

Artículo

# Levantamiento digital integrado de la Casa de Vidro de Lina Bo Bardi en São Paulo, Brasil


*The integrated digital survey of Lina Bo Bardi's Casa de Vidro in São Paulo, Brazil*

Luca Rossato<sup>1</sup>, Marcello Balzani<sup>2</sup>, Gabriele Giau<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor

Department of Architecture in University of Ferrara


luca.rossato@unife.it

<https://orcid.org/0000-0002-3504-838> 

<sup>2</sup>Full Professor

Department of Architecture in University of Ferrara

marcello.balzani@unife.it

<https://orcid.org/0000-0002-6866-9718> 

<sup>3</sup>Phd Student

Department of Architecture in University of Ferrara

gabriele.giau@unife.it

<https://doi.org/10.56205/mim.4-4.1>

## Resumen/Abstract

*El museo-archivo de la Fundación Casa de Vidro de Lina Bo y P.M. Bardi, una residencia diseñada y construida entre 1950 y 1951, fue objeto de una campaña de documentación digital que permitió comprobar la viabilidad de una valoración global del edificio con miras a su restauración y a la posible introducción de nuevas estructuras en su jardín. Además de los descubrimientos importantes, los análisis y estudios que resultaron del tratamiento de la base de datos de nubes de puntos, es decir, del levantamiento en 3D de la Casa de Vidro, el levantamiento fue de gran provecho para poner a prueba una serie de iniciativas de sensibilización en colaboración con los actores regionales. Es así que, para completar la documentación digital de la casa, patrocinada por la iniciativa 'Keeping it Modern' de la Fundación Getty de Los Ángeles, California, se llevó a cabo un completo e integrado levantamiento en 3D junto a su análisis diagnóstico.*

*The Lina Bo and P.M. Bardi Foundation's archive-museum, Casa de Vidro, designed and built between 1950 and 1951 was the subject of a digital documentation activity which allowed the verification of the viability of a comprehensive assessment on the building in preparation for restoration and the potential placement of new structures into the garden. Beside the significant findings, analyses, and studies resulting from the processing of the point cloud database, the Casa de Vidro 3D survey was helpful for testing a number of awareness-raising initiatives in collaboration with regional stakeholders. A complete 3D integrated survey and diagnostic analysis were performed in order to complete the digital documentation of the home, which was sponsored by the Getty Foundation (Los Angeles)'s Keeping it Modern initiative.*

Recibido  
15/07/23  
Aprobado  
12/10/23  
Publicado  
15/07/24

Mimesis.jsad  
ISSN 2805-6337



EDITORIAL  
Environment & Technology  
Foundation



**Key words:** 3D Survey, Documentation, Point cloud analysis, Modernist Heritage, Brazil-Italy.

**Palabras clave:** : Levantamiento en 3D, documentación, análisis de nubes de puntos, patrimonio modernista, Brasil, Italia.

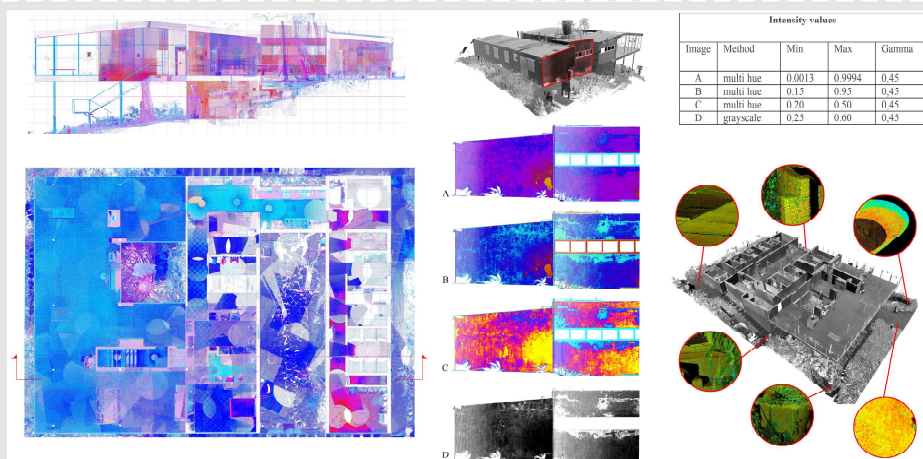
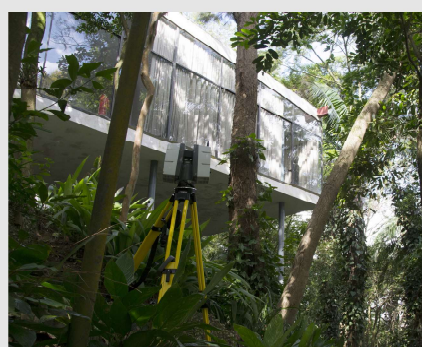
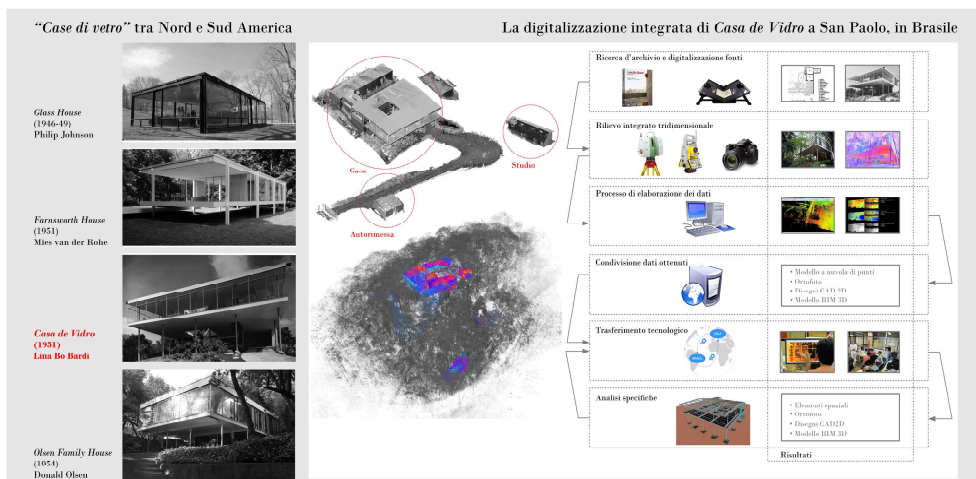


Figura 1. Contenuto grafico del panel espositivo del evento 3EXP.it. Autores: M. Balzani, L. Rossato, G. Giau, 2023. Università degli Studi di Ferrara.

### *Introducción*

El presente aporte resume las actividades de investigación llevadas a cabo mediante un procedimiento integrado de documentación digital en relación a la Casa de Vidrio en São Paulo, Brasil, obra de la conocida arquitecta italiana Lina Bo Bardi. El objetivo de la adquisición y procesamiento de datos fue apoyar y mejorar el conocimiento de esta obra maestra de la arquitectura moderna con el fin de favorecer acciones de conservación y mantenimiento.

La estructura de la contribución de la campaña contempla, tras una breve introducción en la que se describen las principales características de la casa, una visión general de los trabajos relacionados en el campo de la conservación de la arquitectura moderna, centrándose en el estado del arte de la aplicación de tecnologías integradas para la conservación de estos objetos interesante. A una descripción detallada de la metodología aplicada a la documentación digital de la Casa de Vidrio le sigue una descripción del procesamiento y el análisis de datos. Las actividades de documentación en 3D y el procesamiento de nubes de puntos, integradas con las evaluaciones de diagnóstico se llevaron a cabo en un contexto multidisciplinar.

Así mismo, la gestión del patrimonio es una actividad altamente interdisciplinar que involucra a muchos actores en el complejo proceso que, a partir de la documentación, conduce a la conservación, la valorización y la explotación sostenible de los bienes. Es así que, una investigación holística y crítica, y un enfoque interdisciplinario integrador son cada vez más necesarios. Por ende, este planteamiento fue esencial para elaborar un plan de gestión de la conservación de la Casa de vidrio basado en la prospección en 3D, la documentación digital y el análisis diagnóstico, realizado gracias al apoyo financiero de la Fundación Getty de Los Ángeles.

### *Estado del Arte*

El proceso de adquisición digital, que lleva a poblar una base de datos en 3D organizada como herramienta en el proceso de valorización del patrimonio arquitectónico histórico, es hoy una imperiosa necesidad para cualquier contexto histórico complejo (Malinverni et. Al. 2019). El creciente desarrollo de las tecnologías de escáner láser en 3D para la topografía digital ha permitido la creación de bases de datos de información morfométrica tridimensional, que representan una herramienta extremadamente valiosa en el campo del patrimonio cultural (Balzani & Maietti, 2017).

En el caso de la presente propuesta, el modelo digital en 3D desempeñó un papel indispensable para el conocimiento con el objetivo de orientar el proceso de gestión en el área de la conservación, dirigiendo las acciones relacionadas con el proyecto de recuperación y restauración (Suppa, 2022). En este contexto, los modelos deben cumplir requisitos tales como: confiabilidad, usabilidad y eficacia, para garantizar la documentación del patrimonio construido en general (Di Giulio et al., 2017). De esta manera, es estratégico evaluar el tipo y la escala de la encuesta que tomará lugar, analizando el contexto del sitio, que en el caso de la propuesta tiene peculiaridades, analizadas para la organización general del proyecto de adquisición del levantamiento (Chiabrando et al., 2019).

A la vez, la inspección en 3D puede ser una herramienta muy útil para futuros proyectos de conservación de edificios modernos y puede permitir preservar la memoria de estas arquitecturas extraordinarias (Georgopoulos, 2017). Existe una gran necesidad de proyectos multinacionales que pueden mejorar las competencias de los profesionales locales en el área de la conservación y la gestión



del patrimonio moderno. Las actividades de aprendizaje práctico que pueden beneficiarse de la cooperación entre diferentes instituciones desempeñan un papel clave en la conservación de este frágil patrimonio (Kappagoda, 2002).

*Caso de estudio: una obra maestra italiana moderna en América Latina*

La Casa de Vidrio de Lina Bo Bardi es el resultado del intercambio global de ideas y formas arquitectónicas que se da durante el siglo XX gracias a los movimientos geográficos y las migraciones de arquitectos e ingenieros. Jóvenes arquitectos brillantes como Affonso Eduardo Reidy (de Francia a Brasil), Clorindo Testa (de Italia a Argentina), Gregory Warchavchic (de Italia a Brasil) y muchos otros llevaron fuera de Europa modernos métodos y modelos de construcción que se reprodujeron en una diversidad de contextos culturales, geográficos y climáticos. Los patrones de transferencia formal no siempre fueron directos, sino con una combinación creativa de influencias locales que condujo a diversos experimentos con materiales modernos (Cupelloni, 2017). Entre ellos, Lina Bo y su marido Pietro Maria Bardi fueron responsables de intervenciones relevantes en la escena cultural brasilera (Acayaba, 2011). Pietro dirigió el MASP (Museo de Arte de São Paulo) e invirtió en la formación del sector musicológico del país. Por otro lado, Lina actuó en diversos campos, como el diseño, la educación, el cine, la moda y la concientización medioambiental. La Casa de Vidrio, el primer edificio terminado por Lina Bo Bardi (1951), se convirtió en un icono de la arquitectura moderna el cual representa el pensamiento innovador y el estilo de vida de la pareja: sencillo, comprometido, lleno de diversidad, posibilidad y belleza (De Oliveira, 2006). La casa tiene una importante afinidad con la obra de maestros como Le Corbusier (Ville Savoye), aunque parece más conectada con la naturaleza en comparación con los edificios diseñados por el arquitecto franco-suizo (Figura 2).

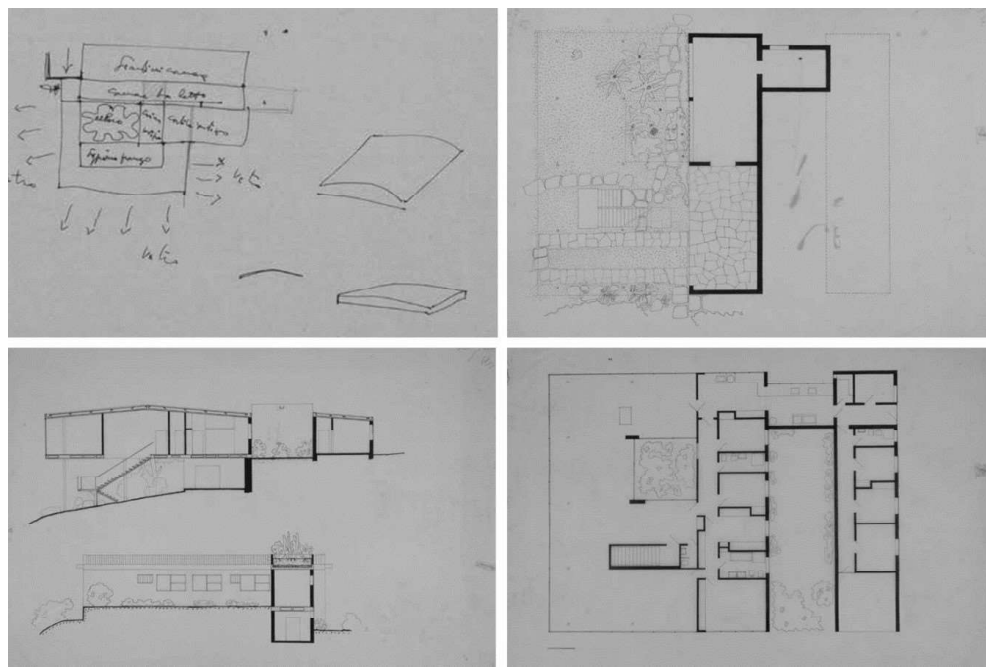


Figura 2. Documentación archivística del proyecto Casa de Vidrio de Lina Bo Bardi, desde bocetos de proyecto hasta dibujos técnicos de planos y secciones del edificio (Cortesía Instituto Bardi).

El edificio figura a menudo en los libros de historia de arquitectura como uno de los ejemplos más interesantes de casas de cristal, junto con la Casa de Cristal de Philip Johnson (1946-1949) y la Casa Farnsworth de Mies Van Der Rohe, construidas en la misma época (Figura 3).

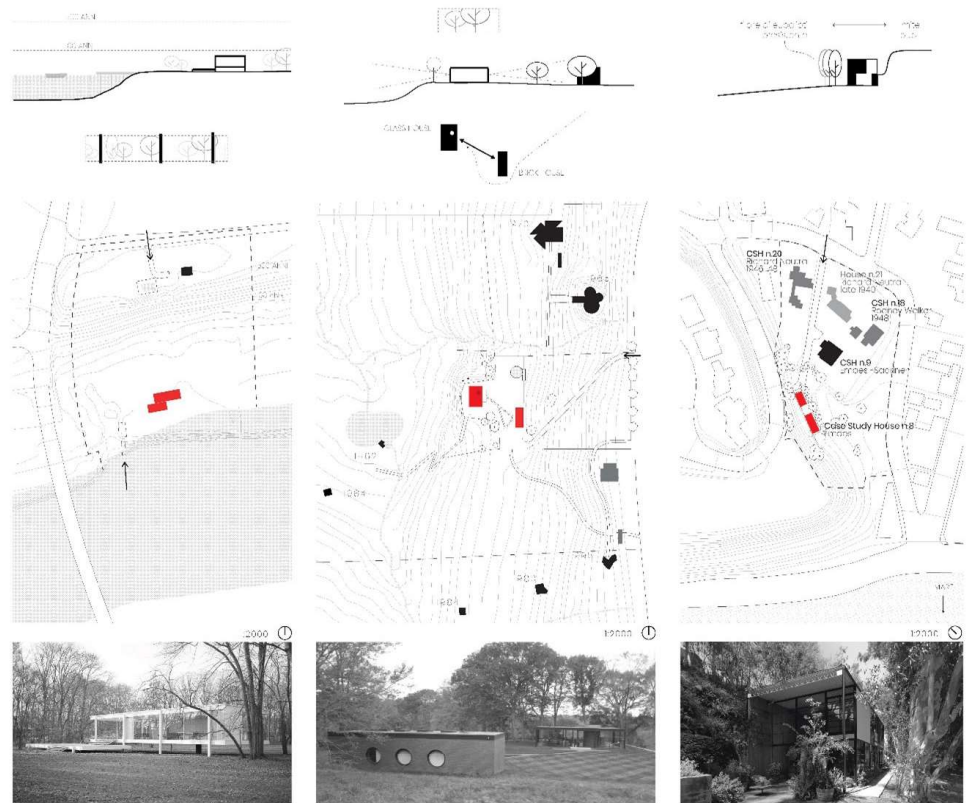



Figura 3. Casas de cristal: análisis sintético de la Casa Farnsworth de Mies Van Der Rohe (izquierda), la Casa de Cristal de Philip Johnson (centro) y la Casa Eams de Charles y Ray Eames (derecha). Elaboración gráfica de los autores.

Columnas esbeltas y metálicas sostienen la fachada de la casa, definida por los planos horizontales de las plantas: nada bloquea la vista, la casa interpreta la relación entre arquitectura y naturaleza mientras Lina aplicaba el contacto del edificio con el suelo (Figura 4, izquierda). Una escalera esencial de granito (Figura 4, derecha) con una fina estructura metálica que conduce a la puerta destaca la entrada principal de la casa. La entrada prelude el gran salón diáfano, con suelo de mosaico, desde donde el paisaje queda enmarcado por los grandes ventanales y cortinas en una vibrante conexión con los árboles del jardín (Brown, 2000) diseñado por Lina para crecer lentamente y proteger el edificio de la fuerte luz solar de São Paulo. Así, la casa se ve como una caja transparente que flota en medio de la naturaleza (Cavalcanti, 2003).



Figura 4. Casa de Vidrio, imágenes de la campaña de prospección tridimensional integrada. Imagen de los autores. Casa de Vidrio, imágenes de la campaña de levantamiento tridimensional integrada. Imagen de los autores.



Dada la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo y planificado, basado en levantamientos técnicos especializados, para evitar un futuro incierto de intervenciones de urgencia y reparaciones puntuales ad hoc, la Casa de Vidrio recibió financiación dentro del marco del programa Keeping it Modern de la Fundación Getty, para lo cual se planificó y ejecutó por los mismos socios en 2017 un levantamiento integrado completo en 3D (Ramos y Remondino, 2015) -tanto láser como topográfico- y un análisis diagnóstico para obtener la documentación digital total de la casa.

#### *Preservar la frágil modernidad*

La labor de la Asociación para la Preservación de la Tecnología (APT), del Comité Científico Internacional del Patrimonio del Siglo XX del ICOMOS y de la Red de Arquitectura Moderna del Asia, demuestra el interés que despierta la arquitectura reciente del siglo XX. En este contexto, el proyecto de digitalización y transferencia de tecnología desarrollado por Docomomo International desde su fundación en 1988 ha tenido una enorme influencia en la creación de una red de académicos y profesionales deseosos de preservar el patrimonio cultural moderno. La institución sigue mejorando la práctica de la conservación de la arquitectura moderna y, al mismo tiempo, pretende preservar el legado de los arquitectos modernos. En la década de 1990, organizaciones profesionales como la APT y organismos gubernamentales encargados del patrimonio en Europa y Norteamérica empezaron a organizar conferencias y talleres y a editar publicaciones sobre cuestiones técnicas. Todos estos materiales constituyeron la base de un desarrollo continuo de una práctica internacional apoyada también por el Comité Científico Internacional del Patrimonio del Siglo XX del ICOMOS.

A partir de la década del 2000, muchas otras organizaciones también han trabajado de diversas maneras para mejorar la calidad de los conocimientos en esta área de la conservación. Los edificios de los maestros del siglo XX son seres frágiles y delicados, hijos de tecnologías y audacias materiales quizá demasiado futuristas (Macdonald, 2001). Como señala J.T. Dallen (Dallen, 2009), una de las amenazas más frecuentes para el patrimonio cultural (en los países del hemisferio sur) es la falta de planes de gestión. Es así que, para lograr un sistema eficaz de gestión de los edificios, varias herramientas digitales pueden ser útiles si se adaptan adecuadamente a las características y los materiales del modernismo. Entre estas herramientas, la topografía tridimensional siempre ha resultado esencial para representar zonas que de otro modo serían imposibles de analizar como, por ejemplo, elevaciones rodeadas de árboles, y para encontrar correspondencias planimétricas esenciales para comprender la “filosofía” arquitectónica en la que los diseñadores han basado la realización de un proyecto específico (Figura 5).

#### *El proyecto piloto y la inspección digital integrada*

En el año 2016 se desarrolló una primera prueba piloto para el levantamiento digital de la Casa de Vidrio en el marco de la colaboración entre el Departamento de Arquitectura de la Universidad de Ferrara (Centro de Investigación DIAPReM), la Universidad de São Paulo (en particular con el grupo de investigación del Instituto de Arquitectura y Urbanismo - IAU São Carlos coordinado por el Prof. Renato Anelli) y el Instituto Bardi (São Paulo). Estas primeras campañas de levantamiento rápido con escáner láser permitieron verificar la viabilidad de un levantamiento completo sobre el edificio (Bianchini et al., 2018) para la restauración y posible introducción de nueva arquitectura en el jardín como



museo-archivo de la Fundación. En esta etapa, la avanzada degradación de los muros de contención del jardín diseñados por Lina requirió una investigación particular, que permitiría una evaluación preliminar del estado de conservación de las estructuras.



Figura 5. Sección longitudinal del jardín de la Casa de Vidrio. La integración de la base de datos de alta densidad con el diseño CAD permite una visualización eficaz del contexto. Imagen de los autores

Solo tras la financiación recibida de la Fundación Getty el año siguiente, el estudio digital del edificio pudo tener en cuenta todos los diferentes elementos arquitectónicos, incluyendo la relación entre arquitectura y naturaleza (Pritchard et al., 2017).

De esta manera, dado lo complejo de la arquitectura, su entorno y características externas (vegetación, materiales, características estructurales y condiciones de conservación), la documentación geométrica, morfométrica y diagnóstica de la Casa de Vidrio se llevó a cabo integrando varios procedimientos:

- levantamiento con escáner láser en 3D con tecnología de tiempo de vuelo (escáneres láser Leica P20 y P30) para obtener un modelo métrico en 3D de alta precisión;
- levantamiento topográfico (estación total Leica TS11 1" R 1000), para el procedimiento de registro de los escaneos y la definición del sistema de referencia local;
- análisis in situ y documentación fotográfica del edificio, su entorno y el estado general de conservación como base de la evaluación diagnóstica para definir el estado de conservación de las superficies (Figura 6).

### *Conclusiones*

La metodología aplicada en el presente estudio se desarrolló para apoyar los procedimientos de mantenimiento y conservación. Este enfoque se centra en el uso eficaz de los datos para la toma de decisiones relativas a la conservación y las intervenciones preventivas, y para apoyar la gestión del sitio y la explotación sostenible, integrando estudios de evaluación del estado basados en análisis predictivos (diagnóstico, conservación, morfométricos) y procedimientos no destructivos (Kioussi et. al., 2015). Además de la enorme cantidad de datos en 3D y dibujos relacionados, uno de los principales resultados del proyecto también estuvo dirigido a la transferencia de tecnología para permitir que el personal del

Instituto de Arquitectura y Urbanismo de San Carlos (IAU) se familiarizara con el enfoque digital integrado (Balzani et. al., 2018). Las imágenes documentales producidas digitalmente por el personal brasileño, que pueden consultarse a través del informe publicado en el repositorio en línea de la iniciativa *Keeping it Modern* (Anelli, 2019), dan fe de que la labor de transferencia de los conocimientos técnicos necesarios para gestionar una gran base tridimensional de datos logró el objetivo de la formación específica del personal universitario implicado.

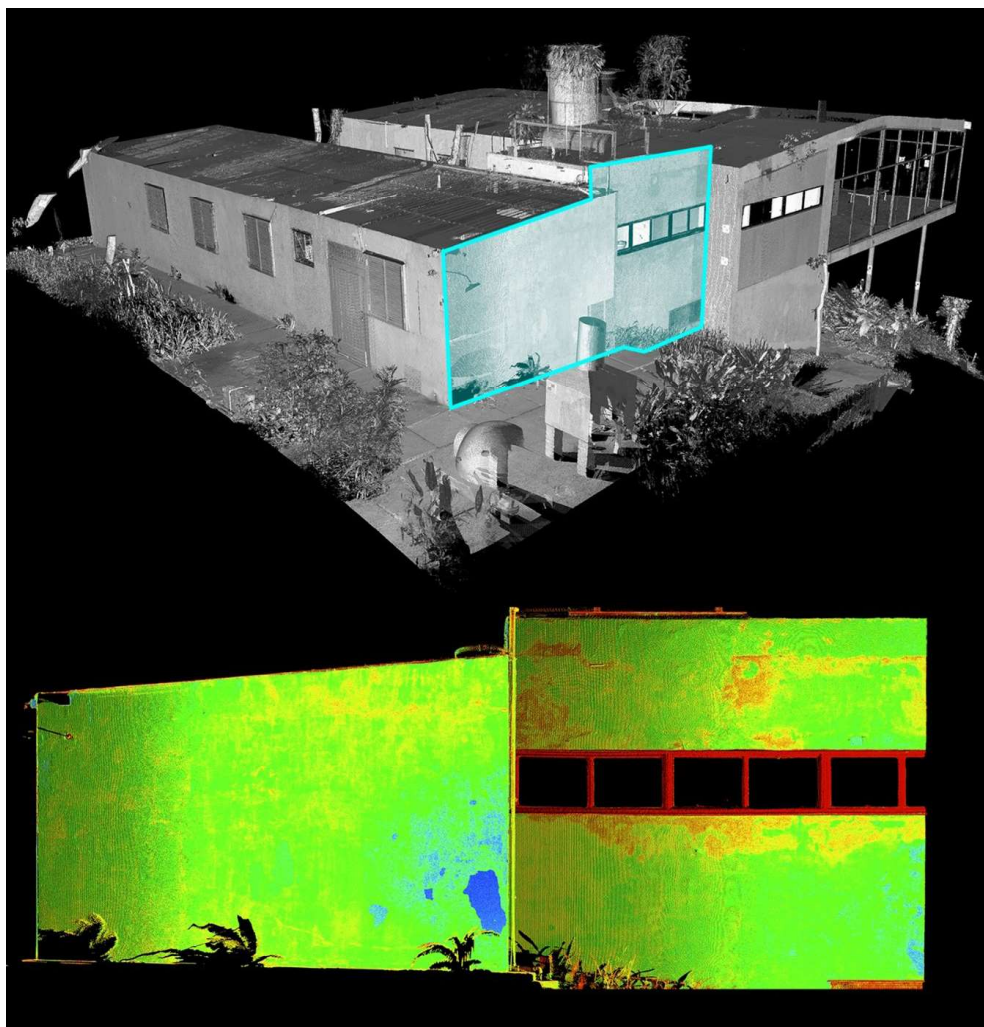


Figura 6. Imagen de la base de datos de nubes de puntos (escala de grises) y análisis de reflectancia de uno de los muros perimetrales para identificar patologías o deficiencias (imagen del Centro DIAPReM).

De este modo, todo el proyecto de investigación demostró así la eficacia de la cooperación internacional y multidisciplinar para la conservación de edificios modernos mediante tecnologías integradas. Así mismo, este incluyó (por parte de un equipo de más de 20 personas con formación académica y profesional) documentación histórica e investigación archivística, estudios paisajísticos sobre el jardín tropical, documentación digital y la evaluación del estado de los materiales, análisis estructural mediante modelado BIM (Figura 7) y, por último, el plan de conservación que luego se entregó al personal responsable de la Fundación Getty.



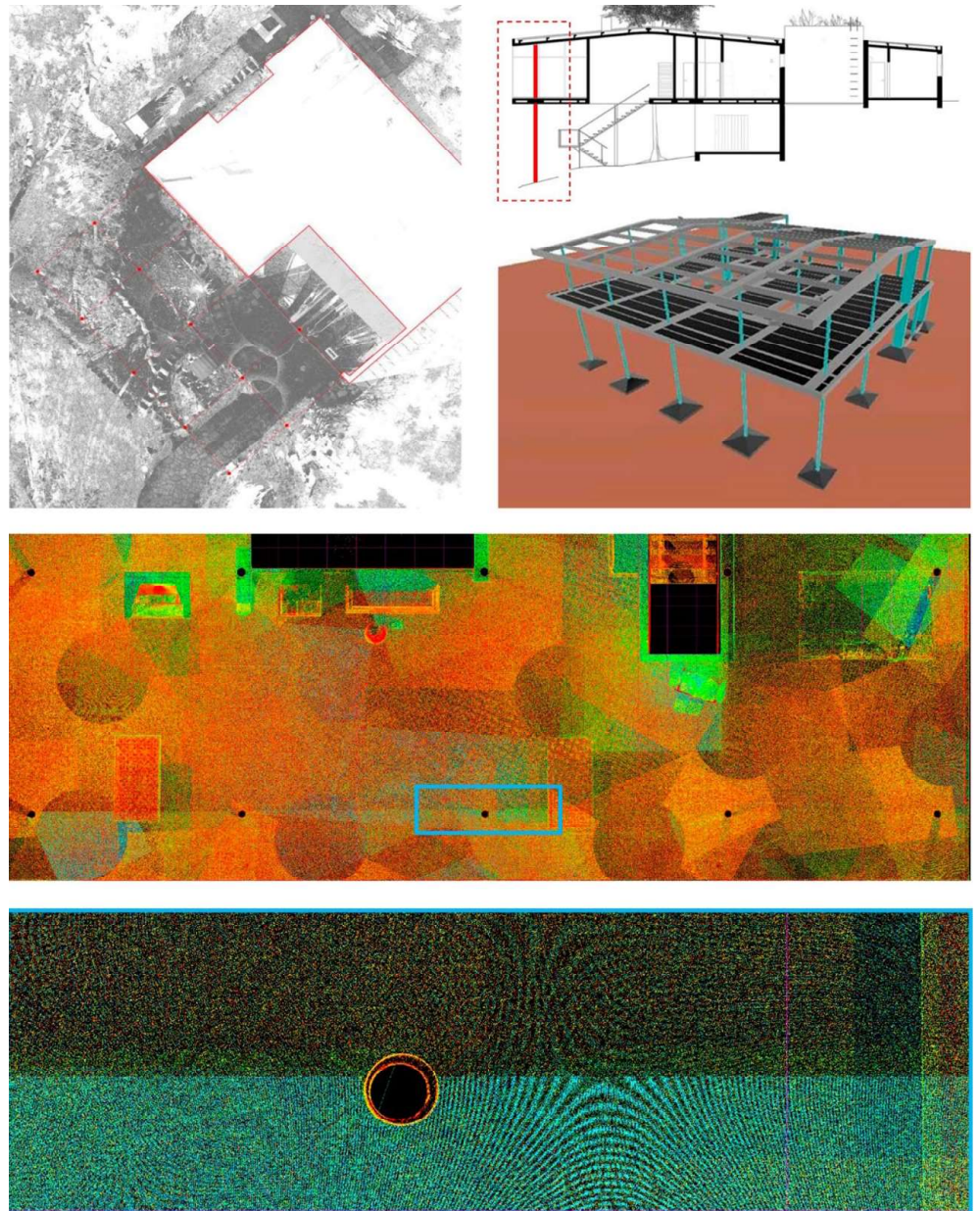


Figura 7. Análisis de datos del modelo de nube de puntos para la verificación estructural en la casa (excentricidad entre el pilar inferior y el superior). Imagen de los autores.

### Referencias

- Acayaba Milan, M. (2011). *Residências em São Paulo: 1947-1975*. Romano Guerra Editores.
- Balzani, M., Maietti, F., Rossato, L. (2019). Documenting modern architecture to learn from the masters. En R. Anelli (Ed.) *Casa de Vidro, Lina Bo Bardi architect* (pp. 456-470). Instituto Bardi Casa de Vidro.
- Balzani, M., Maietti, F., Rossato, L. (2018). Research activities on Brazilian cultural heritage: a cooperation net in the field of technologies for survey and representation. En Bertocci S. (Ed.), *Programmi multidisciplinari per l'internazionalizzazione della ricerca. Patrimonio culturale, Architettura e Paesaggio. Conference Proceedings of*

*Symposium of representation scientific area for development of multidisciplinary international programs*, (pp. 61-65). DIDApres.

Balzani, M., Maietti, F. (2017). *Architectural Space in a Protocol for an Integrated 3D Survey aimed at the Documentation, Representation and Conservation of Cultural Heritage*. *Diségno*, (1), 113–122.

Bianchini, C., Senatore L.J., Catena, L. (2018). *Survey 2.0: from theory to practice*. En R. Salerno (Ed.), *Rappresentazione/Materiale/Immateriale - Drawing as (in) tangible representation* (pp. 329-336) Gangemi Editore.

Brown, J. (2000). *El Jardín Moderno*. Gustavo Gili.

Cavalcanti, L. (2003). *When Brazil was modern: guide to architecture, 1928-1960*. Princeton Architectural Press.

Chiabrandò, F., Sammartano, G., Spanò, A., Spreafico, A., (2019). Hybrid 3D Models: When Geomatics Innovations Meet Extensive Built Heritage Complexes. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8, no. 3, 1-30. doi.org/10.3390/ijgi8030124

Cupelloni, L., (ed.) (2017). *Materiali del moderno*. Gangemi Editore.

Dallen, J.T. (2009). *Cultural Heritage and Tourism in the Developing World: A Regional Perspective*. Routledge.

De Oliveira, O. (2006). *Sutis substâncias da arquitetura de Lina Bo Bardi*. Romano Guerra/GG.

Di Giulio, R., Maietti, F., Piaia, M., Medici, M., Ferrari, F., Turillazzi, B., (2017). Integrated data capturing requirements for 3D semantic modelling of cultural heritage: the Inception protocol. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W3, 251–257. doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-251-2017.

Georgopoulos, A. (2017). *Data Acquisition for the Geometric Documentation of Cultural Heritage*. En M. Ioannides, N. Magnenat-Thalmann, G. Papagiannakis (Eds.): *Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage*, (pp. 29-74.) Springer.

Kappagoda, A. (2002). *Conserving World Cultural Heritage Sites in Developing Countries: Sri Lanka, a Case Study*. University of New South Wales press, Kensington.

Kioussi, A., Skordaki, N., Karoglou, M., Bakolas, A., Moropoulou, A. (2015). Integrated protocol for non-destructive testing investigation of historic buildings. *Sensor Letters*, 13(7), 565-572.

Macdonald, S. (2001). *Preserving post-war heritage: the care and conservation of mid-twentieth century architecture*. Donhead.

Malinverni, E. S., Mariano, F., Di Stefano, F., Petetta, L., Onori, F. (2019). Modelling in HBIM to document materials decay by a thematic mapping to manage the cultural heritage: the case of “Chiesa della Pietà” in Fermo. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-2/W11, 777-784.

Pritchard, D., Sperner, J., Hoepner, S., Tenschert, R. (2017). Terrestrial laser scanning for heritage conservation: the Cologne Cathedral documentation project. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, Vol. IV-2/W2, 213-220.

Ramos, M.M. and Remondino, F. (2015). Data fusion in cultural heritage a review. *ISPRS– Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 5, W7, 359-363.

Suppa, M. (2022). *Optimisation of survey procedures and application of integrated digital tools for seismic risk mitigation of cultural heritage-The Emilia-Romagna damaged theatres*. [Tesis doctoral, University of Ferrara, Italy].