

(01-032) - Digital Transformation in Stakeholder Management: Lessons Learned in Rehabilitation Projects

Pampliega García, Carlos Javier ¹

¹ PMI Madrid, Spain Chapter

This scholarly communication explores contemporary stakeholder management in projects, with a specific emphasis on the transformative role of digitalization. A qualitative approach involving systematic literature reviews and case study analysis is used to investigate the practical application of digital technologies, such as augmented reality and digital twins, in stakeholder management and engagement.

The selected case studies focus on rehabilitation projects and illustrate how integrating digital technologies facilitates stakeholder engagement and promotes more effective value creation. Tools like augmented reality and virtual reality have digitally represented project deliverables, increasing stakeholder buy-in and engagement. These technologies have enabled more complex discussions of ideas and expectations, adding depth to stakeholder management.

The study highlights an evolution in stakeholder management from a controlling approach to one focused on value and collaboration facilitated by digitalization. However, the theoretical understanding of the interaction between digital infrastructure and stakeholder management requires further development. This academic analysis demonstrates the potential of digitization as a disruptive element in project stakeholder management, particularly in the construction sector, and emphasizes the need for further theoretical integration between stakeholder theory and digitization.

Keywords: Stakeholder Management; Digitalization; Augmented Reality; Digital Gamification; Construction Projects.

Transformación Digital en la Gestión de Interesados: Lecciones Aprendidas en Proyectos de Rehabilitación

Esta comunicación aborda la gestión de interesados en proyectos y el impacto transformador de la digitalización. Utilizando un enfoque cualitativo, que incluye revisiones sistemáticas de literatura y estudios de caso, se explora cómo tecnologías como la realidad aumentada y los gemelos digitales pueden aplicarse para mejorar la gestión y el compromiso de los interesados.

En proyectos de rehabilitación seleccionados como casos de estudio, la integración de tecnologías digitales ha facilitado la participación de los interesados y ha permitido una creación de valor más efectiva. La realidad aumentada y la realidad virtual han servido para representar los entregables del proyecto en el mundo digital, aumentando la aceptación y el compromiso de los interesados. Estas tecnologías han abierto nuevas dimensiones en la gestión de interesados, permitiendo una discusión más rica y compleja de ideas y expectativas.

El estudio resalta una evolución en la gestión de interesados, desde un enfoque controlador hacia uno centrado en el valor y la colaboración, impulsado por la



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

digitalización. Sin embargo, se identifica la necesidad de una mayor comprensión teórica sobre la interacción entre la infraestructura digital y la gestión de interesados.

Palabras clave: Gestión de Interesados; Digitalización; Realidad Aumentada; Gamificación Digital; Proyectos de Construcción

Correspondencia: Carlos J. Pampliega García carlos.pampliega@pmi-mad.org

CONTENIDO

1. Introducción

En las últimas décadas, la gestión de proyectos en el ámbito de la arquitectura, ingeniería y construcción ha experimentado una evolución significativa, impulsada principalmente por el avance de la digitalización. Esta transformación digital ha redefinido el enfoque hacia la gestión de interesados, un componente crítico para el éxito de proyectos de rehabilitación.

Tradicionalmente, la gestión de interesados o stakeholders del proyecto se ha enfocado en identificar y satisfacer las necesidades de aquellos que impactan o son impactados por el proyecto (Freeman, 1984; Cleland, 1986). Sin embargo, la emergencia de tecnologías digitales como la realidad aumentada, la realidad virtual y la gamificación digital (Gheisari & Irizarry, 2016; Meža et al., 2015) ha presentado nuevas oportunidades para mejorar la participación y el compromiso de los interesados, permitiendo una creación de valor más integrada y eficiente (Wang et al., 2014).

Siguiendo la teoría de stakeholders de Freeman (1984, 2010), y considerando los desarrollos posteriores por Freeman et al. (2007) y Huemann et al. (2016), este estudio pretende examinar cómo la digitalización influye y transforma la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación. Se reconoce que, a pesar de los avances tecnológicos, existe una exploración limitada sobre cómo la infraestructura digital interactúa con la gestión de interesados, dejando un vacío en la comprensión teórica y la conexión entre la teoría de stakeholders y la digitalización (Lobo & Whyte, 2017; Whyte & Hartmann, 2017).

Este artículo se basa en el marco de investigación establecido por Kier y Huemann (2022), quienes argumentan que la digitalización puede actuar como un cambio radical en la gestión de interesados, facilitando nuevas formas de compromiso a través de tecnologías digitales. Al adoptar un enfoque cualitativo y a través del estudio de casos específicos de proyectos de rehabilitación, se busca responder a la pregunta de investigación: ¿Cómo afecta la digitalización a la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación?

Al integrar los conceptos de realidad aumentada, realidad virtual y gamificación con la infraestructura digital en proyectos de construcción, este estudio no solo pretende aportar al desarrollo teórico en el campo de la gestión de proyectos, sino también ofrecer perspectivas prácticas sobre cómo la digitalización puede mejorar la participación de los interesados y contribuir a la entrega exitosa de proyectos de rehabilitación.

2. Objetivos

El documento establece como objetivo principal explorar cómo la digitalización puede transformar la gestión de interesados en proyectos de construcción, con un enfoque específico en proyectos de rehabilitación. Este objetivo se alinea con las tendencias actuales en el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC, por sus siglas en inglés, *Architecture, Engineering and Construction*), donde la digitalización está redefiniendo los procesos y la participación de los stakeholders o interesados. La hipótesis subyacente sugiere que la integración de tecnologías digitales mejora significativamente la comunicación y colaboración entre los interesados, facilitando una gestión más eficaz y eficiente.

3. Casos de Estudio

La metodología propuesta en el documento implica un enfoque cualitativo, utilizando revisiones sistemáticas de la literatura y el análisis de casos de estudio específicos: la digitalización del patrimonio y la inclusión de los interesados mediante procesos participativos en el proyecto. De forma más desarrollada, se analiza cómo caso de estudio la obra de rehabilitación de la iglesia de Hormaza en Burgos en la que se utilizó la plataforma digital para control de obra y digitalización de la gestión de proyectos de construcción, CheckToBuild. Se han analizado otros casos de uso presentados al Congreso Rehabend 2020, Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management en los que se evidencia la utilidad de la tecnología en la gestión efectiva de los interesados del proyecto, así como el impacto de la gestión del patrimonio en las comunidades locales.

Cada caso proporciona un contexto único para examinar la aplicación y el impacto de la digitalización en la gestión de interesados dentro de proyectos de rehabilitación.

3.1 Participación Social en la Rehabilitación del Patrimonio: Implicaciones para la Gestión de Interesados

La metodología propuesta por Sève y colaboradores subraya la importancia de herramientas participativas y colaborativas en la planificación urbana y arquitectónica. Este enfoque se alinea con las teorías de gestión de interesados que enfatizan la inclusión de todas las voces en los procesos de toma de decisiones, especialmente en proyectos que afectan directamente a comunidades locales (Freeman, 1984). La taxonomía de herramientas de participación, que incluye tecnologías de información y comunicación, *urban sketching* y planificación táctica, facilita la interacción entre profesionales y la comunidad, promoviendo un urbanismo sostenible y participativo. Estas herramientas no solo fomentan la transparencia, sino que también permiten que los interesados se sientan más conectados y comprometidos con el proyecto, mejorando la calidad y la aceptación del mismo. (Sève et al., 2020)

Entre los ejemplos de participación social en proyectos de restauración, el proyecto de restauración del "Puente Viejo de Broto" ilustra un modelo efectivo de gestión de interesados mediante la implementación de un concurso de ideas y encuestas dirigidas a los residentes locales. (Febas, et al., 2020). Esta estrategia empodera a la comunidad, permitiéndoles tener un rol activo en la preservación de su patrimonio. Según Cleland (1986), la participación de los interesados no solo mejora la implementación del proyecto, sino que también incrementa la satisfacción general con los resultados finales. La inclusión de la comunidad en el proceso de diseño y toma de decisiones asegura que el proyecto final refleje los valores y necesidades locales, aumentando su sostenibilidad a largo plazo.

El estudio de Usobiaga y colaboradores sobre la restauración del Puerto Viejo de Pescadores de Algorta demuestra cómo la percepción de los habitantes puede ser crucial para la caracterización y protección de paisajes culturales. Este proceso de participación se conecta con los principios de la gestión de interesados al destacar la importancia de entender las perspectivas locales y las identidades culturales, como lo sugiere Freeman en sus teorías sobre la teoría de los interesados. Integrar estas percepciones en las estrategias de conservación no solo respeta la autenticidad del lugar, sino que también promueve un enfoque más inclusivo y representativo en la gestión del patrimonio cultural. (Usobiaga et al., 2020)

3.2 Nuevas Tecnologías y Difusión del Patrimonio: Avances y Aplicaciones en la Rehabilitación

Las innovaciones como la realidad aumentada, los gemelos digitales, y herramientas como Cloud Compare o Sketchfab están revolucionando la manera en que interactuamos y preservamos el patrimonio cultural. Estas tecnologías mejoran la comprensión y accesibilidad del patrimonio al mismo tiempo que promueven una participación más activa y educativa del público.

La utilización de la realidad aumentada y los gemelos digitales facilita una visión más dinámica y accesible del patrimonio. Por ejemplo, el proyecto de reconstrucción virtual del viejo puente levadizo de Piran en Eslovenia ilustra cómo, a pesar de la demolición física, el patrimonio puede ser preservado y experimentado virtualmente. Utilizando tecnologías como SketchUp y la realidad mixta, los investigadores no solo reconstruyeron virtualmente el puente, sino que también simularon su mecanismo de elevación, proporcionando una herramienta educativa y de difusión sin precedentes de este artilugio referente ende su época. (Kuhta, et al., 2020)

La reconstrucción en 3D del sitio Marinids en la zona arqueológica de Chellah es otro ejemplo destacado. Este proyecto utilizó la fotogrametría y drones para crear un modelo tridimensional detallado del sitio, permitiendo a los arqueólogos y conservacionistas examinar y planificar restauraciones con una precisión que antes era imposible. Este tipo de documentación digital no solo ayuda en la restauración física, sino que también sirve como una valiosa herramienta de difusión y educación. (Simou et al., 2020)

La visualización secuencial de la información generada en un proyecto de rehabilitación a través de HBIM (Modelado de Información de Edificios Históricos) ofrece un enfoque innovador para la gestión y mantenimiento del patrimonio. Por ejemplo, en el caso del Palacio Riva-Herrera, HBIM permitió no solo recrear el estado original y restaurado del edificio sino también facilitar la supervisión continua y la gestión del proyecto a lo largo del tiempo. Esta tecnología proporciona una plataforma dinámica para visualizar las transformaciones del patrimonio y asegurar que las intervenciones se alineen con las necesidades y valores históricos. (Carrasco et al., 2020)

La integración de nuevas tecnologías en la difusión del patrimonio cultural no solo está transformando la forma en que comprendemos, conservamos y valoramos nuestros bienes culturales, sino que también está redefiniendo la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación y conservación patrimonial. Al facilitar una visualización más dinámica y detallada de los bienes culturales, herramientas como la realidad aumentada, los gemelos digitales y la fotogrametría permiten a los interesados —desde académicos hasta la comunidad local— participar de manera más efectiva y educativa en la conservación del patrimonio.

La aplicación de HBIM en la gestión del patrimonio, como se ve en el caso del Palacio Riva-Herrera, ilustra cómo la tecnología puede servir para alinear los proyectos de rehabilitación con las expectativas y valores de los interesados, manteniendo la integridad histórica y cultural del patrimonio. Este alineamiento es crucial para la aceptación y el éxito a largo plazo de los proyectos de conservación, tal como sugiere Cleland (1986) al destacar la importancia de una gestión efectiva de interesados para el éxito de los proyectos.

En última instancia, estas tecnologías emergentes son herramientas poderosas que pueden ayudar a transformar la gestión de interesados en la conservación del patrimonio, asegurando que todos los intereses se consideren y se valoren adecuadamente en el proceso de preservación.

3.3 Optimización y desafíos en la Rehabilitación Patrimonial: la plataforma CheckToBuild para Gemelos Digitales

Dentro del amplio espectro de la transformación digital en la gestión de proyectos de rehabilitación, el uso innovador de CheckToBuild para la creación de gemelos digitales mediante fotogrametría y escaneo 3D es un ejemplo valorado exitosamente por el sector.

CheckToBuild es una plataforma digital integrada diseñada para mejorar la gestión de proyectos de construcción mediante la adopción de herramientas digitales avanzadas. Utiliza Modelado de Información de Construcción (BIM), tecnologías de captura de realidad e inteligencia artificial para proporcionar control de calidad en tiempo real, monitoreo de progreso y documentación de proyectos. La plataforma busca optimizar los flujos de trabajo, reducir retrabajos y demoras, y mejorar los procesos de toma de decisiones proporcionando información actualizada y datos precisos para contratistas generales, subcontratistas y propietarios de proyectos.

Es por ello, que este avance tecnológico puede ser aplicado de forma concreta a la conservación y documentación de patrimonios históricos y culturales presentando una nueva dimensión en la gestión de interesados, adaptando la gestión de proyectos a la era digital.

La documentación patrimonial tradicional se enfrenta a limitaciones significativas en términos de precisión, accesibilidad, y eficiencia temporal. La integración de la tecnología de gemelo digital mediante CheckToBuild propone una solución eficaz a estos desafíos, ofreciendo un método detallado y eficiente para la conservación, restauración, y compartición accesible de elementos patrimoniales (Check to Build, n.d.).

La metodología de fotogrametría y escaneo 3D permite la creación de modelos tridimensionales altamente precisos y detallados, transformando la manera en que se conserva y restaura el patrimonio. Este enfoque no solo facilita una documentación más exhaustiva, sino que también mejora la gestión de interesados, proporcionando una herramienta accesible y colaborativa para la visualización y análisis del patrimonio (Azhar, 2011; BIM Task Group, 2011).

La adopción de gemelos digitales a través de CheckToBuild tiene implicaciones profundas en la gestión de interesados dentro de los proyectos de rehabilitación patrimonial. Proporciona una base para una participación más inclusiva y una colaboración efectiva entre conservadores, arquitectos, educadores, turistas y la comunidad en general. Este enfoque digital abre nuevas vías para el compromiso de los interesados, permitiendo una interacción en tiempo real y una difusión más amplia del patrimonio cultural (Gardner, 2019; Gheisari & Irizarry, 2016).

Este caso de estudio ilustra un avance técnico en la documentación y conservación patrimonial sino también una evolución en la práctica de la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación. Al brindar una solución a los desafíos históricos de la conservación patrimonial, el uso de CheckToBuild y la tecnología de gemelo digital resalta la intersección entre la innovación tecnológica y la gestión estratégica de proyectos (Freeman, R. E., 1984; Huemann, M., Eskerod, P., & Ringhofer, C., 2016).

Los casos de uso de la plataforma CheckToBuild en proyectos de rehabilitación patrimonial mejoran los métodos de conservación y documentación y enriquece la gestión de interesados, alineándose con los objetivos estratégicos de transformación digital en la gestión de proyectos.

3.4 Implementación de Gemelos Digitales de CheckToBuild en la Rehabilitación de la Iglesia Parroquial de Hormaza

El proyecto de rehabilitación de la Iglesia Parroquial de Hormaza representó un desafío significativo en términos de precisión y respeto por el patrimonio histórico. La

implementación de CheckToBuild se centró inicialmente en superar los obstáculos técnicos asociados con la digitalización de un espacio con tanta riqueza arquitectónica y escultórica. Se adoptó un enfoque innovador utilizando la cámara Lidar de dispositivos móviles, facilitando la creación de un gemelo digital accesible sin requerir el uso de drones o escáneres láser convencionales reservados para obras de mayores dimensiones.

La posibilidad de utilizar dispositivos como teléfonos móviles o tabletas convencionales que tuvieran una cámara Lidar ha democratizado la tecnología de gemelos digitales, permitiendo su aplicación en el interior de la iglesia y haciendo el proceso más inclusivo y menos costoso. La comparación del modelo BIM planificado con el estado real de la construcción, a través de esta tecnología, permitió identificar discrepancias y necesidades de cambio, mejorando así la precisión del proyecto.

Uno de los principales desafíos fue la representación fiel de los elementos arquitectónicos y escultóricos en el modelo BIM. La abstracción de la realidad al modelo a veces resultó excesiva, omitiendo detalles críticos como rejas o elementos escultóricos, que son fundamentales en la rehabilitación patrimonial. Los muros reales desplomados y otros elementos no verticales presentaron dificultades adicionales, ya que no coincidían con el modelo simplificado.

Para abordar estas dificultades, se requería un esfuerzo extra por parte de los técnicos para realizar un levantamiento perfecto desde el principio, marcando las desviaciones críticas y validando o descartando las pequeñas imperfecciones típicas de la rehabilitación. Este proceso crítico aseguró el respeto por la realidad y la integridad del patrimonio arquitectónico.

La inspección final del gemelo digital proporcionó un comparativo detallado identificando las discrepancias entre el modelo BIM y la realidad. La utilización del archivo IFC para documentar las fases del proyecto permitió una gestión efectiva del progreso y una comparación precisa con lo planificado. Al definir claramente las fases y subfases del proyecto, y al asignar un porcentaje del presupuesto total a cada fase, se facilitó una supervisión detallada del avance de la construcción.

Al hacer clic en elementos específicos (como pilares), la plataforma mostraba las desviaciones, permitiendo determinar si una desviación era crítica o simplemente un error en el modelo IFC. Este nivel de detalle y supervisión no solo mejoró la calidad del proyecto, sino que también optimizó la toma de decisiones, al permitir ajustes en tiempo real basados en la evolución documentada de cada elemento a lo largo de las distintas inspecciones.

Durante el proyecto de rehabilitación de la iglesia parroquial de Hormaza, se descubrió una antigua escalera oculta dentro del lienzo sur del templo, una estructura que se presumía proporcionaba acceso al coro o a alguna estancia superior y que se encontraba ahora tapiada y olvidada. Este hallazgo, no documentado ni mencionado en la bibliografía existente sobre el templo, presentó una oportunidad única para integrar tecnologías de gemelos digitales en la preservación del patrimonio.

La implementación de la tecnología de gemelos digitales mediante el uso de cámaras Lidar en dispositivos móviles permitió la creación de un gemelo digital de la escalera, facilitando así su documentación completa y detallada. Este proceso recuperó un espacio hasta entonces perdido, poniendo en valor una parte del templo que se desconocía. La capacidad de visualizar este espacio oculto y compartirlo digitalmente transformó un desafío arquitectónico en una oportunidad para enriquecer el patrimonio cultural de Hormaza.

La accesibilidad y la naturaleza visual del gemelo digital posibilitaron compartir el descubrimiento con la comunidad local y otros interesados a través de la web, permitiendo el acceso virtual al espacio redescubierto. La posibilidad de experimentar el espacio mediante realidad virtual ofrece una experiencia inmersiva, devolviendo virtualmente a los vecinos un

fragmento de su historia y patrimonio. Este enfoque democratiza el acceso al patrimonio cultural, alineándose con la literatura que resalta la importancia de la tecnología en la mejora de la gestión de interesados y la comunicación dentro de proyectos de construcción y rehabilitación (Aragón, López, & Vázquez, 2021; Gardner, 2019).

El descubrimiento y la digitalización de la escalera oculta ilustran cómo la implementación de tecnologías de gemelos digitales puede facilitar la gestión documental y las comunicaciones con los interesados directos del proyecto. Y como consecuencia, involucrar a aquellos interesados más difíciles de alcanzar, como los vecinos y usuarios finales del templo rehabilitado. Este enfoque refleja un cambio significativo en la gestión de proyectos de rehabilitación, donde la tecnología actúa como un puente entre el patrimonio y la comunidad, promoviendo un sentido de pertenencia y orgullo (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

La experiencia en el proyecto de rehabilitación de la Iglesia Parroquial de Hormaza ha demostrado que la tecnología de gemelos digitales, específicamente a través de plataformas como CheckToBuild, puede transformar significativamente la manera en que se abordan los proyectos de rehabilitación arquitectónica. La capacidad de integrar feedback de la comunidad local y adaptar el proyecto según las necesidades reales ha resultado en un resultado exitoso que refleja un profundo respeto por el patrimonio y mejora la toma de decisiones a través de una supervisión y documentación exhaustiva.

La experiencia en el proyecto de rehabilitación de Hormaza demuestra el potencial de las tecnologías de gemelos digitales para revelar, documentar y valorizar elementos patrimoniales ocultos o desconocidos. La capacidad de compartir estos descubrimientos de manera accesible y visual no solo mejora la gestión del proyecto y la toma de decisiones, sino que también fomenta una participación comunitaria más amplia y profunda. La tecnología, por lo tanto, no solo sirve como una herramienta para la preservación del patrimonio sino también como un medio para reconectar a las comunidades con su historia y cultura, enriqueciendo así el tejido social y cultural del lugar.

Sin embargo, un análisis crítico de este caso arroja dificultades de uso de estas herramientas de control de proyectos de construcción mediante gemelos digitales y BIM en obras de rehabilitación. La naturaleza intrínsecamente compleja y única de cada patrimonio significa que hay una mayor incidencia de discrepancias y desviaciones debido a errores o imperfecciones en la realidad, que pueden manifestarse como falsas alarmas en la plataforma. Este fenómeno complica la creación de modelos BIM precisos directamente a partir de nubes de puntos, ya que la detección automática de elementos puede generar numerosas alertas que no siempre corresponden a errores reales.

La utilización de técnicas avanzadas, como el *deep learning*, para filtrar y eliminar elementos extraños capturados durante el escaneo digital es una vía prometedora para mejorar la precisión de los gemelos digitales. Sin embargo, la eficacia de estas tecnologías aún está en proceso de ser plenamente demostrada en el contexto de la rehabilitación patrimonial.

El proyecto de Hormaza ha influido significativamente en la evolución de CheckToBuild, especialmente en lo que respecta al proceso de supervisión. La experiencia ha demostrado que la fase de supervisión es crítica, y, por lo tanto, ha llevado a un cambio en la forma en que se contrata y utiliza la plataforma. La inclusión de informes detallados de supervisión, planos con desviaciones, y una cronología de inspecciones ha mejorado la capacidad de los usuarios para gestionar y documentar el progreso del proyecto de manera efectiva.

Aunque estas mejoras han reforzado el valor de CheckToBuild como herramienta de supervisión, también han planteado preguntas sobre si la plataforma pone demasiado énfasis en las desviaciones como errores de construcción, en lugar de proporcionar una

evaluación más holística del proyecto, incluyendo aspectos como el cronograma y el rendimiento general.

4. Resultados

La implementación de gemelos digitales mediante plataformas como CheckToBuild ha marcado un punto de inflexión en la comunicación dentro de los proyectos de construcción. La literatura existente sugiere que la transparencia y la precisión en la comunicación de información son cruciales para la gestión eficaz de interesados en cualquier proyecto (Aragón, López, & Vázquez, 2021). En este contexto, los gemelos digitales han servido como catalizadores, transformando la naturaleza bidimensional de la comunicación en una experiencia tridimensional e interactiva.

La posibilidad de visualizar de manera precisa el progreso y los detalles del proyecto en tiempo real ha minimizado las ambigüedades y malentendidos que tradicionalmente plagaban la comunicación entre arquitectos, ingenieros, constructores y clientes. La utilización de esta tecnología ha facilitado una comprensión común y ha alineado las expectativas de todos los interesados, como lo demuestra la investigación de Gheisari y Irizarry (2016), quienes destacan la capacidad de las herramientas digitales para mejorar la colaboración y la comunicación en proyectos de construcción.

La implementación de gemelos digitales de CheckToBuild ha tenido un impacto significativo en la toma de decisiones dentro de los proyectos de construcción. La capacidad para simular diferentes escenarios y visualizar las consecuencias de diversas decisiones antes de que se implementen en el mundo real ha proporcionado una poderosa herramienta para la gestión de proyectos. Este enfoque proactivo ha permitido identificar y mitigar riesgos potenciales, optimizar recursos y adaptar los planes de construcción para maximizar la eficiencia y minimizar los costos.

Además, la accesibilidad de los datos en tiempo real ha permitido una toma de decisiones basada en información actualizada y precisa, eliminando muchas de las conjeturas y suposiciones que anteriormente complicaban este proceso. Como señalan Eastman, Teicholz, Sacks, y Liston (2011), la adopción de tecnologías de información avanzadas, como BIM y los gemelos digitales, contribuye a una mejor planificación, diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones, evidenciando un claro retorno de inversión a través de la reducción de errores y la eficiencia mejorada.

La literatura académica también resalta cómo los gemelos digitales facilitan una mayor integración de los interesados, al permitir que participen activamente en el proceso de toma de decisiones (Gardner, 2019). Esta colaboración incrementada no solo mejora la calidad del proyecto, sino que también aumenta la satisfacción del cliente y la aceptación del proyecto, al hacer que los interesados se sientan parte integral del proceso de construcción desde su concepción hasta su finalización.

Los resultados de la implementación de gemelos digitales de CheckToBuild en proyectos de construcción subrayan un avance significativo tanto en la comunicación con los interesados como en la mejora de la toma de decisiones. La capacidad de esta tecnología para proporcionar visualizaciones detalladas y en tiempo real del proyecto ha revolucionado la forma en que los interesados interactúan y colaboran, alineando de manera efectiva las expectativas y facilitando un entorno de trabajo más cohesivo y eficiente. Estos avances destacan el valor de los gemelos digitales como herramienta de gestión de proyectos, y ofrecen una dirección prometedora para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la construcción y la gestión de interesados.

El enfoque en la digitalización dentro de la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación es especialmente pertinente dado el creciente interés en la sostenibilidad y la

conservación del patrimonio arquitectónico. Este estudio contribuye al cuerpo existente de conocimiento al proporcionar un análisis en profundidad de cómo las tecnologías digitales pueden ser aprovechadas para mejorar la participación de los interesados y los resultados de los proyectos, particularmente en el contexto de la rehabilitación. Además, al identificar brechas en la comprensión teórica actual, el estudio establece una base para futuras investigaciones sobre la interacción entre la infraestructura digital y la gestión de interesados.

5. Conclusiones

Este estudio ha explorado la intersección crítica entre la digitalización y la gestión de interesados en proyectos de rehabilitación patrimonial, destacando cómo las tecnologías emergentes como los gemelos digitales, la realidad aumentada y la fotogrametría pueden transformar significativamente tanto la ejecución como la percepción de estos proyectos. A través de una serie de estudios de caso, hemos demostrado que la implementación de estas tecnologías no solo mejora la precisión y la eficiencia en la conservación del patrimonio, sino que también facilita una participación más inclusiva y educativa de los interesados.

La digitalización permite una comunicación más clara y eficiente, un elemento esencial para la gestión exitosa de interesados, que puede conducir a una toma de decisiones más informada y colaborativa. Además, la capacidad de estas tecnologías para visualizar de forma interactiva y detallada los cambios y necesidades del proyecto realza su valor, haciendo de la gestión del patrimonio una tarea más accesible y atractiva para todos los interesados, desde profesionales hasta la comunidad local.

En particular, el uso de plataformas como CheckToBuild en la rehabilitación de la Iglesia Parroquial de Hormaza ha mostrado cómo la digitalización puede integrar a la comunidad local y otros interesados de manera más efectiva. La capacidad de estas tecnologías para proporcionar visualizaciones detalladas y en tiempo real ha permitido a los interesados comprender mejor las implicaciones de las decisiones de proyecto, promover un mayor consenso y reducir los conflictos. Además, la utilización de herramientas digitales ha facilitado una comunicación más clara y eficiente, asegurando que todas las partes involucradas estén informadas y comprometidas con los objetivos del proyecto.

Esta transformación digital no solo ha mejorado la ejecución de los proyectos de rehabilitación, sino que también ha fortalecido el sentido de pertenencia y participación de la comunidad, alineándose con las tendencias actuales en el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC).

Al mismo tiempo, se descubren retos y obstáculos que aparecen derivados del mayor nivel de detalle y precisión que disfrutamos gracias a estas tecnologías. Futuras líneas de investigación pueden facilitar cómo resolver estos retos por medio de la IA.

5.1 Futuras investigaciones sobre Integración Avanzada de IA en la Gestión de Interesados: Conexiones con BIM, VR y Plataformas de Control de Obras

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión de interesados en proyectos de restauración patrimonial, particularmente a través de tecnologías como el Modelado de Información de Edificios (BIM), la Realidad Virtual (VR) y plataformas de control de obras como CheckToBuild, representa un avance revolucionario que transforma la dinámica tradicional de estos proyectos. Estas herramientas combinadas pueden mejorar significativamente la precisión, la eficiencia y la inclusividad en la gestión de interesados.

El BIM, ya esencial en la planificación y gestión de proyectos de construcción y restauración, se ve enormemente enriquecido con la integración de IA. La IA puede automatizar y optimizar la extracción de información relevante de los modelos BIM para diferentes interesados, proporcionando datos personalizados que mejoran la toma de decisiones y la comunicación. Por ejemplo, la IA puede analizar modelos BIM para prever problemas de compatibilidad o integridad estructural antes de que se ejecuten físicamente, facilitando una gestión proactiva del proyecto y minimizando retrasos y costos.

La Realidad Virtual, utilizada para la visualización inmersiva de proyectos de restauración, se transforma con IA para ofrecer experiencias más interactivas y educativas. La IA puede enriquecer estos entornos virtuales con datos en tiempo real extraídos de BIM, permitiendo a los interesados explorar diferentes escenarios de restauración y entender mejor las implicaciones de sus decisiones. Esto no solo mejora la participación y la satisfacción del interesado, sino que también facilita la resolución colaborativa de problemas y la planificación del proyecto.

Plataformas como CheckToBuild, que ofrecen supervisión y control en tiempo real de los proyectos de construcción, pueden integrar IA para analizar y predecir tendencias, identificar desviaciones y ofrecer recomendaciones automatizadas. La IA en estas plataformas puede procesar grandes cantidades de datos de sensores y cámaras en el sitio para monitorizar la conformidad con los planes de BIM y anticipar necesidades de ajustes o intervenciones, asegurando que los proyectos permanezcan en curso y dentro del presupuesto.

La investigación futura debe centrarse en cómo estas tecnologías pueden ser adaptadas y optimizadas para diferentes tipos de proyectos y comunidades, garantizando que los beneficios de la digitalización en la gestión de interesados sean accesibles a todos los niveles del campo de la restauración patrimonial.

REFERENCIAS

- Aragón, J. L., López, F. J., & Vázquez, A. (2021). Transformación Digital: Claves para la adaptación de la gestión de proyectos. *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, 12(1), 25-36.
- Agarwal, R., Chandrasekaran, S., y Sridhar, M., (2016) Imagining construction's digital future. McKinsey&Company. Obtenido el 19 de abril de 2023 de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
- Azhar, S. (2011) Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11 Issue 3
- BIM Task Group (2011) Handbook for the Introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector
- Carrasco, C., Lombillo, I., Peña, E., Sánche-Espeso, J. (2020). Sequential Visualization of the Information Generated in a Refurbishment Project Through HBIM 7D. Congreso Rehabend 2020 Construction Tethology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- Check to Build. (n.d.) Obtenido el 19 de abril de 2023 de <https://checktobuild.com/>
- Cleland, D. (1986). Project stakeholder management: A case study examining the preparation of a U.S. Environmental Protection Agency "air quality criteria document." *Project Management Journal*, 17(4), 36–44.

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011) BIM Handbook. A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Constructors. -second Edition. Wiley. New Jersey.
- Febas, J.L., Díez, J., Eguiluz, Z. The old bridge of Broto: longing of a people. Congreso Rehabend 2020 Construction Technology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- Freeman, R. E. (2010). Stakeholder theory: The state of the art. Cambridge University Press. Retrieved from <http://www.myilibrary.com?id=253644>.
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., & Wicks, A. C. (2007). Managing for stakeholders: Survival, reputation, and success. The Business Roundtable Institute for Corporate Ethics Series in Ethics and Leadership.
- Gardner, H. (2019). Artificial Intelligence and Project Management. *Harvard Business Review*, 97(5), 72-78.
- Gheisari, M., & Irizarry, J. (2016). Investigating human and technological requirements for successful implementation of a BIM-based mobile augmented reality environment in facility management practices. *Facilities*, 34(1–2), 69–84. <https://doi.org/10.1108/F-04-2014-0040>.
- Goulding, J. S., Rahimian, F. P., & Wang, X. (2014). Virtual reality-based cloud BIM platform for integrated AEC projects. *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 308–325. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84927510857&partnerID=40&md5=620670f300ac7530513e48af57982823>.
- Harden, A., & Thomas, J. (2010). Mixed methods and systematic reviews: Examples and emerging issues. En A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *The SAGE Handbook of mixed methods in Social & behavioral research* (2nd ed.), (pp. 749–774). SAGE Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4135/9781506335193.n29>.
- Huemann, M., Eskerod, P., & Ringhofer, C. (2016). Rethink! Project stakeholder management. Project Management Institute. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1244312>.
- Jaradat, S., Whyte, J., & Luck, R. (2013). Professionalism in digitally mediated project work. *Building Research and Information*, 41(1), 51–59. <https://doi.org/10.1080/09613218.2013.743398>.
- Kier, C. and Huemann, M.: Digitalization as a Game Changer in Project Stakeholder Management. International Research Network on Organizing by Projects [IRNOP] 2018.
- Kutta, M., Humar, G., Reblj, D. Virtual Rebuilding of the old demolished drawbridge of Piran. Congreso Rehabend 2020 Construction Tethology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- Lobo, S., & Whyte, J. (2017). Aligning and reconciling: Building project capabilities for digital delivery. *Research Policy*, 46(1), 93–107. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.10.005>.
- López, R., & García, M. (2019). Inteligencia Artificial en la construcción: estado del arte y perspectivas. *Revista de Ingeniería Civil*, 17(2), 56-63.
- Marnewick, C., & Marnewick, A. (2022). Digitalization of project management: Opportunities in research and practice. *Project Leadership and Society*, 3.
- Martinelli, R., Dragan Z. Milosevic, D. Z., (2020). Project Management ToolBox. Tools and Techniques for the Practicing Project Manager. Wiley
- McGraw Hill Construction (2014) The Business Value of BIM for Owners. Smart Market Report.
- Meredith, J. (1998). Building operations management theory through case and field research. *Journal of Operations Management*, 16(4), 441–454. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00023-0).

- Nieto-Rodriguez, A. & Viana, R., (2023) How AI Will Transform Project Management. Harvard Business Review. Obtenido el 19 de abril de 2023 de <https://hbr.org/2023/02/how-ai-will-transform-project-management>
- Oesterreich, T., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83.
- Rüppel, U., & Schatz, K. (2011). Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations. *Advanced Engineering Informatics*, 25(4), 600–611. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.08.001>.
- Sève, B. Redondo, E., Millan, A., Sega, R., The urban transformation as a collective creation: Bottom-up and participative tools taxonomy for urbanists and architects. Congreso Rehabend 2020 Construction Tethology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- Simou, S., Baba, K., Tajayouti, M., Jemmal, M., Nounah, A., Aarab, A. 3D Reconstruction of the Marinids site located at Chellah Archaeological Area. Congreso Rehabend 2020 Construction Tethology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- Succar, B. (2009). Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.
- Usobiaga, E. Zubiaga, M. Urra, S. Revilla, I. Cultural landscape characterization based on the perception of its inhabitants: Algorta's old fishing port. Congreso Rehabend 2020 Construction Tethology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. Granada, 2020.
- vom Brocke, J., & Lippe, S. (2015). Managing collaborative research projects: A synthesis of project management literature and directives for future research. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1022–1039. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.001>.
- Yan, W., Culp, C., & Graf, R. (2011). Integrating BIM and gaming for real-time interactive architectural visualization. *Automation in Construction*, 20(4), 446–458. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.013>.
- Zhao, X., Feng, Y., Pienaar, J. & O'Brien D., (2017) Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects. *Architectural Science Review*, 60 – Issue 6
- Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (4th ed.). Applied Social Research Methods Series: Vol. 5. SAGE.

COMUNICACIÓN ALINEADA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

