



Creación de familias paramétricas de vanos en Revit para el patrimonio histórico de la zona monumental de la ciudad de Cajamarca

Creation of parametric span families in Revit for the historic heritage of the historic centre of Cajamarca

Juan Francisco Urteaga Becerra¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

Resumen

En las últimas décadas se está deteriorando la Zona Monumental de Cajamarca, por lo que el empleo de modelos BIM (Building Information Modeling) es fundamental para avanzar en la conservación y difusión del patrimonio histórico construido. El objetivo de este trabajo es crear familias paramétricas de Revit sobre vanos para el patrimonio histórico de la zona monumental de la ciudad de Cajamarca. El levantamiento arquitectónico se hizo mediante técnicas tradicionales, con apoyo de estudiantes de la Asignatura de Arquitectura. La muestra estuvo constituida por 26 portones de madera (25 con portadas de piedra), 12 puertas de madera y 6 ventanas con sobre ventana de fierro. Se aplicó la metodología BIM, utilizando el software Revit para el modelamiento en 3D. El contenido de la librería de Revit no fue suficiente, dadas sus características diferentes, por lo que se crearon familias paramétricas propias. Para el modelado en 3D se utilizó extrusión y otros, aplicando un nivel de desarrollo LOD 400, además de parámetros de materiales, acabados y datos bidimensionales de plantas, secciones y alzados. Por lo complejo de integrar portadas de piedra con portones, se utilizaron familias anidadas. La característica básica de las familias paramétricas creadas es que cuando se hacen cambios moderados de algunas dimensiones, no se distorsionan sus componentes. Las familias creadas son importantes para aplicarlas en el modelamiento de los bienes culturales de la Zona monumental de Cajamarca, también se logra la potenciación de la visualización para su posterior difusión, especialmente hacia públicos no especializados.

Palabras clave

Patrimonio histórico, BIM, familia paramétrica

Abstract

In recent decades, the Monumental Zone of Cajamarca¹ has been deteriorating, so the use of BIM (Building Information Modeling) models is essential to advance in the conservation and dissemination of the built historical heritage. The objective of this work is to create



parametric Revit families on openings for the historical heritage of the monumental area of the city of Cajamarca. The architectural survey was done using traditional techniques, with the support of students of the Architecture Subject. The exhibition consisted of 26 wooden gates (25 with stone doorways), 12 wooden doors and 6 windows with iron windows. The BIM methodology was applied, using Revit software for 3D modeling. The content of the Revit library was not sufficient, given its different characteristics, so we created our own parametric families. For the 3D modeling, extrusion and others were used, applying a LOD 400 development level, in addition to material parameters, finishes and two-dimensional data of floors, sections and elevations. Due to the complexity of integrating stone doorways with gates, nested families were used. The basic characteristic of the parametric families created is that when moderate changes are made to some dimensions, their components are not distorted. The families created are important to apply them in the modeling of the cultural assets of the monumental zone of Cajamarca, it also achieves the enhancement of the visualization for its subsequent dissemination, especially to non-specialized audiences.

Keywords

Historical heritage, BIM, parametric family

Introducción

En las últimas décadas se está deteriorando la Zona Monumental de Cajamarca, por lo que el empleo de modelos BIM es fundamental para avanzar en la conservación y difusión del patrimonio histórico construido (Sánchez, 2019). El levantamiento arquitectónico de las características de los componentes de los vanos típicos de la muestra de las casonas se hizo mediante técnicas y herramientas tradicionales, porque no se cuenta con escáner láser, contando con el apoyo de alumnos de la Asignatura de Arquitectura. Para los detalles se tuvo presente la precisión de medidas (Fernández. et al., 2018) que se requiere para desarrollar un modelo tridimensional (3D), así como los materiales constructivos. La muestra estuvo constituida por 26 portones de madera (25 con portadas de piedra), 12 puertas de madera y 6 ventanas con sobre ventana de fierro.

Se aplicó la metodología BIM, utilizando el programa Revit de Autodesk, que es uno de los principales softwares BIM, para desarrollar el modelamiento en 3D, de manera que permita representar la situación real de los vanos. El contenido de la librería estándar de Revit no fue suficiente para la generación de las 44 familias paramétricas de los vanos, dadas sus características diferentes, por lo que se crearon familias paramétricas propias. Para construir el



modelado en 3D se utilizó operaciones de extrusión y otras similares, aplicando un nivel de desarrollo LOD 400, además de los parámetros de materiales, acabados y datos bidimensionales de plantas, secciones y alzados. Por la complejidad de integrar las portadas de piedra con portones, se utilizaron familias anidadas para la puerta pequeña. La característica básica de las familias paramétricas creadas es que cuando se hacen cambios moderados de una o varias de las dimensiones, no se distorsionan los diversos componentes, es decir es aplicable para varios vanos, compuestos por componentes similares, como el número de tableros y/o divisiones de vidrio, manteniéndose los elementos transversales y largueros iguales.

Las familias paramétricas propias creadas son importantes para aplicarlas en el modelamiento de los bienes culturales de la Zona monumental de Cajamarca, también se logra la potenciación de la visualización para su posterior difusión, especialmente hacia públicos no especializados.

Material y métodos

La presente investigación adoptó un enfoque descriptivo-analítico orientado a caracterizar tipológicamente los vanos arquitectónicos (puertas y ventanas) de las casonas ubicadas en la Zona Monumental de la ciudad de Cajamarca. El estudio se desarrolló a partir de un diseño no experimental, de corte transversal, basado en el análisis morfológico y geométrico de elementos constructivos patrimoniales.

El universo de estudio estuvo constituido por la totalidad de casonas catalogadas como monumentos históricos dentro de la Zona Monumental de Cajamarca, conformado por 109 edificaciones. A partir de este universo, se seleccionó una muestra representativa de 44 vanos arquitectónicos, considerando criterios de accesibilidad, estado de conservación, representatividad tipológica y disponibilidad para el levantamiento técnico. La unidad de análisis correspondió a cada vano (puerta o ventana) individual.

La investigación se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se realizó una revisión sistemática de literatura especializada en arquitectura patrimonial, tipología de vanos y técnicas de levantamiento arquitectónico, lo que permitió sustentar teóricamente el estudio y definir los criterios de clasificación. Asimismo, se establecieron las variables de análisis, incluyendo dimensiones geométricas, proporciones, elementos decorativos, materiales y configuraciones estructurales.



En una segunda etapa, se efectuó el trabajo de campo, consistente en el levantamiento arquitectónico detallado de los vanos seleccionados. Este proceso incluyó la medición directa de dimensiones, registro fotográfico sistemático y levantamiento gráfico, ejecutado con apoyo de estudiantes de la asignatura de Arquitectura de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, bajo supervisión técnica. Se emplearon instrumentos de medición convencionales y digitales para garantizar la precisión de los datos recolectados.

Posteriormente, en la fase de gabinete, los datos obtenidos fueron procesados mediante modelado tridimensional utilizando el software Autodesk Revit. Se desarrollaron familias paramétricas para cada tipo de vano identificado, lo que permitió estandarizar sus características geométricas y facilitar su análisis comparativo. Este modelado paramétrico constituyó una herramienta clave para la identificación de patrones formales y constructivos.

De manera complementaria, se elaboró una matriz de sistematización de datos en la que se consignaron las características principales de los vanos, tales como tipología (puerta o ventana), dimensiones, proporciones, elementos ornamentales y estado de conservación. Esta matriz permitió realizar un análisis descriptivo y comparativo, orientado a identificar regularidades, variaciones y tipologías predominantes.

Finalmente, se procedió al análisis e interpretación de los resultados, con el objetivo de determinar las características tipológicas y constructivas de los vanos en la arquitectura tradicional cajamarquina. A partir de este análisis, se establecieron conclusiones fundamentadas que contribuyen al conocimiento y conservación del patrimonio arquitectónico de la zona de estudio.

Resultados y discusión

El levantamiento arquitectónico de los vanos típicos de las casonas de la Zona Monumental de Cajamarca se realizó a nivel de detalle, con el objetivo de representar sus componentes en entornos tridimensionales. Este proceso se desarrolló con el apoyo de estudiantes de la asignatura de Arquitectura de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes participaron en la medición de 44 vanos correspondientes a casonas declaradas como monumentos históricos. El registro incluyó la elaboración de plantas, secciones y elevaciones esquemáticas en dos dimensiones, así como documentación fotográfica sistemática. Todas las edificaciones analizadas se encuentran ubicadas en la zona monumental ZT1, caracterizada por



concentrar las principales casonas de valor arquitectónico e histórico, emplazadas sobre una traza urbana que conserva rasgos tradicionales.

Con base en la información obtenida en campo, se procedió a la modelación tridimensional de los vanos mediante el software Autodesk Revit (versiones 2022 a 2025). En total, se lograron modelar 44 vanos en 3D, correspondientes a 37 casonas, debido a que algunos registros fueron descartados al no cumplir con los criterios necesarios para la construcción de familias paramétricas. En ciertos casos, se levantó más de un vano por edificación, lo cual permitió una mejor representación de la variabilidad tipológica existente.

A partir del modelado, se desarrollaron familias paramétricas de vanos típicos con el propósito de facilitar su aplicación en entornos BIM. Estas familias fueron configuradas en vistas de planta, niveles de referencia, vistas tridimensionales y alzados (exterior, interior, lateral derecho e izquierdo). Una de sus principales características es la capacidad de adaptación dimensional sin pérdida de integridad geométrica, lo que permite modificar parámetros como ancho, altura y nivel de alfeizar sin distorsionar los componentes estructurales. De este modo, las familias generadas pueden ser utilizadas en distintos vanos con características similares, manteniendo elementos constantes como largueros, travesaños, número de tableros o divisiones de vidrio.

En cuanto a las características de los vanos, se identificó que estos están conformados principalmente por portones con portadas de piedra, así como por puertas y ventanas con rejas, tal como se detalla en la Tabla 1. Los portones con portada constituyen el tipo predominante, con un total de 26 casos, lo que representa el 68 % de la muestra analizada. El ancho promedio de estos elementos es de 2.1 m, con valores que oscilan entre 1.55 m y 2.62 m, mientras que la altura promedio es de 3.1 m, con un rango comprendido entre 2.5 m y 4.52 m. Tipológicamente, estos portones están conformados por dos hojas, generalmente con una puerta secundaria de menor tamaño integrada en la hoja derecha; solo un caso no presenta esta característica. En cuanto a los materiales, todos los portones son de madera, predominando los sistemas entablerados (21 casos), seguidos por aquellos contruidos con tablas machihembradas (5 casos).



Tabla 1

Características de los vanos de los monumentos de la Zona Monumental

DESCRIPCIÓN	TOTAL Ventanas			TOTAL Puertas con portadas			TOTAL Puertas			
	Nº	Pro-medio	%	Nº	Pro-medio	%	Nº	Pro-medio	%	
TIPO DE VANO	1a. PUERTA CON PORTADA			26	59					
	1b. PUERTA						12	27		
	2. VENTANA			6	14					
1. PUERTAS										
Características	1. Puerta	a. Ancho				2.1			1.5	
		b. Altura				3.1			2.6	
	2. Postigo	a. Ancho (m.)				0.85	1.36			
		b. Altura				1.86	2.33			
	2. Componentes	a. Entablerada				21			12	
		b. Machihembrada				5			0	
		c. Ventana superior						6		
	3. Portada	a. Piedra				25				
		b. Madera				1				
	2. VENTANAS									
Características	1. Ventana	a. Ancho				1.4	máx.			
		b. Altura				2.2	máx.			
		d. Alfeizar				0.8				
	2. Componentes	a. Madera	6							
		b. Reja fierro	6							
		c. Dosel	2							
	3. Base o repisa	a. Piedra	5							
		b. Otro	1							



Figura 1. Ubicación de las casonas Monumentos de la Zona Monumental de Cajamarca, ubicadas en la zona ZT1.

En relación con las puertas, se desarrollaron familias paramétricas correspondientes a 12 unidades. Aproximadamente el 50 % de estas presenta ventanas superiores provistas de barrotes, ya sea de madera o de hierro. Considerando tanto puertas como portones, se contabiliza un total de 38 elementos construidos en madera. Desde el punto de vista morfológico, las hojas de estos vanos, especialmente en los sistemas entablerados, están conformadas por tableros de diversas geometrías, incluyendo formas rectangulares verticales, rectangulares horizontales y cuadradas, en algunos casos con quiebres en las esquinas. Estos elementos se organizan en configuraciones que varían entre dos y cinco filas, predominando aquellas con tres filas. Se observa que el 48 % de las filas presenta dos tableros verticales paralelos, con mayor frecuencia en la fila inferior. Este patrón compositivo evidencia una regularidad constructiva característica de la arquitectura tradicional cajamarquina.

En cuanto a las ventanas, se generaron familias paramétricas para seis unidades que presentan rejas sobresalientes hacia el exterior, apoyadas sobre una base. Estas representan el 14 % del total de vanos analizados. Todas las ventanas están construidas en madera, con un ancho promedio de 1.4 m, con variaciones entre 1.09 m y 1.85 m, y una altura promedio de 2.2



m, con valores comprendidos entre 1.83 m y 2.72 m. Tipológicamente, se componen de dos hojas entableradas que incorporan superficies acristaladas en la parte superior. Todas las unidades presentan rejas metálicas de seguridad, conformadas por barras verticales y platinas horizontales que generan entre tres y cuatro filas estructurales. En el 50 % de los casos se identifican molduras elaboradas con platinas de formas curvas, mientras que dos ventanas incorporan un elemento superior de remate, denominado dosel, asociado frecuentemente a bases de piedra tallada. Estos rasgos evidencian una combinación de funcionalidad y valor ornamental.

Respecto al análisis dimensional, los portones con portada —construidos en madera y en su mayoría enmarcados por estructuras de piedra— presentan variaciones promedio que oscilan entre incrementos del 23 % y reducciones del 35 % respecto a sus dimensiones base. Las simulaciones realizadas mediante modelado paramétrico evidencian que variaciones controladas de ± 10 % en las dimensiones (tanto del portón como de la portada) no generan distorsiones significativas en los componentes estructurales y ornamentales, manteniéndose la coherencia geométrica del conjunto.

En el caso de las puertas, las variaciones dimensionales promedio fluctúan entre el 12 % y el 31 %. Las pruebas de modificación paramétrica, mediante incrementos y reducciones del 10 % en ancho y altura, demuestran que las configuraciones constructivas se mantienen estables, sin afectar la disposición de los elementos constitutivos, lo cual confirma la robustez del modelo paramétrico desarrollado.

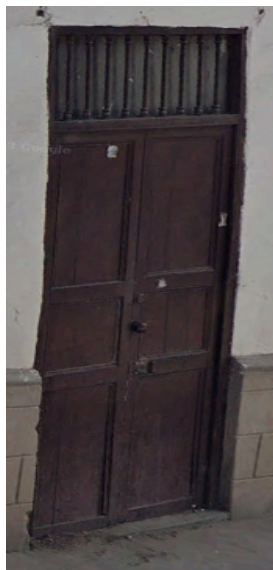
Por su parte, las ventanas —construidas en madera y complementadas con vidrio y elementos metálicos— presentan variaciones promedio que oscilan entre incrementos del 22 % y reducciones del 25 %. Estas están conformadas por dos hojas de madera y una reja de seguridad sobresaliente hacia el exterior. Al igual que en los otros tipos de vanos, las simulaciones de variación dimensional (± 10 %) evidencian que se preservan las características formales y constructivas, incluyendo elementos distintivos como la reja, el dosel y la repisa de piedra. Este comportamiento confirma la capacidad de las familias paramétricas para adaptarse a diferentes condiciones dimensionales sin comprometer la integridad tipológica.



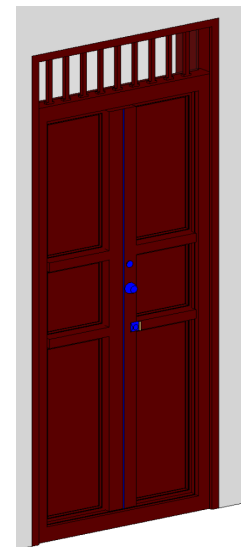
Monumento N° 33: Fotografía de la portada del Jr. Cruz de Piedra N° 613



Modelado en 3D



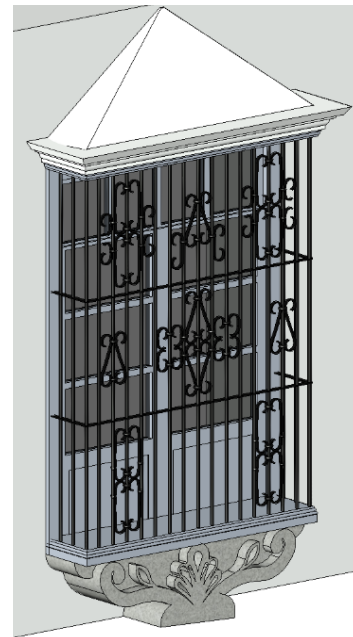
Monumento N° 31: Fotografía de la puerta del Jr. Cruz de Piedra N° 557



Modelado en 3D



Monumento N° 33: Fotografía de la ventana del Jr. Cruz de Piedra N° 613



Modelado en 3D

Análisis

El levantamiento arquitectónico de los vanos típicos de las casonas de la Zona Monumental de Cajamarca se realizó mediante técnicas y herramientas tradicionales, tales como croquis de campo y medición directa con cintas métricas. Este enfoque resulta consistente con lo planteado por Arias et al. (2007) y Pavlidis et al. (2007), quienes destacan la validez de estos métodos para la obtención de información métrica en estudios patrimoniales cuando no se dispone de tecnologías avanzadas. En este contexto, no se empleó escáner láser debido a limitaciones de equipamiento, a pesar de que esta tecnología permite la adquisición masiva de datos tridimensionales con alta precisión, como señalan Núñez y Buill (2008). No obstante, se priorizó la exactitud geométrica del levantamiento, garantizando la correspondencia entre las dimensiones reales de los vanos y su representación digital.

Asimismo, se consideró la incorporación de información cualitativa relevante en el modelado, incluyendo materiales constructivos (adobe, madera, piedra), características cromáticas y niveles de deterioro. Este enfoque integral coincide con lo señalado por Fernández et al. (2018), quienes enfatizan la importancia de integrar datos geométricos y semánticos para lograr modelos tridimensionales precisos y útiles en la gestión del patrimonio. En este sentido, la aplicación de la metodología BIM mediante el uso del software Autodesk Revit permitió no



solo la reconstrucción tridimensional de los vanos, sino también la evaluación de su estado actual, facilitando su análisis y potencial intervención, en concordancia con lo propuesto por Martínez (2018).

En relación con la generación de familias paramétricas, se evidenció que la librería estándar de Revit resulta insuficiente para representar adecuadamente los vanos característicos de las casonas cajamarquinas, debido a sus particularidades tipológicas y constructivas. Esta limitación ha sido igualmente señalada por Marín (2024) y Fernández et al. (2018), quienes destacan la necesidad de desarrollar componentes específicos para el modelado del patrimonio histórico. En consecuencia, se procedió a la creación de familias paramétricas propias, adaptadas a las características formales y constructivas identificadas en el levantamiento.

El modelado se realizó mediante operaciones de extrusión, barrido y barrido vacío, alcanzando un nivel de desarrollo LOD 400, lo que implica un alto grado de detalle y precisión en la representación geométrica. Este nivel de desarrollo permite reproducir fielmente las dimensiones reales de los elementos y sus componentes, tal como lo plantean Fernández et al. (2018). Además, la incorporación de información asociada a materiales, acabados y configuraciones constructivas refuerza el valor del modelo como herramienta integral de documentación.

Un aspecto relevante fue el uso de familias anidadas en el caso de los portones, especialmente para la representación de puertas secundarias integradas, cuya complejidad requiere soluciones paramétricas avanzadas. Esta estrategia, en línea con lo señalado por García (2022b), permite mantener la coherencia geométrica y funcional de los elementos al modificar sus dimensiones, garantizando la correcta alineación y comportamiento del conjunto. En general, las familias desarrolladas presentan la capacidad de adaptarse a variaciones dimensionales moderadas sin distorsionar sus componentes, lo que facilita su reutilización en distintos contextos arquitectónicos con características similares.

Finalmente, desde una perspectiva patrimonial, la generación de familias paramétricas constituye una herramienta clave para la documentación, conservación y difusión del patrimonio arquitectónico. Los bienes culturales de la Zona Monumental de Cajamarca, por su valor histórico y constructivo, requieren ser registrados con precisión y sistematicidad. En este sentido, la modelación BIM no solo contribuye a la preservación digital de estos elementos, sino que también potencia su visualización y comprensión, especialmente para públicos no especializados, tal como lo destacan Fernández et al. (2018). Esto posiciona al modelado



paramétrico como un recurso estratégico en la gestión contemporánea del patrimonio construido.

Conclusiones

1. Se realizó el levantamiento arquitectónico de 44 vanos típicos de las casonas declaradas monumentos históricos, a nivel de detalle para representarlo en 3D.
2. Se representaron en 2D y 3D a nivel de detalle mediante el software Revit Autodesk los vanos de la muestra de las casonas del patrimonio histórico la zona monumental de Cajamarca.
3. Se crearon las familias paramétricas de 44 vanos típicos que permitan su aplicación en el modelamiento BIM de las casonas de la zona monumental de la ciudad de Cajamarca.

Agradecimiento

Se agradece a los alumnos de la asignatura de Arquitectura Grupos A1, B2 y C2 2024-1, Grupo A 2019-1 de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la UNC que apoyaron en el levantamiento de los vanos de las casonas.

Referencias

- Fernández, I. et al. (2018). BIM aplicado al Patrimonio Cultural. Documento 14. Guía de usuarios BIM. Capítulo Construyendo SMART España. Editorial: Building – ResearchGate - <https://www.researchgate.net/publication/33018379>
- García, J. (2022b). modelical.com Familias Anidadas – Modelical - <https://www.modelical.com/gdocs/familias-anidadas>.
- Marín, R. (2024). Creación de Plantillas de Familia personalizadas en Revit - rfaeco.com - <https://www.rfaeco.com/familias-revit>.
- Martínez, M. (2018). Modelado BIM del Patrimonio Arquitectónico para la intervención: el Teatro Romano de Sagunto. <http://hdl.handle.net/10251/116217>
- Municipalidad Provincial de Cajamarca (2024). Ordenanza Municipal N° 897-CMPC Reglamento de la Zona Monumental de Cajamarca.
- Sánchez, D. (2019). Modelos BIM para la conservación y difusión de edificios Históricos. Archivo Digital UPM - <https://oa.upm.es/TFG.PDF>