

Application of the digital twin in the after-sales of multifamily homes to improve the quality dossier of technical common areas

Hans Contreras Rodríguez, Bachiller de Ingeniería Civil¹, Erika Meza Alarcon, Bachiller de Ingeniería Civil² y Jorge De la Torre Salazar, Magister de Ingeniería Civil³

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201824133@upc.edu.pe

²Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201617378@upc.edu.pe

³Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, pccijdel@upc.edu.pe

Abstract— In this study, the application of the virtual model was carried out in the post-sales phase of a multifamily housing project, specifically in technical common areas. A virtual model was developed to improve the quality dossier. In addition, an analysis was carried out with the expert judgment tool to identify the main problems in traditional after-sales, highlighting the importance of implementing digital in this service and the relevant restrictions to consider during its implementation. The results obtained from the expert judgment revealed that customer dissatisfaction with the traditional after-sales management system is a significant problem for more than 80% of the experts. The implementation of the virtual after-sales system presented various benefits, such as improving the quality of information, improving the resolution of complaints and facilitating the interaction between all parties involved. As a result, a decrease in the number of complaints from customers, an improvement in the quality dossier and greater satisfaction with the service provided was observed.

Keywords— post-sales, real state, technical common area, digital twin, quality dossier.

Aplicación del gemelo digital en la postventa de viviendas multifamiliares para mejorar el dossier de calidad de las áreas comunes técnicas

Application of the digital twin in the after-sales of multifamily homes to improve the quality dossier of technical common areas

Hans Contreras Rodríguez, Bachiller de Ingeniería Civil¹, Erika Meza Alarcon, Bachiller de Ingeniería Civil² y Jorge De la Torre Salazar, Magister de Ingeniería Civil³

¹Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201824133@upc.edu.pe

²Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, U201617378@upc.edu.pe

³Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, pccijdel@upc.edu.pe

Resumen— En este estudio, se realizó la aplicación del modelo virtual en la fase de postventa de un proyecto de vivienda multifamiliar, específicamente en áreas comunes técnicas. Se desarrolló un modelo virtual para mejorar el dossier de calidad. Además, se realizó un análisis con la herramienta juicio de expertos para identificar los principales problemas en la postventa tradicional, destacando la importancia de implementarla digital en este servicio y las restricciones relevantes a considerar durante su implementación. Los resultados obtenidos del juicio de expertos revelaron que la insatisfacción del cliente con el sistema de gestión de postventa tradicional es un problema significativo para más del 80% de los expertos. La implementación del sistema de postventa virtual presentó diversos beneficios, como la mejora de la calidad de información, la mejora en la resolución de reclamos y la facilitación de la interacción entre todas las partes involucradas. Como resultado, se observó una disminución en el número de reclamos por parte de los clientes, una mejora del dossier de calidad y una mayor satisfacción con el servicio brindado.

Palabras claves— *postventa, inmobiliaria, área común técnica, gemelo digital, dossier de calidad.*

Abstract— In this study, the application of the virtual model was carried out in the post-sales phase of a multifamily housing project, specifically in technical common areas. A virtual model was developed to improve the quality dossier. In addition, an analysis was carried out with the expert judgment tool to identify the main problems in traditional after-sales, highlighting the importance of implementing digital in this service and the relevant restrictions to consider during its implementation. The results obtained from the expert judgment revealed that customer dissatisfaction with the traditional after-sales management system is a significant problem for more than 80% of the experts. The implementation of the virtual after-sales system presented various benefits, such as improving the quality of information, improving the resolution of complaints and facilitating the interaction between all parties involved. As a result, a decrease in the number of complaints from customers, an

improvement in the quality dossier and greater satisfaction with the service provided was observed.

Keywords— *post-sales, real state, technical common area, digital twin, quality dossier.*

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la construcción en el Perú ha atraído la atención de empresas internacionales. Ahora, las desarrolladoras de proyectos de viviendas multifamiliares se enfocan en mejorar la eficiencia y reducir costos, pero también en entender las necesidades y expectativas de los clientes. Esto incluye evaluar el nivel de satisfacción e insatisfacción de los usuarios finales [1]. La gestión de edificios desempeña un papel esencial en asegurar el funcionamiento efectivo de los edificios, ya que los costos asociados con el ciclo de vida pueden ser significativamente más altos, generalmente de cinco a siete veces, que los costos de inversión inicial. Sin importar las proporciones específicas, se reconoce la importancia de una gestión adecuada para garantizar el correcto funcionamiento de los edificios [2]. Se manifiesta que para mitigar los problemas por parte de los clientes es importante realizar un correcto seguimiento de postventa, ya que reduce los conflictos de relación con los clientes y orienta acciones de mejora que eviten la recurrencia de patologías [3]. Aunque las soluciones identificadas permiten mejorar la eficiencia de los procesos en el servicio postventa, no abordan la incorporación de tecnologías innovadoras que podrían potenciar aún más la calidad del servicio. Aplicar nuevas tecnologías mejora la eficiencia de la gestión de edificios [4]. La capacidad de innovación es fundamental para que una empresa destaque entre sus competidores y logre ventajas competitivas duraderas [5].

Actualmente, se utilizan diversas tecnologías para administrar la etapa de postventa en el sector inmobiliario. No obstante, persisten desafíos relacionados con la falta de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

información completa y la falta de integración, dado que los distintos softwares utilizados funcionan de manera independiente. Los autores expresaron que las empresas que operan en el área de construcción que siguen con enfoques de gestión obsoletos, no son capaces de poder responder o de adelantarse a eventos esperados [6]. Además, los gerentes de las instalaciones suelen tener que solicitar a los operarios información sobre los defectos, ya que no cuentan con un acceso directo a los datos necesarios en tiempo real. Esto evidencia las limitaciones de comunicación del enfoque tradicional y la insuficiente interoperabilidad de la información [7].

Los investigadores destacan la importancia de aplicar un Digital Twin para mejorar la integración de información en el sector de la construcción. Este enfoque permite una integración cohesiva de modelos, sensores y servicios, mejorada por la sincronización [8]. Según los autores, la implementación de un Digital Twin en los servicios de construcción conlleva mejoras significativas, al tiempo que promueve un mayor nivel de integración y automatización. Además, el uso de un Digital Twin facilita el acceso a datos completos del proyecto de construcción y proporciona información valiosa para su gestión. En un estudio de caso a gran escala, se proporciona información sobre la aplicabilidad, interoperabilidad e integrabilidad de los conceptos de Cognitive Digital Twin. Este estudio aborda el discurso actual sobre la incorporación e implementación de atributos cognitivos en los edificios [9].

La efectividad en la gestión de proyectos inmobiliarios se basa en la precisión y accesibilidad de los datos. Sin embargo, la gran cantidad de información dificulta el proceso de filtrar la información necesaria, lo que afecta negativamente la eficiencia. Como consecuencia, aumenta la complejidad y el tiempo dedicado a la búsqueda de documentos físicos [10].

Es crucial abordar estos desafíos con el fin de mejorar la calidad de información que se proporciona durante la etapa de postventa en el ámbito inmobiliario. La implementación de tecnologías y sistemas integrados de gestión de datos permite superar los problemas de interoperabilidad y mejorar tanto la precisión como la accesibilidad de la información [11]. Esto conlleva una gestión más eficiente de los defectos, una optimización de los recursos y una mayor satisfacción del cliente durante la etapa de postventa en el sector inmobiliario. Asimismo, el aporte de esta investigación es la aplicación de esta herramienta innovadora en la gestión de postventa para mejorar el dossier de calidad en un área común técnica. Al contar con información actualizada y precisa sobre la propiedad, los clientes pueden resolver cualquier problema o inquietud de manera eficiente. El resultado final será un modelo virtual 3D, interactivo y 360 inmersivo que mejorará la experiencia de los propietarios y optimizará la gestión postventa en el sector inmobiliario.

II. HERRAMIENTAS

A. Entorno construido

El término “entorno construido” se refiere a un conjunto de componentes físicos y construcciones que servirán de base para generar el modelo virtual en 3D, donde se duplicará el mismo entorno y todo lo asociado a él, como instalaciones, equipos y otros componentes. Es posible retratar edificios, calles, parques, transporte y cualquier otra estructura o espacio físico creado [12]. Para efectos de este estudio se utilizó la herramienta digital para lograr el levantamiento de entornos particulares de viviendas multifamiliares, como lo son las áreas comunes. La Figura 1 ilustra un cuarto de bombas de este tipo de proyectos.

B. Gemelo digital

El concepto de “Gemelo digital” es relativamente nuevo en la industria de la construcción y existen diversas definiciones en torno a este término. Por ejemplo, el Centro para la Construcción Digital de Gran Bretaña define un gemelo digital como una representación digital realista de una entidad física [13]. Boschert y Rosen expresan que un gemelo digital es esencialmente una recopilación de solo aquellos datos relevantes que pueden servir al propósito previsto de la creación de este [14]. Por último, Brilakis define al gemelo digital como la réplica digital de un activo físico construido [15]. El tamaño, la complejidad y la cantidad de detalles necesarios determinarán el equipo que se utiliza para capturar la realidad física del espacio. La Figura 2 muestra el escáner digital 3D 360° de la marca Matterport modelo Pro3, la cual fue usada para registrar la realidad del espacio común operativo y producir una réplica virtual del entorno. Lo cual permite generar una experiencia 3D, inmersiva 360 e interactiva.

C. Archivo digital

La información de los diversos entornos que formaban parte del proyecto los cuales fueron estructurados y combinados en el modelo virtual para crear el modelo virtual se correlaciona con los datos digitales. Esta información se refiere a la fase post-construcción, que se utiliza para llevar a cabo inspecciones, confirmar el estado de los entornos, y desarrollar planes de emergencia en caso de que estos espacios tengan fallos en su construcción. Los diferentes archivos digitales que se recogieron del entorno seleccionado se muestran en la Figura 3.



Figura 1. Cuarto de bombas



Figura 2. Matterport Pro3

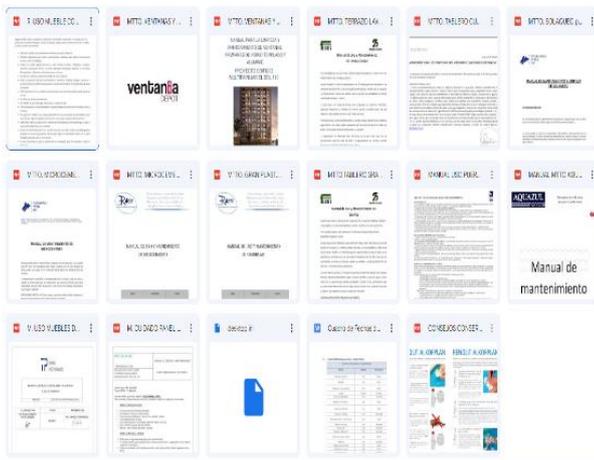


Figura 3. Documentos técnicos en archivos digitales

D. Indicadores de medición

Los indicadores de medición son herramientas fundamentales para la toma de decisiones, utilizadas para evaluar el rendimiento, el progreso o el éxito de un proyecto, un proceso o cualquier actividad específica. Los indicadores de medición presentados en la Tabla 1 ayudarán a la evaluación de la viabilidad de la aplicación del gemelo digital en el área de postventa.

Tabla 1. Indicadores de medición

Indicador	Unidad de Medida	Rango	Meta	Descripción
Nivel de calidad de información	Escala Likert semafórico	No importante (1) Poco importante (2) Algo importante (3) Importante (4) Muy importante (5)	(4) y (5)	Percepción por parte de la inmobiliaria respecto al conocimiento del cliente sobre aspectos técnicos del inmueble
Niveles de satisfacción del cliente	Escala Likert semafórico	No importante (1) Poco importante (2) Algo importante (3) Importante (4) Muy importante (5)	(4) y (5)	Conocer la valoración del servicio de postventa por parte del cliente

E. Juicio de expertos

El juicio de expertos es una herramienta que se usa para confirmar la confiabilidad de una investigación, siendo descrita como la perspectiva fundamentada de individuos con experiencia en el campo, capaces de proporcionar información, evidencia, juicios y valoraciones [16].

III. METODOLOGÍA

El propósito de la metodología utilizada en este estudio es aplicar el concepto de modelo virtual con el fin de mejorar la integración de la información. Para llevar a cabo nuestra investigación, se establecieron cinco etapas con el objetivo de recopilar la información requerida, procesarla y desarrollar el modelo virtual.

A. Análisis del estado actual de la postventa inmobiliaria

Se realiza la búsqueda de información sobre la situación actual del servicio de postventa en las empresas inmobiliarias. Asimismo, se determina cuáles son los reclamos más frecuentes y la insatisfacción generada por parte de los clientes.

B. Selección del proyecto de vivienda multifamiliar

Se lleva a cabo la evaluación de viviendas multifamiliares identificando proyectos que presenten dificultades en la gestión postventa, en particular, aquellos que tengan información dispersa en distintas fuentes de datos y en diferentes formatos, tanto digitales como en papel. Una vez que hayamos identificado el proyecto, se solicitará la autorización para implementar la propuesta del modelo virtual en áreas comunes técnicas.

C. Obtención de datos

Para crear el modelo virtual, es necesario contar con los datos geométricos del entorno físico de un espacio común técnico, primero se realiza un levantamiento 3D y se procede a registrar y visualizar a través de la plataforma que realiza el procesamiento de los datos, lo cual varía en función de la cantidad de registros capturados para generar el modelo final.

D. Integración de la información

Después de generar el modelo virtual se lleva a cabo la edición correspondiente al modelo 3D incluyendo el recorrido 360 y la información interactiva. Se procede a ingresar la información recopilada del proyecto de vivienda multifamiliar, con el fin de tener toda la información necesaria y centralizada para el cliente.

E. Evaluación del caso de estudio

La evaluación por parte de expertos o juicio de expertos es fundamental para verificar la fiabilidad de un estudio, es por ello que se propone llevar a cabo una encuesta virtual la cual trata de facilitar el proceso para el investigador y para los jueces, respetando así los tiempos de cada uno [17]. A través de esta encuesta, se busca conocer los beneficios principales que el gemelo digital podría proporcionar, así como las posibles limitaciones o restricciones para su implementación en el área de postventa.

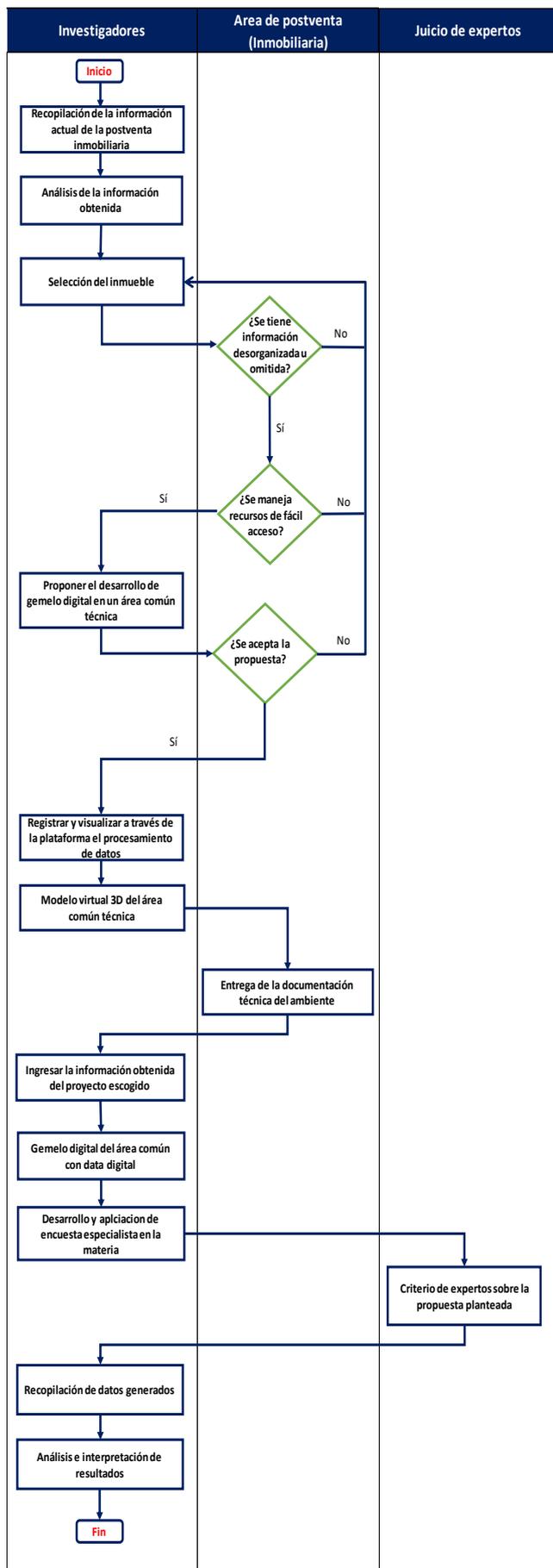


Figura 4. Flujograma de la metodología de investigación

F. Análisis de resultados

Se procede a analizar los resultados obtenidos de la encuesta, utilizando la herramienta Excel como medio para crear las gráficas necesarias. Estas gráficas permiten una visualización rápida y sencilla de los resultados.

IV. CASO DE ESTUDIO

El paso inicial fue seleccionar un proyecto de vivienda multifamiliar y solicitar los permisos correspondientes para el levantamiento de algunos de sus ambientes, en este caso el de un área común técnica. Una vez obtenido el permiso correspondiente, se procedió a realizar el levantamiento usando la cámara 3D Matterport Pro3 para obtener la información geométrica del espacio físico, mediante las capturas 3D realizadas con fotografías 4K, como se evidencia en la experiencia similar del caso de estudio realizado [18].

El ambiente donde se realizó el levantamiento corresponde a un área común técnica, específicamente al cuarto de bombas. Para ello se movió el escáner lentamente por el área a escanear, siguiendo el patrón de escaneo cada 2m aproximadamente. Se realizó este procedimiento hasta escanear toda el área y obtener información geométrica detallada de todo el entorno. Todos los puntos registrados por la cámara se cargan y estos datos se cargan en la nube de la plataforma. La plataforma realiza el procesamiento de los datos, lo cual puede variar en función de la cantidad de registros capturados durante el levantamiento, para generar el modelo final.

Una vez que se tuvo el modelo virtual del espacio físico, se procedió a crear puntos interactivos los cuales contienen la información técnica correspondiente al área de mantenimiento. Esta información se subió a la plataforma Google Drive para vincularla en estos puntos generando una experiencia interactiva en el modelo.

Finalmente, una vez incorporada la información técnica en los puntos interactivos, se tiene un modelo 3D fotorrealista del cuarto de bombas. Este modelo virtual permite tener un mejor entendimiento de las características de los ambientes a través de sus tres experiencias que se detallarán a continuación:

Experiencia 3D

La "experiencia 3D" obtenida al aplicar el gemelo digital en un área común técnica (ver Figura 5) implica la capacidad de visualizar y comprender de manera tridimensional y detallada los datos y procesos relacionados con ese espacio. Esto puede ser especialmente útil para la simulación, análisis y toma de decisiones, ya que proporciona una representación virtual precisa que puede ayudar en la comprensión y optimización de los elementos involucrados.



Figura 5. Experiencia 3D

Experiencia interactiva

La "experiencia interactiva" se refiere a la capacidad de los usuarios para realizar acciones específicas, explorar detalles y, en general, involucrarse directamente con el gemelo digital que representa el área común técnica. Esto puede mejorar significativamente la comprensión y la toma de decisiones, ya que las partes interesadas pueden interactuar de manera dinámica con la representación virtual, lo que permite una mayor participación y colaboración en la gestión y optimización del área (ver Figura 6).

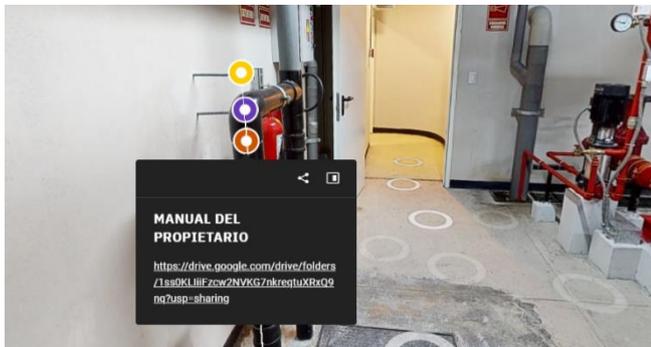


Figura 6. Experiencia interactiva

Experiencia 360 inmersiva

La "experiencia 360 inmersiva" significa que, al interactuar con el gemelo digital de un área común técnica, los usuarios pueden explorar el entorno simulado desde cualquier punto de vista, ya sea girando su punto de vista horizontal o verticalmente (ver Figura 7). Este enfoque es particularmente valioso dada que la comprensión detallada del espacio y la disposición de los elementos es esencial, mejorando significativamente la toma de decisiones al proporcionar una experiencia más rica y realista.



Figura 7. Experiencia 360 inmersiva

V. RESULTADOS

Como método de investigación se utilizó la herramienta de juicio de expertos para la evaluación de nuestro planteamiento. En donde contamos con un grupo de personas a las cuales se le solicitará que realicen un juicio de valor hacia investigación. Esta encuesta estuvo dirigida a especialistas relacionados con la gerencia de proyectos de construcción, con experiencia en proyectos inmobiliarios y

con conocimientos en el área de post venta. Por el cual se puede asegurar que las respuestas que se puedan obtener de las preguntas planteadas nos permitan obtener un mayor entendimiento en la etapa de post construcción, así como de la propuesta de solución dentro del servicio de postventa. Las preguntas realizadas en la encuesta se encuentran bajo la escala Likert semafórica. Se encuestó a un total de 10 expertos y los resultados fueron procesados y analizados por medio de gráficas circulares.

Por medio de la encuesta se pudo conocer al público objetivo, dentro de la información que se pudo recolectar encontramos los cargos profesionales que ocupan y los años de experiencia de los expertos. Para los cargos de los encuestados se dividieron en tres categorías y se muestra en la Figura 8. El 10% del total de encuestados tiene una categorización de cargo igual a "Asesor", el 30% "Gerente" y el 60% restante "Jefe". Además, en la Figura 9, se observa los años de experiencia de los especialistas, de los cuales el 10% tiene menos de 5 años de experiencia, el 50% del total de participantes cuentan con 5 a 10 años de trayectoria en el sector inmobiliario y el otro 40% tienen de 10 a 15 años relacionados en el rubro.

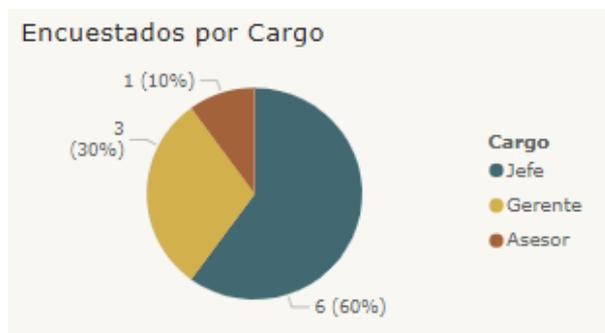


Figura 8. Información del cargo de los encuestados

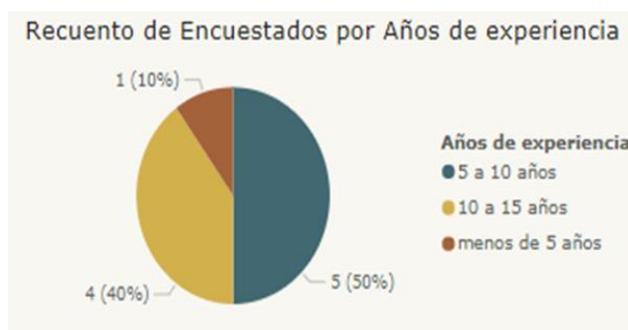


Figura 9. Años de experiencia de los encuestados

La encuesta se estructuró de la siguiente manera: La situación actual del área de post venta de proyectos inmobiliarios, el criterio de los expertos sobre las restricciones y los beneficios más relevantes al implementar el modelo virtual en el servicio de postventa.

A. Análisis de la situación actual del área de post venta de proyectos inmobiliarios

En la Figura 10 se muestra la recopilación de la opinión de los expertos acerca de los principales problemas que se

presentan en la postventa tradicional. En primer lugar, en cuanto a la insatisfacción del cliente, se muestra que el 60% lo considera "Algo importante", el 20% "Importante" y el 20% restante "Muy importante". Además, con respecto al deficiente sistema de resolución de reclamos, se observa que el 50% lo considera "Muy importante", el 40% "Importante" y el 10% "Algo importante". En relación a la inexistente área especializada en la postventa, el 60% lo considera "Muy importante", el 20% "Importante" y el otro 20% restante "Algo importante". Por otro lado, se muestra que respecto a un insuficiente presupuesto asignado a la postventa, el 60% estima que es "Importante", el 20% "Muy importante" y el otro 20% restante "Algo importante". En cuanto a la falta de información del proyecto, el 50% lo considera "Muy importante", el 30% "Importante" y el otro 20% "Algo importante".

B. Implementación de modelo virtual en el servicio de postventa

En la Figura 11 se centra en la perspectiva de los especialistas acerca de los beneficios de implementar modelo virtual en el servicio de postventa. En primer lugar, al centralizar la información de los espacios existentes para su disponibilidad, se observa en esta conexión que el 50% de los encuestados consideran que es "Muy importante", el 40% consideran que es "Importante" y un 10% consideran que es "Algo importante". Además, al permitir una comprensión más clara entre las partes interesadas, según se muestra en esta conexión, el 50% de los especialistas consideran que es "Importante", el 40% lo consideran "Muy importante" y un 10% lo consideran "Algo importante". En relación a mejorar la eficiencia en la resolución de reclamos, según se presenta en esta conexión, el 60% de los encuestados consideran que es "Muy importante", el 30% "Importante" y un 10% "Algo importante". Así mismo, el incremento de la satisfacción del cliente, de acuerdo con lo obtenido en la encuesta, el 50% de los expertos lo consideran "Muy importante", el 40% lo consideran "Importante" y un 10% lo consideran "Algo importante". En cuanto a generar una experiencia 3D, como se muestra en esta conexión, el 40% de los especialistas lo consideran "Muy importante", otro 40% consideran "Importante" y un 20% lo consideran "Algo importante". Por otro lado, al generar una experiencia 360 inmersiva, según se observa en esta conexión, el 40% de los encuestados lo consideran "Muy importante", el 40% lo consideran "Importante" y un 20% lo consideran "Algo importante". Por último, al generar una experiencia interactiva, el 40% de los encuestados lo consideran "Muy importante" y otro 40% "Importante", mientras que un 20% "Algo importante".

C. Restricciones al implementar modelo virtual en el área de postventa

De acuerdo con las restricciones más relevantes al implementar el modelo virtual en la postventa, según se muestra en la Figura 12. Los pocos estudios acerca de la herramienta virtual en la postventa inmobiliaria, el 60% de los especialistas consideran que es "Indispensable", el 30% lo consideran "Muy relevante" y un 10% lo consideran "Relevante". Además, se destaca la limitada cantidad de proveedores, donde el 40% de los encuestados consideran que es "Relevante", el 30% lo consideran "Indispensable" y

otro 30% lo consideran "Muy relevante". En relación a la poca inversión en nuevas tecnologías, el 60% de los especialistas lo consideran "Indispensable", el 30% lo consideran "Muy relevante" y un 10% lo consideran "Relevante". Asimismo, se menciona la resistencia al cambio, donde el 60% lo consideran "Indispensable", el 20% consideran que es "Muy relevante" y otro 20% lo consideran "Relevante". Por otro lado, se resalta la capacitación a los trabajadores en el uso de la herramienta digital, donde el 50% de los especialistas lo consideran "Indispensable", el 30% "Muy relevante" y un 20% "Relevante".

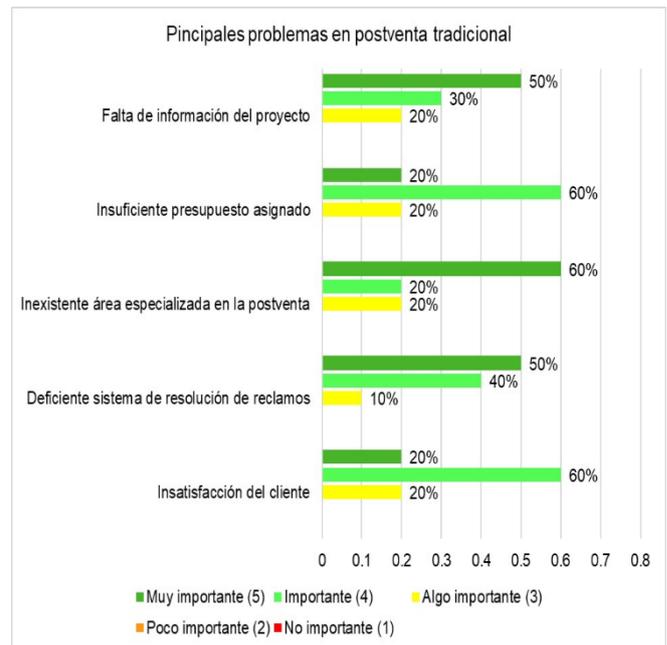


Figura 10. Principales problemas en postventa tradicional

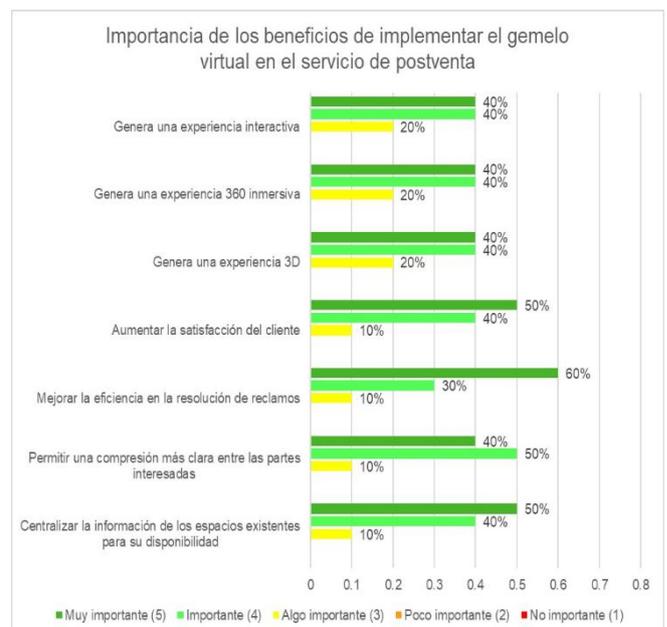


Figura 11. Importancia de los beneficios de implementar el modelo virtual en el servicio de postventa

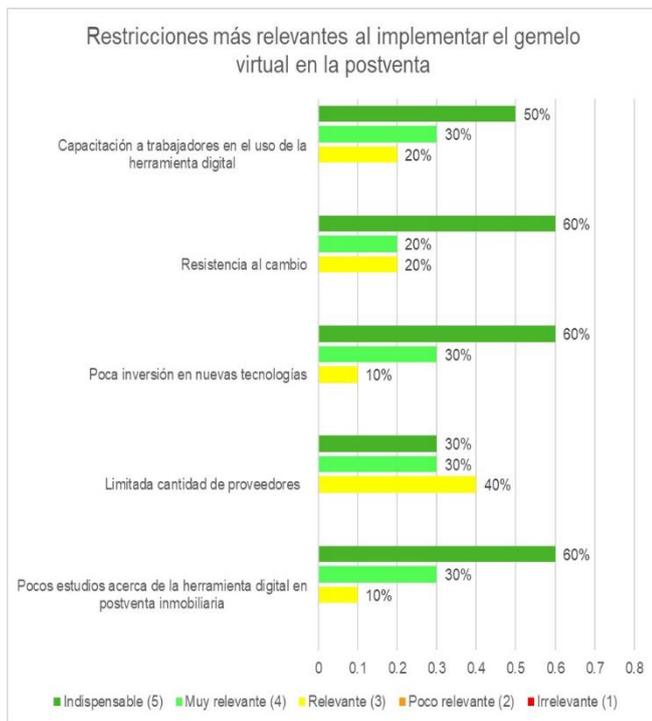


Figura 12. Restricciones más relevantes al implementar el modelo virtual en la postventa

VI. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Basándonos en las tres secciones en las que dividimos la encuesta y los resultados obtenidos de cada uno de ellos por medio del juicio de expertos que se llevó a cabo, se pueden exponer lo siguiente.

A. Análisis de la situación actual del área de post venta de proyectos inmobiliarios

El proceso de postventa tradicional implica que, para cualquier reclamo presentado por el cliente, se requiere llevar a cabo una inspección en el lugar, lo que puede generar pérdidas de tiempo y recursos económicos significativos en visitas técnicas y costos de administración. Esto se debe a que, en el sistema de postventa tradicional, es común que el encargado de postventa deba desplazarse al lugar donde se encuentra la propiedad para realizar una inspección visual y determinar la naturaleza y alcance del reclamo del cliente. Esto puede requerir varios días o incluso semanas para su realización. Lo cual va acorde con la valoración del 90% de los expertos afirmando que el deficiente sistema de resolución de los reclamos es uno de los principales problemas en este servicio.

Además, no solo el sistema tradicional es el que se encuentra en pésimo estado, sino que las inmobiliarias no cuentan también con un área especializada en la postventa, según el 80% de los encuestados. Lo que permite que este deficiente servicio continúe en las mismas condiciones, porque de existir personal calificado para esta área se podría traducir en mejorar por esfuerzo de estos profesionales, al proponer cambios o mejoras en el sistema actual.

Así mismo, de acuerdo con los especialistas el 80% consideran que la falta de información técnica del proyecto es también un factor a tener en cuenta. Debido a que se pudo inferir que la existencia de este problema genera que la

inmobiliaria tenga que atender en su mayoría reclamos que no le corresponde, los cuales son presentados por los clientes que no cuentan con esos recursos al alcance para poder informarse antes de realizar una queja. Lo cual es la principal cuestión tratada en este artículo y la solución acorde a ella.

B. Implementación de modelo virtual en el servicio de postventa

Este nuevo enfoque en donde el área de postventa se apoya en una herramienta tecnológica como lo es el modelo virtual resulta más beneficioso, ya que nos permite visualizar el modelo 3D del espacio o ambiente para inspeccionar lo cual nos evita una revisión visual presencial y, en ese sentido, se puede lograr reducir el tiempo y los costos involucrados en el desplazamiento del personal al lugar de la propiedad. Esto se traduce en una atención más rápida y eficiente al cliente, lo que a su vez mejora la satisfacción del cliente y reduce la posibilidad de que se generen costosos reclamos.

Según los resultados obtenidos de la encuesta, el 90% de los expertos concuerdan que la centralización de información de los espacios que se generen un modelo virtual es uno de los principales beneficios para este servicio. Esto es debido a que este soluciona a uno de los problemas que dificultan que el sistema actual sea eficiente como lo es la falta de información para los clientes sobre sus espacios comunes. A través de estos archivos digitales que se incorporan en este gemelo se tendría como repercusión tanto en la verificación como en el tiempo ahorrado antes de realizar una queja o reclamo.

C. Restricciones al implementar modelo virtual en el área de postventa

A pesar de las muchas ventajas y características del modelo virtual, la información que fue recopilada de especialistas sobre las restricciones del uso de esta tecnología. Dentro de estas observaciones tenemos la necesidad de intensificar los esfuerzos para aplicar nuevas herramientas tecnológicas para mejorar los procesos tradicionales. En muchos casos, también se encuentra el desinterés al momento de contribuir a la innovación. Lo cual está directamente relacionado con el gasto involucrado en el servicio, así como las modificaciones a los procedimientos existentes para la postventa.

VII. VALIDACIÓN

Nivel de calidad de información:

- La falta de información del proyecto representa una preocupación significativa en el servicio de postventa, según el 80% de los expertos. Sin embargo, al implementar el modelo virtual en el servicio de postventa, es posible abordar estos problemas y encontrar soluciones efectivas. Los beneficios de utilizar el modelo virtual incluyen la capacidad de centralizar la información de los espacios existentes para garantizar su disponibilidad de manera eficiente.
- La falta de conocimiento técnico por parte del cliente sobre los aspectos de su área común técnica puede ocasionar dificultades en el futuro. La presentación física de los

documentos técnicos puede llevar a su extravío, lo que resulta en la pérdida de información importante para el cliente. Uno de estos documentos importantes es el dossier de calidad, ya que, al presentar reclamos, la garantía puede haber expirado o no abarcar el problema en cuestión. Sin embargo, al implementar el modelo virtual en el servicio de postventa, se logrará una serie de beneficios significativos. Por un lado, permitirá una comprensión más clara y precisa entre todas las partes involucradas al contar con acceso e información detallada sobre el dossier de calidad. Además, brindará al cliente una experiencia inmersiva en 3D y 360 grados, lo que les permitirá explorar y visualizar su vivienda de manera interactiva.

Nivel de satisfacción del cliente:

- La insatisfacción del cliente con el sistema de gestión de postventa tradicional es una preocupación relevante para más del 80% de los expertos. Sin embargo, según el 90% de los encuestados, la implementación del modelo virtual en el servicio de postventa podría aumentar la satisfacción del cliente. Esto indica que su uso tiene el potencial de abordar la insatisfacción del cliente y mejorar la calidad de información que ofrece dentro de su servicio de postventa. Estos beneficios demuestran que la adopción de esta herramienta puede tener un impacto positivo tanto en la satisfacción del cliente como en la eficiencia de la gestión de reclamos en el sector de postventa.

VIII. CONCLUSIONES

- Actualmente la gestión de postventa tradicional es deficiente generando un bajo nivel de calidad de información insatisfactorio para los clientes, como puede ser la presentación incompleta del dossier de calidad. El dossier de calidad es un documento clave para los clientes al momento de generar un reclamo, su poca accesibilidad genera insatisfacción por parte de los clientes. Este documento no solo es una herramienta para demostrar la conformidad con estándares y regulaciones, sino que también es una guía para mejorar continuamente la calidad, mantener la confianza del cliente y tomar decisiones informadas orientadas a la eficiencia logrando mantener la competitividad en el mercado actual.
- Se ha logrado proporcionar una descripción detallada de la herramienta digital conocida como gemelo digital, aplicada en el sector inmobiliario. Como resultado de su implementación, se ha logrado recopilar información precisa de un área común técnica en un proyecto de vivienda multifamiliar. Para la elección de este espacio se tuvo en cuenta la poca importancia que se tiene dentro de este ambiente, pero al ser un espacio funcional para el inmueble es relevante para su correcto funcionamiento.
- La aplicación del gemelo digital en un área común técnica nos sirve como una documentación visual, logrando una imagen detallada del entorno. En el cual dentro de este modelo se pueden resaltar tres experiencias significativas para el usuario como lo son la experiencia 3D, la experiencia interactiva y la experiencia 360 inmersiva.

- La "experiencia 3D" generada de la implementación del gemelo digital en un área común técnico permite la visualización tridimensional del espacio. Esto beneficia al análisis y toma de decisiones al facilitar la comprensión de los elementos presentes.
- La "experiencia interactiva" implica que los usuarios pueden realizar acciones y explorar detalles directamente en el gemelo digital de un área común, mejorando la comprensión y la toma de decisiones. Esta interactividad dinámica fomenta la participación y colaboración en la gestión y optimización del entorno.
- La "experiencia 360 inmersiva" facilita a los usuarios explorar un gemelo digital desde cualquier perspectiva, mejorando la comprensión detallada del entorno virtual. Este beneficio es crucial para la toma de decisiones, y promueve la colaboración mediante interacciones dinámicas con la representación virtual.
- El 80% de los encuestados consideran que la falta de información del proyecto es uno de los principales problemas en el servicio de postventa tradicional lo cual genera un bajo nivel de calidad de información.
- Al aplicar el gemelo digital en el servicio de postventa, el 90% de los expertos están de acuerdo que la centralización de la información de los espacios existentes para su disponibilidad resultaría en un beneficio relevante mejorando así el nivel de calidad de información presentada.
- El 80% de expertos manifiestan que el servicio de postventa tradicional es insatisfactorio para los clientes. Frente a este problema, los encuestados están de acuerdo que al implementar el gemelo digital en el servicio de postventa aumentaría significativamente la satisfacción del cliente representando el 90% a favor. Esto se atribuye a los beneficios que conllevaría, tanto en la optimización de la gestión como en la mejora de los entregables, destacando el dossier de calidad de los entornos.
- La aplicación del gemelo digital permite que el dossier de calidad pueda ser más accesible, fácil de compartir y actualizar. Lo que generaría una comprensión más clara entre las partes involucradas.

REFERENCIAS

- [1] S. Dávila, "La gestión de post venta en edificaciones de viviendas". Master, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- [2] L. Zhu, M. Shan & Z. Xu, "Critical review of building handover-related research in construction and facility management journals". Southeast, China, 2019.
- [3] K. Alves, V. Lira & A. Junior, "The post work in civil construction companies". Revista de Engenharia Civil. Brasil, 2019.
- [4] Y. Jiang, "Intelligent Building Construction Management Based on BIM Digital Twin". Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2021, 11 pages, 2021.
- [5] M. Armenteros, M. Medina, L. Ballesteros & V. Molina, "Las prácticas de gestión de la innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas: resultados del estudio de campo en piedras negras coahuila", Revista Internacional Administración y Finanzas, México, 2012.
- [6] T. Salem & M. Dragomir, "Options for and Challenges of Employing Digital Twins in Construction Management". Applied Sciences, vol. 12, 2928, 2022.
- [7] Q. Lu, L. Chen, S. Lee & X. Zhao, "Activity theory-based analysis of BIM implementation in building O&M and first response", Automation in Construction, vol. 85, pp. 317–332, 2018.

- [8] C. Bojea, A. Guerreiro, S. Kubicki & Y. Rezgüi, "Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research", *Automation in Construction*, vol. 114, 103179, 2020.
- [9] K. Mokhtari, I. Panushev & J. McArthur, "Development of a Cognitive Digital Twin for Building Management and Operations", *Frontiers*, vol. 8, May 2022.
- [10] R. Leygonie, A. Motamedi & I. Jordanova, "Development of quality improvement procedures and tools for facility management BIM", *Developments in the Built Environment*, vol. 11, September 2022.
- [11] I. Vega Hurtado, K. Vidal Osorio & J. De La Torre Salazar, "Feasibility of the application of the immersive and interactive digital twin in the construction of multifamily projects to improve the collaborative environment and decision making". *Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, Bogota, Colombia, 2022, pp. 1-6.
- [12] M. Saker & J. Frith, "Coextensive space: virtual reality and the developing relationship between the body, the digital and physical space", *Media, Culture & Society*, vol. 42, June 2022.
- [13] T. Nocht, Badstuber, N. Badstuber & N. Wahby, "On the Governance of City Digital Twins - Insights from the Cambridge Case Study", Centre for Smart Infrastructure and Construction, Department of Engineering, University of Cambridge, July 2019.
- [14] S. Boschert & R. Rosen, "Digital Twin—The Simulation Aspect. In *Mechatronic Futures*", Springer: Singapore, 2016; pp. 59–74.
- [15] I. Brilakis, H. Fischer & S. Fellow, "Built Environment Digital Twinning", Technical University of Munich: Munich, Germany, 2019.
- [16] P. Robles Garrote & M. D. C. Rojas. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*, 18, 2015.
- [17] L. A. Galicia, J. A. Balderrama & R. Edel Navarro, "Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual", *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, vol. 9, no. 2, October 2017.
- [18] L. Jiménez Rodríguez, D. Rosado Gonzales & J. De La Torre Salazar, "Feasibility of photogrammetric scanner and ICE Meetings integration to improve communication and integration of stakeholders in multifamily housing projects", *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, USA, Florida, 2022, pp. 1-10.