciona al vehículo eléctrico como un elemento que se beneficia de la relación con su entorno. Esta relación, aplicada al ámbito energético, se lleva a cabo principalmente entre el vehículo y la infraestructura (V2I) y con la red eléctrica (V2G), si bien otras formas de conexión con diversos elementos como otros vehículos (V2V) y la información en la nube (V2C) también pueden suponer parte de una solución de conectividad que apoye la electrificación, dentro del conjunto amplio del vehicle-to-everything (V2X).

La conectividad V2I, en un sentido general, abarca la relación con diferentes elementos de la infraestructura viaria, por lo que en el caso particular del vehículo eléctrico se orienta a conocer en tiempo real la disponibilidad de puntos de carga mediante las funcionalidades de navegación y de planificación de rutas. Esto puede ayudar a superar la ansiedad psicológica que produce la combinación de autonomía limitada y escasez de infraestructura de recarga en los potenciales compradores de vehículos eléctricos, una de las grandes barreras que enfrenta la movilidad eléctrica. Un reto importante es optimizar la distribución de los puntos de carga con el objetivo de asegurar que la infraestructura sea un facilitador y no una barrera a la introducción de la movilidad eléctrica.

b. Reducción del impacto medioambiental

Una de las principales causas de impulso a la movilidad eléctrica se encuentra en la búsqueda de la reducción de emisiones de GEI y contaminantes. Desde el punto de vista de la neutralidad tecnológica, existen diferentes alternativas energéticas, tecnológicas y de organización del transporte para hacer frente a los desafíos medioambientales. No obstante, muchas de las estrategias o análisis de la evolución de la movilidad recogen entre las principales tendencias, en concreto, la electrificación del transporte como respuesta a la pretensión de las políticas actuales de evitar el impacto de estas emisiones sobre el clima y la salud, y sobre el medioambiente en general.

No obstante, el transporte conlleva otro tipo de impactos que la movilidad eléctrica puede ayudar a mitigar, en particular la cuestión de la contaminación acústica. Otros aspectos, como la contaminación lumínica o el impacto de las vibraciones, requieren de mayor actuación sobre las infraestructuras o la distribución geográfica de los flujos de vehículos.

c. Automatización

Una de las grandes tendencias en automoción es la introducción progresiva de formas de automatización de la conducción en los vehículos, derivadas de la sensorización y la capacidad de transmitir y tratar datos. Son muchas las funcionalidades automatizadas que redundan en mayor seguridad y facilidad en la conducción y los distintos procesos en el transporte, pero en última instancia la suma de estas está orientada al avance hacia el vehículo autónomo.

Los desarrollos comercializados a gran escala hasta a la fecha no implican todavía una conducción autónoma total (nivel 5), situándose el estado del arte en un punto intermedio entre los niveles 2 y 3 definidos por la SAE International (2019). Sin embargo, existe una creciente diversidad de agentes del ecosistema de movilidad ensayando tecnologías, modelos y servicios en el nivel 4 (dentro de una zona geo-localizada y unas circunstancias externas, como la visibilidad, específicas), los cuales están generalmente basados en la propulsión eléctrica.

Un campo en el que se está ya trabajando activamente en la automatización de la conducción son las labores extractivas que se realizan en entornos bastante controlados.

La automatización de la conducción obligará al acondicionamiento de todo tipo de vías ofreciendo facilidades para la identificación de rutas y todo tipo de riesgos evitando aquellos elementos en las cercanías de las vías que puedan generar problemas a la conducción autónoma. El diseño de este tipo de vías dará lugar a una nueva área de conocimiento.

En este sentido, la automatización, bien del vehículo, bien de sus componentes y funcionalidades, resulta un apoyo necesario para el desarrollo de nuevas formas de recarga que hoy en día están siendo ensayadas y para las que se espera una mayor implantación en el futuro. Es el caso de la recarga inalámbrica, el uso de pantógrafos en el transporte urbano o de catenarias en el transporte de mercancías.

d. Intermodalidad e integración

El sistema de transporte en su conjunto puede presentarse en diferentes formas o modos. Además, el actual movimiento de personas no puede entenderse de manera ajena a la existencia de un transporte público y colectivo capaz de cubrir las diferentes necesidades sociales. Especialmente desde que las diferentes tendencias hasta ahora señaladas apuntan al uso de las tecnologías digitales para vincular modos entre sí, poner el foco en la última milla y ofrecer alternativas a la propiedad privada de los vehículos.

En estas circunstancias, la intermodalidad, o la combinación de distintos modos de transporte, que pueden ser tanto públicos como privados, resulta cada vez más necesaria en la elaboración de políticas que sean capaces de mantener el equilibrio entre la economía, el medioambiente y los asuntos sociales.

En este sentido, el objetivo último de la intermodalidad es ofrecer un número de medios disponibles y combinaciones posibles suficientes para cubrir las diferentes necesidades de la manera más equilibrada. Por esta razón, cabe hablar de integración de medios, infraestructuras, necesidades, geografías, colectivos, etc., de modo que un sistema de transporte intermodal se presenta más como una herramienta para lograr como objetivo dicha integración heterogénea.

Sin embargo, los grandes medios de transporte colectivos, como los trenes, metros o tranvías, también son formas de movilidad eléctrica que pueden dar respuesta a las demandas cuando la penetración del vehículo eléctrico encuentra dificultades. Al rellenar el hueco que puede existir entre la capacidad de la tecnología y las necesidades a cubrir, como el desplazamiento de una provincia a otra, pueden complementarse con formas de movilidad compartida de cara a la última milla, como por ejemplo el caso de Flinkster, una iniciativa del operador ferroviario alemán DB para ofrecer carsharing al final de los trayectos o la nueva plataforma intermodal que lanzará RENFE

En esta línea se puede ver la estación ferroviaria como un hub de transporte que combine el transporte con ferrocarril con los nuevos métodos de transporte eléctrico incluyendo no solo el vehículo eléctrico sino también las bicicletas y patinetes que tendrán un papel muy importante en el transporte de última milla y deberán ser tenidos en cuenta en el diseño de las vías en ciudades.

Sin embargo, para que modos como el transporte ferroviario sean una parte constructiva de la movilidad eléctrica, debe tenerse en cuenta que no todas las líneas de tren están electrificadas. En España en el año 2016, casi un 40 % de las líneas de ferrocarril en uso no estaban electrificadas, un porcentaje que varía ampliamente en la UE.

En muchas ocasiones, esto resulta difícil para las administraciones porque debe salvarse el alto coste de la infraestructura ferroviaria. En esos casos, existe la posibilidad de adaptar trenes con batería para aprovechar las vías existentes sin necesidad de construir catenarias u otras soluciones que puede aportar la industria ferroviaria vasca, como acumuladores de carga rápida (ACR) para compensar la ausencia de catenarias en tranvías o el uso del hidrógeno.

En cualquier caso, el desarrollo de mayores infraestructuras de transporte ligadas a la movilidad eléctrica se puede enmarcar dentro de las líneas maestras de la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T). En esta red, no solo el transporte por carretera de larga distancia o el ferroviario deben ser capaces de integrar energías alternativas como la electricidad, sino también otros medios como el fluvial. En el largo plazo, los medios más complicados para la descarbonización serían el transporte marítimo y la aviación, también partes clave de un sistema intermodal en un mundo cada vez más globalizado.

3.1.5. Ciudades saludables.

La población es cada vez más urbana. Se prevé que, en el año 2030, el 60% de la población mundial viva en ciudades [1]. Hay una tendencia global hacia la megaciudad [2], representada en Europa por Moscú, Londres y París. Pero coexisten otros conceptos como la Smartcity, la Slowcity, las redes de ciudades medias o la ciudad-región policéntrica.

La ciudad se vuelve, más que nunca, nodo de actividad residencial, laboral y de ocio. Propone y actualiza el significado de la calidad de vida. Se muestra como el mayor consumidor energético y emisor de CO₂, pero también como el crisol de las soluciones medioambientales del planeta.

En el caso europeo, la escasez de suelo, el valor del tejido histórico, la política comunitaria ante los retos globales, la concienciación sobre la diversidad natural y cultural, la búsqueda de un lugar propio ante las potencias emergentes, el empoderamiento de la ciudadanía y los compromisos del estado de bienestar convierte a las ciudades en alternativas de sostenibilidad. Bajo este escenario, las principales motivaciones para la selección de la orientación tecnológica de la PTEC en este eje son las siguientes:

- Crear entornos urbanos inteligentes, sostenibles, atractivos, adaptables y accesibles, que permitan asegurar la calidad de vida de sus habitantes presentes y futuros.
- Promover los tipos y morfologías adecuados, tanto en edificación como a nivel urbano, que permitan mejorar la calidad ambiental y el confort y resuelvan la mezcla de usos privados y públicos.
- Reducir la dependencia energética y las emisiones de GE, para alcanzar los retos establecidos en el European Green Deal [3].
- Regenerar y rehabilitar las zonas degradadas del tejido urbano de forma que edificios, espacio público e infraestructuras cumplan con los futuros requisitos de habitabilidad, salubridad, movilidad y accesibilidad.
- Asegurar la conservación de todos los elementos significativos del patrimonio natural e histórico.

Para ello, las principales líneas de innovación que se proponen son:

La ciudad eficiente:

- Estrategias, metodologías y soluciones para la rehabilitación y regeneración de la ciudad existente, con especial énfasis en la rehabilitación energética.
- Desarrollos que permitan la obtención de distritos de energía positiva.
- Estrategias de movilidad sostenible, para la reducción de las emisiones de carbono.
- Planificación urbana para la transición energética, con la incorporación de indicadores dinámicos de sostenibilidad y fuentes de medición de los mismos.
- Soluciones y materiales de baja huella de carbono, e incorporación de soluciones basadas en la naturaleza.
- Gestión racional de recursos y residuos desde una perspectiva de economía circular.

La ciudad inclusiva:

- Nuevas soluciones de accesibilidad de la ciudad existente, con especial énfasis en el envejecimiento de la población.
- Sistemas y metodologías para la participación de la ciudadanía en la planificación y gestión de la ciudad.
- Regeneración urbana integrada, para asegurar el correcto mix de usos, actividades y estilos de vida, que permitan la integración de toda la ciudadanía

- Estrategias de movilidad basadas en la recuperación del espacio público para las personas.

La ciudad inteligente:

- Desarrollo de tecnologías y sistemas para la planificación dinámica de la ciudad, basada en modelos y datos.
- Productos y sistemas innovadores de edificación y obra civil que permitan agilizar la puesta en obra, mejoren el mantenimiento y la gestión del parque construido.
- Gestión inteligente de la movilidad y de las infraestructuras de la ciudad (energía, agua, residuos, ...)
- Mejora de la seguridad en los espacios públicos y en la ciudad en su conjunto, a través de tecnologías digitales

La ciudad saludable y resiliente:

- Planificación urbana y soluciones para la mejora de la resiliencia frente al cambio climático
- Estrategias, sistemas y soluciones para la mejora de la seguridad y la evacuación en caso de desastres naturales o humanos
- Nuevas soluciones para la descontaminación eficiente de suelos contaminados
- Monitorización y mejora de la calidad del aire y del agua

La ciudad histórica:

- Estrategias, metodologías y herramientas para el mantenimiento y la conservación preventiva del patrimonio cultural de nuestras ciudades.
- Nuevas estrategias, metodologías, sistemas y productos para la gestión sostenible del Patrimonio Cultural urbano, que aseguren la puesta en valor de los centros históricos, su habitabilidad y confort, y su recuperación como elemento central de la ciudad.
- Soluciones para la gestión turística de ciudades patrimoniales, mitigando presiones excesivas que dificulten el desarrollo de la vida en las mismas

El grado de habitabilidad urbana del espacio público puede estimarse a partir de la evaluación de aquellas condiciones favorables para el bienestar fisiológico, físico y psicológico de las personas en el espacio público:

a. Calidad del aire

La contaminación atmosférica supone un riesgo medioambiental para la salud pública. El actual modelo de movilidad urbana basado en el vehículo privado ha erigido al tráfico rodado como la principal fuente de emisión de contaminantes. La mejora de la calidad del aire urbano pasa por la implantación de planes de movilidad y espacio público que consigan un cambio en el reparto modal: traspaso modal del vehículo privado hacia otros modos menos contaminantes (a pie, bicicleta o transporte público).

b. Inclusividad

Una infraestructura sostenible permitirá la cohesión social (de culturas, edades, rentas, profesiones) ya que supone un equilibrio entre los diferentes actores de la ciudad. En estos espacios se constata una homogeneidad en las rentas que influye en el resto de los aspectos, incluidos en la idea de diversidad y cohesión.

Una buena planificación fomentará que el espacio público sea ocupado por personas de diferente condición, facilitando el establecimiento de interacciones entre ellas, lo que determina la estabilidad y madurez de un sistema.

[3] Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. Brussels, 11.12.2019 COM(2019) 640 final

c. Resiliencia

Las infraestructuras deben de ser capaces de soportar las nuevas situaciones que plantea el cambio climático y ser los más resilientes ante eventos meteorológicos, geológicos, etc.

d. Ocupación compacta

El modelo de ocupación del territorio del urbanismo ecológico se configura como un modelo de ocupación compacta con el fin de reducir el consumo de suelo y de buscar la máxima eficiencia en el uso de los recursos naturales y disminuir, así, la presión de los sistemas urbanos sobre los sistemas de apoyo.

e. Diversidad urbana.

En los nuevos procesos urbanísticos se propicia la diversidad urbana a partir de la integración de usos y funciones en las diferentes escalas de intervención.

3.2 Impulso a la innovación en construcción

El sector construcción tiene barreras a la innovación y, sería interesante poder tratar de desarrollar acciones que permitan reducirlas, teniendo un papel fundamental las administraciones públicas.

Entre estas barreras se encuentran: la atomización del sector; las limitaciones de la contratación pública; la gestión por proyectos (dificultades de control, de replicar, de transferir conocimiento, de desarrollar colaboraciones estratégicas en la cadena de valor); la gestión del riesgo de la innovación en proyectos de construcción; las limitaciones de la regulación de aplicación a las nuevas tecnologías; la poca eficacia de la colaboración ciencia-universidad-empresa; o la escasa experiencia en aspectos como la innovación abierta, start-ups, venture capital o gestión de la propiedad industrial.

Cabe destacar en relación a este punto que, en ocasiones el sector de la construcción, no se encuentra representado en los programas de financiación de la I+D+i de ámbito nacional, más orientados a veces, a sectores industriales concretos asociados a métricas y parámetros no asimilables en nuestro sector. El amplio abanico de disciplinas y actividades inherentes a la propia actividad del sector requiere para un crecimiento y desarrollo adecuado, de apoyos en forma de ayudas y programas de financiación a la I+D+i, que impulsen y vectoricen la innovación transversal necesaria.

Desde el sector se promueven acciones como: talleres, foros, webinars, formación, informes, publicaciones, acciones de concienciación en cooperación con la Administración... con el objetivo de concienciar y formar, trasladando recomendaciones, buenas prácticas, casos reales y/o información sobre ámbitos de conocimiento relacionados (innovación abierta, venture capital, gestión estratégica de la PI, gestión del conocimiento....) e instrumentos existentes (nuevas fórmulas de contratos más colaborativos, legislación, Compra Pública Innovadora, herramientas de evaluación de la innovación...).

3.3 Transformación digital del sector

Ya en el anterior documento se hacía mención del Programa Europa Digital de la comisión europea para el ciclo 2021-2027, que tenía por objetivo la transformación digital de la economía y sociedad europeas. En sus cinco objetivos se abarcan la informática de alto rendimiento, inteligencia artificial, ciberseguridad y confianza, competencias digitales avanzadas y el mejor uso de las capacidades digitales e interoperabilidad; factores todos ellos vinculados a la construcción en mayor o menor medida y la sociedad en general.

Actualmente, en Europa, gracias al macro programa NextGenerationEU ya se está impulsando que en esta década:

- podrás conectarte donde quieras con la tecnología 5G y la banda ancha ultrarrápida disponible en toda la UE;
- recibirás una identidad digital que te facilitará el acceso a los servicios públicos en línea y te dará un mayor control sobre tus datos personales;
- nuestras ciudades serán más inteligentes y eficientes;
- las compras en línea serán más seguras;
- la inteligencia artificial nos ayudará a combatir el cambio climático y a mejorar la asistencia sanitaria, el transporte y la educación.

Mientras, en España, gracias al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia financiado con fondos NextGenerationEU y, en especial, a los componentes del Plan así como planes y proyectos estratégicos para la Transformación Digital, se brinda una oportunidad única para la adopción de estas nuevas tecnologías en nuestro sector.

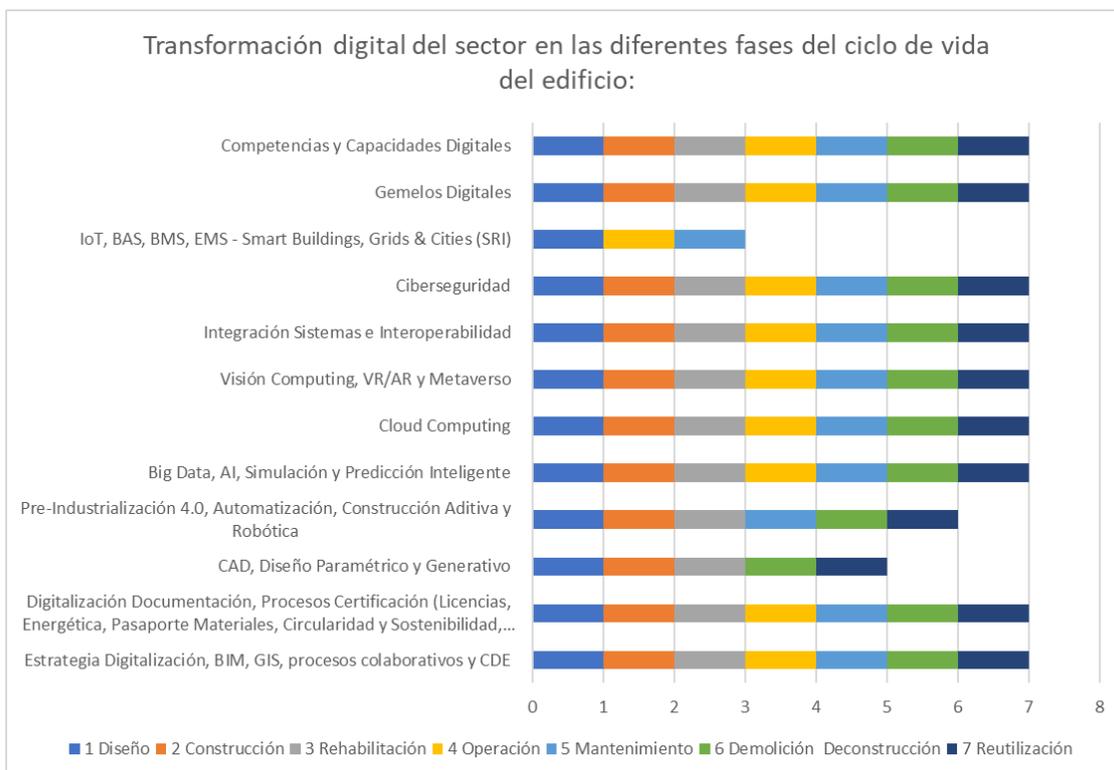
En el anterior documento, el proceso de digitalización del sector de la construcción se dividía en los siguientes 3 campos:

1. Digitalización de los materiales y productos de construcción.
2. Digitalización de los procesos constructivos.
3. Digitalización de la infraestructura y del edificio terminados para su gestión durante la fase de explotación y su integración en entornos digitales e inteligentes (smart cities).

3.3.1. Tecnologías Digitalización durante el ciclo de vida:

En estos momentos, inmersos ya en la transformación digital del sector, consideramos que debemos ampliar los campos a todo el ciclo de vida y sus diferentes procesos.

Por ello, introducimos esta nueva propuesta de uso de nuevas tecnologías para la Transformación digital del sector en las diferentes fases del ciclo de vida del edificio:



La Comisión Europea está impulsando la puesta en marcha del "Digital Building Logbook (DBL)" o libro digital del edificio. El objetivo es apoyar el uso generalizado de los DBL en toda Europa. También fomenta la transparencia de los datos y su disponibilidad para una amplia gama de agentes del mercado, como propietarios, inquilinos, inversores, instituciones financieras y administraciones públicas. Además, el DBL contribuirá a una serie de iniciativas políticas de gran calado, como la estrategia "Una Europa preparada para la era digital", el "European Green Deal" y su Ola de Renovación, el nuevo Plan de Acción de Economía Circular y la próxima Estrategia para un Entorno Construido Sostenible. Para la consecución del DBL es necesario integrar todas las herramientas digitales como son BIM, GIS, CDE, cloud computing, ciberseguridad y pasaporte digital de productos durante todo el ciclo de vida del edificio.

Es muy importante también asegurar el control de uso de los datos para que sea posible compartir determinada información del DBL con determinados actores sin comprometer el acceso a otra información que no se desea por confidencialidad o derechos de autor. Estas tecnologías de control de uso de datos están teniendo un gran desarrollo para poder desplegar espacios de datos de construcción que faciliten el desarrollo de tecnologías Big Data e inteligencia artificial que se pueden aplicar también en todas las fases del ciclo de vida como son las simulaciones de comportamiento en diseño tanto de obra nueva como de rehabilitación, programación de las labores de construcción o demolición, optimización de la operación y mantenimiento o predicción del coste de todo el ciclo de vida de la construcción.

BIM junto a las tecnologías de inteligencia artificial es la base del gemelo digital en las fases de diseño y construcción. Con la integración de los sistemas de gestión del edificio como son los SCADA, BAS, BMS, BEMS, GMAO junto al IoT se conseguirá un gemelo digital que permita simular el comportamiento del edificio en operación ante diferentes rehabilitaciones y optimizar la operación en tiempo real, así como el mantenimiento predictivo.

Las ventajas del diseño paramétrico en CAD son patentes en la fase de diseño donde se prueban diferentes configuraciones, pero es todavía más potente en construcción donde se deben modificar parámetros para adaptarlos al As-Built y sobre todo en rehabilitación donde será más sencillo hacer cambios en el diseño original y simulaciones de posibles variaciones.

Al igual que ocurre en otras industrias en las que se fabrican componentes y luego se ensamblan, la robótica es un elemento facilitador para la industrialización gracias a la automatización de los ensamblajes de las piezas industrializadas. También es un gran soporte a la fabricación aditiva ya que permite automatizar la construcción a partir del diseño digital. Al igual que en otras industrias la fabricación aditiva también puede ser un soporte para generación de uniones entre piezas o la recuperación de zonas dañadas. La robótica también, junto a tecnologías de Inteligencia Artificial y Vision Computing, facilitan el codiseño colaborativo y ágil y la inspección remota mejorando la calidad y la seguridad y el seguimiento de la construcción "in situ".

Gracias al uso del CAD 3D las tecnologías de realidad virtual y aumentada tienen una gran aplicación en todas las fases de la construcción desde la inmersión en los diseños para detección de conflictos, aprobación de soluciones de técnicas o estéticas, rehabilitación, simulación de los procesos de construcción, operación remota de instalaciones, inspección para mantenimiento o separación de residuos y finalmente la nueva tendencia de incorporar la experiencia de usuario con visualizaciones inmersivas en el metaverso.

3.3.2. Análisis y colaboración con otros sectores de referencia (Aeronáutica, Automóvil, Manufactura).

El sector de la construcción no es la única industria que se enfrenta a los retos de la transformación digital. La introducción de la innovación y de la automatización en la construcción puede valerse del ejemplo de otras industrias que han sufrido el mismo proceso, como la del automóvil o la manufactura. Ambas han aumentado su productividad en los últimos años desde la introducción de estas tecnologías. Investigando posibles puntos en común entre el sector de la construcción y las experiencias digitales de otras industrias, una serie de lecciones clave pueden ser identificadas. Es por ello que se recomienda

promover sinergias con estas industrias a través de Asociaciones, Clústers y/o empresas de estos sectores, aparte de la evidente necesidad de colaboración entre empresas, administraciones y centros de I+D+i de nuestro propio sector.

3.3.3. Recomendaciones para una integración horizontal del sector.

La digitalización requiere un cambio cultural dentro de las empresas, hacia un enfoque más en la aportación de valor en lugar de basarse en el coste. El cambio sustantivo requerirá la colaboración con competidores de toda la industria. Una sola empresa no puede impulsar la transformación sola.

Especialmente, a medida que el cambio climático, la urbanización y las demandas de los consumidores trascienden las dimensiones de los proyectos individuales, se necesita colaboración.

La colaboración es especialmente relevante ya que la complejidad de los desafíos en cuestión, como el cambio climático, la escasez de recursos y la urbanización, requiere un enfoque armonizado que cruce las fronteras sectoriales y regionales. Se necesita un esfuerzo concertado y considerado de los actores públicos, privados e institucionales para fomentar la alineación y construir y mantener estas plataformas de colaboración.

La mejora de la accesibilidad de los datos ambientales y de activos mejora la calidad de las soluciones de diseño, ingeniería y construcción y puede proporcionar oportunidades para la innovación.

Para que una plataforma se convierta en una valiosa herramienta de colaboración hay algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Las plataformas deben facilitar la colaboración intersectorial y el intercambio de información;
- Las plataformas deben fomentar la armonización entre los diversos participantes en una plataforma;
- Las plataformas deben proporcionar un escenario precompetitivo en el que las organizaciones tengan la libertad y la seguridad para colaborar, compartir conocimientos.

Sin embargo, el desarrollo de tales marcos de datos armonizados es complejo y requiere una inversión sustancial, lo que dificulta que las organizaciones individuales del sector privado construyan un caso de negocio significativo. Por lo tanto, las partes interesadas gubernamentales, institucionales o de las ONG son importantes impulsores de la acción concertada de los actores privados y públicos.

Las principales recomendaciones para una integración horizontal del sector son:

1. Armonización:

Crear armonización para facilitar el intercambio de información, aumentar el entendimiento mutuo y estimular la digitalización a escala en el sector de la construcción.

2. Facilitar la colaboración:

Fomentar la colaboración de la plataforma para co-crear innovaciones, intercambiar flujos de información relevantes, apoyar la colaboración y la armonización.

3. Apoyar el desarrollo de capacidades:

Apoyar el desarrollo de capacidades estimulando la educación y la concienciación. Desarrollar conocimientos y compartir datos de código abierto sobre el entorno construido.

4. Proporcionar recursos para escalar:

Proporcionar recursos para experimentar, probar y escalar la digitalización. Adoptar regulaciones y sistemas de cumplimiento para crear un entorno propicio para escalar desarrollos digitales prometedores.

5. Cambiar las adquisiciones para fomentar la innovación:

Las estrategias de adquisición tradicionalmente se basan en el riesgo y en precios bajos y una planificación estricta. Las políticas de adquisiciones deben fomentar la innovación y estimular las colaboraciones intersectoriales.

4. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE I+D

HORIZON EUROPE

El programa europeo Horizon Europe constituye uno de los principales programas de I+D+i para el sector de la construcción. De entre los diferentes ejes de actuación hay que destacar 2 de ellos por su relevancia para el sector de la construcción:

- Pilar 2: Desafíos mundiales y competitividad industrial europea.

- Pilar 3: Europa Innovadora. Y más concretamente el Consejo Europeo de Innovación (EIC – European Innovation Council).



Fuente: CDTI

Pilar 2: Desafíos mundiales y competitividad industrial europea.

El Pilar 2, a su vez, se articula sobre 6 clúster, y cada uno de ellos se estructura en diferentes áreas temáticas, denominadas destinations. En cada uno de los clusters estos son los destinations más relevantes para el sector de la construcción:

Clúster 1: Salud. Aunque tiene una aproximación muy médica y sanitaria, incluye algunos topics ligados al entorno construido a través del bienestar de los ciudadanos.

Destination relevante:

- Destination 2. Vivir y trabajar en un entorno que favorezca la salud. Esta área se orienta a profundizar en la comprensión de los impactos de los factores de riesgo medioambientales, laborales y socioeconómicos que tienen los impactos sociales más significativos o generalizados.

Clúster 2: Cultura, creatividad y sociedad inclusiva. En este clúster se recogen los tópicos orientados hacia el patrimonio histórico en su conjunto, incluidos edificios y entornos urbanos.

Destination relevante:

- Investigación innovadora sobre el patrimonio cultural europeo y las industrias culturales y creativas. Esta área promoverá proyectos orientados a la vigilancia, la salvaguardia y la transmisión del patrimonio cultural, el fomento de las industrias culturales y creativas y la diversidad cultural.

Clúster 3: Seguridad civil para la sociedad. En este clúster se recogen los tópicos orientados a la resiliencia del entorno construido (edificios, infraestructuras y entorno urbano) ante desastres naturales y ataques por personas.

Destinations relevantes:

- Infraestructuras resilientes. Esta área promueve proyectos orientados a proteger y hacer más resilientes todo tipo de infraestructuras críticas.
- Sociedad resistente a las catástrofes para Europa. Esta área promueve proyectos orientados a reducir los riesgos derivados tanto de desastres naturales como de atentados.

Clúster 4: Mundo digital, industria y espacio. En este clúster se recogen los tópicos orientados al desarrollo de nuevos materiales y procesos de fabricación, incluidos los procesos de construcción.

Destinations relevantes:

- Destination – Sistemas de producción climáticamente neutros, circulares y digitalizados (Twin Transition). Esta área promueve proyectos orientados a hacer los procesos de producción, incluidos los procesos constructivos, más sostenibles.
- Destination - Mayor autonomía en las principales cadenas de valor estratégicas para una industria resiliente. Esta área promueve proyectos orientados al desarrollo de materiales y modelos de negocio que refuercen la autonomía de las cadenas de producción europeas.

Clúster 5: Clima, energía y movilidad. En este clúster se recogen los tópicos orientados a mejorar las prestaciones energéticas del entorno construido y a la mejora de las infraestructuras de transporte.

Destinations relevantes:

- D4 - Uso eficiente, sostenible e inclusivo de la energía. Esta área se centra en la energía desde el lado de la demanda, en particular en un uso más eficiente de la energía en los edificios y la industria.
- D6 - Servicios de transporte seguros, resilientes y de movilidad inteligente para pasajeros y mercancías. Este área aborda los temas directamente relacionados con las infraestructuras de transporte.

Clúster 6: Alimentación, bioeconomía, recursos naturales, agricultura y medio ambiente. En este clúster se recogen los tópicos orientados a mejorar la circularidad del sector de la construcción.

Destinación relevante:

- o Economía circular y bioeconomía. Está área promueve proyectos orientados a promover la transición hacia la circularidad y la bioeconomía para lograr sectores industriales climáticamente neutros.

Fuertemente ligados a estos clusters se encuentran las 5 misiones identificadas por la EC, de las cuales dos están muy al sector de la construcción:

- Adaptación al cambio climático, cuyo objetivo es apoyar al menos a 150 regiones y comunidades europeas hacia la resiliencia climática para 2030. La misión fomentará el desarrollo de soluciones innovadoras para adaptarse al cambio climático y animará a las regiones, ciudades y comunidades a liderar la transformación de la sociedad.
- Ciudades inteligentes y climáticamente neutras, cuyo objetivo es conseguir 100 ciudades inteligentes y neutras desde el punto de vista climático para 2030 y garantizar que estas ciudades actúen como centros de experimentación e innovación para que todas las ciudades europeas sigan su ejemplo de aquí a 2050.

Estas dos misiones se complementan con la iniciativa New European Bauhaus (NEB), orientada a construir juntos un entorno construido más futuro sostenible, inclusivo y bello.

Cada uno de estos clusters y misiones establecen un plan de trabajo bianual (clusters) o anuales (misiones) en el que se establecen los tópicos que se van a financiar en cada uno de ellos. Los programas para el periodo 2023-2024 aunque son borradores no oficiales, ya identifican tópicos (aunque al no ser oficiales, estos podrían variar en la versión final).

Pilar 3: European Innovation Centre (EIC).

Adicionalmente, en el Pilar 3, Europea Innovadora se encuadra el European Innovation Centre (EIC). Si bien los clusters y las misiones siguen una aproximación top-down (en general, el programa de trabajo define los temas de investigación), el EIC sigue una aproximación bottom-up (no hay temáticas predefinidas). En el EIC el programa se articula sobre tres instrumentos complementarios que cubren desde el TRL-1 al TRL-9:

- Pathfinder: Orientado a desarrollo de proyectos en TRLs bajos (TRL<3-4). Sería la evolución de lo proyectos FET en H2020.

- T2Innovation: Orientado a incrementar el TRL de los desarrollos realizados en proyectos FET o Pathfinder previos (TRL<4-5) con alto potencial de explotación.
- Accelerator: Orientado a llevar a mercado desarrollos en TRL 5-6. Combina subvención para completar el desarrollo tecnológico con financiación para hacer el despliegue industrial y se orienta a SMEs, en especial start-ups y spin-offs con gran potencial de crecimiento.



Fuente: CDTI

Presencia de las líneas tecnológicas de la PTEC en los work programs 2021-2022.

A continuación se identifican los topics de los work programs 2021-2022 que se alinean con las líneas tecnológicas prioritarias para la PTEC. Si bien hay una serie de topics específicamente orientados para el sector de la construcción (celdas de fondo verde), hay otros topics de carácter más global en los que el sector de la construcción también tiene cabida. En cualquier caso, el mapeo topic-línea tecnológica se ha hecho en función de los temas prioritarios del topic, pero dada la gran interdependencia ente muchas de las líneas tecnológicas en general cada topic cubre de forma indirecta múltiples líneas tecnológicas no explicitadas en la tabla.

CLUSTERS	Cluster 1 ENVHLTH ¹	Cluster 2 HERITAGE ²	Cluster 3 INFRA ³	Cluster 3 DRS ⁴	Cluster 4 TWIN- TRANSITION ⁵	Cluster 4 RESILIENCE ⁶	Cluster 5 D4 ⁷	Cluster 5 D6 ⁸	Cluster 6 CIRCBIO ⁹
Transición energética									
<i>Eficiencia energética</i>						2022-RES-01-16	2021-D4-01-01 2022-D4-01-01 2022-D4-02-02		
<i>Integración de renovables y almacenamiento</i>							2021-D4-02-02 2022-D4-01-02		
<i>Electrificación</i>							2022-D4-01-01		
<i>Comunidades energéticas</i>							2021-D4-02-01 2022-D4-01-01 2022-D4-02-04		
Materiales sostenibles y economía circular									
<i>Tecnologías de circularidad</i>					2021-TT-01-11 2021-TT-01-14		2021-D4-02-02 2022-D4-02-05		
<i>Materiales sostenibles</i>						2022-RES-01-11 2022-RES-01-16	2022-D4-02-05		2022-CIRCBIO-02-01
<i>Sistemas activos</i>									

¹ Living and working in a health-promoting environment

² Innovative Research on the European Cultural Heritage and the Cultural and Creative Industries

³ Resilient Infrastructure

⁴ Disaster-Resilient society for Europe

⁵ Twin green and digital transition

⁶ Digitised, resource-efficient and resilient industry

⁷ Efficient, sustainable and inclusive energy use

⁸ Multimodal and sustainable transport systems for passengers and goods

⁹ Circular economy and bioeconomy sector



Plataforma Tecnológica Española
de Construcción

Industrialización y digitalización								
<i>Procesos constructivos</i>							2021-D4-02-02	
<i>IoT</i>					2022-TT-01-09		2022-D4-01-03	
<i>Metodología BIM</i>					2021-TT-01-10		2021-D4-01-03	
<i>Gemelo digital</i>					2022-TT-01-09		2021-D4-01-02	
<i>IA</i>							2022-D4-01-03	
							2022-D4-02-04	
<i>Robótica</i>					2021-TT-01-12		2021-D4-01-02	
Movilidad sostenible e inteligente								
<i>Mantenimiento y extensión de vida útil</i>								2022-D6-02-06
<i>Movilidad</i>								2021-D6-01-03
Ciudades saludables						2021-RES-01-32	2022-D4-02-02	
<i>Ciudad eficiente</i>						2021-RES-01-32	2022-D4-02-02	
<i>Ciudad inclusiva</i>								
<i>Ciudad inteligente</i>								
<i>Ciudad saludable</i>	2021-ENVHLTH-02-02		2022-INFRA-01-01					
<i>Ciudad resiliente</i>			2022-INFRA-01-01	2021-DRS-01-01 2021-DRS-01-02 2021-DRS-01-03 2022-DRS-01-02 2022-DRS-01-03			2022-D4-02-01	
<i>Ciudad histórica:</i>	2021-HERITAGE-01-01 2021-HERITAGE-01-04 2022-HERITAGE-01-08 2022-HERITAGE-01-10						2022-D4-02-03	



Plataforma Tecnológica Española
de Construcción

MISIONES	Adaptation to climate change	Climate neutral and smart cities	Deployment of NEB lighthouse demonstrators in the context of missions
Transición energética			
<i>Eficiencia energética</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-01 HORIZON-MISS-2021-CIT-02-04	
<i>Integración de renovables y almacenamiento</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-04	
<i>Electrificación</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-04	
<i>Comunidades energéticas</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-04	
Materiales sostenibles y economía circular			
<i>Tecnologías de circularidad</i>			
<i>Materiales sostenibles</i>			
<i>Sistemas activos</i>			
Industrialización y automatización			
<i>Procesos constructivos</i>			
<i>IoT</i>			
<i>Metodología BIM</i>			
<i>Gemelo digital</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-01	
<i>IA</i>			
<i>Robótica</i>			
Movilidad sostenible e inteligente			
<i>Mantenimiento y extensión de vida útil</i>			
<i>Movilidad</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-02 HORIZON-MISS-2022-CIT-01-01	
Ciudades saludables			
<i>Ciudad eficiente</i>		HORIZON-MISS-2021-CIT-02-01	
<i>Ciudad inclusiva</i>			HORIZON-MISS-2021-NEB-01-01
<i>Ciudad inteligente</i>			
<i>Ciudad saludable</i>			
<i>Ciudad resiliente</i>	HORIZON-MISS-2021-CLIMA-02-03 HORIZON-MISS-2021-CLIMA-02-04 HORIZON-MISS-2022-CLIMA-01-06	HORIZON-MISS-2021-CIT-02-01	HORIZON-MISS-2021-NEB-01-01
<i>Ciudad histórica:</i>			HORIZON-MISS-2021-NEB-01-01

6. CLAVES PARA EVOLUCIONAR COMO SECTOR

- **Sostenibilidad**

Se deben crear herramientas objetivas para garantizar la sostenibilidad del sector, propiciando el reciclaje, reciclabilidad y descarbonización del sector en general y construcciones y materiales en particular.

- **BIM**

Se debe eliminar las barreras actuales para la aplicación BIM. Todavía son muchas, e involucran factores técnicos, industriales, legales, de planificación, económicos, etc.

- **Gestión de la cadena de suministro**

La gestión del proceso debe basarse en el ciclo de vida del proyecto y tener en cuenta al personal involucrado. Por otro lado, la gestión de la cadena de suministro debe separarse de la gestión del sitio de construcción.

- **Industrialización de la construcción**

La industrialización de la construcción debe ser un eje prioritario en el sector de la construcción para evolucionar como sector, permitiendo mejorar, entre otras, la productividad; reducir las operaciones in situ sin valor añadido; reducir la contaminación ambiental; y ahorrar energía y recursos.

- **Gestión de la seguridad y salud**

Es necesario desarrollar metodologías para mejorar la capacidad de los trabajadores para identificar los peligros junto con otras técnicas y monitorización. Se deben explorar sinergias entre las medidas de la seguridad y herramientas inteligentes. Por otro lado, se debe trabajar en la reducción de la variabilidad de las obras, dado que es un medio eficaz de control y mejora de la seguridad.

- **Utilizar nuevas metodologías como Lean Construction**

Se debe aportar por el uso de herramientas y metodologías para optimizar el sector, como pueden ser Lean Construction que permite eliminar las actividades sin valor agregado y esforzarse por aumentar la entrega de valor durante el proceso de construcción. Permite mejorar el uso efectivo de los recursos.

- **Mejorar la Gestión e Impacto de la innovación**

Deben habilitarse herramientas y medidas que permitan, cuantificarse y medirse de forma objetivas los impactos que producen en la empresa y sus retornos

- **Equipos y sistema de I+D+i de mejora continua**

Se debe trabajar en optimizar y monitorizar los sistemas de I+D+i de las empresas, lo que permitirá mejorar las capacidades técnicas y las habilidades innovadoras de las entidades.

7. LISTADO ENTIDADES MIEMBROS

Listado de entidades participantes en la redacción del documento:

- Tecnalía (Coordinadora) www.tecnalia.com
- Tekniker www.tekniker.es
- Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT_CTAC) www.upct.es/grupos-investigacion/grupos_ID/info_grupo.php?id=81
- BIM6D www.bim6d.eu
- Escan www.escansa.com
- Confederación Nacional de la Construcción (CNC) <https://cnc.es/>
- Plataforma Tecnológica de la Construcción (PTEC) <https://plataformaptec.es/>

Listado de entidades participantes en el Grupo de trabajo de Posicionamiento Europeo de la PTEC:

- A3D Additive Printer www.a3dprinter.es
- Accenture www.accenture.com/es-es
- ACCIONA www.acciona-construccion.com/es/
- AEC-on soluciones www.aec-on.com
- AIDIMME Instituto Tecnológico www.aidimme.es
- AIMPLAS www.aimplas.es
- Albatros Construcció <https://albatrosai.com/>
- Amplía www.amplia-iiot.com
- Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid www.aparejadoresmadrid.es
- Asociación de Empresas de Consultoría e Ingeniería Independientes de Infraestructuras, Arquitectura, Instalaciones, Medio Ambiente y Nuevas Tecnologías (ASECI) aseci.es
- Grupo Azvi www.azvi.es
- Becsa www.becsa.es
- BIM6D www.bim6d.eu
- Butic www.butic.es
- Grupo Campezo www.grupocampezo.com

- Centro Tecnológico CARTIF www.cartif.es
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial CDTI www.cdti.es
- Cementos Cruz www.cementoscruz.com
- CEMOSA www.cemosa.es
- Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial CETIM www.cetim.es
- Chatu Tech www.chatu-tech.com
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) www.ciemat.es
- Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE) www.cimne.com
- Confederación Nacional de la Construcción (CNC) <https://cnc.es/>
- Comsa Corporación www.comsa.com
- Conkau www.conkau.io/
- Asociación de Empresarios de la Construcción, Promoción y Afines de La Rioja (CPAR) www.cpar.es/asociacion/
- Centro Tecnológico de la Construcción (CTCON) www.ctcon-rm.com
- Cupa Group www.cupagroup.com
- Danosa www.danosa.com
- Eraikune www.eraikune.com
- Eurecat <https://eurecat.org/>
- NTT Data nttdata.com
- Fundación laboral de la Construcción www.fundacionlaboral.org
- Fakolith Chemical Systems www.fakolith.es
- Fundación Agustín de Betancourt www.fundacionabetancourt.org
- FCC www.fccco.com
- Ferrovial www.ferrovial.com
- Frumecar www.frumecar.com
- Fundación CIAC www.fcicac.es
- Celsa Group www.celsagroup.com
- Grant Thornton www.grantthornton.es
- Idonial www.idonial.com
- IDP www.idp.es
- Idvia Ingeniería www.sitioweb.com
- Instituto Español de Cemento y sus Aplicaciones (IECA) www.ieca.es
- Instituto de Ciencias de la Construcción (IETCC) www.ietcc.csic.es
- Grupo Increscendo www.increscendo.es
- Indra www.indracompany.com

- Ingeniería y Prevención de Riesgos www.imasp.net
- Instituto de Matemática Multidisciplinar de la UPV www.imm.upv.es
- Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (INTROMAC) www.intromac.com
- Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITEC) www.itec.es
- Kairos DS www.kairosds.com
- Keraben www.keraben.com
- Lurtis www.lurtis.com
- Servicios Técnicos NAPAL www.stnapal.com
- Notio www.notio.es
- OHL www.ohla-group.com
- ONIX SOLAR www.onyxsolar.es
- Sacyr www.sacyr.com
- Signe Block www.signeblock.com
- Spika Tech www.spikatech.com
- Subterra www.subterra-ing.com
- Grupo Tecopy www.grupotecopy.es
- Grupo de Investigación Tecnológica de la Construcción de la Universidad de Cantabria (Giteco Unican) www.giteco.unican.es
- Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT_CTAC) www.upct.es/grupos-investigacion/grupos_ID/info_grupo.php?id=81
- Universidad Politèctica de Catalunya (UPC) www.upc.edu
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM) www.upm.es
- Fundación General de la Universidad de Valladolid (UVA) <http://funge.uva.es/innovacion/>
- VT-LAB www.vt-lab.com