

EL USO DE LA REALIDAD AUMENTADA EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE EDIFICIOS PATRIMONIALES, CASO DE ESTUDIO: RESIDENCIA GONZALEZ FEO

José Pablo Bulgarelli Bolaños¹

Resumen:

Este artículo aborda, desde la perspectiva de la administración de proyectos, una propuesta del uso de la realidad aumentada (RA) como herramienta para la restauración de edificios. Dicha propuesta parte del análisis de los resultados del primer año de investigación del proyecto Amón_RA² y de la versatilidad de la aplicación propuesta. En Costa Rica se utiliza la Realidad Virtual, dentro del campo arquitectónico, para mercadear desarrollos inmobiliarios, sin embargo, no se utiliza la RA como apoyo para la restauración, preservación o conservación de edificios patrimoniales, los cuales se caracterizan por su complejidad al haber perdido el conocimiento práctico con que se construyeron, generando una brecha técnica en el equipo del proyecto.

La residencia con declaratoria patrimonial, casa González Feo, ubicada en el primer suburbio de la ciudad de San José del siglo XIX, es uno de los elementos identificados que componen el paisaje urbano histórico de Barrio Amón y por lo tanto se toma como caso de estudio.

Esta residencia presenta un problema estructural en uno de sus componentes que ostenta una cerámica elaborada por el artista Guido Sáenz y es en este artículo, basado en el marco metodológico del *Project Management Institute*, donde se desarrolla del plan director de la intervención, que contempla el uso de la RA.

Palabras clave: Realidad aumentada, Patrimonio, Aplicación, Restauración, Conservación.

¹ Arq. Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica, Tel.: (506) 2550-9033, Tel. Móvil: (506) 8997-3080, Correo Electrónico: jpbulgarelli@itcr.ac.cr.

² Amón_RA: implementación de la Realidad Aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del Patrimonio Urbano Histórico de Barrio Amón, Código Funcional.: 1412003, entidad financiadora: Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica, investigador principal y coordinador: Dr. Arq. David Porras Alfaro.

THE USE OF AUGMENTED REALITY IN THE RESTORATION PROCESSES OF HERITAGE BUILDINGS, A CASE STUDY: *GÓNZALEZ FEO RESIDENCY*

Abstract:

This article addresses a proposal for the use of augmented reality (AR) as a tool for the restoration of buildings from a project management perspective. Such proposal is based on the analysis of the results of the first year of investigation of the project *Amón_RA*³ and the versatility of the usage of the submission. In Costa Rica, Virtual Reality is used in the architecture field as a marketing strategy of real estate development; nevertheless, the AR is not used as support for the heritage buildings' restoration, conservation or preservation. A main characteristic of heritage buildings is their complexity generated by the loss of practical knowledge of the original construction process.

The residency *González Feo*, declared as Costa Rican heritage, is located in the first suburb of the *San José* city of the XIX century and is one of the historical identifying elements of the urban landscape of *Barrio Amón*; thus, it is hereby used as case of study.

This residency presents a structural problem in one of its components that embeds a ceramic tile piece of art painted by the artist Guido Sáenz. It is in this article that the main intervention plan is developed, based on the methodological framework of the Project Management Institute and taking into consideration the AR approach.

Keywords: Augmented reality, Architectonic heritage, Application, Restoration, Conservation.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación se enmarca dentro del Trabajo Final de Graduación (TFG) titulado: “Plan de intervención del muro colindante norte de la Residencia González Feo, apoyado en el uso de realidad aumentada”; para optar por el grado de Master de Gerencia de Proyectos (MGP), con Énfasis en Proyectos Constructivos, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Además, está vinculado al Proyecto de Investigación “Amón_RA: implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del patrimonio urbano histórico de barrio Amón”, mediante la beca de Asistente Especial de Estudiante de Posgrado, otorgado por la Dirección de Posgrado de dicha universidad.

Se puede entender la RA, según lo indican Reitmayr y Schmalstieg (2003), como una tecnología de interfaz para aplicaciones móviles que aumenta el contexto de los usuarios con

³ Amón_RA: Implementation of the Augmented Reality in the development of the Historical Human Heritage of Barrio Amón, Functional Code: 1412003, funding entity: Vice-Rectoría of Investigation and Extension of the Instituto Tecnológico de Costa Rica (Costa Rican Institute of Technology), main researcher and coordinator: Dr. Arch. David Porras Alfaro.

entidades generadas por computadora⁴. Mohammed-Amin (2010), afirma que estas entidades están registradas en el mundo real ya que están referenciadas por geolocalización.

Según Mohammed-Amin (2010), el aspecto clave de la RA es el dominio, por parte del usuario, del entorno real circundante; es decir, el usuario debe estar en contacto con el objeto observado, y es por esta razón que la autora afirma que la RA no reemplaza a la realidad física, ya que es en esta relación física usuario – objeto cuando la aplicación móvil aporta mayor información de este último. Lo anterior se aleja del concepto de Realidad Virtual (RV) pues en este caso el usuario se sumerge, mediante ciertas interfaces tecnológicas, en un escenario virtual en que puede navegar e interactuar.

Propiamente el proyecto Amón_RA tiene como objetivo principal, según Porras (2017), implementar la RA como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA). Este objetivo se alcanza mediante la creación de una aplicación móvil que relaciona entidades generadas por computadora y la posición geográfica del usuario con un “enfoque de innovación tecnológica al servicio de los sectores productivos e instituciones a nivel nacional y local, completando la percepción e interacción del usuario con el mundo real” (Porras, 2017); así pues, es un proyecto innovador en Costa Rica, ya que antes de este no se ha desarrollado una aplicación móvil con dichas características.

El primer objetivo de Amón_RA fue identificar los elementos que componen el PUHBA; durante la ejecución de las actividades para el cumplimiento de este objetivo, específicamente mientras se elabora el levantamiento de la información de los inmuebles con declaratoria patrimonial, es que se conoce el estado de la Residencia González Feo y en especial del muro colindante norte.

La residencia González Feo ubicada en barrio Amón, ciudad de San José⁵, fue construida entre las décadas de 1920 y 1960 en varias etapas, su segunda etapa fue construida en ladrillo cosido y de estilo ecléctico. Es en esta etapa en que se presenta una serie de mosaicos con motivos de El Quijote. Considerando el estado actual de la segunda etapa de la residencia y la vinculación con el proyecto Amón_RA, es que se plantea, dentro del marco del TFG de la MGP, la posibilidad de proponer un plan de intervención, el cual contempla procesos de preservación y conservación que se apoye, para su futura ejecución, en la RA como herramienta que brinde al equipo de trabajo, información aún más clara que la obtenida por los medios tradicionales.

A nivel nacional, además del proyecto Amón_RA, no se encontró un referente que vincule la preservación, conservación, restauración, gestión o difusión del patrimonio arquitectónico con el uso de herramientas de RA; sin embargo, a nivel internacional existen varias investigaciones que si presentan alguna relación entre estos temas.

Mohammed-Amin (2010) en su tesis: titulada “Realidad Aumentada: una capa narrativa para sitios históricos”, tiene como objetivo “reconstruir las capas históricas

⁴ Entiéndase entidades generadas por computadoras como: imágenes en dos (2D) y tres dimensiones (3D), metadatos asociados y gráficos.

⁵ Ciudad capital de Costa Rica.

enterradas de la ciudadela de Erbil aplicando pautas de diseño mediante el desarrollo de una prueba de concepto de RA basa en teléfonos inteligentes” (p.6). Para lograr esto investiga sobre el sistema de la RA, sus componentes y desarrollos; además, explora a la RA como una herramienta para representar y documentar el patrimonio histórico y sus aplicaciones en arquitectura, planificación, diseño urbano y patrimonio cultural. Por último, propone directrices de diseño para el desarrollo de aplicaciones de RA en el patrimonio cultural, la exploración de sitios históricos, hallazgos de rutas, fines educativos, entre otros.

En su investigación, Mohammed-Amin (2010) separa el uso de la RA en la arquitectura y urbanismo en dos bloques, el primero hace referencia a la RA en arquitectura y espacios construidos, mientras que el segundo aborda a la RA vinculada al patrimonio cultural y a la gestión de los recursos históricos, es en este punto donde hace alusión a la aplicación de la RA para la restauración, reconstrucción y visualización del patrimonio arquitectónico, pues afirma que las aplicaciones móviles de RA puede ofrecer oportunidades “para administrar, representar y reconstruir artefactos culturales importantes, incluido el edificio histórico” (p.119).

En este sentido, Mohammed-Amin (2010) indica que la RA es una tecnología de efectiva comunicación. Las aplicaciones móviles estudiadas por esta autora, desarrolladas en España, Inglaterra y Grecia, presentan modelos 3D de los edificios, sitios arqueológicos en ruinas o sitios contemporáneos parcialmente modificados, de cómo eran originalmente; y es esta capacidad de restauración virtual por medio de la RA la que ha atraído al sector de la gestión de recursos patrimoniales al uso de esta tecnología.

Por su parte, Redondo (2010) en su investigación acerca de la recuperación de la trama viaria del barrio judío de la ciudad de Girona mediante la aplicación de la RA, propuso una investigación aplicada, donde primero realizó un trabajo de estudio y análisis de fuentes sobre el desarrollo urbano de la zona en cuestión; luego, realizó un estudio de aplicación de las técnicas de representación *Sketch Based Interface and Modeling* (SBIM) y la RA. Lo que logra Redondo (2010) es utilizar técnicas SBIM, es decir, técnicas de levantamiento bocetos digitales bidimensionales y tridimensionales utilizando plataformas y paquetes de diseño arquitectónico integrado como Autodesk® o Allplan®⁶, integrarlos a diferentes bases de datos *on line* y vincular los estos modelos resultantes a distintas aplicaciones de RA⁷ tanto para localizar geográficamente dichos objetos virtuales en el mundo real como para su respectiva descarga o visualización desde un dispositivo móvil.

Ahora bien, Dávila (2014) plantea una metodología para la valorización y recuperación del patrimonio arquitectónico venezolano por medio de técnicas digitales, mediante la reconstrucción virtual de la iglesia de San Jacinto, ubicada en Caracas, es que plantea las pautas metodológicas para la restauración, consolidación, conservación y

⁶ Donde el primero incorpora el SketchBookPro® a su aplicación Revit®; y el segundo con Allplan Sketch® (Redondo, 2010, p. 77)

⁷ En este caso se utilizó un *plugin* de Ar-media Inglobe Tech.® invocado desde el programa de modelado NPR☒ (Redondo, 2010, p. 79). También por medio de un lector Quick Reference (QR) que lo remitió a una dirección URL (Uniform Resource Locutor) de donde se descarga un objeto virtual para su visualización en el dispositivo móvil.

valorización de dicho patrimonio. Lo que Dávila (2014) demostró fue que la metodología planteada “como herramienta de recuperación histórica en manos de expertos... permite la valoración, protección y conservación del patrimonio arquitectónico religioso de Venezuela” (p.181). Esta metodología se basa en el levantamiento métrico del sitio, luego una investigación del objeto de estudio, seguido del modelado virtual de la iglesia y una cuarta etapa de difusión del material.

Peinado (2014) en su tesis doctoral planteó como objetivo establecer varias metodologías para preservar el patrimonio arquitectónico por medio de tecnologías digitales. Según esta autora, garantizar la preservación y puesta en valor del patrimonio arquitectónico se sustentan en tres procedimientos: la gestión, la conservación y la difusión. Peinado (2014) explica que en los tres procedimientos la base del trabajo giró en torno al modelado tridimensional del objeto; en el estudio las tecnologías utilizadas fueron la combinación de fotometría *Structure from Motion*⁸ terrestre y aérea y el láser escáner, con lo cual se logró un modelo 3D métrico de uso sobre los tres ámbitos de preservación.

Con respecto a la gestión y para permitir el almacenamiento de la información temática de la catalogación arquitectónica, planteó “un modelo de datos basado en información espacial tridimensional a través del estándar abierto e interoperable CityGML (estándar OGC)” (p.4). Para el ámbito de la conservación arquitectónica, y con el fin de permitir vincular la información geométrica con información alfanumérica del estado de conservación, se delimitó al concepto de mantenimiento, basado en la monitorización del inmueble, con el método denominado Sistema de Información Monumental (SIM) el cual une las potencialidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el modelo tridimensional.

Por último, demostró que un modelo 3D puede estar destinado para la difusión al valerse de herramientas de comunicación, en el caso de la investigación de Peinado (2014) usó como referente una combinación de RA, Google, fotografías panorámicas, entornos web, así como animaciones y recorridos virtuales; lo anterior porque “la suma de las tecnologías más la documentación gráfica han hecho un recurso capaz de convertir al patrimonio cultural en un espacio plenamente didáctico, interactivo y abierto a todos los participantes, elevando el valor de estos lugares” (Peinado, 2014, p.5).

Por otro lado, Monzón (2016) expone un proyecto de difusión de patrimonio cultural para la Capilla del Monumento de la Catedral del Salvador de Zaragoza basado en RA. Basado en una revisión histórica, así como en una investigación del objeto, procedió a la digitalización métrica y gráfica mediante técnicas de ingeniería inversa, escáner láser y fotogrametría. Esto dio como resultado un producto museográfico⁹ basado en técnicas de RA,

⁸ “A día de hoy, el desarrollo de las tecnologías ha permitido el uso de la fotogrametría digital automatizada, bien sea estereoscópica o monoscópica, mediante la utilización de algoritmos para encontrar los puntos homólogos (o puntos clave) entre las diversas imágenes basándose en información radiométrica de la fotografía de forma automatizada. Así se genera una nube de puntos sobre el principio de la triangulación automática y, por consiguiente, poder construir modelos tridimensionales métricos como se verá en el siguiente apartado.” (Peinado, 2014, p.74)

⁹ Maqueta a escala mediante impresión 3D

que por medio de *videomapping* logró recrear el estado original de la capilla, así como su evolución histórica y restauración.

Para finalizar Jones (2017) refiriéndose al uso de la RA, la RV y el *Internet of Things*¹⁰ (IoT) en la ejecución de proyectos, asegura que pronto habrá una revolución en el panorama de los proyectos constructivos y que cambiará la industria. Indica que el *Building Information Modeling*¹¹ (BIM) 3D se ha utilizado como recurso para mejorar la comunicación (entre clientes, patrocinadores y equipo de trabajo) y que reducen los riesgos del proyecto; a lo anterior añade que el próximo paso es el uso del 4D y 5D BIM donde se incorpora la programación y los costos. En esta misma línea Kahwaji (2017) menciona la utilización de técnicas de *Virtual Design and Construction* (VDC) superpuestas con modelado 3D y combinados con BIM se puede simular el tiempo, costo y riesgos del proyecto en un entorno virtual, así como se puede visualizar el progreso de construcción y se puede monitorear tanto los costos como el flujo de efectivo a lo largo del proyecto y gestionar los riesgos.

Como es notorio el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) para la difusión del patrimonio cultural es un recurso desarrollado en múltiples países; sin embargo, en Costa Rica el proyecto Amón_RA es el primero en utilizar la RA para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico. Además, a nivel internacional se encuentran investigaciones que vinculan la RA con la conservación del patrimonio arquitectónico. Se puede concluir que es notable las posibilidades que ofrece la RA para administrar, representar y construir objetos patrimoniales; se pueden vincular las técnicas SBIM con la RA, permitiendo el acceso virtual a la información de objetos arquitectónicos y espacios urbanos, de importancia patrimonial, por parte de un usuario a través de una interfaz móvil. Es clara la posibilidad de preservar el patrimonio arquitectónico por medio de tecnologías digitales, específicamente con RA, basada en la gestión, conservación y difusión, donde es clave la modelación tridimensional de los objetos patrimoniales. Sin dejar de lado que es evidente en el uso actual de la tecnología para mejorar la gestión de los proyectos de construcción.

Por último, no se ha encontrado evidencia clara del uso de la RA en la ejecución de los procesos de preservación, conservación o restauración arquitectónica. Por lo tanto, este estudio es pertinente en cuanto llenará un vacío metodológico al proponer un plan director donde sus procesos generales podrían ser repetibles, haciendo la salvedad de la particularidad de cada caso restauración arquitectónica. Además, el contenido para la aplicación de RA tiene la capacidad de ser utilizada como una herramienta educativa, interactiva y abierta tanto para operarios especializados, estudiantes y profesionales en arquitectura e ingeniería interesados en la restauración, como para la sociedad costarricense pues aportaría al esfuerzo de poner en valor y difundir del patrimonio histórico arquitectónico.

El objetivo del presente trabajo es exponer el anteproyecto del plan director de intervención para la conservación del muro colindante norte de la Residencia González Feo, basado en el marco metodológico propuesto por el PMI y que, en función de las lecciones aprendidas del proyecto de investigación Amón_RA, genere el contenido para el uso de la RA como herramienta de apoyo en la ejecución de este proceso.

10 Internet de las cosas

11 Modelado de Información de Construcción

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Considerando la investigación como un proyecto y utilizando la referencia del marco metodológico del *Project Management Institute* (PMI, 2017), se basó el trabajo en las siguientes fases:

1. Fase 1.: Inicio. Se realiza una revisión bibliográfica sobre los procesos de restauración y con base en los resultados del primer año de la investigación Amón_RA se establecen requisitos del contenido de RA.
2. Fase 2.: Diagnóstico. Mediante visitas de campo a la Residencia González Feo, así como la realización de consulta a expertos, se analiza el estado del inmueble y se elabora un diagnóstico básico donde se establece las acciones a tomar.
3. Fase 3.: Discusión. Se sistematiza la información obtenida en el diagnóstico, se contrasta con la teoría y se elabora la propuesta de los planes que componen el plan director sugerido en la investigación.
4. Fase 4.: Cierre. Se elaboran las conclusiones y posibles recomendaciones para darle continuidad a la investigación.

3. RESULTADOS

3.1. Revisión bibliográfica

Es necesario precisar conceptualmente lo que se entiende por restauración, Muñoz (2003) menciona que este término se ha utilizado para referirse indistintamente a las actividades realizadas por un restaurador, lo cual crea dificultad en la reflexión rigurosa del tema. Muñoz (2003) al igual que Macarrón y González (2011) tienen una acepción del concepto muy general pues su objeto de estudio es la restauración en el arte, mientras que Coscollano (2003) tiene una visión muy particular dirigida a la restauración de edificios.

La definición más general es la que explica a la restauración como “cualquier intervención realizada para devolver la eficacia a un producto de la actividad humana, siendo esto aplicable a todo tipo de objetos” (Macarrón y González, 2011, p.55).

Muñoz (2013) propone tres categorías de restauración:

“1. Preservación o conservación ambiental (o indirecta, o periférica), que es la actividad que consiste en adecuar las condiciones ambientales en que se halla un bien para que éste se mantenga en su estado presente.

2. Conservación, o conservación directa, que es la actividad que consiste en preparar un bien determinado para que experimente la menor cantidad posible de alteraciones interviniendo directamente sobre él, e incluso alterando o mejorando sus características no perceptibles –no perceptibles, se entiende, para un espectador medio en las condiciones habituales de observación de ese bien. La conservación directa también puede alterar rasgos perceptibles, pero sólo por imperativos técnicos.

3. Restauración, que es la actividad que aspira a devolver a un estado anterior los rasgos perceptibles de un bien determinado –perceptibles, se entiende, para un espectador medio en condiciones normales de observación.” (Muñoz, 2003, p.23-24)

Coscollano (2003) define a los trabajos de rehabilitación como “las obras encaminadas a restituir, recuperar o mejorar la calidad del edificio, en el sentido de mayor confort para sus ocupantes” (p.5).

Ahora bien, a lo largo de los años el concepto de restauración ha evolucionado y actualmente no solo es importante preservar los monumentos u obras arquitectónicas en sí, sino también a los elementos de acompañamiento de estos.

Así mismo otros dos conceptos tienen mucha importancia actualmente en los procesos de restauración, los cuales son la autenticidad y la identidad, el primero se define como “la suma de características sustanciales, históricamente determinadas: del original al estado actual, como resultado de las varias transformaciones que han ocurrido en el tiempo” (Carta de Cracovi como se citó en Macarrón y González, 2011, p.173). Además, la autenticidad se relaciona con la identidad al entenderse como la “referencia común de valores presentes generados en la esfera de una comunidad y los valores pasados identificados en la autenticidad del momento” (Carta de Cracovi como se citó en Macarrón y González, 2011, p.173).

En este sentido la Sociedad para la Protección de Edificios Antiguos (SPAB¹², por sus siglas en inglés) establece los preceptos, mencionados por Wilkinson (2010, p.89), para los procesos de intervención en edificios patrimoniales:

- Repara, no restaures.
- Usa métodos responsables que no causen un daño mayor o que se puedan enmendar en el futuro.
- Complementa, no parodies; si es preciso hacer obra nueva (por ejemplo, una nueva extensión), deberá hacerse con un idioma arquitectónico moderno, no imitando el antiguo.
- Mantenimiento regular.
- Para comprender un edificio hay que saber lo máximo posible sobre su uso, estructura e importancia social.
- Haz sólo el trabajo que sea absolutamente necesario para preservar el edificio.
- Adecua lo nuevo a lo antiguo: no adaptes viejas estructuras para que acepten nuevos accesorios.
- No intentes ocultar las nuevas reparaciones
- Respeta la edad: no “alises” abultamientos, ni trates de ocultar las imperfecciones del tiempo.

Estas pautas se pueden complementar con uno de los cinco puntos básicos para la intervención de un edificio histórico mencionado por Coscollano (2005) el cuál es “No aplicar

¹² The Society for the Protection of Ancient Buildings

reglas generales, sino particulares en cada restauración, aunque se sepa que en este momento se justifica, pero que puede ser pésima para el siguiente” (p.160).

Coscollano (2005), propone que el anteproyecto de actuación de un proceso de intervención para un objeto arquitectónico patrimonial debe estar compuesto de tres partes: 1) investigación histórica y técnica, 2) diagnóstico de daños y causas, 3) proyecto de intervención general. El objetivo principal de la primera parte es:

“... conocer las personas y circunstancias que han permitido la realización del proyecto inicial, los conocimientos que se han producido hasta el momento de su restauración y... saber las diversas actuaciones que se han efectuado, personas que la realizaron, así como materiales y sistemas empleados.” (Coscollano, 2005, p.161)

La diagnosis, según Coscollano (2005), consiste en realizar un levantamiento arquitectónico, basado en los planos originales, mediante un sistema de fotogrametría, con el fin de ubicar en estos dibujos las anomalías que se detecten durante la observación, que a su vez será el insumo para elaborar una ficha de la obra. Este autor propone que la diagnosis debe estar compuesta por:

- Prospección “in situ” del monumento, es decir una comparación de las propiedades físicas y químicas de los materiales en las zonas dañadas y sanas.
- Análisis de los materiales del monumento, o el estudio de cómo han evolucionado los materiales.
- Experimentación en materiales del monumento, entendiéndose como el análisis de la influencia de las condiciones climáticas de la zona donde se ubica el edificio y el ataque de los agentes contaminantes.

Por último, el proyecto de intervención general propuesto por Coscollano (2005), consta de tres componentes, donde en los primeros dos, según interpretación propia, se explican los resultados obtenidos de los pasos anteriores; los componentes son:

- Historia del monumento: explicación de las circunstancias históricas que han producido los cambios en este.
- Patología del monumento: análisis de las causas y efectos observados, reflejados en planos, fotometría y fichas de obra.
- Actuación y desarrollo: donde se explica las acciones recomendadas para la intervención del inmueble.

Enfocándose en los procesos de intervención para garantizar la conservación de un muro de ladrillo y basándose en lo propuesto por Coscollano (2005), se extraen los siguientes pasos recomendados para la acción y desarrollo:

1. Eliminar la humedad, con el fin de eliminar la causa que provoca el crecimiento de microorganismo y seres vivos¹³. Las actividades necesarias para lograr la eliminación de la humedad son:

¹³ Coscollano (2005) apunta que estos seres vivos son: algas, líquenes, musgos, mohos, plantas, entre otras. Estos agentes producen compuestos químicos agresivos que provocan “disgregaciones, fracturas y desaparición de trozos del material del muro” (p. 181)., por lo general estas agresiones son las responsables de los asientos diferenciales, así como de la pérdida de estabilidad y resistencia mecánica de los muros.

- Secado de muro.
 - Recuperación de la homogeneidad.
 - Barrera de capilaridad.
2. Recuperar los ladrillos, según Coscollano (2005) este paso consiste en “recuperar los ladrillos en las zonas donde el análisis termográfico lo ha determinado, para lo cual se debe realizar recateo con piezas iguales o parecidas a las originales” (p. 185). Mileto y Vegas (2011) llaman a este proceso “recomposición y reintegración de falta de muro”, el cual lo explican como la eliminación de áreas del muro degradadas y al reaparejado de ladrillos en buen estado para evitar que aparezcan problemas estructurales. Según los autores esta eliminación se debe limitar si y sólo si a los casos necesarios. Las actividades propias a este proceso son
 - Eliminación de piezas deterioradas, mortero disgregado, polvo, plantas inferiores.
 - Limpieza manual, en seco y con cepillo de cerdas vegetales, en aquellas zonas donde hubiese desaparecido el material, la limpieza se termina la aplicación de aire a presión para eliminar el polvo y el material des cohesionado.
 - Presentación o prueba de colocación de la nueva pieza al hueco.
 - Rellenar el hueco con mortero, introduciendo la pieza nueva.
 3. Limpieza total del muro
 4. Consolidación del ladrillo, la cual se entiende como “la aplicación de un producto sobre un material, que, al ser absorbido por el mismo, mediante una reacción con sus componentes, se produce una mayor cohesión en su capa degradada” (Coscollano, 2005, p.169). Las actividades que pertenecen a la consolidación del material son:
 - Elegir qué tipo de producto se aplicará para la consolidación del material
 - Realizar pruebas
 - Aplicar el material escogido.
 5. Hidrofugación de muro, este proceso “consiste en la aplicación de un producto para evitar la entrada de agua de lluvia o humedad en los materiales de construcción” (Coscollano, 2005, p.174). La hidrofugación cuenta con las siguientes actividades:
 - Elegir qué tipo de producto se aplicará para la impermeabilización del material
 - Realizar pruebas
 - Aplicar el material escogido.

Otros dos procesos de intervención en edificios patrimoniales que son relevantes para esta investigación son: la colocación de contrafuertes y la inyección de mortero. Con respecto a la colocación de contrafuertes Mileto y Vegas (2011) explican que hay muros que presentan problemas de estabilidad por desplome o asentamientos diferenciales en los cimientos por falta de freno en las esquinas o por defectos del muro. La estabilidad se podría recuperar al contrarrestar estos movimientos colocando contrafuertes que impidan con su masa que el problema se agrave. Esta solución es factible si hay espacio en el lote para ser realizado.

Mileto y Vegas (2011) sugieren que previo a la construcción del contrafuerte es necesario realizar un diagnóstico detallado del muro existente. Que incluya un estudio de las deformaciones y cuadro fisurativo, esto para saber dónde es el mejor lugar para realizar el contrafuerte y que este sea eficiente. Las dimensiones del contrafuerte deben responder al cálculo del empuje y al peso del muro. La ejecución propia de la construcción del contrafuerte debe iniciar con el apropiado apuntalamiento del muro.

Por otro lado, Mileto y Vegas (2011) explican que los muros que presenten partes huecas en su interior, pueden presentar esta condición desde su construcción o pudo producirse posterior a esta por la erosión interna del material debido a asentamientos diferenciados. Esos vacíos producen la reducción de la resistencia del muro; por medio de pruebas de ultrasonidos se puede comprobar donde se presentan los huecos, o también mediante pruebas empíricas como el sonido a percusión utilizando martillos. Una vez detectados estos vacíos se procede a inyectar morteros a estas cavidades, con un material que por sus características físicas y químicas permitan la penetración en los lugares identificados. Al material escogido es necesario realizarle pruebas de compatibilidad para asegurarse la adhesión esperada.

3.2. Resultados de Amón_RA

El proyecto Amón_RA: implementación de la Realidad Aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del Patrimonio Urbano Histórico de Barrio Amón, es un proyecto que está aprobado y financiadora por dos años (2017-2018) por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión¹⁴ del TEC. El equipo investigador es multidisciplinario y multiinstitucional; su coordinador es el Dr. Arq. David Porras Alfaro de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo (EAU), acompañado por la Dr. Arq. Kenia García Baltodado, el M.Sc.¹⁵ Arq. Tomás Martínez Baldares y el Arq. Jose Pablo Bulgarelli Bolaños, todos los anteriores de la EAU, el M.Sc. Ing. Esteban Arias Méndez de la Escuela de Ingeniería de Computación (EIC) y la MGP¹⁶ Ing. María del Carmen Valverde Solano de la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial (EIDI); así como por el equipo de estudiantes asistentes de las tres escuelas. A nivel internacional, cuenta con el trabajo de la Dra. Carmen Hidalgo Giralt y el Dr. Diego A. Barrado Timón, ambos del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Por último, cuenta con apoyo interinstitucional por parte del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (CICPC) del Ministerio de Cultura, representado por el M.Sc. Arq. William Monge Quesada y la Arq. Marcia Briceño Valverde, y se suma el Departamento de Servicios Culturales de la Municipalidad de San José (MSJ), representado por la M.A.¹⁷ Lylliam Quesada Carvajal y Marcela Villalobos Angulo.

Como lo expone Porras (2017) el objetivo principal del proyecto es la implementación de la realidad aumentada como herramienta para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón (PUHBA). Para alcanzar este objetivo el equipo de Amón_RA dentro de la perspectiva de la investigación contempla dos elementos importantes,

¹⁴ C.F.: 1412003

¹⁵ Master of Science.

¹⁶ Máster en Gerencia de Proyectos.

¹⁷ Master of Arts.

el primero es el estudio de la ciudad y el patrimonio y el desarrollo de las TIC. En este sentido, el trabajo durante el 2017 se basó en el cumplimiento de tres objetivos específicos: identificar los elementos que componen el PUHBA; validar la información base del PUHBA con la participación de agentes sociales involucrados en el proyecto y elaborar un prototipo de la aplicación móvil para RA en el PUHBA.

Porras (2017) indica que barrio Amón, es el primer ensanche de la ciudad de San José, perteneciente al distrito del Carmen, iniciando el proceso en 1892, cuenta con ocho edificios con declaratoria de Patrimonio Histórico Arquitectónico y con muchos otros de gran valor patrimonial. Porras (2017) hace énfasis a que el barrio es el resultado de una estratificación de procesos a nivel ambiental, económico, social, de movilidad, entre otros; por lo tanto, es de interés al proyecto evidenciar todos esos procesos a través de la aplicación móvil con el fin de que se valoren los elementos del PUHBA y garantizar la conservación del barrio.

Para Porras (2017) los elementos del PUHBA identificados, además de los objetos arquitectónicos, son: los elementos naturales, los elementos históricos, la evolución urbana, los valores y los personajes del barrio, así como también la importancia del atractivo turístico de barrio Amón para la ciudad de San José.

Dentro de los principales resultados de Amón_RA expuestos por Porras (2017) y que son pertinentes para esta investigación son:

- Estado de la cuestión de los inmuebles patrimoniales del barrio.
- Levantamiento fotográfico geolocalizado de los inmuebles.
- Elaboración de modelos 3D de las edificaciones con declaratorias patrimoniales y su entorno.
- Exposición temática, jornadas de investigación y memoria.
- Proceso participativo con agentes sociales interesados del proyecto

Otros de los resultados es la definición de la Arquitectura Alpha de la aplicación, donde se establece qué se va a mostrar en la aplicación y cómo se relaciona el contenido entre sí. Con base en esto se creó el *Paper Prototyping* en InVision®¹⁸, con el fin de probar la usabilidad de la herramienta. Se establecieron varios criterios o requerimientos necesarios para el desarrollo de la aplicación, entre estos se destaca:

- El programa Revit® es adecuado para la producción de los modelos 3D. Cualquier infografía bidimensional puede ser elaborada ya sea en Revit® o en AutoCad®.
- Para el contenido de la aplicación se utilizará imágenes en formato JPEG¹⁹ para la infografía bidimensional, esto porque permite mostrar gráficas sin ocupar mucho espacio en un servidor y se dificulta su edición. Para los modelos tridimensionales se utilizarán como videos en formato WMV²⁰ e imágenes en JPEG.
- Los contenidos deben estar localizados geográficamente y con enlaces a Google, así como al servidor de aplicaciones de mapas en web conocido como Google Maps, perteneciente a Alphabet Inc.

¹⁸ Plataforma de diseño de productos digitales.

¹⁹ *Joint Photographic Experts Group*

²⁰ *Windows Media Video*

3.3. Descripción y diagnóstico del muro

3.3.1. Actual muro colindante norte de la residencia González Feo

La casa González Feo se ubica entre Avenida 7 y 9, Calle 9 bis²¹, barrio Amón, ciudad de San José. La primera etapa fue construida en madera y estilo con influencia victoriana en la década de 1920; mientras que la segunda fue proyectada y construida entre las décadas de 1930 y 1960, por el escritor Mario González Feo, quien adquirió el inmueble a principios de 1930, mientras fungía como administrador de la Fábrica Nacional de Licores.

Esta etapa es una construcción de dos niveles, compuesta en su primera planta por las arcadas del ingreso posterior y el área de servicio de la vivienda. En el segundo nivel se encuentran la biblioteca, una sala y una capilla. Para efectos de la investigación a partir de este momento llamaremos a esta área como el conjunto de la capilla. En el expediente DPH-932-97 del CICPC, se describe el estilo arquitectónico de la ampliación construida por don Mario Gonzales como “un reflejo de sus inquietudes religiosas y el sentido místico que había asumido ante la muerte” (CICPC, 1997, p.9). Un elemento importante para entender la particularidad del conjunto es que el material utilizado para construirlo “provino de una ladrillera familiar” (CICPC, 1997, p.9).



Figura 1. Conjunto de la capilla sin preámbulo ni muro perimetral

Fuente: colección personal de Carmen Odio González, 1954.

La propiedad está perimetralmente cerrada por un muro de ladrillo, en aquellas zonas donde los espacios propios de la vivienda no colindan con las propiedades vecinas. Es en este cerramiento donde se presentan una serie de mosaicos pintados con motivos de El Quijote, confeccionados por Guido Sáenz González²². Esta investigación se centrará en el preámbulo a las arcadas originales de la capilla y en el muro perimetral norte, que según unas fotografías familiares de la señora Carmen Odio González²³, se construyó posterior al año de 1954.

²¹ A mitad de cuadra.

²² Destacado hombre en la vida cultural de Costa Rica, escritor, actor, pianista, profesor de teatro, pintor, crítico musical, Ministro de Cultura, Juventud y Deportes dos veces, Premio Nacional de Cultura “Magón” (Editorial Costa Rica, 2017).

²³ C. Odio [Comunicación personal]. 30 de noviembre de 2017.



Figura 2. Conjunto de la capilla con preámbulo y muro perimetral norte.

Fuente: colección personal de Carmen Odio González, década de 1960.

Originalmente, el conjunto de la capilla iniciaba, en el primer nivel, con las arcadas que marcaban el acceso posterior a la vivienda, en la segunda mitad de la década de 1950 se construyó el preámbulo, un espacio rectangular que originalmente estaba sin cubierta²⁴; compuesto por seis pilares²⁵ de base rectangular o pilastras, unidas perimetral y transversalmente por arcos de medio punto, cuya modulación es menor a las arcadas del conjunto de la capilla. Los arcos sostienen un arquivado compuesto por tres hiladas de ladrillo.

Formalmente, es con el arco norte del preámbulo con que inicia un juego de cuatro arcadas y media en dirección de oeste hacia el este. La última arcada, o la arcada incompleta, remata con el mosaico de una escena de *El Quijote*; según doña Carmen Odio el muro fue cortado en esta sección, a la mitad de lo que hubiese sido el quinto arco, para poder levantar la estructura en ladrillo que sostiene dicho mosaico. Continuando en



Figura 3. Preámbulo y muro perimetral norte. Fuente: propia, 2017.

²⁴ En la actualidad el preámbulo posee una cubierta de teja de una sola caída hacia el este.

²⁵ Visto en planta: una en cada vértice del rectángulo y las otras dos a la mitad de cada lado largo.

dirección oeste-este y posterior a la estructura anteriormente descrita, se eliminó el muro de ladrillo, desde el mosaico hasta el muro este de la propiedad, pues ya existía para ese momento (década de 1960) la actual estructura colindante; todo lo anterior se hizo con el fin de construir un planché que sirviera como cochera.

La colindancia norte, contemplando el preámbulo, está compuesto por cinco pilastras²⁶, construidos en ladrillo, a su vez cada pilastra está conformada por una basa, un fuste y un capitel. La altura total de cada pilastra, desde la basa hasta la parte superior del capitel, es de aproximadamente 1,20 m. La basa, de una altura aproximada de 0,17 m en total, está compuesta por dos hiladas de ladrillo; el fuste está compuesto por once hiladas, cuyos ladrillos están colocados en tizón y sogá, alcanzando una altura de aproximadamente de 0,82 m. Tres hiladas de ladrillo conforman el capitel de cada pilastra cuya altura es de aproximadamente de 0,21 m. Las cinco pilastras del muro colindante norte están unidas por arcos de medio punto, estos están compuestos por ladrillos unidos en su canto. La flecha de este elemento arquitectónico es de aproximadamente 0,67 m. Usualmente un arco cuenta con una dovela central o clave, la cual es la pieza superior central de la estructura y se encarga de transmitir la carga a los extremos, sin embargo, en este caso el arco está rematado en su parte superior por tres ladrillos que hacen la función de la dovela central, pero que además sobresalen 0,015 m del plano que forma curva. La altura total aproximada desde nivel de piso terminado a la parte superior del arco es de 1,96 m. El espacio entre cada pilastra y por debajo de los arcos se cierra con un muro de ladrillos aparejados a panderete. El espesor de dicho cerramiento es de aproximadamente 0,065 m. Los arcos sostienen una especie de arquitebe, o cinco filas de molduras perpendiculares a las pilastras. La primera hilada, de abajo hacia arriba, sobresale 0,015 m del plano que conforma el arco por lo tanto comparte el mismo plano de las piezas de la dovela central; la segunda hilada sobresale 0,025 m de este último plano, mientras que las tres filas de ladrillo superiores comparten el mismo plano de la dovela central. El aparejo de los ladrillos entre los arcos y sobre estos es a sogas.

El muro únicamente se eleva por encima del arquitebe, sobre el primer arco, sin sobrepasar la distancia entre la primera y segunda pilastra. Esta cuarta sección del muro se eleva de manera continua por catorce hiladas, lo cual representa aproximadamente 1,05 m de altura; justo sobre la segunda pilastra, esta sección remata con un capitel de tres hiladas. De la base de este segundo capitel se eleva una quinta sección del muro, pero de forma achaflanada, como si fuese un contrafuerte que apuntala la fachada este del conjunto de la capilla; en un principio contaba con once hiladas de ladrillo, lo que representaba una altura de 0,82 m, pero en la actualidad sólo posee ocho hiladas.

Sobre los capiteles de la cuarta y quinta pilastra, de oeste a este, se empotró en el espacio entre los arcos una figura de cerámica compuesta por dos delfines de estética clásica; actualmente sobrevive únicamente una de estas dos figuras.

Como se indicó anteriormente, después de la quinta pilastra, nace el quinto arco el cual fue cortado para poder hacer la estructura sobre la cual se colocó el mural de El Quijote, esta

26 La primera pilastra forma parte del conjunto de la capilla, sin embargo, se considera parte de esta última fase de la construcción ya que sobre esta descansa el extremo oeste del primer arco del muro colindante norte.

estructura es de ladrillo aparejado a panderete. El mural tiene 2,05 m de ancho y una altura de 2,70 m. El mosaico posee 180 piezas cuadradas de aproximadamente 0,152 m x 0,152 m, 12 piezas a lo ancho y 15 piezas a lo alto; por lo tanto, el mosaico en sí tiene un ancho aproximado de 1,82 m y una altura de 2,28 m, el cual está enmarcado por 36 losetas de barro cocido.



Figura 4. Mural del muro perimetral norte.

Fuente: propia, 2017.

Según la señora Odio, entre las décadas de 1960 y 1970, durante la construcción del hotel vecino, colindante norte a la residencia en estudio, se construyó una estructura en concreto sobre el muro de ladrillo que a su vez se ancló al muro del nuevo hotel, con el objetivo de garantizar la privacidad en la vivienda. Para anclar esta nueva sección del muro a los cimientos se utilizaron angulares de 2,5" x 2,5" y 6 m de alto, uno al costado derecho de la tercera pilastra y otro al costado izquierdo de la quinta pilastra; para asegurar la continuidad del angular le abrieron espacio a través de los arcos y el arquitebe el cual rellenaron con concreto. La altura final del muro es de aproximadamente de 6 m en total.

3.3.2. Patologías del muro colindante norte de la residencia González Feo

Con base en cuatro²⁷ visitas de campo y a la consulta a la Arq. Ileana Hernández Salazar²⁸, realizada el 21 de diciembre de 2017, se determinaron las principales patologías del muro en estudio. Los cuatro principales problemas son:

a) Acción del agua de lluvia y humedad ambiente

Esta es la principal causa, según Cascallano (2003), de escamaciones, desprendimientos y la erosión del ladrillo; en este caso no solo por la cantidad de agua de lluvia recibida, y que penetra el material, sino también por la intensidad con que el agua choca con el muro, pues es impulsada a gran velocidad debido a la ubicación del edificio central del Instituto Nacional de Seguros (INS) justo al frente de la casa González Feo y de aproximadamente 57 m de altura; este edificio crea una barrera que desvía el viento proveniente del noreste del valle central y este choca de manera violenta contra el muro y las fachadas de la propiedad. Se puede apreciar, que en todo el muro los ladrillos presentan un

²⁷ Primera visita: 30 de marzo de 2017, segunda visita: 19 de julio de 2017, tercera visita: 30 de noviembre de 2017 y cuarta visita 19 de diciembre de 2017.

²⁸ Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico.

desgaste, erosión y desprendimiento del material, además en muchos sitios del mortero también se ha desprendido.

Figura 5. Desgaste y desprendimiento del material. Fuente: propia, 2017.



b) Acción de los agentes biológicos

El muro cuenta actualmente con gran cantidad de líquenes, musgos y plantas superiores; la presencia de una de estas últimas detrás de la estructura del mosaico provocó que esta sufriera un importante desplome. Además, como lo explica Coscollano (2003), la presencia de estos agentes biológicos “producen un deterioro físico-químico en las superficies de los materiales con fracturas, digresión y formación de ácidos y sustancias destructivas” (p.13). Otro factor que aporta a la presencia agentes biológicos es la penumbra creada por la sombra del edificio del INS; ubicado en la cuadra este impide que el sol ilumine directamente el muro, propiciando excelentes condiciones para el crecimiento de musgo y plantas superiores.

Los líquenes se pueden encontrar, principalmente, en el muro colindante entre la primera y segunda pilastra, propiamente en el cerramiento que se encuentra actualmente cubierto. El musgo se encuentra en todos los elementos que están expuestos a la lluvia, principalmente en las pilastras, el muro de cerramiento a la altura de estas y en el arquitrabe; la zona con menor presencia de muro es la zona de los arcos. Las plantas superiores se encuentran sobre la cubierta del preámbulo, en todo el muro y en el arquitrabe, así como también detrás de la estructura de ladrillo donde se ubica el mosaico.



Figura 6. Presencia de agentes biológicos. Fuente: propia, 2017.

c) Acción de la contaminación atmosférica

La propiedad se encuentra entre vías vehiculares muy congestionadas y por lo tanto con alta presencia de agentes contaminantes como dióxido de carbono (CO_2) y dióxido de azufre (SO_2) en forma gaseosa que se disuelven en el agua de lluvia, provocando lo que se conoce como lluvia ácida. El CO_2 combinado con el agua produce un ácido que provoca en los ladrillos una “reacción química con las sales contenidas en ellos que provocan reventamientos en la estructura interior con deterioros exteriores de desprendimientos superficiales de masa” (Coscollano, 2003, p.15). Por otro lado, la presencia del SO_2 sobre los ladrillos provoca la formación de “sulfato cálcico anhídrico en forma de “costras” en superficie o en interior que al hidratarse aumenta el volumen aproximadamente de un 32%, lo cual provoca escamaciones y explosiones con masa del propio material” (Coscollano, 2003, p. 16).

d) Acumulación de tensiones

Por la construcción del componente de concreto sobre el muro de ladrillo, que agregó peso al muro original y sumado los problemas anteriormente expuestos, así como a los movimientos telúricos a través de los años, provocó que la estructura (compuesta por el muro original y el elemento impropio) perdiera el anclaje al muro del hotel vecino y presente un desplome aproximado de 0,05 m a la altura del muro original (2.20 m desde el nivel del suelo) y 0,015 m en el punto más alto del elemento impropio (6.00 m desde el nivel del suelo); poniendo en peligro la integridad de muro de ladrillo, del preámbulo, de la fachada este de la capilla y del mosaico presente en el muro, así como comprometiendo la seguridad de los residentes de la vivienda y de los huéspedes del hotel.



Figura 7. Desplome de la estructura. Fuente: propia, 2017.

4. DISCUSIÓN

Basado en la confrontación de todo lo expuesto anteriormente y usando como guía el PMBOK®, se propone lo siguiente.

4.1. Anteproyecto del plan director de la intervención del muro colindante norte de la Residencia González Feo, apoyado en el uso de realidad aumentada.

4.1.1. Principios del Acta Constitutiva del proyecto.

a) Objetivo general del proyecto

Diseñar el plan de intervención para la conservación arquitectónica del muro colindante norte de la Residencia González Feo, ubicada en barrio Amón, ciudad de San José, Costa Rica; bajo el marco metodológico del PMI, incluyendo la RA como herramienta de apoyo.

b) Objetivos específicos del proyecto

- Definir el proyecto mediante los procesos de inicio planteados por la metodología PMI.
- Determinar el estado del muro colindante norte de la Residencia González Feo, mediante el diagnóstico del estado del elemento arquitectónico.
- Operacionalizar el plan de intervención, por medio de la correspondencia entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento del proyecto según el marco metodológico del PMI.
- Definir los insumos iconográficos para la aplicación móvil Amón_RA, del estado actual, el proceso de intervención y el estado esperado del muro colindante norte de la Residencia González Feo.
- Finalizar el proceso del plan de intervención, mediante la entrega del documento de cierre oficial a la cliente, y el contenido iconográfico al desarrollador de la aplicación Amón_RA.

c) Descripción del producto del proyecto

El producto esperado es el plan de intervención del muro colindante norte de la Residencia González Feo, apoyado en el uso de RA. En el plan se debe encontrar las pautas para poder realizar el proceso de conservación y restauración del objeto arquitectónico en estudio, así como los requerimientos del contenido necesario para el uso de la RA como apoyo durante el proceso de ejecución del plan. El ciclo de vida del proyecto está compuesto por seis fases: inicio-planificación, prevención, diagnóstico, operacionalización, iconografía y cierre

4.1.2. *Interesados*

a) Lista de interesados

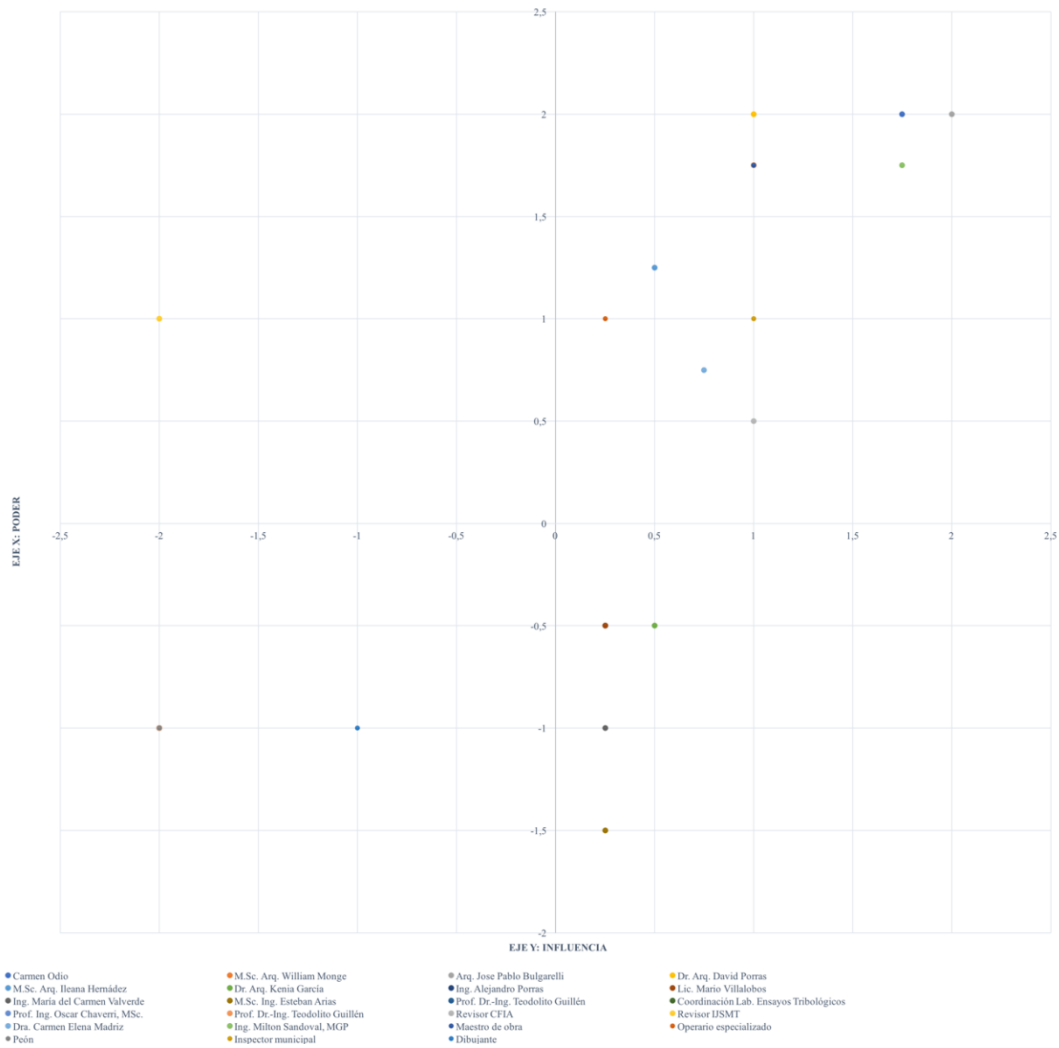
En la Tabla 1, se enlistan las principales personas interesadas en el proyecto o que están involucradas en alguna de sus fases. En total se identificaron 23 interesados, a estos se le asigna un valor a nivel de poder y de interés en el proyecto, que va desde -2 hasta 2, donde -2 equivale a nada importante, -1 a poco importante, 0 a normal, 1 a importante y 2 a muy importante. Se entiende como “poder” el nivel de autoridad y toma de decisiones sobre el proyecto, mientras que “interés” se interpreta como la inquietud que tiene la persona sobre el desarrollo y resultados del proyecto.

Tabla 1. Lista de interesados en proyecto

Interesado					
N° de Registro	Rol	Nombre	Institución	Poder	Interés
Int-001	Cliente	Carmen Odio	Propietaria	1,75	2
Int-002	Patrocinador	Arq. William Monge	CICPC	1	1,50
Int-003	Director de proyecto	Arq. Jose Pablo Bulgarelli	MGP, TEC	2	2
Int-004	Coordinador de Amón_RA	Arq. David Porras	EAU, TEC	1	2
Int-005	Experta	Arq. Ileana Hernández	EAU, TEC	0,5	1,25
Int-006	Experta	Arq. Kenia García	EAU, TEC	0,5	-0,5
Int-007	Experto	Ing. Alejandro Porras	TEC	0,25	-0,5
Int-008	Experto	Lic. Mario Villalobos	UNA	0,25	-0,5
Int-009	Experta	Ing. María del Carmen Valverde	EIDI, TEC	0,25	-1
Int-010	Experto	Ing. Esteban Arias	EIC, TEC	0,25	-1,5
Int-011	Consultor	Ing. Teodolito Guillén	Laboratorio de ensayos mecánicos, TEC	-2	-1
Int-012	Consultor	Coordinación del Laboratorio	Laboratorio de ensayos tribológicos, TEC	-2	-1
Int-013	Consultor	Ing. Oscar Chaverri, MSc.	Laboratorio de ensayos no destructivos, TEC	-2	-1
Int-014	Consultor	Ing. Teodolito Guillén	Laboratorio de difracción de rayos X, TEC	-2	-1
Int-015	Fiscalizar / Visar	Revisor CFIA	CFIA	1	0,5
Int-016	Fiscalizar	Revisor IJSMT	Comité Científico de la revista <i>International Journal of Scientific Management and Tourism</i>	-2	1
Int-017	Fiscalizar	Dra. Carmen Elena Madriz	Dirección de Posgrado, TEC	0,75	0,75
Int-018	Fiscalizar	Ing. Milton Sandoval, MGP	Coordinación de TFG-MGP, TEC	1,75	1,75
Int-019	Ejecutor	Maestro de obra	Constructora	1	1,75
Int-020	Ejecutor	Operario	Constructora	0,25	1
Int-021	Ejecutor	Peón	Constructora	-2	-1
Int-022	Fiscalizador	Inspector Municipal	MSJ	1	1
Int-023	Ejecutor	Dibujante	EAU	-1	-1

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Poder – Influencia de los interesados



Fuente: elaboración propia.

La Tabla 1 es insumo para el análisis cualitativo que ayuda a definir la priorización de los interesados, que a su vez define cuáles requerimientos tienen más peso sobre otros; así como a una estrategia de comunicación entre el equipo del proyecto y los interesados.

En la Figura 8, se grafica por medio de ejes de coordenadas la información de la Tabla 1, donde en el eje “x” está el poder y en el eje “y” el interés. Estos ejes forman cuatro cuadrantes; el primer cuadrante (superior derecho) agrupa a los interesados que tienen alto poder de decisión y alto interés por el proyecto; por lo tanto, debe existir una gestión cercana y es necesario empoderar al interesado para garantizar el éxito del proyecto. Para este grupo puede ser necesario establecer tres estrategias que se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Cuadrante 1

N° de Registro interesado	Estrategia Global	Actividades
Int-001, Int-003, Int-004, Int-005, Int-019	Fomentar el trabajo en equipo	Hacerlo partícipe de las reuniones del proyecto y en la toma de decisiones.
Int-002, Int-21	Gestionar Altamente	Involucrarlo en el proyecto, pero no en todas las tomas de decisión.
Int-015, Int-017, Int-018, Int-020	Gestionar	Notificar el estatus del proyecto. Involucrarlo es algunas reuniones.

Fuente: elaboración propia.

En el segundo cuadrante (superior izquierdo) se encuentran aquellos interesados que tienen bajo poder de decisión, pero alto interés por el proyecto, se recomienda mantenerlos satisfechos en sus peticiones. En la Tabla 3 se puede encontrar la estrategia y la actividad para el interesado dentro del segundo cuadrante.

Tabla 3. Cuadrante 2

N° de Registro interesado	Estrategia Global	Actividades
Int-016	Mantener Satisfecho	Informar el estatus del proyecto, sin involucramiento a este.

Fuente: elaboración propia.

El tercer cuadrante (inferior derecho) agrupa aquellos interesados que tienen alto poder de decisión, debido al impacto de los análisis o recomendaciones que podrían afectar al proyecto, pero el interés es bajo; por lo tanto, hay que considerarlos en algunas tomas de decisión. Para este grupo de interesados se recomienda establecer la estrategia y las actividades que se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Cuadrante 3

N° de Registro interesado	Estrategia Global	Actividades
Int-006, Int-007, Int-008, Int-009, Int-010	Informar	Informar el estatus del proyecto, considerando su opinión para tomar decisiones.

Fuente: elaboración propia.

En el último y cuarto cuadrante (inferior izquierdo) se pueden encontrar los interesados que tienen bajo poder de decisión y bajo interés por el proyecto, por lo cual se recomienda informar ocasionalmente sobre el proyecto. En la Tabla 5 se puede encontrar la estrategia global y las actividades para los interesados dentro del cuarto cuadrante.

Tabla 5. Estrategia global y actividades cuadrante 3

N° de Registro interesado	Estrategia Global	Actividades
Int-011 Int-012, Int-013, Int-014, Int-021, Int-023	Monitorear	Establecer medio o mecanismos de comunicación puntual.

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Plan de alcance del proyecto

a) Descripción detallada del alcance del proyecto

Inicio y planificación: en esta fase del proyecto se pretende dar el inicio formal con la firma del Acta de Constitución. Además, se contemplan los diferentes planes para las áreas de conocimiento del PMI, necesarios para garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, que integrados forman el Plan de Dirección del Proyecto.

Prevención: debido al riesgo de colapso de la estructura superior al muro de ladrillo, y del tiempo que es necesario para la planificación y ejecución del plan, se recomienda anclar temporalmente dicha estructura a su posición inicial. Por lo tanto, en esta fase se planea y ejecuta esta medida preventiva.

Diagnóstico: se deben realizar los estudios necesarios para formular el adecuado plan de acción. El primer apartado del diagnóstico es una investigación histórica y técnica, el segundo es una diagnosis de daños y causas, así como la iconografía del estado actual del muro, cuyo formato debe estar en el formato adecuado para poder utilizarlos como contenidos del plug-in de la aplicación Amón_RA. La diagnosis debe contener conclusiones y recomendaciones basadas en los estudios necesarios que, según lo recomendado por Coscollano (2015), son los siguientes:

Prospección “in situ”.

- Distribución de materiales con análisis arquitectónico y la influencia de las diversas etapas constructivas.
- Estudio de reparto de cargas, tensiones diferenciales, infiltraciones, humedades y vibraciones.
- Distribución cuantitativa de la degradación, mediante prospección eléctrica y ultrasónica.
- Estudio climático con análisis de gases, aguas de lluvia y escorrentía.
- Reparto diferencial de temperaturas y humedades.

Análisis de los materiales.

- Estudio físico de la porosidad abierta del material y distribución de los poros del este.
- Estudio de la dureza del material, mediante esclerometría, de los materiales sanos y dañados.
- Estudio químico, con análisis composicional de elementos mayoritarios y minoritarios.

Experimentación en materiales.

- Análisis de envejecimiento.
- Análisis de agresión ambiental

Operacionalización: en función de las conclusiones y recomendaciones, se debe especificar claramente los pasos a seguir para la intervención del muro en cuestión, que involucra procesos de consolidación estructural, conservación y preservación. Esta operacionalización debe incluir el diseño del anteproyecto, elaboración de planos constructivos y la documentación de acción y desarrollo.

Iconografía: esta fase contempla el diseño y elaboración de toda la iconografía tanto bidimensional como tridimensional del proceso de intervención como del resultado esperado. Al igual que la iconografía realizada en la diagnosis, el formato de este contenido debe calzar con los requerimientos del desarrollador de la aplicación Amón_RA.

Cierre: con esta etapa se finaliza formalmente con la entrega y validación de las respectivas actas de cierre.

b) Entregables del proyecto

A continuación, se enlistan los entregables esperados del proyecto; esta lista está desarrollada en tres niveles, en el primer nivel se describen las cinco fases propuestas, en el segundo nivel se desglosan los entregables esperados y en el tercer nivel se observan los grupos de trabajo necesarios para la concreción de los entregables. Esta es la base de la Estructura Detallada de Trabajo²⁹, la cual es valiosa ya que permite entender la relación entre los entregables esperados y las fases en que se esperan ejecutar, y con esto proponer cronograma general. Los entregables esperados por cada fase son:

- **Fase de inicio y planificación:**
 - Acta de constitución del proyecto.
 - Definición del alcance.
 - Análisis de los interesados.
 - Plan de dirección.
- **Fase de prevención:**
 - Anclaje temporal del muro.
 - Propuesta.
 - Permiso.
 - Ejecución.
- **Fase de Diagnóstico:**
 - Investigación histórica y técnica.
 - Diagnóstico de daños y causas:
 - Prospección “in situ”.
 - Análisis de los materiales.
 - Experimentación en materiales.
 - Conclusiones y Recomendaciones.

²⁹ Si bien en este artículo se presenta el material resultante de la EDT, esta se presentó en los niveles de fase, entregables y grupos de trabajo, es necesario aclarar que se desarrolló la EDT hasta el nivel de actividades, con el fin de poder proponer un cronograma general de trabajo y estimar costos.

- Iconografía del estado actual:
 - Imágenes 2D.
 - Modelos 3D.
- **Fase de operacionalización**
 - Anteproyecto.
 - Documentos de recepción, certamen “salvemos nuestro patrimonio histórico arquitectónico”.
 - Documentos conceptuales.
 - Planos.
 - Lámina de resumen.
 - Autorización escrita de propietario.
 - Planos constructivos.
 - Planos arquitectónicos.
 - Planos estructurales.
 - Planos mecánicos.
 - Planos eléctricos.
 - Especificaciones técnicas.
 - Visado ante el CFIA.
 - Planos subsanados.
 - Subsane de observaciones.
 - Documentación para permisos municipales.
 - Licencia de demolición.
 - Licencia de movimiento de tierra o escombros, excavaciones y rellenos.
 - Permiso de construcción de Obra Menor.
 - Documento de actuación y desarrollo.
 - Muro sin sobrecarga.
 - Muro y mural sin vegetación mayor.
 - Estructura de apoyo al muro y mural.
 - Muro original consolidado.
 - Mural consolidado.
 - Cerramiento superior liviano.
 - Drenaje.
 - Muro limpio y sin humedad.
 - Informe semanal de avance.
- **Fase de iconografía**
 - Contenido para plug-in Amón_RA
 - Imágenes 2D del proceso
 - Imágenes 3D del proceso
 - Imágenes 2D del estado esperado
 - Imágenes 3D del estado esperado
 - Prueba del plug-in

- **Fase de cierre**
 - Actas de entrega al cliente
 - Actas de entrega al coordinador del proyecto Amón_RA

c) Supuestos

En este apartado se describen los supuestos que se consideran en el proyecto, los cuales están enlistados según cuatro categorías: técnicos, externos, de la organización y del proyecto.

Técnicos:

- El uso de los programas Revit® y AutoCad® es la opción viable para la creación de la iconografía en 2D y 3D.
- Los laboratorios del TEC cuentan con el equipo tecnológico para realizar los estudios requeridos para el diagnóstico.
- Se cuenta con el apoyo privado en caso de necesitar equipo tecnológico para realizar levantamiento de información fotométrica.
- La EAU facilitará el equipo tecnológico para hacer el levantamiento métrico: drone, medidor laser, computadora portátil, tableta, entre otros.
- La aplicación Amón_RA podrá sustentar el contenido producto del proyecto.

Externos:

- Al ser la intervención una obra menor, los requisitos para los permisos por demolición y construcción de obra menor son fáciles de recopilar.
- En Costa Rica se cuenta con la mano de obra calificada para realizar el trabajo esperado.
- Se efectuará el certamen “Salvemos Nuestro Patrimonio Histórico Arquitectónico 2019”, bajo las mismas condiciones de las ediciones anteriores a este.

Organización:

- Se cumplirán con el calendario institucional del TEC.
- Se contará con el apoyo de la Unidad Académica de la Maestría en Gerencia de Proyectos y la Dirección de Posgrado.

Proyecto:

- Se cumplirán los plazos establecidos en el cronograma de trabajo.
- Se trabajará al menos 10 horas por semana para el cumplimiento de los objetivos.
- La comunicación entre los miembros del equipo y los interesados será efectiva.
- El contenido creado será utilizado en la aplicación Amón_RA o en su *plug-in* como material pedagógico y de difusión.

d) Restricciones

Las principales restricciones del proyecto son:

- El financiamiento de la elaboración del plan depende totalmente del director del proyecto.
- El financiamiento de los estudios y de la ejecución de la fase preventiva dependen del cliente.
- La ejecución propia del proceso de intervención depende del modelo de financiación que se encuentre; la opción más viable es participar en el Certamen Salvemos Nuestro Patrimonio Histórico Arquitectónico, esto restringe al proyecto al cumplimiento normativo del concurso, a un monto específico y al cronograma de este concurso.
- Al ser un proyecto académico se debe cumplir con el manual de normas y procedimientos para presentación de tesis de posgrado del TEC.

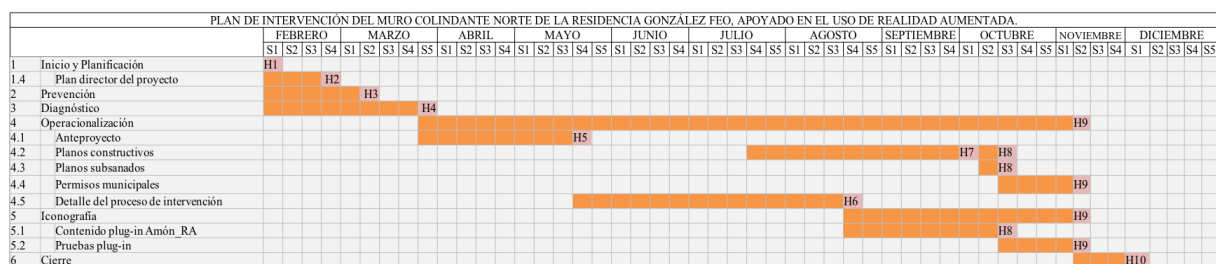
e) Exclusiones

Se excluye la solicitud formal de visado y permisos constructivos; sin embargo, todos los requisitos y documentos necesarios para realizar estos procesos deben estar listos. Así mismo, se excluye del proyecto cualquier acción pertinente a la ejecución del plan de intervención.

4.1.4. Plan de administración del tiempo

En el plan de administración del tiempo se definen las actividades necesarias para concretar los productos esperados reflejados en la EDT, la secuencia de ejecución, los recursos para cada una de las actividades y tareas, la duración de estas y el cronograma propuesto. A continuación, en la Figura 9 se presenta el cronograma general como resultado de este proceso.

Figura 9. Cronograma del proyecto.



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la Figura 9 se debe concluir el proyecto en 46 semanas cuyos 10 hitos son los siguientes:

- H1: formalización del inicio del proyecto.
- H2: entrega formal del plan director.
- H3: culminación del trabajo de prevención.
- H4: entrega del diagnóstico.
- H5: culminación del anteproyecto.

- H6: culminación del documento con detalles del proceso de intervención.
- H7: entrega de planos constructivos.
- H8: entrega de planos subsanados y de los contenidos para el plug-in de Amón_RA.
- H9: finalización de la operacionalización con la documentación para permisos municipales y el término de las pruebas para el plug-in de la aplicación Amón_RA.
- H10: entrega de actas de cierre y aceptación.

4.1.5. Plan de administración de costos

Al ser un proyecto académico el costo se define a partir de las horas de trabajo invertidas, sumando el costo de los estudios e impresión de planos y documentos; los costos de la intervención y honorarios se tomarían en cuenta únicamente en la ejecución del proyecto de intervención no en el plan.

Para el plan se consideran 460 horas de trabajo, cada hora profesional equivale a ¢23.317,00 (veinte tres mil trecientos diecisiete colones); por lo tanto, se presume que el costo es de aproximadamente ¢10.725.820,00 (diez millones setecientos veinticinco mil ochocientos veinte colones), asumidos por la dirección del proyecto. Se estima que el costo total de los estudios es de ¢1.000.000,00 (un millón de colones), la impresión de los planos es de aproximadamente ¢200.000,00 (doscientos mil colones) y la impresión de documentos tiene un costo de aproximadamente ¢150.000,00 (ciento cincuenta mil colones). Los trabajos de prevención se estiman en ¢500.000,00 (quinientos mil colones); los últimos cuatro costos los asume el cliente. Por lo tanto, la elaboración del plan tiene un costo aproximado de ¢12.575.820,00 (doce millones quinientos setenta y cinco mil ochocientos veinte colones).

La ejecución del proyecto de intervención tiene la restricción de que el costo no debe superar los ¢150.000.000,00 (ciento cincuenta millones de colones), y los honorarios reconocidos son de ¢15.000.000,00 (quince millones de colones). Esto porque se considera como base el premio del certamen “Salvemos Nuestro Patrimonio Histórico Arquitectónico”, ya que esta es la forma de financiación más factible para esta clase de proyectos.

También es necesario tomar en cuenta que el rubro para el permiso municipal equivale a 1% del valor estimado de la obra. La póliza de seguro por riesgos de trabajo equivale al 35% del 40% del valor estimado de la obra. El visado del CFIA equivale al uno por mil de su valor. Lo anterior es asumido por el cliente.

4.1.6. Plan de calidad

Se proponen controles bisemanales de seguimiento entre el director del proyecto y el tutor. Los entregables deben contar con la aprobación por escrito del cliente, el tutor y el director del proyecto para asegurar, mediante esta validación, el alcance de cada producto.

Es necesario establecer reuniones de revisión de los contenidos para la aplicación y medir si la comunicación del mensaje (proceso de intervención) se hizo con éxito a través del uso de la RA o no.

4.1.7. Plan de recursos

La dirección del proyecto está a cargo del autor de la presente investigación, quien a su vez tiene el rol de ejecución del plan director. El tutor es el Dr. Arq. David Porrás quien está a cargo de revisar y dar visto bueno a lo planteado por el director del proyecto, así como de sus avances durante la ejecución. La experta que acompaña técnicamente al proceso es la M.Sc. Arq. Ileana Hernández. Por último, el coordinador académico encargado de fiscalizar el proceso es el MGP. Ing. Milton Sandoval. Se contempla la contratación de un estudiante avanzado de la EAU para que colabore en la elaboración de la iconografía.

4.1.8. Plan de comunicaciones

En función del análisis de los interesados y de los requerimientos de información se establecen las herramientas de comunicación y los posibles rangos de frecuencia en que se podría comunicar con la persona. En la Tabla 6 se resume la estrategia de comunicación planteada.

Tabla 6. Matriz de comunicación

N° de Registro interesado	Requerimientos de información	Herramientas	Frecuencia
Int-001, Int-003, Int-005, Int-019	Informes de avance precisos, autorización de cambios del proyecto	Plan de proyecto, correo electrónico, reunión de trabajo, comunicación informal por mensajería de texto y llamadas	Semanalmente máximo quincenalmente
Int-002, Int-022	Documentación formal según los protocolos establecidos	Correo electrónico, formularios, reunión de trabajo	Programar según cronograma institucional
Int-015, Int-017, Int-018, Int-020	Resumen de resultados, cumplimiento de normativa y requerimientos especiales	Correo electrónico, reunión de trabajo	Programar según cronograma institucional
Int-016	Artículo científico Presentación de ponencia	Correo electrónico, presentación	Programar según cronograma institucional
Int-006, Int-007, Int-008, Int-009, Int-010	Informe	Correo electrónico, reunión informativa	Una o dos veces por mes
Int-011 Int-012, Int-013, Int-014, Int-021, Int-023	Comunicar cuales son las tareas que debe realizar	Correo electrónico, informar por interesados cercanos a este	En los momentos en que se esté ejecutando la labor específica, diariamente de ser necesario

Fuente: elaboración propia.

4.1.9. Plan de riesgos

Del análisis de riesgos para el proyecto el que supone de mayor impacto es el posible colapso de la estructura; por lo tanto, se propone la fase de prevención donde se espera como resultado el anclaje temporal de esta, previo a la intervención.

Otro riesgo es el que los estudios para el diagnóstico no se puedan realizar como fueron planeados, por no contar con los recursos tecnológicos o financieros. La materialización de este riesgo se podría contrarrestar efectuando los estudios empíricos recomendados por Coscollano (2005), así como haciendo uso de estudios similares efectuados con anterioridad y utilizando el recurso de la consulta de expertos.

A nivel tecnológico el riesgo de producción del contenido es muy bajo ya que el uso de las herramientas para generarlo es conocido; sin embargo, en caso de ser necesario la EAU cuenta con los recursos para capacitar en el uso de estas herramientas.

Al ser uno de los productos de la investigación el contenido para Amón_RA, de no desarrollarse esta aplicación móvil se corre el riesgo de no poder difundir el material; por lo tanto, se deben prever localizadores o código QR ³⁰ en los documentos del plan de intervención, así como la plataforma en que los ejecutores de la obra puedan tener acceso a la información.

4.1.10. Plan de adquisiciones

Se establecen que las principales adquisiciones para el plan director son los estudios técnicos para el diagnóstico (A1), la ejecución del proyecto de prevención (A2) y el dibujante (A3 y A4); por lo tanto, en función del cronograma se establece el momento en que estos deben ser adquiridos para la oportuna ejecución de las tareas. En la Figura 10 se grafican estos momentos.

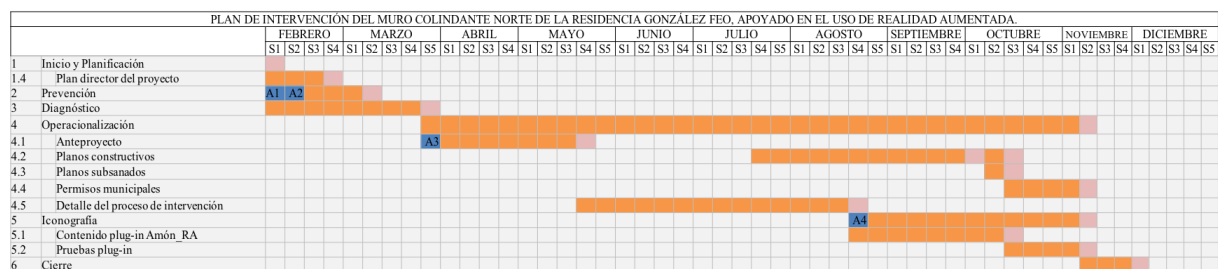


Figura 10. Cronograma de adquisiciones.

Fuente: elaboración propia.

4.1.11. Plan de involucramiento de los interesados

En la Tabla 7 se identifica el grado actual (A) y el grado deseado (D) del involucramiento de los interesados del proyecto, para esto se establecen cinco categorías las cuales son:

- Desconocedor: desconoce el proyecto, fases y objetivo.
- Opositor: se opone rotundamente a la realización del proyecto.
- Neutral: conoce el proyecto y objetivo, pero ni apoya ni se opone al proyecto.

³⁰ Quick Response code

- Partidario: conoce el proyecto y objetivo, su involucramiento e interés es medio-alto, puede no verse favorecido.
- Líder: conoce el proyecto y objetivo, su involucramiento es alto, busca garantizar que culmine de forma exitosa.

Tabla7. Matriz del grado de participación de los interesados.

N° de Registro	Desconocedor	Opositor	Neutral	Partidario	Líder
Carmen Odio				A	D
Arq. William Monge	A			D	
Arq. Jose Pablo Bulgarelli					A-D
Arq. David Porras				A	D
Arq. Ileana Hernández				A	D
Arq. Kenia García				A-D	
Ing. Alejandro Porras			A	D	
Lic. Mario Villalobos	A			D	
Ing. María del Carmen Valverde	A			D	
Ing. Esteban Arias	A			D	
Ing. Teodolito Guillén	A		D		
Coordinación Lab. Ensayos Tribológicos	A		D		
Ing. Oscar Chaverri, MSc.	A		D		
Ing. Teodolito Guillén	A		D		
Revisor CFIA	A			D	
Revisor IJSMT	A			D	
Dra. Carmen Elena Madriz	A			D	
Ing. Milton Sandoval	A			D	
Maestro de obra	A				D
Operario especializado	A			D	
Peón	A			D	
Inspector municipal			A	D	
Dibujante	A			D	

Fuente: elaboración propia.

Para lograr el estado deseado se debe cumplir con lo establecido en el plan de comunicación y así involucrar a cada persona identificada en el proyecto según el grado de poder e interés que tenga en el proyecto.

5. CONCLUSIONES

Generar el plan de intervención para la conservación del muro colindante norte de la Residencia González Feo, basado en el presente anteproyecto del plan director es viable, pues se cuenta con los recursos necesarios, tanto dentro del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) como en el sector privado, para realizar los estudios de diagnóstico necesario, pero además existe actualmente, en Costa Rica, la capacidad técnica y académica para proponer las

soluciones pertinentes a los procesos de intervención y a la implementación de la Realidad Aumentada dentro de estos.

La Realidad Aumentada es un recurso que permite una comunicación efectiva, mediante iconografía bidimensional y tridimensional, de la información propia de los objetos arquitectónicos patrimoniales con el usuario, según sea el fin del contenido de la aplicación móvil que se utilice; esta capacidad es la que se aprovechará para la administrar los procesos, gestionar los recurso y dirigir las personas involucradas en la intervención propuesta y así conservar el muro colindante norte de la Residencia González Feo, el cual, es el fin último de la investigación.

Así mismo, el contenido generado para la aplicación móvil Amón_RA servirá de apoyo no solo para los ejecutores de la obra en el proceso de intervención del caso en estudio, sino también para los procesos didácticos de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo y de la Unidad Académica de la Maestría en Gerencia de proyectos del TEC. Además, será un aporte al esfuerzo de poner en valor y difundir el paisaje urbano histórico de barrio Amón.

Por último, el anteproyecto del plan director que se plantea es la base para presentar un proyecto sólido al certamen “Salvemos Nuestro Patrimonio Histórico Arquitectónico 2019”, que aunque se deba seguir trabajando en el proyecto, representa un aporte a la gestión y conservación del patrimonio construido al ser una herramienta metodológica de posible replicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Coscollano, J. (2003). *Restauración y rehabilitación de edificios*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural. (1997). *Apertura de expediente para declaratoria patrimonial del inmueble conocido como Casa del escritor Mario González Feo* (DPH-932-97). Recuperado de <http://www.patrimonio.go.cr/busqueda/Inmueble.aspx>
- Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural. (1998). *Antigua Casa Gonzales Feo N° 26551-C* (La Gaceta, N°5). Recuperado de <http://www.patrimonio.go.cr/busqueda/Inmueble.aspx>
- Dávila, M. (2014). Estudio para la valoración y recuperación del patrimonio arquitectónico religioso venezolano a través de técnicas digitales: Iglesia de San Jacinto, caso de estudio. *Blucher Design Proceedings, 1* (7), 177 - 181. Doi: 10.5151/despro-sigradi2013-0032
- Editorial Costa Rica. (2017). *Editorial Costa Rica: Guido Sáenz*. San Pedro, CR: Editorial Costa Rica. Recuperado de <http://www.editorialcostarica.com/escritores.cfm?detalle=1097>
- [Fotografía de Carmen Odio González]. (Barrio Amón, 1954). Colección personal. Residencia González Feo, San José, Costa Rica.

- [Fotografía de Carmen Odio González]. (Barrio Amón, década de 1960). Colección personal. Residencia González Feo, San José, Costa Rica.
- Jones, T. (15 de abril de 2017). Building Tomorrow: Construction Projects Slowly Adopt Cutting-Edge Tech [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.projectmanagement.com/articles/400189/Building-Tomorrow--Construction-Projects-Slowly-Adopt-Cutting-Edge-Tech>
- Kahwaji, C. (24 de agosto de 2017). Visual Management, Design and Construction [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.projectmanagement.com/blog-post/32350/Visual-Management--Design-and-Construction#comments>
- Katayama, A., Tamura, H. & Yamamoto, H. (2001). Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds. *Computer Graphics and Applications, IEEE*. 21. 64 - 70. 10.1109/38.963462.
- Macarrón, A. & González, A. (2011). *La conservación y la restauración en el siglo XX*. Madrid, España: Editorial Tecnos (Grupo Anaya, S.A.).
- Mileto, C. & Vegas, F. (2011). Aprendiendo a restaurar: un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana. Valencia, España: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana
- Mohammed-Amin, R. (2010). *Augmented reality: a narrative layer for historic sites*. Thesis for the degree of master. University of Calgary, Alberta, Canada.
- Monzón, J. (Septiembre de 2016). Aplicación de técnicas de ingeniería inversa para la documentación gráfica y geométrica del patrimonio en un proyecto de realidad aumentada: un producto museográfico para la catedral de la seo de Zaragoza. En J. Lerma (Director del Congreso), *ARQUEOLÓGICA 2.0*. Artículo presentado en el VII Congreso Internacional de Arqueología e Información Gráfica, Patrimonio Cultural e Innovación, Valencia, España.
- Muñoz, S. (2003). *Teoría contemporánea de la restauración*. Madrid, España: Editorial Síntesis, S.A.
- Peinado, Z. (2014). *Documentación gráfica del patrimonio arquitectónico aplicado a su gestión, conservación y difusión. El caso de estudio de la villa de Árega (Soria)*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Porras, D., Arias, E. & García, K. (Agosto de 2017). Amón_RA: La realidad aumentada en la revalorización urbana y patrimonial. En M. Estrada (Presidente), *JOCICI 2017*. Conferencia presentada en las III Jornadas Costarricenses de Computación e Informática, Cartago, Costa Rica.
- Project Management Institute, Inc., (Ed). (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®). Chicago, EEUU: Project Management Institute, Inc.

International Journal of Scientific Management and Tourism (2018) 4-2: 115-149, Bulgarelli J.P.: “El uso de la realidad aumentada en los procesos de restauración de edificios patrimoniales, caso de estudio: residencia Gonzalez Feo”

Reitmayr, G. & Schmalstieg, D. (2003). Data Management Strategies for Mobile Augmented Reality. *Proceedings of the International Workshop on Software Technology for Augmented Reality Systems*, IEEE Computer Society Press, 47 - 52.

Wilkinson, P. (2010). *50 cosas que hay que saber sobre arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Planeta, S.A.