

# **VIABILIDAD DEL USO, EN OBRAS DE EDIFICACIÓN, DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS MEDIDAS PREVENTIVAS (CONSTRUCCIÓN INTELIGENTE-SMART CONSTRUCTION).**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El sector de la construcción representa aproximadamente el 13% del PIB mundial, y además tiene un gran potencial de crecimiento en cuanto a términos de productividad (1).

En España, el sector representa más del 5% del PIB y emplea a más de un millón de trabajadores y, todo ello, a pesar del impacto sufrido durante la crisis de 2008. Sin embargo, su peso en la economía contrasta con su bajo nivel de digitalización e innovación lo que afecta gravemente a su productividad y crecimiento. Actualmente, solo el sector agrícola se sitúa por debajo (2).

Por tanto, el sector tiene ante sí un gran reto al que dar respuesta y en este sentido, la transformación digital es un requisito indispensable para su consecución gracias al potencial que nos ofrecen las nuevas tecnologías y sus sinergias con la metodología Building Intelligent Modeling (BIM). BIM, es una metodología de trabajo colaborativo para la creación y gestión de los proyectos de construcción, el nuevo hilo conductor de la cadena de valor del sector donde estarán conectados todos los elementos.

La metodología BIM está impulsando la colaboración y centralizando toda la actividad en torno a un modelo digital, englobando las características y elementos de un edificio durante todo su ciclo de vida, y representándolas en una maqueta digital, mediante técnicas de visionado en 3D, reemplazando a los tradicionales planos. Además, está permitiendo integrar sistemas e incorporar tecnologías de última generación como:

- El Internet de las cosas (IoT), que posibilita la detección de problemas logísticos y monitorizar en tiempo real los edificios, para asegurar su adecuado mantenimiento.
- La Inteligencia Artificial, que posibilita puede descubrir patrones ocultos, detectar problemas antes de que aparezcan, optimizar los procesos de construcción etc.
- La Automatización y la Robótica, que posibilita el uso de robots y sistemas automatizados en la construcción agiliza tareas repetitivas y peligrosas, mejorando la velocidad y precisión del proceso constructivo. Esto incluye desde la fabricación de componentes hasta la instalación en el sitio.
- La Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV), que ofrecen herramientas valiosas para la visualización de proyectos y la formación de los trabajadores, permitiendo a los profesionales experimentar virtualmente con diseños antes de la construcción real (gemelo digital), mejorando la toma de decisiones y la eficiencia.

- La Gestión de Proyectos Basada en Plataformas de gestión centralizadas que facilitan la coordinación entre equipos, la asignación de tareas y el seguimiento del progreso del proyecto. Mejoran la comunicación y reducen los riesgos de retrasos y costos imprevistos.

La aplicación de toda esta nueva tecnología y la que aparecerá en los próximos años, va a impulsar decididamente la eficiencia del sector, mejorando tanto su productividad, para hacer más con menos, un aspecto clave para afrontar la creciente necesidad de acceso a la vivienda e infraestructuras, como su sostenibilidad, facilitando la reducción del gasto energético, un mayor reaprovechamiento de los materiales y minimizando los desperdicios.

De hecho, se estima que, para 2025, la digitalización a gran escala, conducirá a un ahorro de costes anual del 13% al 21% en las fases de diseño, ingeniería y construcción y 10% al 17% en la fase de operaciones (3).

En este sentido, son muchos los investigadores que consideran que aplicar criterios y herramientas de la Construcción Inteligente o Smart Construction, permitiría avanzar en la mejora de dicha productividad (4).

La construcción inteligente, también conocida como construcción 4.0 o construcción digital, representa una evolución significativa en la forma en que planificamos, diseñamos, construimos y gestionamos la construcción de los edificios u otras estructuras (5).

Este concepto, surgido de la llamada Industria 4.0 (Cuarta Revolución Industrial) se centra en la industrialización de las secuencias, es decir, conceptualizar la construcción como una compañía manufacturera. Con ello se logra un incremento sustancial en la productividad del sector basada en dos elementos fundamentales: producción de procesos constructivos y la incorporación de tecnologías emergentes.

### **Los beneficios de la Construcción Inteligente son, entre otros (6):**

- **Eficiencia Operativa:**  
La digitalización y automatización reducen el tiempo y los recursos necesarios para completar proyectos, mejorando la eficiencia operativa y acelerando el tiempo de entrega.
- **Sostenibilidad:**  
La capacidad de monitorizar y optimizar el consumo de energía y recursos contribuye a la construcción de edificios más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.
- **Seguridad Mejorada:**  
La introducción de tecnologías como la IoT y la IA mejora la seguridad laboral mediante la detección temprana de riesgos y la implementación de prácticas preventivas.
- **Mejora en la Calidad de Construcción:**

La coordinación precisa a través de modelos BIM y la monitorización en tiempo real permiten una construcción más precisa y una gestión de calidad mejorada.

- **Adaptabilidad y Flexibilidad:**  
La construcción inteligente permite ajustes rápidos y eficientes en el diseño y la construcción para adaptarse a cambios en los requisitos del cliente o condiciones del entorno.

La construcción inteligente, por tanto, representa un paso crucial hacia un sector más avanzado, eficiente y sostenible.

#### **4.1. La Construcción inteligente y la prevención y seguridad en las obras de Edificación (7).**

El sector de la construcción es conocido por sus riesgos laborales, que incluyen caídas, accidentes con maquinaria pesada, exposición a sustancias peligrosas y condiciones de trabajo variables. Estos factores demandan una atención especial para garantizar la seguridad de los trabajadores y prevenir accidentes.

En la actualidad, el sector de la construcción presenta desafíos significativos en términos de seguridad laboral, con riesgos inherentes asociados a:

- Los entornos de construcción que suelen ser cada vez más complejos y cambiantes, lo que dificulta la anticipación de posibles riesgos.
- La formación tradicional que puede no ser suficiente para preparar a los trabajadores para situaciones dinámicas y peligrosas.
- La supervisión limitada a los trabajadores debido a la amplitud de los sitios de construcción y la diversidad de tareas.

Sin embargo, la aparición de Herramientas Digitales y de la IA pueden mejorar la seguridad. Algunas de estas herramientas pueden:

##### **Simular el entorno:**

Herramientas de realidad virtual (VR) pueden ofrecer simulaciones realistas de entornos de construcción, permitiendo a los trabajadores practicar situaciones de riesgo. (8)

##### **Plantear una formación virtual:**

Plataformas de capacitación virtual basadas en IA pueden adaptarse a las necesidades individuales de los trabajadores, proporcionando formación personalizada y práctica. (9)

La realidad virtual permite la creación de simulaciones realistas de escenarios de construcción, proporcionando a los trabajadores una experiencia inmersiva sin los riesgos del entorno real. (10)

##### **Mejorar la seguridad "in situ":**

A través de Sensores de Seguridad y dispositivos conectados, como sensores de movimiento y monitoreo ambiental, que alerten sobre condiciones peligrosas y

activen respuestas automáticas, así como identificar, a través de una vigilancia mediante la IA, de comportamientos peligrosos en el lugar de trabajo y prevenir accidentes. (11)

### **Gestionar los riesgos:**

A través de un análisis de riesgos predictivo. Algoritmos que pueden analizar datos históricos y actuales para prever posibles riesgos en los proyectos de construcción. (12)

Los datos se procesan y analizan para identificar patrones, tendencias y anomalías. Los datos ayudan a optimizar el uso de recursos, como energía y materiales.

Por ejemplo, se pueden ajustar los horarios de trabajo según la demanda eléctrica.

**Mejorar la productividad:** la IA automatiza las tareas rutinarias, lo que permite a los trabajadores centrarse en trabajos más complejos y creativos, lo que aumenta la productividad y la satisfacción laboral.

Además, la IA se combinará con otras tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) para conseguir:

**Experiencias Visuales Mejoradas:** Tecnologías de imágenes 24/7 que impactará en la detección de riesgos. Además, la percepción de máquinas se extenderá a un rango más amplio, pues permitirá la detección de movimientos, objetos y situaciones peligrosas, Se registrarán datos con sensores de monitoreo sobre la temperatura, humedad, ruido, vibraciones...

Se podrán conectar dispositivos como drones, cascos inteligentes y herramientas para proporcionar información en tiempo real

Mejora la rendición de cuentas y la eficiencia en el sitio de construcción.

## **2. OBJETIVOS**

**El objetivo principal del proyecto** es analizar la viabilidad de aplicar algunas de las herramientas de la Construcción inteligente para mejorar la seguridad y la salud de los trabajadores de las obras de edificación para mejorar las prácticas de seguridad y reducir los incidentes en la industria de la construcción.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar las herramientas tecnológicas que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.
- Seleccionar las herramientas digitales más adecuadas y viables para utilizar en obras de edificación y mejorar la PRL.
- Implementar el uso de dichas herramientas para confirmar su viabilidad y su eficiencia.
- Preparar un manual guía sobre la utilización en obra de dichas herramientas.

**Los responsables del Proyecto son:** Cátedra IRSST; Grupo TEMA y CÁTEDRA Arpada.

### **3. METODOLOGÍA:**

El proyecto se desarrollará en 5 etapas, cada una de ellas resolverá uno de los objetivos específicos planteados, así como tendrá una metodología específica.

- **Etapla 1:** Analizar las herramientas tecnológicas y digitales que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.

Para ello, se realizará una búsqueda bibliográfica y documental para recopilar los proyectos de investigación realizados o en desarrollo que han trabajado en el tema, así como para detectar las herramientas tecnológicas que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.

- **Etapla 2:** Analizar los riesgos más recurrentes en el sector de la Edificación en España.

Para ello se trabajará en dos líneas bien diferenciadas:

- a. De una parte, se realizará una búsqueda bibliográfica y documental sobre los proyectos de investigación realizados o en desarrollo que han trabajado en el tema y determinar los riesgos más frecuentes.
  - b. Por otra parte, se analizará la documentación del departamento de PRL de una empresa constructora de edificios para determinar los riesgos más frecuentes.
- **Etapla 3:** Seleccionar, ante los resultados de la etapa 1, las herramientas más adecuadas y viables para utilizar en obras de edificación para reducir los riesgos más recurrentes y mejorar la PRL.

Para ello, se organizará un grupo de expertos para que seleccionen las herramientas digitales más adecuadas y viables para utilizar en obras de edificación, a través del Método Delphi.

El método Delphi (13), es un método utilizado a nivel académico y científico, por numerosos investigadores, demostrando su validez y siendo actualmente aceptado como técnica de investigación para conocer la opinión de expertos sobre un tema.

La técnica Delphi utiliza para ello una comunicación grupal estructurada y anónima, dirigida a fomentar la participación y la reflexión de los expertos participantes, permitiendo a los promotores de la consulta la identificación de opiniones de consenso. El método suele constar de, al menos, dos rondas de consulta en las que se registran las opiniones de los participantes y se comparten entre todos los consultados. El número de participantes, sus perfiles profesionales y experiencia o su implicación con el tema de estudio, influyen en la información obtenida al final del proceso y, en consecuencia, en el posible impacto de los resultados (14)

En este Proyecto, se plantea trabajar con los expertos en dos rondas. La primera a través de un cuestionario, para recopilar opiniones y la segunda a través de un taller. Para tratar de llegar a un consenso en la selección de herramientas.

Obviamente, el estudio previo de las etapas 1 y 2 resultará fundamental tanto para la elaboración de la consulta como para el análisis e interpretación de sus resultados.

**Etapa 4:** implementar el uso de las herramientas seleccionadas para confirmar su viabilidad y su eficiencia, en un caso de estudio.

Se trabajará en una obra de la empresa constructora Arpada, una empresa constructora de prestigio en el sector de la Edificación en España.

Para la puesta en marcha de la experiencia se tendrán en consideración los siguientes aspectos:

- *Planificación:* La incorporación de herramientas digitales debe ser parte integral del proceso de planificación de proyectos.
  - *Integración con Equipos:* La colaboración entre los equipos de seguridad, ingeniería y tecnología es esencial para una implementación exitosa.
  - *Monitoreo Continuo:* La supervisión continua del rendimiento de las herramientas digitales permite ajustes y mejoras a lo largo del tiempo.
- **Etapa 5:** se redactará un manual guía sobre la utilización de dichas herramientas, considerando la experiencia del caso de estudio.

#### 4. RESULTADOS

- **Etapa 1:** Analizar las herramientas tecnológicas y digitales que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.

De la búsqueda bibliográfica y documental realizada se destacan, a continuación, los proyectos de investigación realizados o en desarrollo que han trabajado en el tema, y las herramientas tecnológicas que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.

##### **a. Estudios que tratan sobre la aplicación de nuevas tecnologías digitales en el sector de la construcción que mejoran la PRL**

La Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC) (15) y la European Construction Technological Platform (16), han trabajado en este sentido, a través de diversos proyectos europeos como DigiPLACE (17), que trata de definir un marco de trabajo para las futuras plataformas digitales del sector y, más recientemente, Metabuilding (18).

Con Metabuilding se deja finalmente atrás la teoría para hablar ya de un proyecto de Innovation Action, es decir, que origina productos o servicios reales. Se define

a sí mismo como un ecosistema de innovación y está financiado por la Unión Europea a través del Programa de Investigación e Innovación H2020.

Este proyecto, en el que inicialmente participan 6 países europeos (Austria, Francia, Hungría, Italia, Portugal y España), es el punto de partida hacia la transformación digital del sector de la construcción.

De momento, Minsait ha puesto a disposición del proyecto Onesait Platform, la plataforma abierta de IoT (Internet of Things) con capacidades Big Data que permite integrar y compartir fácilmente información procedente de distintos sistemas, aplicaciones y dispositivos. Sobre ella, se va a construir la Plataforma Digital Transversal que, inicialmente será sencilla, pero que permitirá ir incluyendo funcionalidades complejas planteadas en la siguiente fase: Metabuilding Labs.

En esta segunda etapa, se construirá un módulo "laboratorio" que será capaz de hacer pruebas de posibles activos y se trabajará tanto con temas de IoT para la captación de datos como con Digital Twins, o Gemelos Digitales, para su explotación.

La Plataforma Digital Transversal (19) será una pieza decisiva para superar las barreras hacia la digitalización y afrontar retos futuros como el cambio climático o el incremento demográfico.

Por otra parte, uno de los enemigos de los trabajos que requieren esfuerzo físico son las temperaturas elevadas, un factor especialmente relevante en tiempos del calentamiento global. Así, el proyecto tecnológico europeo Heat-Shield (20), busca comprobar los riesgos para la salud y la productividad en función de variables como la edad o el género. En el marco de este innovador proyecto tecnológico, el centro de I+D de ACCIONA Construcción llevó a cabo un estudio en una obra de la ciudad de Zaragoza con quince empleados de entre veinte y cincuenta y cinco años a los que se hizo un seguimiento por medio de sensores inalámbricos en diversos puntos del cuerpo. El objetivo, en el que se está trabajando ahora, es diseñar soluciones técnicas y biofísicas para minimizar los efectos del calor en los puestos de trabajo.

Además, las herramientas digitales y la IA ofrecen un potencial significativo para mejorar las prácticas existentes. La implementación exitosa de estas tecnologías requiere una planificación cuidadosa y una colaboración estrecha entre los profesionales de la construcción y los expertos en tecnología.

Con esta idea, la Universidad de Burgos ha desarrollado el Proyecto Virtual Risk Prevention, (21) que combina Realidad Virtual e Inteligencia Artificial para formar a los trabajadores en prevención de riesgos laborales.

El resultado final debería ser un entorno de trabajo más seguro y eficiente para todos los involucrados en la industria de la construcción.

## **b. Herramientas tecnológicas y digitales que se comercializan en la actualidad y que pueden aplicarse a la PRL.**

### **b.1. Herramientas de RV y RA**

La principal diferencia entre estas dos tecnologías es que la realidad virtual crea un mundo totalmente inmersivo a través de un casco especial. Todo lo que vemos es parte de un entorno construido artificialmente con imágenes, sonidos y otros estímulos sensoriales. En cambio, la RA utiliza nuestro mundo real como marco y coloca objetos y otros elementos dentro de él. Todo lo que vemos está en un entorno real, y no siempre es necesario usar auriculares.

Sin embargo, también existe una combinación de ambas realidades llamada realidad mixta. Esta tecnología híbrida nos permite ver objetos virtuales en el mundo real y crear una experiencia donde lo físico y lo digital son prácticamente indistinguibles, como los hologramas.

- **Herramientas para simular el entorno, generar escenarios interactivos y la realización de tareas peligrosas:**

Los trabajadores pueden practicar procedimientos de seguridad, familiarizarse con el uso de equipos y reaccionar ante situaciones de emergencia en un entorno controlado.

También se puede utilizar la realidad virtual para identificar y evaluar riesgos potenciales en el sitio de construcción antes de que ocurran. Las simulaciones pueden revelar peligros ocultos y permitir la planificación de estrategias de mitigación.

Por ejemplo, se pueden simular condiciones de trabajo en altura, espacios confinados o áreas con riesgo de deslizamiento, ayudando a los equipos a anticipar y prevenir accidentes. Planificación y diseño seguro: la realidad virtual facilita la visualización y revisión de diseños arquitectónicos y planes de construcción en un entorno tridimensional.

Esto permite a los profesionales de seguridad y salud evaluar la seguridad de los diseños antes de la construcción. Pueden identificar problemas de seguridad relacionados con la ergonomía, el acceso y la evacuación, y proponer modificaciones antes de que se inicie la construcción real.

Los trabajadores utilizan gafas de RV o cascos de inmersión para sumergirse en el entorno virtual. Estos dispositivos rastrean los movimientos de la cabeza y las manos, lo que permite una experiencia interactiva y que los entrenadores evalúen y den feedback.

- **Herramientas para la formación en temas de seguridad:**

La formación eficiente en realidad virtual puede reducir el tiempo necesario para capacitar a los trabajadores, permitiéndoles comenzar a trabajar de manera segura más rápidamente, proporcionando formación personalizada y práctica.

También, la RV puede ayudar a los profesionales de seguridad y salud a asegurarse de que las prácticas en el sitio de construcción cumplan con las normativas y estándares de seguridad. Mediante simulaciones detalladas, se puede verificar que los procedimientos y el diseño cumplen con las regulaciones aplicables, evitando sanciones y mejorando la reputación de la empresa.

- **Herramientas para mejorar la seguridad "in situ":**



Los actores involucrados y profesionales intervinientes pueden realizar inspecciones virtuales de los sitios de construcción, identificando problemas de seguridad sin necesidad de estar físicamente presentes.

Además, el monitoreo continuo a través de sistemas de realidad virtual puede alertar sobre condiciones peligrosas en tiempo real, permitiendo una intervención rápida y eficaz.

Además, se podrán conectar dispositivos como drones, cascos inteligentes y herramientas para proporcionar información en tiempo real

- **Herramientas para mejorar la Comunicación y colaboración de los equipos:**

Los profesionales de seguridad y salud pueden compartir simulaciones de riesgos y estrategias de mitigación con otros miembros del equipo, asegurando que todos estén al tanto de los peligros potenciales y las medidas de seguridad. Esto mejora la coordinación y la implementación de prácticas de seguridad en el sitio. Registro y documentación detallada: Los modelos en realidad virtual pueden registrar y documentar las sesiones de capacitación, inspecciones y evaluaciones de riesgos, proporcionando un historial detallado de las prácticas de seguridad y salud. Esta documentación puede ser útil para la formación continua, la auditoría de cumplimiento y la mejora de las prácticas de seguridad a lo largo del tiempo.

**Algunas empresas encontradas que facilitan aplicaciones de RV y RA para mejorar la seguridad:**

Fundación Laboral de la Construcción (FLC).

<https://www.lineaprevencion.com/servicios/formacion-en-seguridad-y-salud>

MyWebAR. <https://mywebar.com/es/>

Ludus: <https://www.ludusglobal.com/blog/realidad-virtual-cultura-de-seguridad-en-las-empresas>

<https://www.innovae.com/simuladores-vr-revolucionan-prevencion-de-riesgos/>

<https://innoarea.com/soluciones-ar-y-vr-para-seguridad-y-salud/>

<https://www.dimensia.es/realidad-virtual-en-la-prevencion-de-riesgos-laborales-en-logistica>

[https://globalzepp.com/empresa-realidad-virtual/?gclid=Cj0KCQjw05i4BhDiARIsAB\\_2wfDXWALadu4ymKG5DVsf5QTz5vqpRrbse0dKI9\\_1dWupFh32qYI-qVIaAsKGEALw\\_wcB](https://globalzepp.com/empresa-realidad-virtual/?gclid=Cj0KCQjw05i4BhDiARIsAB_2wfDXWALadu4ymKG5DVsf5QTz5vqpRrbse0dKI9_1dWupFh32qYI-qVIaAsKGEALw_wcB)

[https://www.kantansoftware.com/blog/como-la-tecnologia-mejora-la-seguridad-laboral/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw05i4BhDiARIsAB\\_2wfDdrICLggVGfF9r8BnW09hJVxXrKGcS\\_cDqs8JneIgaDhSv4Cy\\_81AaAl4NEALw\\_wcB](https://www.kantansoftware.com/blog/como-la-tecnologia-mejora-la-seguridad-laboral/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw05i4BhDiARIsAB_2wfDdrICLggVGfF9r8BnW09hJVxXrKGcS_cDqs8JneIgaDhSv4Cy_81AaAl4NEALw_wcB)

<https://www.artemar.net/beneficios-de-la-realidad-virtual-en-la-capacitacion-en-seguridad-de-la-construccion/>

<https://www.cemexventures.com/es/como-la-realidad-aumentada-y-virtual-pueden-cambiar-la-industria-de-la-construccion/>  
<https://newsroom.ferrovial.com/es/noticias/budimex-utiliza-realidad-virtual-para-mejorar-seguridad-y-calidad-del-trabajo/>

Health and safety BIM: [https://www.accasoftware.com/es/health-safety-bim?\\_gl=1\\*1obf75x\\*\\_gcl\\_au\\*MTA2NjUzMjMzLjE3Mjg0NzQxMDg.\\*\\_ga\\*OTM5NjM4NTYwLjE3MTgzNTU3NDY.\\*\\_ga\\_K4Y50QD36K\\*MTcyODQ3NDA2OC4yLjEuMTcyODQ3NDE4OS4wLjAuMTYwNDA4MTI3Mw..](https://www.accasoftware.com/es/health-safety-bim?_gl=1*1obf75x*_gcl_au*MTA2NjUzMjMzLjE3Mjg0NzQxMDg.*_ga*OTM5NjM4NTYwLjE3MTgzNTU3NDY.*_ga_K4Y50QD36K*MTcyODQ3NDA2OC4yLjEuMTcyODQ3NDE4OS4wLjAuMTYwNDA4MTI3Mw..)

Metaverso BIM: [https://www.accasoftware.com/es/construccion-en-el-metaverso?\\_gl=1\\*1bhamu\\*\\_ga\\*OTM5NjM4NTYwLjE3MTgzNTU3NDY.\\*\\_ga\\_K4Y50QD36K\\*MTcyODQ3NDA2OC4yLjAuMTcyODQ3NDA2OC4wLjAuMTYwNDA4MTI3Mw..](https://www.accasoftware.com/es/construccion-en-el-metaverso?_gl=1*1bhamu*_ga*OTM5NjM4NTYwLjE3MTgzNTU3NDY.*_ga_K4Y50QD36K*MTcyODQ3NDA2OC4yLjAuMTcyODQ3NDA2OC4wLjAuMTYwNDA4MTI3Mw..)

## **b.2. Wearables Inteligentes: Los wearables que están transformando el sector de la construcción**

### **Robótica de exoesqueletos**

El desarrollo de tecnologías wearable en robótica está transformando la manera de tratar las agujetas en los músculos y lesiones. Los wearable robóticos soportan la mayoría o todo el peso de las tareas, reduciendo el esfuerzo físico que podría causar lesiones y la necesidad de descansar cada cierto tiempo debido al agotamiento

**Chalecos inteligentes:** los chalecos inteligentes tienen incorporada la localización por GPS, así como sistemas de alerta de emergencias. También se puede hacer un seguimiento en tandem con el progreso del proyecto para monitorizar puntos de ineficiencia en ciertos equipos e informar de la distribución de personal. <https://zerintia.com/smart-vest-el-chaleco-inteligente-que-reduce-los-riesgos-laborales/>

**Botas:** la empresa SolePower ha desarrollado wearables integrados en botas de trabajo, que incluyen GPS, WiFi, luz de seguridad, sensores de movimiento y actualizaciones de tareas a tiempo real en una plataforma móvil. Las botas se cargan con la energía producida al caminar. <https://ecoinventos.com/solepower-plantillas-de-zapatos-que-generan-energia-al-caminar/>

**Casco de protección** que previene impactos y accidentes por somnolencia. Incluye sensores de ondas cerebrales y un sistema de comunicación inalámbrico que transmite a diversos dispositivos (teléfonos móviles, ordenadores, tabletas, etc.) alertas en caso de microsueños. Además, alerta al propio usuario por medio de sonidos y vibraciones. Smart Cap. <https://bodytrak.co/es/sistemas-wearables-de-control-de-la-fatiga/>

**Sistemas wearables muy pequeños** que monitorizan el conteo de personal, alertas de proximidad, ubicación inteligente y monitorización espacial. Estos son dos ejemplos del avance de la industria de los wearables en sistemas de seguridad. <https://www.proximitywarning.com/>

## **b.3. La Inteligencia Artificial, la computación de datos el IoT:**

A través de un análisis de riesgos predictivo se pueden analizar datos históricos y actuales para prever posibles riesgos en los proyectos de construcción. Los datos se procesan y analizan para identificar patrones, tendencias y anomalías. También, puede adaptar la prevención de riesgos según las características y necesidades específicas de cada trabajador, al considerar la salud individual, habilidades y condiciones laborales, se diseñan programas de seguridad más efectivos.

Además, los sistemas de IoT generan alertas en tiempo real cuando se detectan condiciones anormales o riesgos. Estas alertas informan a los responsables para que tomen medidas inmediatas.

- **Etapla 2:** Analizar los riesgos más recurrentes en el sector de la Edificación en España.

#### **a. Riesgos más recurrentes en obras de Edificación según investigaciones anteriores**

Siendo la seguridad y salud en el trabajo uno de los pilares básicos para el bienestar y la salud de la población, es fundamental disponer de datos fiables y adecuados para valorar la magnitud de los riesgos en el trabajo y sus consecuencias. Las estadísticas sobre seguridad y salud en el trabajo proporcionan información que permite evaluar el estado de la salud de las personas trabajadoras e identificar áreas que plantean necesidades de mejora, señalando ámbitos que requieren cambios normativos, investigaciones, mejoras o campañas específicas (22).

En el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, las fuentes de información más habituales son los registros administrativos de diversos organismos oficiales, como el Ministerio de Trabajo y Economía Social, donde destacan las Estadística de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales, las cuales proceden de la notificación y registro de los daños para la salud ocasionados por el trabajo. Sin embargo, también es posible disponer de datos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo a partir de las Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo y Gestión Preventiva, Informes Anuales de Accidentes de Trabajo, Informes sobre el Análisis de la Mortalidad por Accidentes de Trabajo en España, elaborados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. También encontramos otros organismos e instituciones como la Fundación Laboral de la Construcción, La Confederación Nacional de la Construcción, Confederaciones empresariales y Sindicatos entre otros, los cuales proporcionan información relevante.

Los datos nos muestran (Figura 1) como el Sector de la Construcción presenta los índices de incidencia de accidente de trabajo (AATT) con baja en jornada de trabajo más elevados, llegando a triplicar los valores medios en relación con el resto de los sectores de actividad.

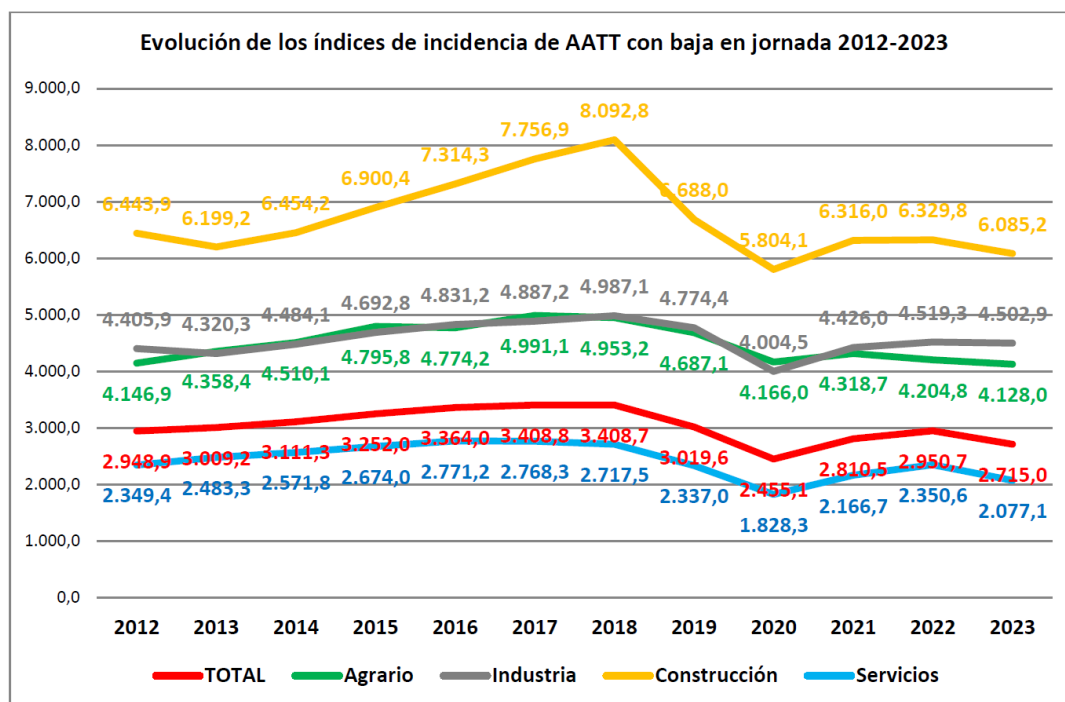


Figura 1. Evolución de los índices de incidencia de AATT con baja en jornada 2012-2023. (23)

En cuanto a los accidentes mortales (Figura 2), a lo largo de estos doce años el Sector mantiene los valores más altos junto al Sector Agrario.

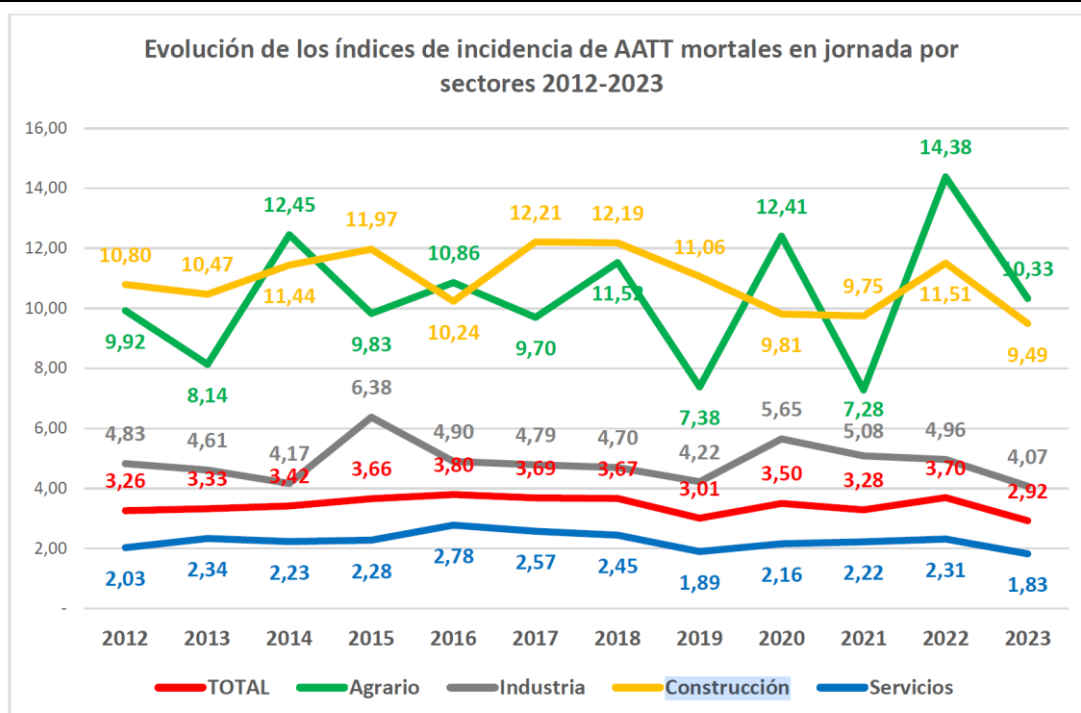


Figura 2. Evolución de los índices de incidencia de AATT mortales en jornada 2012-2023. (23)

Todos estos datos nos muestran una situación preocupante que requiere determinar y analizar las causas que los motivan, para poder adoptar medidas capaces de conseguir disminuir estos valores.

### a.1. Causas de la accidentalidad en el sector de la Edificación en España:

Según el estudio "Análisis de la mortalidad por accidente de trabajo en España" que analiza datos desde 2002 a 2022 (24), hay 211 causas principales, que dan lugar a los accidentes laborales más recurrentes. Sin embargo, cada accidente investigado puede tener más de una causa (se pueden registrar hasta un máximo de diez). Dada esta naturaleza multicausal, se llegan a codificar más de 2000 causas, siendo la media de 3,8 causas por accidente.

Para facilitar la interpretación de los datos obtenidos, se agrupan las causas identificadas en la investigación de los accidentes en 8 bloques que reflejan las principales deficiencias preventivas:

- Prevención intrínseca
- Protección, señalización
- Materiales, productos o agentes
- Espacios y superficies de trabajo
- Organización del trabajo
- Gestión de la prevención
- Factores individuales
- Otras causas

En la tabla 1 se puede ver la distribución porcentual de los bloques causas en el Sector, conforme a los datos extraídos del "Análisis de la mortalidad por accidente de trabajo en España", elaborado por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (24).

| <b>Distribución porcentual bloque de causas en el Sector Construcción</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Bloques de causas</b>                                                  | <b>2003-2004</b> | <b>2005-2007</b> | <b>2008-2010</b> | <b>2011-2013</b> | <b>2014-2016</b> | <b>2017-2019</b> | <b>2020-2022</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| B1-Prevención intrínseca                                                  | 13,3             | 15,1             | 5,6              | 6,5              | 6,5              | 5,3              | 4,5              | 8,1             |
| B2-Protección, señalización                                               | 7,8              | 7,5              | 12,9             | 13,3             | 11,5             | 13,4             | 12,6             | 11,3            |
| B3-Materiales, productos o agentes                                        | 4,6              | 1,7              | 1,5              | 2,0              | 2,1              | 2,9              | 1,8              | 2,4             |
| B4-Espacios y superficies de trabajo                                      | 12,2             | 10,7             | 11,4             | 8,4              | 7,9              | 8,5              | 6,5              | 9,4             |
| <b>B5-Organización del trabajo</b>                                        | 29,3             | 31,3             | 26,9             | 28,5             | 28,0             | 26,6             | 29,8             | <b>28,6</b>     |
| <b>B6-Gestión de la prevención</b>                                        | 20,1             | 18,6             | 27,4             | 26,5             | 26,8             | 31,4             | 31,1             | <b>26,0</b>     |
| B7-Factores individuales                                                  | 10,8             | 12,0             | 10,8             | 12,0             | 14,4             | 11,3             | 13,1             | 12,1            |
| B8-Otras causas                                                           | 1,8              | 2,6              | 3,5              | 2,6              | 2,8              | 0,6              | 0,6              | 2,1             |

**Tabla 1:** Distribución porcentual de los bloques causas en el Sector de la Construcción.  
Fuente: Elaboración propia.

Tal y como podemos observar, a lo largo de estos años el bloque de Prevención intrínseca, Materiales, productos o agentes y el de Espacios y superficies de trabajo han ido reduciendo su participación, mientras que los bloques de **Protección y Señalización y Gestión de la prevención ha aumentado.**

La Organización en el trabajo y los Factores individuales siguen manteniéndose con valores similares.

Entre todos los bloques de **causas la Organización en el trabajo y la Gestión de la prevención tienen los valores más altos con un promedio superior al 25%, tras ellos los Factores individuales y la Protección y señalización con valores promedio superiores al 11%.**

La **tabla 2** muestra las 25 causas que se producen con mayor frecuencia.

| <b>Principales causas en el Sector Construcción</b>                                         |                  |                  |                |                |                |                  |                  |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|
| <b>Causas</b>                                                                               | <b>2003-2004</b> | <b>2005-2007</b> | <b>2008-10</b> | <b>2011-13</b> | <b>2014-16</b> | <b>2017-2019</b> | <b>2020-2022</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| <b>1104 Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas. B2</b> | 6,1%             | 5,9%             | 5,1%           | 5,3%           | 3,2%           | 7,0%             | 7,1%             | <b>5,7%</b>     |
| 1105 Aberturas y huecos desprotegidos. B4                                                   | 3,3%             | 2,7%             |                |                |                |                  |                  | 3,0%            |
| 1106 Falta de seguridad estructural o estabilidad de paramentos, etc. B4                    | 2,6%             | 3,3%             | 3,5%           | 2,6%           |                | 2,2%             | 2,9%             | 2,9%            |
| 3104 Defectos de estabilidad en equipos, máquinas o sus componentes. B1                     | 2,8%             | 2,3%             |                |                |                |                  |                  | 2,6%            |
| 5106 Falta de planificación y/o vigilancia en operaciones de levantamiento de cargas. B5    |                  |                  |                | 1,4%           |                |                  |                  | 1,4%            |
| 6101 Método de trabajo inexistente. B5                                                      | 7,9%             | 8,6%             |                |                | 2,2%           |                  | 2,2%             | 5,2%            |
| <b>6102 Método de trabajo inadecuado. B5</b>                                                | <b>7,9%</b>      | <b>8,6%</b>      | <b>5,1%</b>    | <b>3,7%</b>    | <b>6,2%</b>    | <b>4,5%</b>      | <b>5,4%</b>      | <b>5,9%</b>     |
| 6103 Diseño inadecuado del trabajo o tarea. B5                                              |                  |                  |                |                |                | 2,5%             |                  | 2,5%            |
| 6110 Ausencia de vigilancia, control y dirección de persona competente. B5                  |                  |                  |                | 3,4%           | 2,4%           | 3,7%             | 3,8%             | 3,3%            |
| 6303 Instrucciones respecto a la tarea confusas, contradictorias o insuficientes. B5        | 3,2%             | 2,2%             |                |                |                |                  |                  | 2,7%            |
| 6304 Formación/información inadecuada o inexistente sobre la tarea. B5                      |                  |                  | 2,4%           | 3,7%           | 2,8%           |                  | 2,5%             | 2,9%            |
| 7101 Inexistencia o insuficiencia de un procedimiento que regule la realización de las      | 5,4%             | 3,6%             |                | 3,0%           |                |                  | 2,6%             | 3,7%            |

|                                                                                                                                                                                                                           |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| actividades dirigidas a la identificación. B6                                                                                                                                                                             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 7102 Inexistencia o deficiencia de un procedimiento que regule la planificación de la implantación de las medidas preventivas. B6                                                                                         |             |             |             | 1,9%        |             |             | 2,5%        | 2,2%        |
| 7105 Procedimientos inexistentes, insuficientes o deficientes para la coordinación de actividades realizadas por varias. B6                                                                                               |             | 2,7%        |             |             |             |             | 2,8%        | 2,8%        |
| <b>7201 No identificación del/los riesgos que han materializado el accidente. B6</b>                                                                                                                                      | <b>3,2%</b> | <b>2,6%</b> | <b>3,5%</b> | <b>2,8%</b> | <b>4,8%</b> | <b>4,2%</b> | <b>2,6%</b> | <b>3,4%</b> |
| 7202 Medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos insuficientes o inadecuadas, incluidas las referidas al Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en Obras de Construcción. B6 |             |             | 2,3%        |             | 2,0%        |             | 2,5%        | 2,3%        |
| 7203 No ejecución de las medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos. B6                                                                                                      |             |             | 2,7%        | 3,8%        |             | 2,2%        | 2,3%        | 2,2%        |
| 7204 Falta de control del cumplimiento del Plan de seguridad y salud en Construcción. B6                                                                                                                                  |             |             |             | 1,8%        |             | 3,6%        | 2,6%        | 2,7%        |
| <b>7206 Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas. B6</b>                                                                                                                         | <b>5,1%</b> | <b>5,7%</b> | <b>3,3%</b> | <b>3,7%</b> | <b>3,2%</b> | <b>3,6%</b> | <b>2,0%</b> | <b>3,0%</b> |
| 7208 No poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios o ser estos inadecuados. B6                                                                                                |             |             | 2,3%        | 2,4%        | 1,6%        | 3,6%        | 1,8%        | 2,3%        |
| 7209 Falta de presencia de los recursos preventivos requeridos. B6                                                                                                                                                        |             |             |             | 1,9%        | 1,3%        | 2,9%        | 3,2%        | 2,3%        |
| 8102 Incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo. B7                                                                                                                                                      | 2,6%        | 2,0%        |             |             |             |             |             | 2,3%        |
| <b>8106 No utilización de equipos de protección individual puestas a disposición por la empresa y de uso obligatorio. B7</b>                                                                                              | <b>3,5%</b> | <b>3,2%</b> | <b>2,7%</b> | <b>3,7%</b> | <b>2,1%</b> |             | <b>3,4%</b> | <b>3,1%</b> |

|                                                                        |      |      |      |      |      |  |      |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|--|------|------|
| 8108 Permanencia del trabajador dentro de una zona peligrosa. B7       |      |      | 2,7% | 3,3% | 3,9% |  | 3,1% | 3,3% |
| 8999 Otras causas relativas a los factores personales-individuales. B8 | 2,9% | 2,4% |      |      |      |  | 1,8% | 2,4% |

**Tabla 2:** Principales causas de los accidentes mortales en el Sector de la Construcción.  
Fuente: Elaboración propia.

Pese a que todas las causas han de ser objeto de estudio, destacar aquellas que se han mantenido con una mayor frecuencia en todas las series:

1104 Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas.

#### *B2. Bloque de Protección y señalización.*

Con un promedio del 5,7%

6102 Método de trabajo inadecuado.

#### *Bloque de Organización en el Trabajo.*

Con un promedio del 5,9%.

7201 No identificación del/los riesgos que han materializado el accidente. Bloque de Gestión de la Prevención. Con un promedio del 3,4%.

7206 Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas.

#### *Bloque de Gestión de la Prevención.*

Con un promedio del 3,0%.

8106 No utilización de equipos de protección individual puestas a disposición por la empresa y de uso obligatorio.

#### *Bloque 7 de Gestión de la Prevención.*

Con un promedio del 3,1%.

Si ordenamos los bloques de mayor a menor número de causas y en función del % promedio, tenemos:

#### *1.- B6-. Gestión de la Prevención.*

7101 Inexistencia o insuficiencia de un procedimiento que regule la realización de las actividades dirigidas a la identificación y evaluación de riesgos, incluidas las referidas a los estudios requeridos en las Obras de Construcción. 3,7%.

7201 No identificación del/los riesgos que han materializado el accidente. 3,4%

7206 Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas. 3,0%.

7105 Procedimientos inexistentes, insuficientes o deficientes para la coordinación de actividades realizadas por varias empresas. 2,8%.

7204 Falta de control del cumplimiento del Plan de seguridad y salud en Construcción. 2,8%

7202 Medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos insuficientes o inadecuadas, incluidas las referidas al Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en Obras de Construcción. 2,3%

7208 No poner a disposición de los trabajadores las prendas o equipos de protección necesarios o ser estos inadecuados. 2,3%

7209 Falta de presencia de los recursos preventivos requeridos. 2,3%

7102 Inexistencia o deficiencia de un procedimiento que regule la planificación de la implantación de las medidas preventivas. 2,2%



7203 No ejecución de las medidas preventivas propuestas en la planificación derivada de la evaluación de riesgos. 2,2%

*2.- B5. Organización de la Prevención.*

6102 Método de trabajo inadecuado. 5,9%

6101 Método de trabajo inexistente. 5,2%

6110 Ausencia de vigilancia, control y dirección de persona competente. 3,3%

6304 Formación/información inadecuada o inexistente sobre la tarea. 2,8%

6103 Diseño inadecuado del trabajo o tarea. 2,5%

6303 Instrucciones respecto a la tarea confusas, contradictorias o insuficientes. 2,7%

5106 Falta de planificación y/o vigilancia en operaciones de levantamiento de cargas. 1,4%

*3.- B7. Factores individuales.*

8108 Permanencia del trabajador dentro de una zona peligrosa. 3,3%

8106 No utilización de equipos de protección individual puestas a disposición por la empresa y de uso obligatorio. 3,1%

8102 Incumplimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo. 2,3%

*4.- B4. Espacios y superficies de trabajo.*

1105 Aberturas y huecos desprotegidos. 3,0%

1106 Falta de seguridad estructural o estabilidad de paramentos, etc. 2,9%

*5.- B2. Protección, señalización*

1104 Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas. 5,7%

*6.- B1. Prevención intrínseca*

3104 Defectos de estabilidad en equipos, máquinas o sus componentes. 2,6%

*7.- B8. Otras causas*

8999 Otras causas relativas a los factores personales-individuales. 2,4%

Causas por fases de obra

**a.2 Accidentes mortales**

De los informes y para los años 2005-2013 se puede obtener también la distribución porcentual de los accidentes mortales por fases de obra (tabla 3).

| <b>Distribución porcentual por fase de obra en el Sector de la Construcción</b> |                  |                  |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Fase de obra</b>                                                             | <b>2005-2007</b> | <b>2008-2010</b> | <b>2011-2013</b> |
| Demolición                                                                      | 2,3%             | 2,0%             | 1,7%             |
| Tabiquería                                                                      | 4,2%             | 1,7%             | 2,3%             |
| Instalación                                                                     | 2,9%             | 5,2%             | 6,3%             |
| Acabados                                                                        | 6,9%             | 8,7%             | 9,7%             |
| Movimiento de tierras                                                           | 6,2%             | 6,4%             | 6,3%             |
| Excavación                                                                      | 3,2%             | 5,5%             | 4,0%             |
| Cimentaciones                                                                   | 3,8%             | 2,6%             | 2,8%             |
| Canalizaciones                                                                  | 2,7%             | 2,6%             | 3,4%             |

|                                       |              |      |              |
|---------------------------------------|--------------|------|--------------|
| <b>Estructuras y obras de fábrica</b> | <b>17,2%</b> | 8,4% | <b>8,0%</b>  |
| <b>Cerramientos externos</b>          | <b>13,3%</b> | 6,6% | <b>4,0%</b>  |
| <b>Cubiertas</b>                      | 6,5%         | 8,4% | <b>15,9%</b> |

**Tabla 3:** Distribución porcentual de accidentes mortales en el Sector de la Construcción por fases de obra. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, las fases de obra en las que más accidentes mortales se producen en la serie 2005-2007 son las Estructuras y obras de fábrica, junto a los Cerramientos externos, coincidiendo con la tipología de obra nueva que de forma mayoritaria se ejecuta durante estos años.

Estos datos se revierten a partir del 2011 en la que la fase de Cubierta tiene el mayor porcentaje de accidentes, debido igualmente a la tipología de obra que se realiza de forma mayoritaria a partir de estos años.

### **a.3. Conclusiones:**

Del análisis del Informe sobre Accidentalidad en la Construcción del 2017 (27), elaborado por el Observatorio Industrial de la Construcción de la Fundación Laboral de la Construcción, se concluye que:

- El 25% de los accidentes ocurren en lunes.
- El 57,5% de los accidentes se producen entre las 8:00 y las 12:59.
- El 18% de los accidentes han ocurrido en la segunda hora de la jornada, entre las 9:00 y las 10:00.
- El 36% de los accidentados tienen entre 36 y 45 años.

Por último, en cuanto a la causas y gravedad de los accidentes según la desviación (tabla 4):

| <b>Causa</b>                                                                                              | <b>Accidentes Leves</b> | <b>Accidentes Graves y Muy Graves</b> | <b>Accidentes Mortales</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Movimiento del cuerpo con esfuerzo físico (lesión interna)                                                | 29,70%                  | -                                     | -                          |
| Movimiento del cuerpo sin esfuerzo físico (lesión externa)                                                | 19,00%                  | -                                     | -                          |
| Pérdida de control de máquinas, medios de transporte, equipo de carga, herramienta manual, objeto, animal | 18,00%                  | 15,50%                                | 26,30%                     |

|                                                                                 |   |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|---|--------|--------|
| Resbalón o tropiezo con caída de personas                                       | - | 43,20% | 35,00% |
| Rotura, fractura, estallido, resbalón, caída, derrumbamiento de agente material | - | 16,40% | -      |
| Otra desviación                                                                 | - | -      | 27,50% |

**Tabla 4:** Causas y gravedad de los accidentes en el Sector Construcción (23)

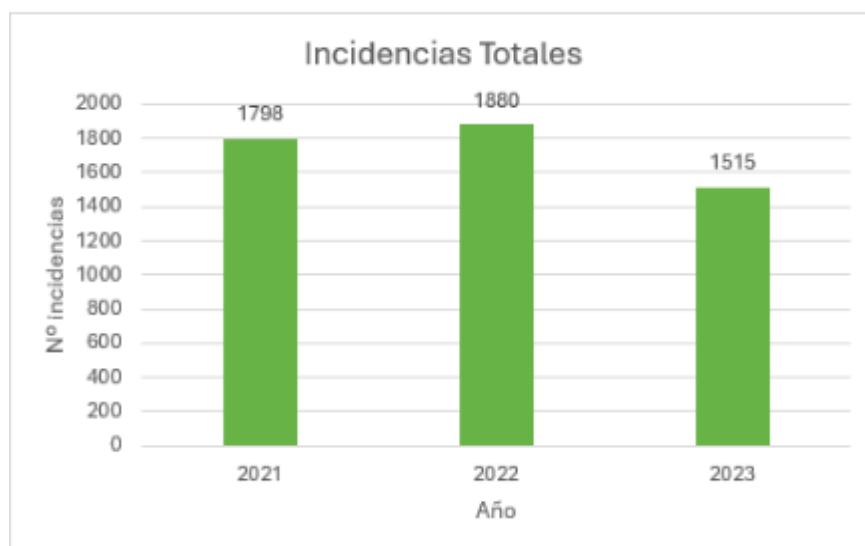
Por último, y en cuanto a las causas y gravedad de los accidentes según la actividad física (tabla 5):

| Causa                              | Accidentes Leves | Accidentes Graves y Muy Graves | Accidentes Mortales |
|------------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| Movimiento                         | 28,70%           | 32,40%                         | 42,50%              |
| Trabajos con herramientas manuales | 22,00%           | 21,10%                         | 21,30%              |
| Manipulación de objetos            | 28,00%           | 23,30%                         | 13,80%              |

**Tabla5:** Causas y gravedad de los accidentes en el Sector Construcción según actividad física (23)

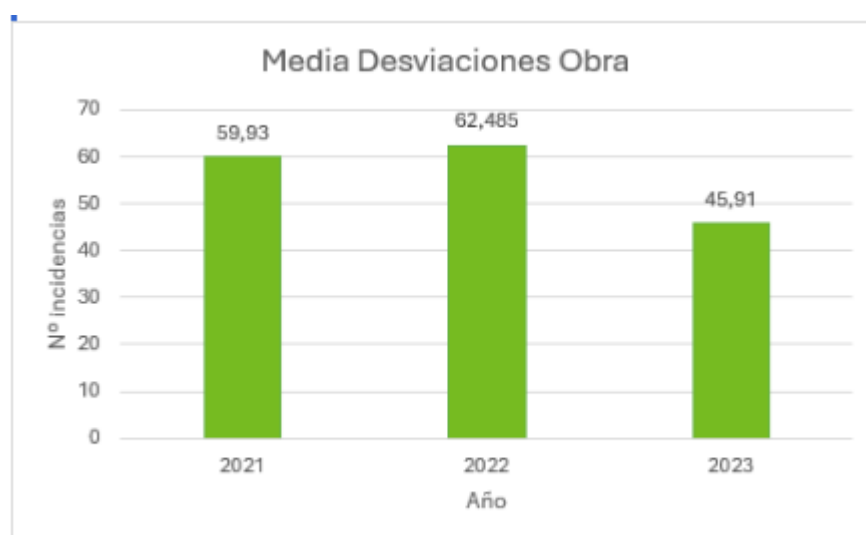
#### **b. Riesgos más recurrentes en obras de Edificación analizando los datos del departamento de PRL de una empresa constructora de edificios.**

Del análisis de los datos facilitados, por el departamento de PRL de una empresa constructora de edificios residenciales en la Comunidad de Madrid, en los últimos 3 años, se puede concluir que la implementación de medidas preventivas está obteniendo resultados muy positivos, habiéndose reducido significativamente las incidencias, así como los informes en visitas, etc (gráfica 01).



Gráfica 01. Comparativa de número total de desviaciones (incidencias) / año

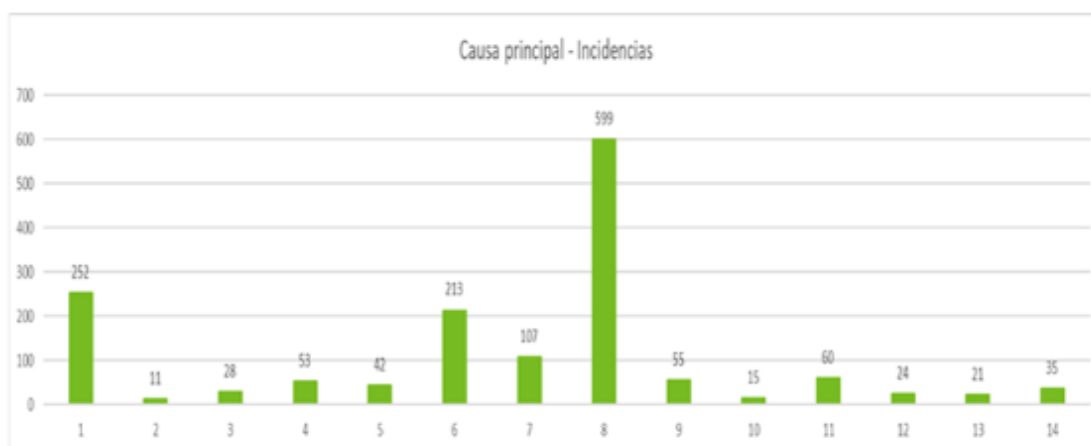
Además, como se observa en la **gráfica 02**, también hay una reducción significativa de las desviaciones/obra.



Gráfica 02. Comparativa de número total de desviaciones (incidencias) / obra

## b.2. Causas de las incidencias.

Por otra parte, **Gráfico 03**, podemos observar que la mayoría de las desviaciones detectadas en obra son, a lo largo de los 3 años analizados, principalmente debidas a riesgos relacionados con medidas de protección colectiva, medios auxiliares, orden y limpieza y EPI's.



Gráfica 03. Comparativa de número total de desviaciones (incidencias) con la causa principal que la produce.

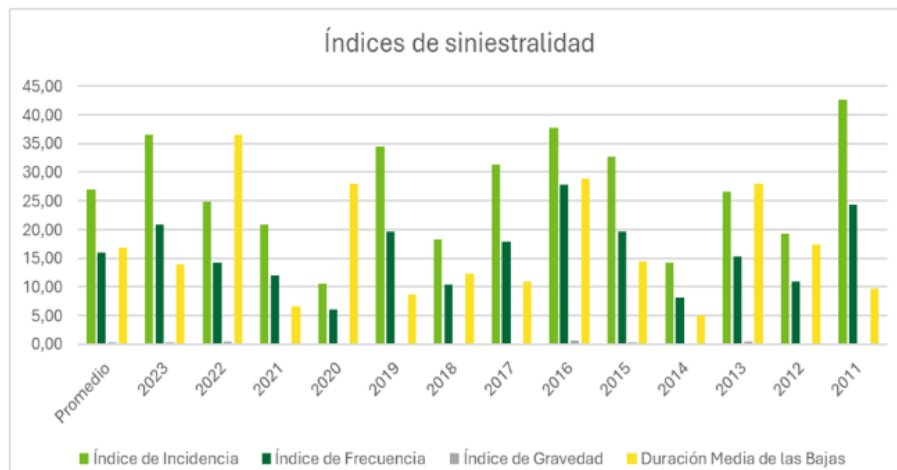
1. Orden y Limpieza. Cerramiento de obra, circulación e iluminación
2. Casetas e instalaciones para el personal de obra
3. Señalización
4. Instalación eléctrica provisional de obra
5. Maquinaria / Equipos de trabajo
6. Medios Auxiliares
7. Equipos de Protección Individual
8. Protecciones Colectivas
9. Documentación
10. Gestión (PGI)
11. Medio Ambiente Residuos
12. Medio Ambiente. Vertidos/ emisiones/ consumos/ ruido
13. Medio Ambiente Documentación
14. Otros

Analizando el cuadro resumen de las Desviaciones, de cada una de las obras en ejecución en el año 2022, las que mayor % suponen, han sido las relacionadas con:

- Protecciones Colectivas: 599 desviaciones (2022: 881 desviaciones). Suponiendo un 39,54% de las desviaciones totales detectadas en las visitas a obra.
- Medios Auxiliares: 213 desviaciones (2022: 302 desviaciones). Suponiendo un 14,06 % de las desviaciones totales detectadas en las visitas a obra.
- Orden y Limpieza: 252 desviaciones (2022: 263 desviaciones). Suponiendo un 16,63 % de las desviaciones totales detectadas en las visitas a obra.
- Equipos de Protección Individual: 107 desviaciones (2022: 139 desviaciones). Suponiendo un 7,06% de las desviaciones totales detectadas en las visitas a obra.

### **b.3. Siniestralidad del sector.**

En la gráfica 04, se presentan los índices de siniestralidad, de la empresa analizada, a lo largo de los últimos años. Se observa que no existe una evolución clara, en ninguno de los valores estudiados. Aunque en todos los años analizados, el índice de gravedad se mantiene en valores muy reducidos.



Gráfica 04. Evolución de los índices de siniestralidad y duración media de las bajas de la empresa constructora.

Con respecto al promedio estimado (2011-2023), la duración media de las bajas está por debajo en 2023, en cambio el índice de incidencia, frecuencia y gravedad han aumentado en el año 2023.

- Incidencia: 36,59 (promedio: 26,93), +9,66 número de procesos de contingencia profesional con baja por encima de la media.
- Frecuencia: 20,91 (promedio: 15,94), +4,97 número de procesos de contingencia profesional con baja por encima de la media.
- Gravedad: 0,29 (promedio: 0,26), +0,03 números de días perdidos por cada 1.000 horas de trabajo, debido a que ha habido más accidentes leves en 2023.
- Duración media de las bajas: 13,83 (promedio: 16,59), se ha reducido en -2,76 número de días no trabajados en el periodo de estudio por cada accidente ocurrido durante la jornada de trabajo.

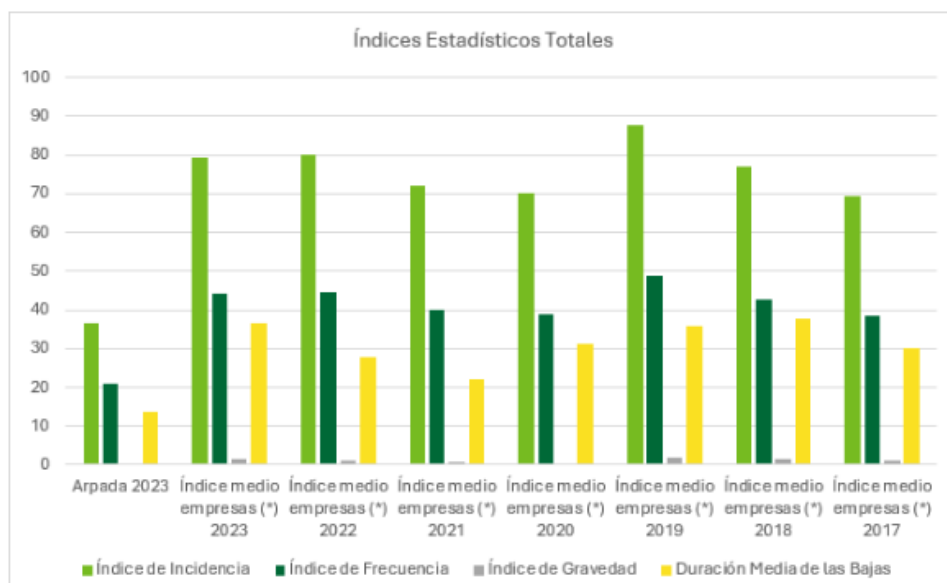
En la gráfica 05, se presentan los índices de siniestralidad de empresas constructoras asociadas a Ibermutua (Mutua colaboradora con la Seguridad Social). Como se puede observar en los índices estadísticos totales, la empresa analizada, en 2023 obtiene unos índices menores a las empresas del sector de construcción asociadas a Ibermutua.

La empresa estudiada tiene Sistema de Gestión SST que ha ido obteniendo resultados positivos, en referencia a condiciones de trabajo para la seguridad y salud de sus trabajadores.

Las medidas planteadas en la empresa para reducir la siniestralidad se enfocan en:

- Evitar sobreesfuerzos.
- Mantener el orden y la limpieza en obra para evitar accidentes por *torcederas y esguinces, caídas al mismo nivel, así como tropiezos y golpes contra objetos* presentes en obra.
- Jornadas de sensibilización de la prevención y medio ambiente con los equipos de obras, con el objetivo de recordar la importancia de la seguridad y salud en las obras, y las funciones de los recursos preventivos.

- Impartir charlas formativas específicas para gruistas sobre riesgos y medidas preventivas, sensibilización y concienciación sobre situaciones e incidentes relacionados con su actividad y funciones en la obra.



Gráfica 05. Evolución de los índices de siniestralidad y duración media de las bajas de empresas asociadas a Ibermutua.

#### b.4. Análisis de los accidentes ocurridos durante (enero-octubre 2024)

Durante los meses del año 2024 han ocurrido en la empresa constructora:

- 12 accidentes leves en jornada laboral, 5 accidentes más que el 2022.
  - 0 accidente grave en jornada laboral (año 2022: 1).
  - 2 accidentes leves in itinere (año 2022: 2, lo que este tipo de accidentes el número se ha mantenido constante)
- **Etapa 3:** Seleccionar, ante los resultados de la etapa 1, las herramientas más adecuadas y viables para utilizar en obras de edificación para reducir los riesgos más recurrentes y mejorar la PRL.

## CONCLUSIONES

---

La mejora de la seguridad y salud de los trabajadores requiere de un conocimiento profundo de las condiciones de trabajo y de los daños que estas ocasionan, con objeto de poder actuar sobre las causas que los motivan. La información más valiosa la podemos obtener de las estadísticas de accidentes de trabajo publicadas por el Ministerio de Trabajo y Economía Social, basadas en los datos proporcionados en los partes de accidentes de trabajo a través del Sistema Delta y de las investigaciones de los accidentes mortales llevadas a cabo por los órganos Técnicos de las Comunidades Autónomas.

A través de toda esta información, podemos ver como el Sector de la Construcción mantiene, a lo largo de más de una década, los índices de incidencia de AATT con baja más altos en relación con el resto de los sectores de actividad. Junto al Sector de la Agricultura se mantiene a la cabeza en relación con los índices de incidencia de AATT mortales.

Esta situación requiere que se identifiquen las causas que lo motivan para poder hacerles frente e intentar disminuir la siniestralidad.

El Sector de la Construcción abarca una gran cantidad de actividades, de índole muy diverso, y muy variables en el tiempo. Cuando la actividad principal es la construcción de edificios de viviendas de nueva construcción, las situaciones de riesgo difieren de los momentos en los que se trabaja principalmente en la rehabilitación de viviendas o en el ámbito de la eficiencia energética. El riesgo de caída de altura durante la fase de estructura, en las obras de nueva construcción, pasa a un segundo plano cuando se trabaja en obras de rehabilitación donde el mayor riesgo lo podemos encontrar en el derrumbe, rotura o caída del agente material. Lo mismo podemos decir cuando se trabaja sobre las cubiertas con objeto de realizar mejoras en las mismas o acometer actuaciones energéticas, en las que la caída de altura vuelve a ser la mayor preocupación.

A lo largo de todo el estudio realizado se ha podido comprobar cómo estas situaciones marcan la diferencia a la hora de determinar las principales causas de accidentes de los trabajadores.

En relación con los Bloques de causas, la "*Prevención Intrínseca*" ha visto reducida su participación, lo que nos muestra que las acciones encaminadas a la mejora de las condiciones de seguridad en torno a los equipos de trabajo están surtiendo efecto en la medida en la que se ha producido un descenso continuado a lo largo de todos los años.

El caso contrario lo encontramos en el ámbito de la "*Protección y señalización*", la cual se ha visto incrementada. El promedio de un 5,7% en la Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas nos sitúa ante un grave problema, y es que no sólo que no se estén adoptando las medidas, sino lo que es aún más grave, no se está controlando su ejecución. Esto supone un grave incumplimiento por parte de los agentes responsables.

En cuanto a la "*Organización del trabajo*" y "*Gestión de la prevención*" se mantienen como los bloques de causas con mayor participación. Ambos bloques están directamente relacionados con los incumplimientos y las responsabilidades antes mencionados.

En cuanto a los "*Factores individuales*", la permanencia del trabajador en la zona peligrosa, la no utilización de equipos de protección individual, y el incumplimiento de procedimientos e instrucciones se constituyen como las principales causas de accidentes mortales,

Del estudio realizado desde el 2003 al 2022, sobre las principales causas de accidentes mortales en el sector, destacan 25 causas sobre el total de las 211 y de estas 25 son seis las que predominan sobre las demás, el "*Método de trabajo*



*inadecuado o inexistente”, la “Ausencia/deficiencia de protecciones colectivas frente a caídas de personas”, la “No identificación del/los riesgos que han materializado el accidente”, la “Formación/información inadecuada, inexistente sobre riesgos o medidas preventivas” y la “No utilización de equipos de protección individual puestas a disposición por la empresa y de uso obligatorio” .*

En cuanto a las fases de obras en las que se produce el mayor número de accidentes mortales, se observa cómo, en los años el boom de la construcción de viviendas de obra nueva, son la fase de *“Estructura y obras de fábrica”* y *“Cerramientos externos”* donde más accidentes se producen, mientras que los valores se reducen en aquellos años en los que son las obras de rehabilitación las que predominan, siendo la fase de *“Cubiertas”* las que presentan un mayor número de accidentes mortales.

Estas tres fases de obra conllevan la necesidad de realizar trabajos en altura que exponen a los trabajadores al riesgo de caída de altura, el cual conlleva consecuencias fatales en el caso de materializarse.

Ligadas a estas fases de obra y con objeto de **proteger** al trabajador, vemos con las 6 principales causas antes mencionadas, se materializan en la medida en la que se hace necesario identificar y valoración del riesgo de caída en altura. Una vez realizada la valoración del riesgo, se ha de determinar el método de trabajo a aplicar, teniendo en cuenta la necesidad de dotar a la unidad de obra de las protecciones colectivas y de hacer uso de equipos de protección individual. Toda esta información sobre los riesgos y medidas debe ser trasladada a los trabajadores que la van a ejecutar, los cuales han de estar previamente formados, para ser capaces de dar respuesta a las necesidades preventivas que puedan surgir.

Todos estos accidentes tienen 2 variables de desviación y 2 variables de forma que predominan sobre las demás, la *“Rotura, fractura, estallido, caída, derrumbamiento de agente material”* y *“Resbalón o tropezón con caída. Caída de personas”* en la desviación y *“Rotura, fractura, estallido, caída, derrumbamiento de Agente material”* y *“Resbalón o tropezón con caída. Caída de personas”*. Variables que se materializan en accidentes mortales.

Relacionando las causas y las variables no se nos puede olvidar que el tipo de riesgos a los que se enfrentan los trabajadores en estas fases requieren vigilar que se aplican las medidas preventivas y determinar si dicha vigilancia requiere de la presencia del recurso preventivo.

En cuanto al resto de información obtenida, destacar la necesidad de prestar especial atención al día y hora en la que se produce el mayor porcentaje de accidentes y al gran número de accidentes leves que conlleva la realización de un esfuerzo físico por parte de los trabajadores y que va asociado al mayor número de bajas del sector.

## Referencias

1. Comisión Nacional de productividad 2020 <https://cnep.cl/wp-content/uploads/2020/12/Productividad-sector-de-la-construccio%C3%ACn-resumen-ejecutivo.pdf>

2 OCDE 2024.

<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/trabajo14/Documents/2024/050624-informe-productividad-ocde.pdf.pdf>

3. CEOE 2024. Plan digital 2025.

[https://www.ceoe.es/sites/ceoe-corporativo/files/content/file/2020/03/29/38/plan\\_digital\\_2025.pdf](https://www.ceoe.es/sites/ceoe-corporativo/files/content/file/2020/03/29/38/plan_digital_2025.pdf)

4. UPV-EHU 2017. Estrategia para la construcción inteligente y sostenible. 8th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning. <https://web-argitalpena.adm.ehu.es/pdf/UCPDF176683.pdf>

5. REBUILD. (2019, 12 de abril). ¿Qué es la construcción 4.0? Beneficios que nos aporta. REBUILD. <https://www.rebuildexpo.com/que-es-la-construccion-4-0-beneficios/>

6 <https://europeanbuildingsummit.com/los-beneficios-de-la-digitalizacion-en-el-sector-de-la-construccion/>

7. <https://www.expocihachub.com/nota/tecnologia/tecnologia-que-aumenta-la-seguridad-en-construcciones>

8 <https://www.ludusglobal.com/blog/realidad-virtual-para-involucrar-al-empleado-en-la-prevencion-de-riesgos>

9 Sergio Santamaría La realidad del mundo virtual. Business & Technology (Núm. 39) Márketing· Octubre 2017.

10 <https://vorecol.com/es/articulos/articulo-el-uso-de-realidad-virtual-para-simular-escenarios-y-evaluar-el-cumplimiento-de-objetivos-en-entornos-laborales-199927>

11 Elena Sandu. <https://metaverso.pro/blog/como-la-ia-y-los-wearables-revolucionan-la-seguridad-y-la-eficiencia/>

12 Carlos Espino Timón. Grado en Ingeniería Informática Business Intelligence 2017 Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones del mismo - herramientas Open Source que permiten su uso. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/59565/6/caresptimTFG0117mem%C3%B2ria.pdf>

13. Cristina Jiménez Pulido 2022. Tesis UPM Estrategias para la mejora de la información y la adaptación de instrumentos técnicos a las oportunidades de regeneración del parque edificado),

14 Jiménez-Pulido et al. Caracterización de fachadas: clasificación de las tipologías constructivas más habituales en España. Informes de la Construcción 74 (568). octubre-diciembre 2022, e471. ISSN-L:0020-0883,eISSN:1988-3234 <https://doi.org/10.3989/ic.88694>

15 <https://plataformaptec.es/>

16 <https://build-up.ec.europa.eu/en/resources-and-tools/links/european-construction-technology-platform-ectp>

17. DigiPLACE <https://www.digiplaceproject.eu/>

18. <https://plataformaptec.es/proyectos-nacionales-y-europeos/metabuilding-project/>

19 <https://www.esmartcity.es/comunicaciones/comunicacion-plataforma-transversal-compatibilizar-avance-tecnologias-administracion-publica>

20. <https://www.heat-shield.eu/>

21 <https://3dubu.es/virtual-risk-prevention/>

22. Temas específicos del Proceso Selectivo para ingreso en la Escala de Titulados Superiores del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.A., M.P. (INSST). Parte 1: "Conceptos generales de la prevención de riesgos laborales y ámbito jurídico". V. marzo 2024.  
<https://www.insst.es/documents/94886/4154780/Tema%2027.%20Estad%C3%ADstica%20de%20accidentes%20de%20trabajo.pdf>

23. Análisis de las estadísticas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en España en 2023. Confederación Sindical de CCOO. Abril 2024.  
<https://www.ccoo.es/33fd8e17afff93e3f0cc94a395b07b7000001.pdf>

24. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Análisis de mortalidad por accidente de trabajo en España 2002-2022. Octubre 2023.

[https://urldefense.com/v3/https://prevencion.mc-mutual.com/articulos/-/asset\\_publisher/gPV7bp1C7xJS/content/dispositivos-inteligentes-para-la-prevencion-de-riesgos-laborales-1/maximized;!!D9dNQwwGXtA!SuMkCMw-PTjCEielD0hxr92o6EwzhC\\_7InvtrRHAcyqwYHJsYnw4er0eHnw9Q2vNUEC54J6kBZII405PDqV5jh4MABUyL\\$](https://urldefense.com/v3/https://prevencion.mc-mutual.com/articulos/-/asset_publisher/gPV7bp1C7xJS/content/dispositivos-inteligentes-para-la-prevencion-de-riesgos-laborales-1/maximized;!!D9dNQwwGXtA!SuMkCMw-PTjCEielD0hxr92o6EwzhC_7InvtrRHAcyqwYHJsYnw4er0eHnw9Q2vNUEC54J6kBZII405PDqV5jh4MABUyL$) , uno de los investigadores, , colabora con nosotros en el MUPRL.