

# Capítulo 5

---

## **El centro histórico de Tijuana, recuperación de la información para generar gemelos digitales HBIM y visualización AR y VR**

*Guillermo Sepúlveda Gil  
Facultad de Artes y Diseño-San Diego State University*

*Isabel Salinas Gutiérrez  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería y  
Tecnología-Universidad Autónoma de Baja California*

<https://doi.org/10.61728/AE24002004>



## Antecedentes

BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que ha transformado la industria de la construcción al ofrecer una representación digital de las características físicas y funcionales de los edificios. Inicialmente desarrollada para la documentación y operación de gemelos digitales de construcciones contemporáneas, las aplicaciones de BIM se han ampliado para incluir también edificios e inmuebles patrimoniales. Como en muchas ciudades, los edificios construidos durante el período de principios de 1900 tienen un valor histórico y cultural significativo. No obstante, muchos de ellos han sido modificados, remodelados, o simplemente han desaparecido. Aquellos que aún persisten enfrentan desafíos de preservación debido al envejecimiento de la infraestructura, la documentación limitada y la falta de una representación precisa (Bakker, 2020; Biełkowska et al., 2017; SHCP, 2019).

El uso de BIM en la recuperación de edificios e inmuebles históricos ofrece una solución prometedora al facilitar la documentación y recuperación de la información necesaria para la restauración de elementos como fachadas y mobiliario, entre otros. Además, permite un análisis y visualización integral de estas estructuras, lo que puede llevar a una mejor preservación y apreciación cultural al facilitar la planificación y toma de decisiones para la creación de documentos, entre otros aspectos. Sumado a esto, la combinación con tecnologías de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) puede mejorar aún más la experiencia, permitiendo a los usuarios explorar e interactuar con edificios históricos en entornos virtuales inmersivos, visitar lugares remotos con una visualización precisa o enriquecer los estudios de antropología moderna (Banfi, 2021; N. Bruno y Roncella, 2019; Lin, 2017; Yang et al., 2019, 2020a).

## Introducción

La preservación del patrimonio histórico trasciende la mera conservación de construcciones, inmuebles y monumentos. Estos elementos son a menudo testigos silenciosos de épocas pasadas y portadores de nuestra cultura e identidad. En Tijuana, el patrimonio construido, aunque limitado en número debido a la corta historia de la ciudad, es un testimonio tangible de la creatividad e innovación humanas a lo largo de períodos históricos específicos. Estos vestigios deben servir como puentes vitales entre nuestro pasado y nuestro futuro. La preservación histórica, por tanto, no solo salvaguarda estructuras antiguas, sino también las historias, la artesanía y las expresiones culturales únicas de las civilizaciones que nos precedieron.

En una era de rápidos avances tecnológicos y prácticas arquitectónicas en constante cambio, preservar nuestros tesoros históricos representa un desafío crucial. Este esfuerzo requiere un delicado equilibrio entre la conservación y la adaptación, entre la sabiduría de los métodos tradicionales de construcción y el potencial innovador de las tecnologías modernas. En el corazón de este desafío se encuentra el objetivo de nuestro estudio: el análisis comparativo de los métodos de preservación tradicionales y su contraparte digital, incluyendo la creación de gemelos digitales que pueden ser empleados en distintas plataformas para apoyar la preservación y recuperación histórica.

Nuestra investigación busca responder a la pregunta fundamental: “¿Cómo se comparan los métodos de preservación tradicionales con los enfoques digitales en la recuperación de la información de la traza de Zaragoza, en el contexto de la recuperación de datos históricos y la preservación del patrimonio?”. Este estudio explora la efectividad, eficiencia y relevancia de estas metodologías contrastantes para salvaguardar y revitalizar nuestro patrimonio arquitectónico.

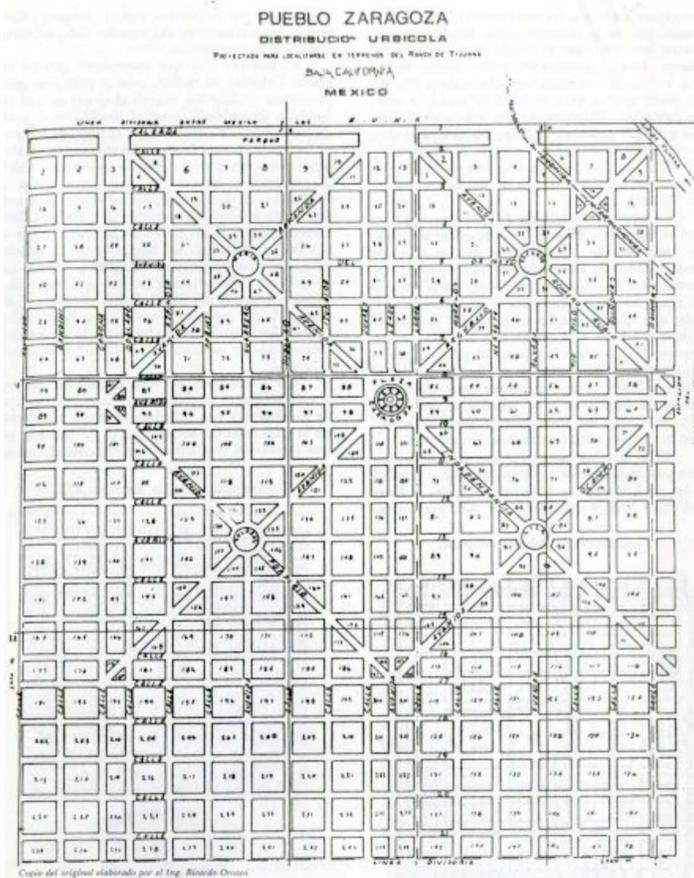
A medida que las prácticas arquitectónicas continúan evolucionando y nuestro mundo se digitaliza cada vez más, nuestro trabajo no es solo un estudio comparativo, sino un diálogo dinámico entre el pasado y el futuro. Este diálogo subraya la necesidad de adaptación mientras se preserva la esencia de nuestra identidad arquitectónica. Los conoci-

mientos adquiridos a partir de esta investigación pretenden contribuir al discurso actual sobre la preservación del patrimonio arquitectónico en ciudades fronterizas del norte de México, arrojando luz sobre cómo se puede aprovechar la tecnología para proteger y celebrar el legado de nuestros antepasados.

### **Historia y arquitectura**

La intersección entre la historia y la arquitectura se presenta como un campo fértil para la convergencia interdisciplinaria, especialmente en el contexto del centro de la ciudad de Tijuana, Baja California. En este contexto, los elementos de la traza de Zaragoza en Baja California son de gran importancia para la cultura local, ya que reflejan la historia, la identidad y la evolución urbana de la región. La disposición de calles, edificaciones y espacios urbanos en la traza de Zaragoza es testimonio de la influencia de diferentes épocas, estilos arquitectónicos y culturas en la localidad. Estos elementos no solo forman parte integral del paisaje urbano, sino que también pueden considerarse patrimonio cultural, contribuyendo a la preservación de la memoria colectiva y a la promoción de la identidad local.

**Figura 1.** Traza original del pueblo de Zaragoza de 1889



*Fuente.* Archivo Histórico de Tijuana, Mapoteca (S. R.)

Con la aplicación de avances tecnológicos en esta sinergia, se ha dado lugar a la creación y desarrollo de gemelos digitales: representaciones virtuales meticulosamente precisas de entornos urbanos históricos y contemporáneos. Estos gemelos digitales generan archivos que no solo documentan y preservan la historia arquitectónica, sino que también ofrecen oportunidades para la investigación, la educación y la recreación.

En el presente, el centro urbano de Tijuana, abarca una gama diversa de estructuras arquitectónicas, desde lo histórico hasta lo moderno, es

un escenario ideal para el desarrollo e implementación de gemelos digitales mediante tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual. La recreación digital de estos espacios urbanos en un entorno tridimensional permite una comprensión más profunda de la evolución arquitectónica y urbanística de la ciudad, desde su traza original hasta la actualidad. Sin embargo, muchos inmuebles históricos se han perdido en los últimos 100 años, dejando su legado solo en vestigios como fotografías, postales y otras referencias de donde se puede obtener información.

Además de su valor histórico, la creación y desarrollo de un contexto histórico mediante copias digitales del centro de Tijuana puede fomentar un uso multidisciplinario de los espacios urbanos. Por ejemplo, estos archivos podrían emplearse en la planificación urbana sostenible, la restauración del patrimonio arquitectónico, la educación cultural y la promoción del turismo histórico. La integración de modelos en nuevas tecnologías interactivas permite que los visitantes exploren virtualmente el centro de la ciudad mediante el uso de dispositivos móviles inteligentes, interactuando con elementos históricos que ya no existen o experimentando la vida cotidiana en diferentes épocas a través de la realidad aumentada.

Además, el desarrollo de la presente investigación sobre la traza original de la ciudad de Tijuana, junto con distintos inmuebles de la ciudad, representa una oportunidad para rescatar información sobre sistemas de construcción con valor histórico de distintas etapas del estado de Baja California, desde los periodos de las misiones del siglo XVIII, analizando la arquitectura tradicional y de tierra como parte del patrimonio cultural de la región. Asimismo, es crucial abordar la evolución urbana, la verticalización de la zona centro y los problemas ambientales derivados de su desarrollo en una cuenca internacional, en el contexto de Tijuana, una ciudad en constante proceso de gentrificación. Estos trabajos demuestran cómo la historia y la arquitectura se entrelazan en el contexto de Tijuana, revelando la importancia de comprender la evolución urbana desde una perspectiva interdisciplinaria.

Actualmente, diversas instituciones, gobiernos y centros educativos se han dado a la tarea de crear gemelos digitales de inmuebles y edificios históricos, ya que estos proporcionan una amplia gama de información valiosa que contribuye a la preservación, documentación y comprensión

de estos elementos patrimoniales. Si bien existen distintos formatos para la recuperación de algunos de los datos e información que se pueden obtener, el desarrollo de gemelos digitales de edificios históricos incluye aspectos como:

1. **Documentación detallada:** Los gemelos digitales permiten una representación virtual precisa de la arquitectura histórica, incluyendo detalles arquitectónicos, estructurales y ornamentales, lo que puede ser útil para la documentación exhaustiva o la reconstrucción de edificios, mediante la reproducción en 3D por medio de impresiones en distintos materiales, entre otros.
2. **Análisis estructural:** Estos modelos virtuales pueden ser utilizados para realizar análisis estructurales detallados, identificando posibles áreas de deterioro, debilidades estructurales o necesidades de mantenimiento preventivo.
3. **Simulaciones y reconstrucciones:** Los gemelos digitales posibilitan la realización de simulaciones y reconstrucciones virtuales de edificios históricos en su estado original, lo que ayuda a comprender cómo eran en el pasado y cómo han evolucionado a lo largo del tiempo.
4. **Mantenimiento predictivo:** Los gemelos digitales permiten implementar estrategias de mantenimiento predictivo al monitorear el estado de los edificios históricos en tiempo real, identificando posibles problemas antes de que ocurran y planificando intervenciones de conservación de manera proactiva.
5. **Educación y divulgación:** Estos modelos virtuales pueden ser utilizados como herramientas educativas para enseñar sobre la historia y la arquitectura de edificios históricos, permitiendo a estudiantes y al público en general explorar y aprender sobre el patrimonio arquitectónico de manera interactiva.

## **Historia y arquitectura en el centro histórico de Tijuana**

La historia y la arquitectura son disciplinas intrínsecamente vinculadas que nos permiten comprender la evolución de las sociedades a través de sus estructuras físicas y urbanas. En el centro histórico de Tijuana, estas dos áreas se entrelazan para ofrecer una visión rica y multifacética

de la ciudad, desde sus orígenes hasta el presente. La combinación de métodos históricos y arquitectónicos, junto con el uso de tecnologías avanzadas, abre nuevas posibilidades para recrear y preservar espacios que han desaparecido o que aún se mantienen en pie.

La historia nos proporciona el contexto y las narrativas que dan sentido a los espacios arquitectónicos. Nos permite entender cómo y por qué se construyeron ciertos edificios, así como los eventos y personajes que influyeron en su desarrollo. Por su parte, la arquitectura nos ofrece las herramientas técnicas y estéticas para materializar estos conceptos históricos en formas tangibles. En el contexto del centro histórico de Tijuana, esta convergencia es particularmente relevante debido a la riqueza cultural y el dinamismo urbano de la región.

Las posibilidades tecnológicas para la recreación de espacios han avanzado de tal manera que podemos abordar la preservación y recreación de espacios históricos con gran precisión. Aquí se presentan algunas de las herramientas y metodologías que están siendo implementadas en esta investigación:

**Gemelos digitales:** Los gemelos digitales son representaciones virtuales precisas de edificios y entornos urbanos que permiten una documentación detallada y una exploración interactiva. Utilizando software de modelado 3D, fotogrametría y escaneos LIDAR, es posible recrear con gran exactitud estructuras históricas, capturando tanto su apariencia exterior como sus detalles internos (Bakker, 2020).

**Realidad aumentada (AR):** La AR permite superponer información digital sobre el entorno físico real, lo cual es especialmente útil en la recreación de espacios desaparecidos, permitiendo a los usuarios visualizar cómo eran ciertos edificios o áreas en el pasado mientras caminan por el centro de Tijuana. Esta tecnología también puede proporcionar contextos históricos adicionales, como descripciones, eventos importantes y datos arquitectónicos (Fisher, 2021).

**Realidad Virtual (VR):** La VR ofrece una inmersión total en recreaciones digitales de entornos históricos. Mediante el uso de gafas VR, los usuarios pueden explorar edificios y calles tal como eran en diferentes épocas, proporcionando una experiencia educativa y emocionalmente impactante. Esto es particularmente valioso para espacios que han sido

completamente transformados o destruidos (Banfi, 2021; Dreimane, 2020).

**Modelado 3D y Fotogrametría:** Estas técnicas permiten crear modelos tridimensionales detallados a partir de fotografías y escaneos de edificios existentes. La fotogrametría, en particular, es útil para capturar la geometría precisa y los detalles ornamentales de las estructuras, facilitando su recreación digital (Al-kheder et al., 2009; Yang et al., 2020b).

### **Aplicaciones en el centro histórico de Tijuana**

En Tijuana, la aplicación de estas tecnologías puede transformar la manera en que entendemos y valoramos nuestro patrimonio arquitectónico, enriqueciendo la visualización de la antigua traza de Zaragoza y evolucionando hacia el contexto urbano actual del centro de la ciudad. Algunas posibles aplicaciones incluyen:

**Recreación de espacios desaparecidos:** Utilizando gemelos digitales y realidad aumentada, es posible reconstruir digitalmente edificios y áreas que han desaparecido debido a la modernización o al deterioro. Esto no solo preserva la memoria histórica de la ciudad, sino que también enriquece la experiencia de residentes y turistas (S. Bruno et al., 2018; Mitterhofer et al., 2019; Ofluoglu et al., 2019).

**Documentación y conservación de estructuras existentes:** Las tecnologías de modelado 3D y escaneo LIDAR pueden ayudar a documentar con precisión los edificios históricos que aún se mantienen en pie. Esto es esencial para su conservación y restauración, ya que proporciona datos detallados sobre su estado actual y sus necesidades de mantenimiento (Al-kheder et al., 2009; Masciotta et al., 2023).

**Educación y promoción cultural:** Las recreaciones digitales pueden ser utilizadas como herramientas educativas en escuelas y universidades, así como en programas de turismo cultural. Mediante aplicaciones interactivas y experiencias inmersivas, se puede fomentar un mayor conocimiento y aprecio por el patrimonio histórico de Tijuana.

**Planificación urbana y restauración:** Los gemelos digitales pueden servir como bases de datos para la planificación urbana sostenible y la

restauración del patrimonio arquitectónico. Al integrar estos modelos en los procesos de desarrollo urbano, se pueden tomar decisiones informadas que respeten y preserven la identidad histórica de la ciudad (Albano, 2019).

### **Casos de estudio: Café Alhambra, Compañía Comercial de la Baja California y Monumento 258 en Playas de Tijuana**

A poco más de un año del inicio de la Iniciativa Zaragoza Tijuana, como una acción institucional de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, se estableció una alianza con la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. En una primera etapa, se seleccionaron una serie de sitios de valor histórico en el centro de Tijuana. Como un primer logro, se identificaron los tres primeros inmuebles a digitalizar: el Monumento 258, que marca la frontera entre Estados Unidos y México; el Café Alhambra; y la Compañía Comercial de la Baja California. Estos inmuebles estuvieron activos entre 1860 y 1925, y se encuentran ubicados entre Calle Segunda y Avenida Revolución, así como en el malecón de Playas de Tijuana.

Para el desarrollo de los primeros modelos de gemelos digitales, destinados a su visualización en realidad aumentada, se utilizaron fotografías históricas de uso libre con más de 100 años de antigüedad. Se implementó una metodología que pudiera recrearse y mejorar continuamente, siguiendo varios pasos clave. Para el tercer modelo, se realizó un levantamiento con nube de puntos mediante el uso de un radar Lidar con un equipo Matterport Pro 3.

1. **Recopilación de datos:** Se recolectaron diversas fotografías históricas del inmueble, las cuales muestran generalmente el exterior del edificio. Algunas de las fotografías incluyen figuras humanas, vehículos y una imagen destacada en la que falta el segundo nivel del edificio. Estos elementos fueron digitalizados. Sin embargo, es importante destacar que no todas las fotografías o imágenes eran de buena calidad, por lo que se mejoran utilizando aplicaciones e inteligencia artificial para optimizar la calidad y las diferentes perspectivas del espacio urbano en cuestión.

**Figura 2.** Fotografía principal para recuperación de datos e información gráfica.



*Fuente.* Compañía Comercial de la Baja California y Café Alhambra (Grupo Editorial Centli, s. f.), imagen recuperada el 10/01/2024.

- 2. Digitalización de las fotografías:** Una vez recopiladas las imágenes históricas, se procedió a escanearlas, ya sean fotografías, postales u otras publicaciones en buen estado. Estas imágenes se capturaron en alta resolución para crear versiones digitales de alta calidad. El proceso incluyó la corrección de color y limpieza para mejorar la precisión de las imágenes digitales. Se utilizó software con inteligencia artificial para restaurar fisuras, reducir el ruido y el grano de las fotografías, y aumentar la calidad de las imágenes hasta 2K o 4K para un mejor manejo en la postproducción.

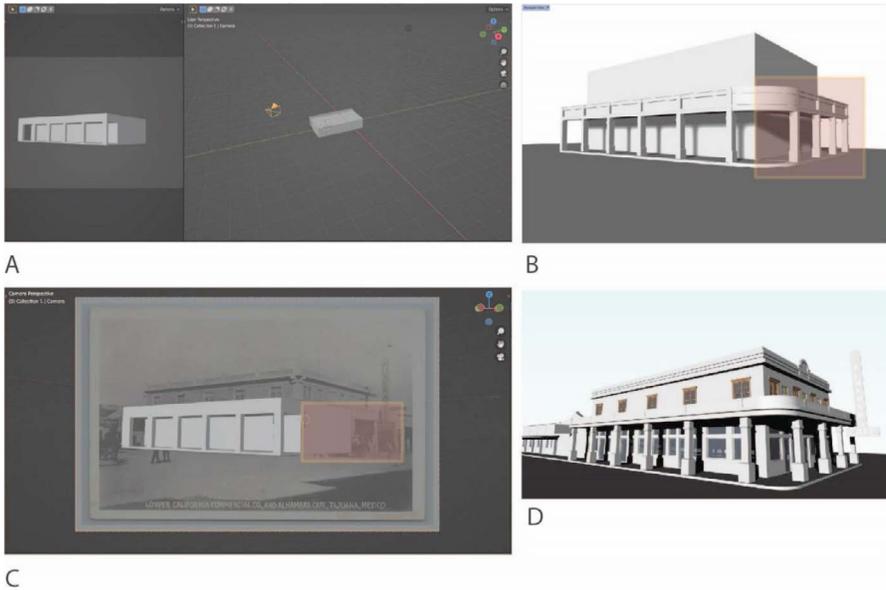
**Figura 3.** Fotografía manipulada mediante inteligencia artificial para limpiar imagen y añadir color.



*Fuente.* Compañía Comercial de la Baja California y Café Alhambra mejorado a resolución 2K, elaboración propia basada en imagen original.

3. **Modelado 3D:** Utilizando software de modelado tridimensional, se crearon modelos 3D detallados de los edificios, calles y otros elementos arquitectónicos presentes en las fotografías históricas. En caso de contar con información de diferentes ángulos, perspectivas y alturas, se emplearon técnicas de modelado basadas en fotogrametría para garantizar la precisión geométrica y espacial del entorno digital. Otra herramienta implementada fue la elaboración de una nube de puntos mediante un radar Lidar, aplicable a inmuebles aún existentes. Sin embargo, en el caso del Café Alhambra y el Monumento 258, de finales del siglo XIX, la información era limitada, por lo que se procedió a realizar un modelado a partir de puntos de fuga, utilizando la escala humana como referencia para determinar la altura promedio. El modelo tridimensional resultante ha pasado por varias versiones de prueba y sigue en proceso de actualización.

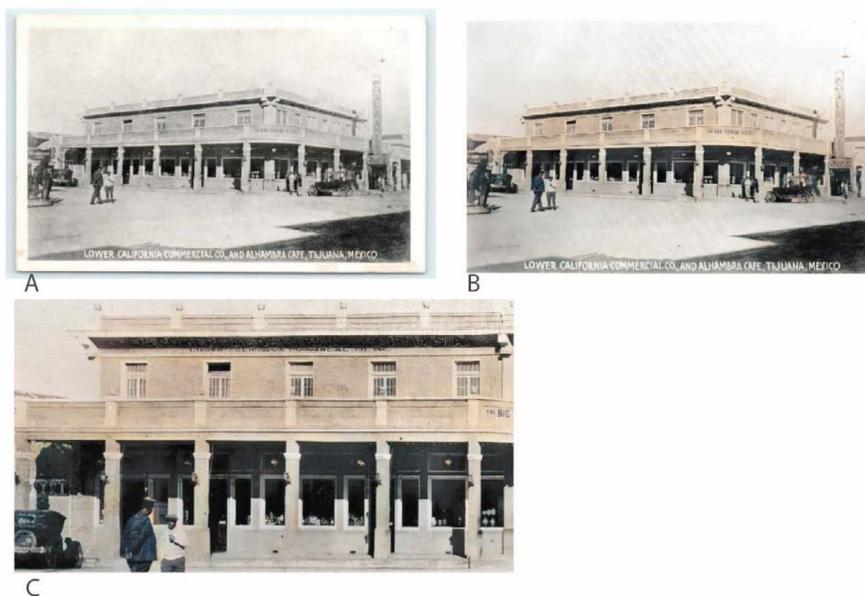
**Figura 4.** Proceso de modelado 3D a partir de la fotografía original



*Fuente.* El proceso busca Insertar una imagen la cual sea escalable, los elementos A y C, muestran el proceso en Blender para obtener la proporción y escala, mientras los elementos B y D muestran el avance en Rhinoceros 3D, Imagen elaboración propia.

4. **Texturización:** La aplicación de texturas es una práctica común en la elaboración de modelos 3D. Utilizando las fotografías como referencia, se pueden recuperar detalles como colores, materiales, patrones geométricos, entre otros elementos, que se aplican al gemelo digital. Esto implica mapear elementos reales y hacer coincidir aquellos con similitudes en las imágenes digitales, para recrear fielmente la apariencia visual de los edificios y otros elementos urbanos.

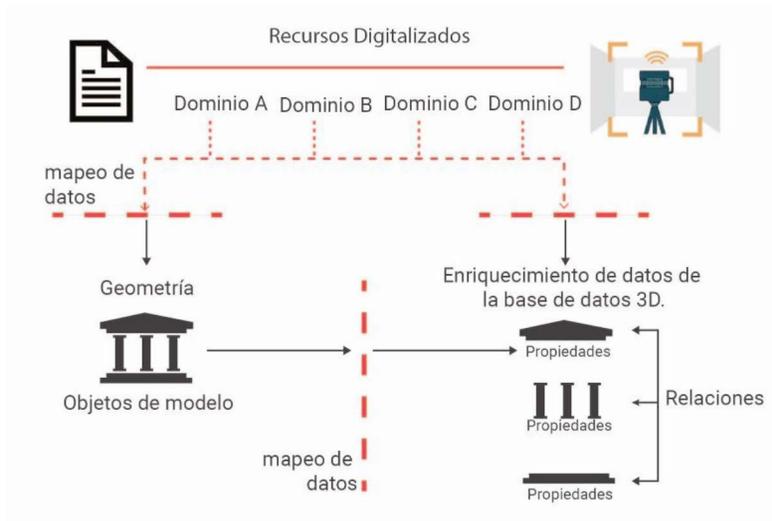
Figura 5. Manipulación de imagen para obtener detalles específicos del inmueble



Fuente. La imagen anterior muestra dentro del elemento C, la manipulación de dicha imagen para obtener una fachada en formato perpendicular, con ello se busca obtener detalles del inmueble a una escala y proporción específica, el elemento A muestra la imagen original, mientras el elemento B muestra la imagen optimizada, elaboración propia.

5. **Integración de datos históricos documentales:** La incorporación de datos obtenidos de documentos históricos, como mapas antiguos, documentos y registros, enriquece la precisión y autenticidad del entorno digital. Esto puede incluir detalles sobre la demografía, la economía y eventos históricos que ocurrieron en el área, los cuales pueden ser útiles para distintas disciplinas.

**Figura 6.** Proceso de digitalización de recursos de manera general basado en datos y escaneo.



Fuente. La imagen anterior muestra el proceso general de cómo se relaciona el mapeo de datos con la integración de propiedades físicas de cada elemento a desarrollar, permitiendo obtener un gemelo digital, imagen y elaboración propia.

## 6. Desarrollo de la aplicación de realidad aumentada y realidad virtual:

Se desarrollaron modelos de realidad aumentada o virtual que permiten a los usuarios superponer el gemelo digital reconstruido sobre la vista en tiempo real de su entorno físico, utilizando dispositivos móviles u otros dispositivos compatibles. Se implementaron características interactivas, como la capacidad de explorar diferentes épocas, acceder a información histórica contextual y comparar el entorno actual con su apariencia histórica.

7. **Pruebas y ajustes:** Se realizaron pruebas exhaustivas de la aplicación de realidad aumentada y virtual para garantizar su funcionalidad, rendimiento y precisión histórica. Se hicieron ajustes según fuese necesario para mejorar la experiencia del usuario y corregir cualquier error o discrepancia en la reconstrucción digital. También se optimizaron elementos como la cantidad de mallas dentro del modelo, texturas y orientación.

8. **Lanzamiento y difusión:** Una vez que la aplicación de realidad aumentada fue probada y refinada, se planificó su lanzamiento al público. Se promovió a través de diversos canales, como plataformas de aplicaciones móviles, sitios web y eventos culturales. Se incentivó la participación del público y se recopiló retroalimentación para futuras mejoras y actualizaciones del gemelo digital.

## Conclusión

La exploración de la metodología BIM para el Patrimonio (HBIM) presenta tanto retos como oportunidades significativas. Si bien HBIM ofrece importantes ventajas para la conservación del patrimonio de ciudades, edificios, inmuebles y monumentos, es crucial considerar los desafíos y las oportunidades que surgen en su implementación:

### Desafíos:

- a. Documentación histórica limitada: Los edificios de finales del siglo XIX y principios del siglo XX a menudo carecen de una documentación histórica completa, lo que dificulta su recreación precisa en un modelo HBIM. Es necesario realizar esfuerzos para obtener y digitalizar planos, registros y fotografías disponibles con el fin de mejorar la precisión de los modelos.
- b. Características arquitectónicas complejas: Los edificios históricos suelen poseer características arquitectónicas intrincadas que requieren un modelado e interpretación minuciosos. Capturar estos detalles con precisión en un modelo HBIM puede ser un proceso laborioso, que requiere el uso de diversos programas de modelado y digitalización.
- c. Compatibilidad e interoperabilidad: Los proyectos patrimoniales suelen involucrar a múltiples partes interesadas que utilizan diferentes plataformas de software o programas especializados, así como formatos de datos que varían en tamaño y complejidad. Garantizar la compatibilidad y la interoperabilidad entre los diversos softwares BIM y los sistemas de documentación patrimonial puede ser un desafío.

**Oportunidades:**

- a. Visualización mejorada: BIM permite la creación de modelos 3D detallados que ofrecen una visualización realista de los inmuebles y edificios. Al combinarlo con los procesos de diseño y la metodología HBIM, es posible generar modelos digitales de elementos arquitectónicos de principios del siglo XX. Esto mejora la comprensión y la apreciación de las complejidades arquitectónicas y el contexto histórico.
- b. Preservación y mantenimiento optimizados: BIM facilita una mejor documentación, análisis y seguimiento de los edificios patrimoniales, lo que permite implementar estrategias de conservación, mantenimiento y restauración más eficaces. Además, ayuda a identificar patrones de deterioro, prever necesidades de mantenimiento y tomar decisiones proactivas.
- c. Educación cultural y participación pública: La implementación de modelos HBIM, combinada con tecnologías de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR), ofrece oportunidades para experiencias inmersivas y herramientas educativas interactivas. Estas tecnologías permiten a las personas explorar e interactuar virtualmente con estructuras históricas, promoviendo la educación cultural y fomentando el interés y la conciencia pública.

Abordar estos desafíos y aprovechar las oportunidades contribuirá significativamente a la implementación exitosa de HBIM para la conservación del patrimonio y la recreación de edificios de principios del siglo XX en entornos de AR y VR, dentro de la traza actual de la Ciudad de Tijuana, antes conocida como Traza de Zaragoza, así como en otras ciudades fronterizas con características similares en el norte de México.

## Referencias

- Albano, R. (2019). Investigation on roof segmentation for 3D building reconstruction from aerial LIDAR point clouds. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(21). <https://doi.org/10.3390/app9214674>
- Al-kheder, S., Al-shawabkeh, Y., & Haala, N. (2009). Developing a documentation system for desert palaces in Jordan using 3D laser scanning and digital photogrammetry. *Journal of Archaeological Science*, 36(2), 537–546. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.10.009>
- Bakker, R. (2020). Smart buildings?: technology and the design of the built environment. *RIBA Publishing*. [https://www.ihsti.com/CIS/document/328045?PreviousPage=search%3Ft%3DInnovation%2B-Management%26f%3Df%253d1\\_This%252byear\\_f-Age\\_True\\_AND](https://www.ihsti.com/CIS/document/328045?PreviousPage=search%3Ft%3DInnovation%2B-Management%26f%3Df%253d1_This%252byear_f-Age_True_AND)
- Banfi, F. (2021). The evolution of interactivity, immersion and interoperability in HBIM: Digital model uses, VR and AR for built cultural heritage. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/ijgi10100685>
- Biełkowska, E., EUBIM, & Biełkowska, E. (2017). *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*. EUBIM.
- Bruno, N., & Roncella, R. (2019). HBIM for conservation: A new proposal for information modeling. *Remote Sensing*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/rs11151751>
- Bruno, S., De Fino, M., & Fatiguso, F. (2018). Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modelling and management. *Automation in Construction*, 86(February 2017), 256–276. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.009>
- Grupo Editorial Centli. (n.d.). *Compañía Comercial de la Baja California y Café Alhambra - Tijuana, Baja California*. Retrieved January 9, 2024, from <https://www.mexicoenfotos.com/mobile/photo.php?id=MX16393385970027>
- Dreimane, L. F. (2020). New perspectives on virtual and augmented reality: Finding new ways to teach in a transformed learning environment. In L. Daniela (Ed.), *New Perspectives on Virtual and Augmen-*

- ted Reality: Finding New Ways to Teach in a Transformed Learning Environment*. <https://doi.org/10.4324/9781003001874>
- Fisher, J. A. (2021). Augmented and Mixed Reality for Communities. In *Augmented and Mixed Reality for Communities*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003052838>
- Lin, Y. C. (2017). Application of integration of HBIM and VR technology to 3D immersive digital management-Take han type traditional architecture as an example. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(2W5), 443–446. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-443-2017>
- Masciotta, M. G., Sanchez-Aparicio, L. J., Oliveira, D. V., & Gonzalez-Aguilera, D. (2023). Integration of Laser Scanning Technologies and 360o Photography for the Digital Documentation and Management of Cultural Heritage Buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 17(1), 56–75. <https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2069062>
- Mitterhofer, M., Schneider, G. F., Stratbücker, S., & Steiger, S. (2019). Semantics for assembling modular components in a scalable building performance simulation. *Journal of Building Performance Simulation*, 12(2), 145–159. <https://doi.org/10.1080/19401493.2018.1492020>
- Ofluoglu, S., Ozener, O. O., & Isikdag, U. (2019). *Advances in Building Information Modeling* (Vol. 2, pp. 80–90). [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-42852-5\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-42852-5_7)
- SHCP. (2019). *Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (mic) en México* (Issue Mic). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan\\_estrategico\\_MIC.PDF](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF)
- Tijuana, X. A. de. (2010). *Tijuana Historia de un Porvenir* (Ce. Chavez Valdez, Ed.).
- Yang, X., Grussenmeyer, P., Koehl, M., Macher, H., Murtiyoso, A., & Landes, T. (2020a). Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques. *Journal of Cultural Heritage*, 46, 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.05.008>

- Yang, X., Grussenmeyer, P., Koehl, M., Macher, H., Murtiyoso, A., & Landes, T. (2020b). Review of built heritage modelling: Integration of HBIM and other information techniques. *Journal of Cultural Heritage*, 46, 350-360. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.05.008>
- Yang, X., Lu, Y. C., Murtiyoso, A., Koehl, M., & Grussenmeyer, P. (2019). HBIM modeling from the surface mesh and its extended capability of knowledge representation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/ijgi8070301>