



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

# Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

## Una reconstrucción de la casa museo Cayetano Gómez Felipe S.XVIII

*A 3D reconstruction of Cayetano Gómez Felipe Historic House Museum*

Joshua García Expósito

La Laguna, 1 de Julio de 2021

D. **Isabel Sánchez Berriel**, con N.I.F. 42.885.838-S profesora Contratada Doctora adscrita al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutora

D. **Fernando Pérez Nava**, con N.I.F. 42.091.420-V profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Nombre del Departamento de la Universidad de La Laguna, como cotutor

## **C E R T I F I C A ( N )**

Que la presente memoria titulada:

*“Reconstrucción casa museo Cayetano Gómez Felipe S. XVIII”*

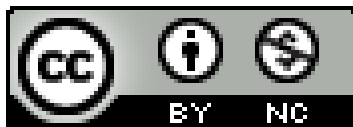
ha sido realizada bajo su dirección por D. **Joshua García Expósito**,  
con N.I.F. 78.722.416-V.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 28 de Julio de 2021

# Agradecimientos

A todas las personas que siempre han estado ahí

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



## **Resumen**

*El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado ha sido el de desarrollar una reconstrucción de la casa museo Cayetano Gómez Felipe y su entorno lo más fiel posible a tal y cómo era durante mediados del siglo XVIII, así cómo añadir la función de poder realizar un paseo virtual por la misma.*

*Para lograrlo, toda la parte de modelado, tanto la estructura del edificio como los diferentes elementos, se ha realizado con el programa de modelado de información de construcción, Autodesk Revit. Para dotar la función del paseo virtual, se ha utilizado el motor de videojuegos Unity 3D.*

**Palabras clave:** Museo, La Laguna, Casa Museo, Cayetano Gómez Felipe, recreación, realidad virtual, Revit, Unity.

## **Abstract**

*The objective of this Final Degree Project has been to develop a reconstruction of the Cayetano Gómez Felipe house museum and its surroundings as faithful as possible to how it was during the middle of the 18th century, and add the function of being able to take a virtual tour of it.*

*To achieve this, the entire modeling part, both the structure of the building and the different elements, has been done with Autodesk Revit. To provide the virtual walk function, Unity 3D has been used.*

**Keywords:** Museum, La Laguna, House Museum, Cayetano Gómez Felipe, recreation, Virtual Reality, Revit, Unity.

# Índice general

<b>Capítulo 1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes y Estados del Arte	1
1.2 San Cristóbal de la Laguna	7
1.3 Casa Museo Cayetano Gómez Felipe	9
1.4 La Casa Museo durante el siglo XVIII	11
1.4.1 Cambios estructurales	12
1.4.2 Cambios en los elementos	14
<b>Capítulo 2 Objetivos</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivos	16
<b>Capítulo 3 Autodesk Revit</b>	<b>17</b>
3.1 Estructura de la Casa Museo	17
3.1.1 Muros	17
3.1.2 Elementos	18
3.1.3 Objetos	21
3.1.4 Barridos	22
3.2 Texturas	23
3.3 Resultados	24
<b>Capítulo 4 Unity</b>	<b>28</b>
4.1 Preparando la escena	28
4.2 Creando el paseo virtual	28
4.3 Resultado final	28
<b>Capítulo 5 Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo 6 Summary and Conclusions</b>	<b>30</b>
<b>Capítulo 7 Presupuesto</b>	<b>32</b>
7.1 Sección Uno	32
<b>Bibliografía</b>	<b>33</b>

# Índice de figuras

Figura 1.1: Sensorama, 1957	2
Figura 1.2: Oculus Rift	4
Figura 1.3: Realidad aumentada	6
Figura 1.4: Mapa de La Laguna, Torriani, 1588	8
Figura 1.5: Fachada de la Casa Museo Cayetano Gómez Felipe	10
Figura 1.6: Patio interior de la Casa Museo	11
Figura 1.7: Vista aérea de la Casa Museo, leyenda estructura	12
Figura 1.8: Trasera de la Casa Museo, 1880	13
Figura 1.9: Fachada de la Casa Museo	14
Figura 1.10: Fachada de la Casa Museo Cayetano Gómez Felipe	15
Figura 3.1: Muros planta baja y planta alta de la Casa Museo	18
Figura 3.2: Planos de delimitación	19
Figura 3.3: Extrusiones de la ventana	20
Figura 3.4: Ventana creada a partir de extrusiones	20
Figura 3.5: Proceso para crear el balaustre de la escalera	21
Figura 3.6: Barrido del marco de la ventana	22
Figura 3.7: Diferencia de texturas	23
Figura 3.8: Fachada	24
Figura 3.9: Parte Trasera	24
Figura 3.10: Patio (Vista desde el primer piso)	25
Figura 3.11: Patio (Vista desde la planta baja)	25
Figura 3.12: Vista aérea	26
Figura 4.1: Escena principal	27

# Índice de tablas

Tabla 7.1: Resumen de tipos

31

# Capítulo 1 Introducción

La Realidad Virtual [1] es un entorno de escenas y objetos de apariencia real, generados mediante tecnología informática, que crea en el usuario una sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno se contempla a través de diferentes dispositivos, como gafas o cascos de realidad virtual. Gracias a la RV podemos sumergirnos en videojuegos como si fuéramos los propios personajes, aprender a operar un corazón o mejorar la calidad de un entrenamiento deportivo para obtener el máximo rendimiento.

## 1.1 Antecedentes y Estados del Arte

Aunque la Realidad Virtual (RV) [2] parezca tan futurista, su origen es mucho más antiguo de lo que se podría pensar. Es más, se considera que uno de los primeros dispositivos de Realidad Virtual fue la conocida como **Sensorama** (Figura 1.1), una máquina en la que se reproducían películas en 3D, y para hacer la experiencia lo más realista posible, generaba vibraciones y desprendía olores. Este invento data de mediados de los 50.

Pero aún podríamos retroceder mucho más, hasta 1836, año en el que el **estereoscopio** fue inventado por **Charles Wheatstone**. Este artilugio creaba una sensación de profundidad en una imagen a partir de dos fotografías prácticamente iguales. Como cada una de ellas era vista de forma independiente, se combinan en el cerebro como una única imagen en 3D. Esto constituye la **primera guía para el diseño de los visores de RV**.

Introducing . . .

# sensorama

The Revolutionary Motion Picture System  
that takes you into another world  
with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS

○ PATENTED

SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272  
TEL. (213) 459-2162

*Figura 1.1 Sensorama, 1957.*

Avanzamos en el tiempo hasta 1929, cuando **Edwin A. Link crea el Blue Box**, cuyo objetivo era entrenar de manera virtual a soldados estadounidenses a través de la recreación de condiciones de vuelo reales, ya que era capaz de **reproducir las condiciones meteorológicas y de moverse según las órdenes del piloto.**

Más tarde, **William Gruber crea el View-Master** siguiendo la línea del estereoscopio de Wheatstone. Este dispositivo de RV permitía la doble visualización de una imagen para crear un efecto de profundidad. No obstante, este acabó convirtiéndose en un juguete infantil que se sigue vendiendo hoy en día.

En líneas un poco más actuales encontramos el **HMD (Head Mounted Display, 1968)** creado por **Ivan Sutherland**. Este invento permitía el desplazamiento y el cambio de perspectiva de las imágenes según el usuario moviera la cabeza. Con esto no sólo se produjo un gran avance en el uso de la Realidad Virtual, sino que también estableció unas bases para la Realidad Aumentada, ya que las imágenes se superponían sobre un fondo real. Por desgracia, el proyecto nunca terminó de desarrollarse, ya que el peso del dispositivo obligaba a que estuviera anclado al techo. De ahí el nombre que se le puso, la espada de damocles, en referencia al mito clásico sobre la espada que cuelga sobre las cabezas de las personas para recordarles su responsabilidad.

Una de las primeras entidades en presentar unas gafas de RV fue **la NASA** en la Feria Electrónica de Consumo (CES) en 1986. Este dispositivo de RV tenía un **campo de visión de 120° en cada ojo, gracias a dos pantallas LCD**. Este disponía de **control por voz** y un sistema de **reconocimiento de gestos** por guantes. Además, incorporaba un traje lleno de sensores para el **reconocimiento de movimientos, gestos y orientación espacial**.

Desde entonces, las compañías del sector de los videojuegos empezaron a incorporar la RV, pero  **fueron Sega y Nintendo las primeras** en conseguirlo, lanzando al mercado productos con esta tecnología, en 1991. **Sega desarrolló Génesis**, una consola que integraba pantallas LCD, auriculares y sensores que reconocían los movimientos de la cabeza, para tratar de conseguir una experiencia lo más realista posible (teniendo en cuenta la época). A pesar de todos los esfuerzos empleados, el producto nunca llegó a lanzarse al mercado, ya que según Sega, el dispositivo era tan realista que temían por el bienestar de sus clientes, y decidieron no lanzarlo.

A su vez, **Nintendo** desarrolló otro dispositivo de Realidad Virtual: **Virtual Boy**. Este incluía un proyector que mostraba imágenes 3D en dos tonos (rojos y negros), y aunque este dispositivo sí que se llegó a comercializar, fue un fracaso comercial y es estimada cómo una de las peores consolas creadas por la compañía.

## **Inicio de la Realidad Virtual tal y como la conocemos**

Durante estos años, la Realidad Virtual era un concepto que seguía presente, pero sin que nadie se atreviera a materializarlo en un proyecto interesante. Sin embargo, en 2012, la empresa Palmer Luckey se dio a conocer con un



dispositivo que lograba un ángulo de visión de 90°: Oculus Rift (Figura 1.2). Esto despertó el apetito de Facebook, que en 2014 compró la empresa y comenzó su carrera dentro del mundo de la RV.

Con estas gafas, la Realidad Virtual volvió a ponerse de moda, y las grandes empresas del sector se pusieron a diseñar sus propios dispositivos RV, mostrando los primeros resultados en 2016.



*Figura 1.2 Oculus Rift*

### **Usos actuales de la Realidad Virtual [3]**

- **Medicina:** En el campo de la medicina, la Realidad Virtual tiene un uso bastante amplio, y es de los sectores donde está avanzando más rápidamente. Los usos principales de la RV en este campo son: Simuladores para formación médica, operaciones, tratamiento de fobias y traumas psicológicos y contención del dolor usando técnicas de distracción.
- **Entrenamiento:** La RV va a permitir a los profesionales militares entrenarse en un entorno donde puedan mejorar sus habilidades sin que corran ningún peligro. Se recrean situaciones realistas, a lo largo de diferentes terrenos, los cuales están pensados para, a parte de ponerlos

a prueba, puedan adquirir nuevas capacidades. Además, ya que es mucho menos costoso entrenar de esta manera que desplazar a los soldados a un campo de batalla real, se puede aumentar la frecuencia de los entrenamientos.

- **Educación:** En el campo de la educación son infinitas las posibilidades que se pueden aportar gracias a la RV. Actualmente se está utilizando en universidades con fines didácticos, tales como proyectar modelos de arquitectura o representar sistemas del cuerpo humano.
- **Turismo y museografía:** Actualmente hay disponibles muchas aplicaciones con la capacidad de realizar recorridos virtuales por diferentes partes del mundo, pudiendo así utilizar la Realidad Virtual para enseñar a las personas interesadas los diferentes destinos turísticos. La idea no es reemplazar los viajes físicos, sino incentivar a las personas a visitarlos. También se puede destacar el enorme potencial que tiene esta tecnología en los museos (Figura 1.3), ya que permite solucionar los problemas de comunicación que se pueden encontrar, cómo no hablar el idioma de ese país.

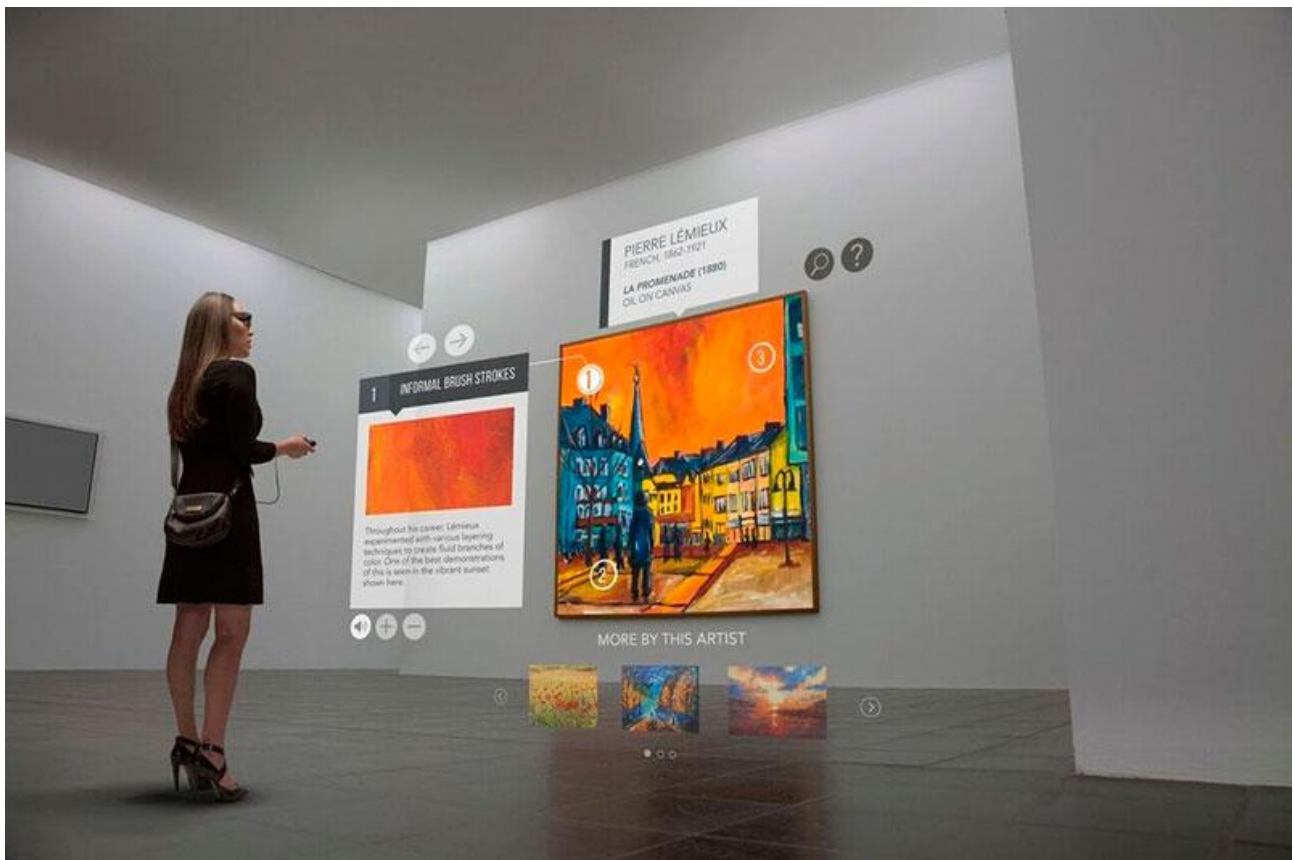


Figura 1.3 Realidad aumentada

- **Ocio y Entretenimiento:** En este campo es donde la RV está más avanzada, gracias en gran medida al sector de los videojuegos. El realismo aportado, así como la interacción con el entorno virtual es la mayor diferencia con respecto a los videojuegos habituales. Esto se consigue mediante dispositivos de RV tales como Samsung Gear VR, Oculus VR, PlayStation VR y HTC Vive, entre otros.

Además, también se puede disfrutar de otras experiencias diferentes como visualizar contenido en video como si estuviéramos en una sala de cine, recrear la experiencia de subir al Everest, ir de compras usando probadores de ropa virtuales o asistir a conciertos y espectáculos.

A raíz de todo lo que ofrece la realidad virtual, museos de todo el mundo comienzan a utilizarla para mostrar todo, o parte del museo. Así, una persona puede visitar el museo sin la necesidad de salir de su hogar, o al menos puede hacerse una idea de cómo es antes de visitarlo. Museos como el Hermitage (San Petersburgo) o el Louvre (París) hacen uso de esta tecnología para que se pueda disfrutar de todas sus obras de arte.

También en el panorama nacional se dispone de museos con esta capacidad, como por ejemplo el Museo del Prado (Madrid), el Museo Picasso (Málaga) o incluso el Oceanográfico (Valencia).

En un ámbito más local, en San Cristóbal de la Laguna se hace en 2017 una exposición denominada "Cor Ignis - Memoria y Patrimonio de la Iglesia San Agustín de la Laguna" que incluye una reconstrucción virtual de la iglesia. Además, en la actualidad en la Universidad de La Laguna se está trabajando en el proyecto de investigación: Reconstrucción Histórica Virtual de San Cristóbal de La Laguna, en la que hay una línea de trabajos de Fin de grado relacionados con la reconstrucción histórica de San Cristóbal de La Laguna, en la cual se puede incluir el presente TFG.

Hasta la fecha, podemos encontrar una [recreación de la Plaza del Adelantado](#) [4] , así como de las edificaciones históricas colindantes, como es el ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, todo ello basado en el plano elaborado a finales del siglo XVI por Leonardo Torriani. También se encuentra disponible la [recreación de una casa lagunera](#) [5] del mismo siglo, donde se presenta el tipo de vivienda más común durante la época.

Siguiendo esta línea, se pretende aumentar el repertorio de reconstrucciones virtuales con la de la casa museo Cayetano Gómez Felipe y su entorno.

## 1.2 San Cristóbal de La Laguna

La ciudad de La Laguna [6] fue la primera ciudad fundada en Tenerife tras su conquista (julio de 1496). Las fuentes históricas sitúan la fundación cerca del 25 de Julio, día de San Cristóbal, del que toma su nombre. Por otra parte, el término de La Laguna proviene de una antigua laguna de agua que había en esa zona y formada por las aguas de los montes más cercanos que durante el verano solía secarse.

Haber fundado la primera ciudad de Tenerife en este lugar de la isla no fue algo aleatorio. Se trató de una decisión totalmente razonada. Para su asentamiento en ese preciso punto de la isla se valoró la importancia del agua de la antigua laguna, su lejanía del mar que la mantendría a salvo de los ataques de piratas y corsarios, así como localizarse dentro de un valle. Esta misma zona se encontraba habitada por los antiguos aborígenes de la isla, los guanches.

Unamuno definió la ciudad de La Laguna como una calle recta con un cura sujetando un paraguas al final de ella. Esta cierta definición nos indica que en La Laguna llueve bastante, posee un clima un tanto fresco por lo que nunca está demás llevar abrigo para recorrerla. Es, además, la ciudad donde más llueve de toda Canarias pues está influenciada por los vientos Alisios.

Durante el siglo XVI las nuevas ciudades eran construidas y protegidas con grandes murallas, sin embargo, en el caso de La Laguna no fue necesario construir tales muros pues las montañas del valle de Agüere le otorgaban a la ciudad una protección natural.

La Laguna fue una ciudad revolucionaria para su época pues su trazado urbanístico fue realizado de forma lineal, en cuadrícula o damero. Se trata de un casco histórico totalmente ordenado que fue contemplado como un tablero de ajedrez. Una auténtica novedad en ese entonces. El ingeniero italiano Leonardo Torriani (1560 - 1628) realizó en 1588 el plano más antiguo que existe de la ciudad (Figura 1.4), y recibió, además, otro encargo muy ambicioso, planear, mejorar y fortificar todas las islas Canarias.





Figura 1.4 Mapa de La Laguna, Torriani, 1588

La Ciudad de La Laguna ha sido reconocida por ser pionera en la concepción de su planeamiento como influencia sobre el desarrollo urbanístico en Latinoamérica. Su espacio está ordenado según un nuevo orden social marcado por una concepción de vida pacífica y la facilidad de acceso para el fomento de las relaciones comerciales, propio de los valores del Renacimiento.

Esta circunstancia y el diseño y funcionalidad de sus edificaciones llevaron el 12 de diciembre de 1999, a que el Comité de Patrimonio Mundial (UNESCO) concediese a la **Ciudad el título de Patrimonio de la Humanidad**.

Si los aspectos urbanísticos y arquitectónicos son definatorios, no lo son menos los inmateriales. De este modo, La Laguna como capital histórica de la isla de Tenerife ha acumulado un conjunto de instituciones de carácter público y privado: Universidad de La Laguna, Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife, Consejo Escolar de Canarias, Consejo Consultivo de Canarias,...

## **1.3 Casa Museo Cayetano Gómez Felipe**

La Casa Museo Cayetano Gómez Felipe [7] es una vivienda tradicional canaria construida en 1703 por el comerciante irlandés Bernardo Valois, y fue la residencia familiar del coleccionista Cayetano Gómez Felipe, que nació en Los Llanos de Aridane (isla de La Palma) en 1902 y falleció en la Laguna en 1978.

En diferentes salas y rincones, se distribuyen los objetos que fueron propiedad de su familia y los que reunió a lo largo de su vida. Su variedad permite considerar a esta Casa Museo como lugar de referencia para conocer la cultura material que envolvió a las familias canarias desde el siglo XVI.

### **La casa tradicional canaria**

La casa Museo Cayetano Gómez Felipe presenta distintos elementos arquitectónicos que la convierten en un excelente ejemplo de la casa tradicional canaria en el medio urbano.

#### **La fachada**

Presenta un balcón y amplios ventanales de guillotina acristalados, característicos del siglo XVIII (Figura 1.5). Esta tipología de ventanas es común a la mayor parte de los edificios del centro histórico de La Laguna.

El balcón de madera es el elemento más representativo de la arquitectura doméstica de las islas. Con tejado a tres aguas y antepecho cubierto de celosías, en su origen estuvo cerrado casi enteramente por esta clase de enrejados de madera al modo tradicional en la cultura árabe, que los empleó cómo forma de preservar la intimidad de sus interiores.

#### **Acceso**

A la casa se accede a través de un zaguán que desemboca en una galería que, a modo de mirador, permite asomarse al patio central, situado excepcionalmente por debajo del nivel de la calle. Es el pulmón de la vivienda, donde la vegetación crea un ambiente fresco e íntimo.





*Figura 1.5 Fachada de la Casa Museo Cayetano Gómez Felipe*

## **Interior**

El patio (Figura 1.6) articula el conjunto de la residencia. De acuerdo a la típica estructura de una casa comercial de la época, la parte baja de la edificación estaba destinada al almacenamiento de los envases de vino y otros productos en lonjas y bodegas; mientras que el entresuelo servía de gabinete, contaduría y también de depósito de los géneros y manufacturas más valiosas para protegerlas de la humedad del suelo. La parte alta era propiamente la zona de vivienda, de modo que los propietarios de la casa podían dormir seguros sobre sus mercancías.

La edificación tradicional canaria se distingue por el uso predominante de la madera en su interior y exterior. La madera más demandada en la construcción fue la tea, parte central del *pinus canariensis* (pino canario), el árbol más abundante del archipiélago canario, conocida por su dureza y su resistencia al ataque de insectos, que la hacen prácticamente incorruptible.



*Figura 1.6 Patio interior de la Casa Museo*

## **1.4 La Casa Museo durante el siglo XVIII**

A pesar de que la estructura general de la casa se sigue manteniendo actualmente tal y cómo era a mediados del siglo XVIII, hay algunos cambios que se han tenido en consideración a la hora de elaborar el modelo, ya que a raíz de diversos documentos y fotografías cercanos a la época se pudo visualizar mejor cómo era la construcción durante la fecha que estamos trabajando.



### 1.4.1 Cambios estructurales

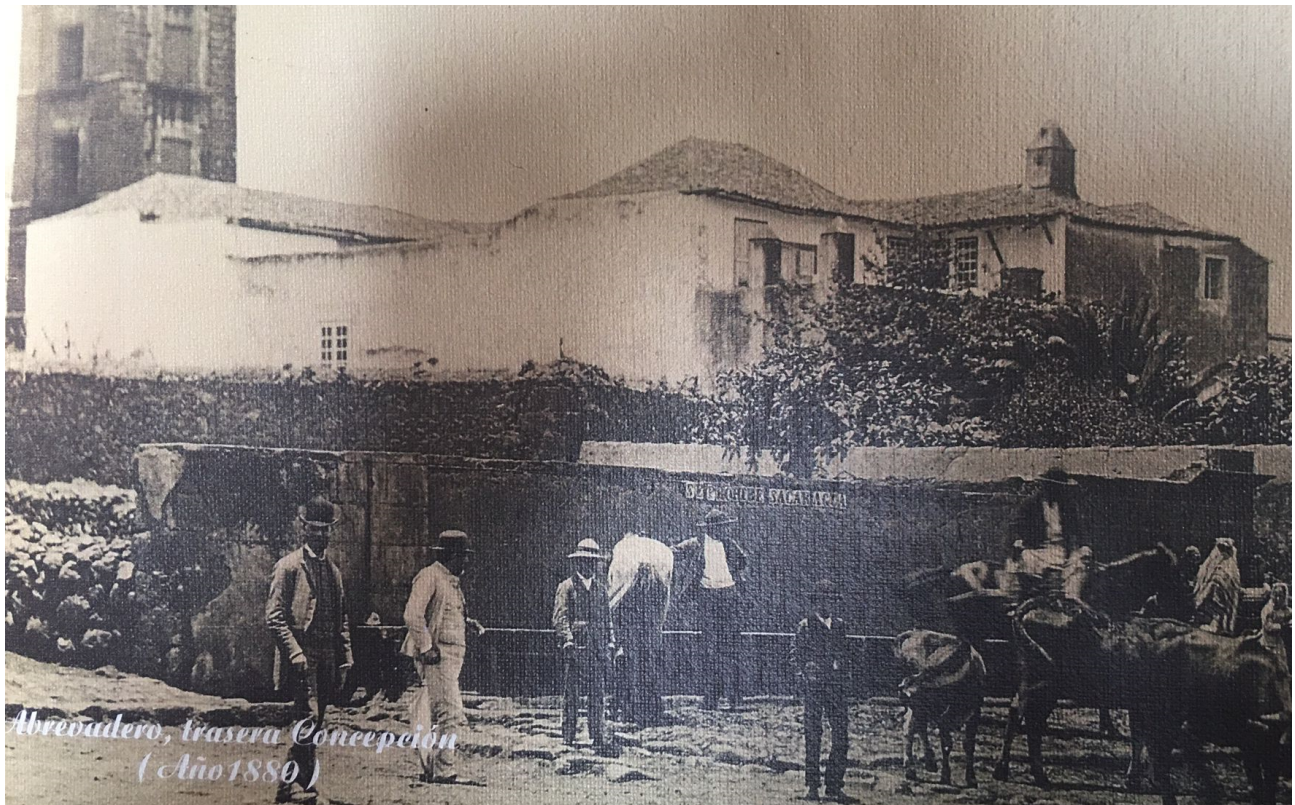
Se pueden encontrar dos grandes cambios en la estructura a día de hoy, los cuales se han tenido en cuenta durante el desarrollo: la incorporación de un módulo adicional en la parte trasera de la Casa Museo y el levantamiento de una estructura nueva en el patio del museo.



Figura 1.7 Vista aérea de la Casa Museo, leyenda estructura



En esta vista aérea actual se ven los dos añadidos a los que estamos haciendo alusión (Figura 1.7). El trasero se diferencia a simple vista ya que el color de las tejas es mucho más actual que el del resto de la casa. Por otro lado, aunque no es tan fácil suponer que el añadido del patio no hubiera formado parte de la estructura original de la casa, un estudio de las maderas utilizadas en éste, así como del balcón interior, fueron determinantes para deducir que es un añadido posterior a la época que estamos representando.



*Figura 1.8 Trasera de la Casa Museo, 1880*

Como se dijo y se puede apreciar claramente, aparte de una pequeña terraza, la cual es hoy una estancia de la Casa Museo, en esa fecha no existía la parte trasera de la casa museo. Se decidió entonces omitir esta parte de la casa en la recreación, así como implementar la terraza.

Dado que la imagen anterior (Figura 1.8) es más actual que el periodo que estamos representando, se puede apreciar que el añadido del patio ya se había construido. Se optó en este caso quitar toda la nueva edificación y sustituirlo por un muro almenado, que vendría a delimitar el patio con las huertas adyacentes.



## 1.4.2 Cambios en los elementos

Con el paso del tiempo no sólo se modificó la estructura de la casa, sino que también se modificaron los elementos que se encontraban en la misma, así que se decidió hacer cambios que, aunque no son tan importantes como los cambios estructurales, era importante tenerlos en cuenta para hacer la recreación lo más fiel a la realidad posible.

Uno de los cambios que se pueden apreciar nada más estar delante de la Casa Museo es la primera puerta de la derecha. En sus orígenes en vez de esta puerta, había una ventana, similar a la que se encuentra actualmente en la parte baja de la fachada (Figura 1.9).

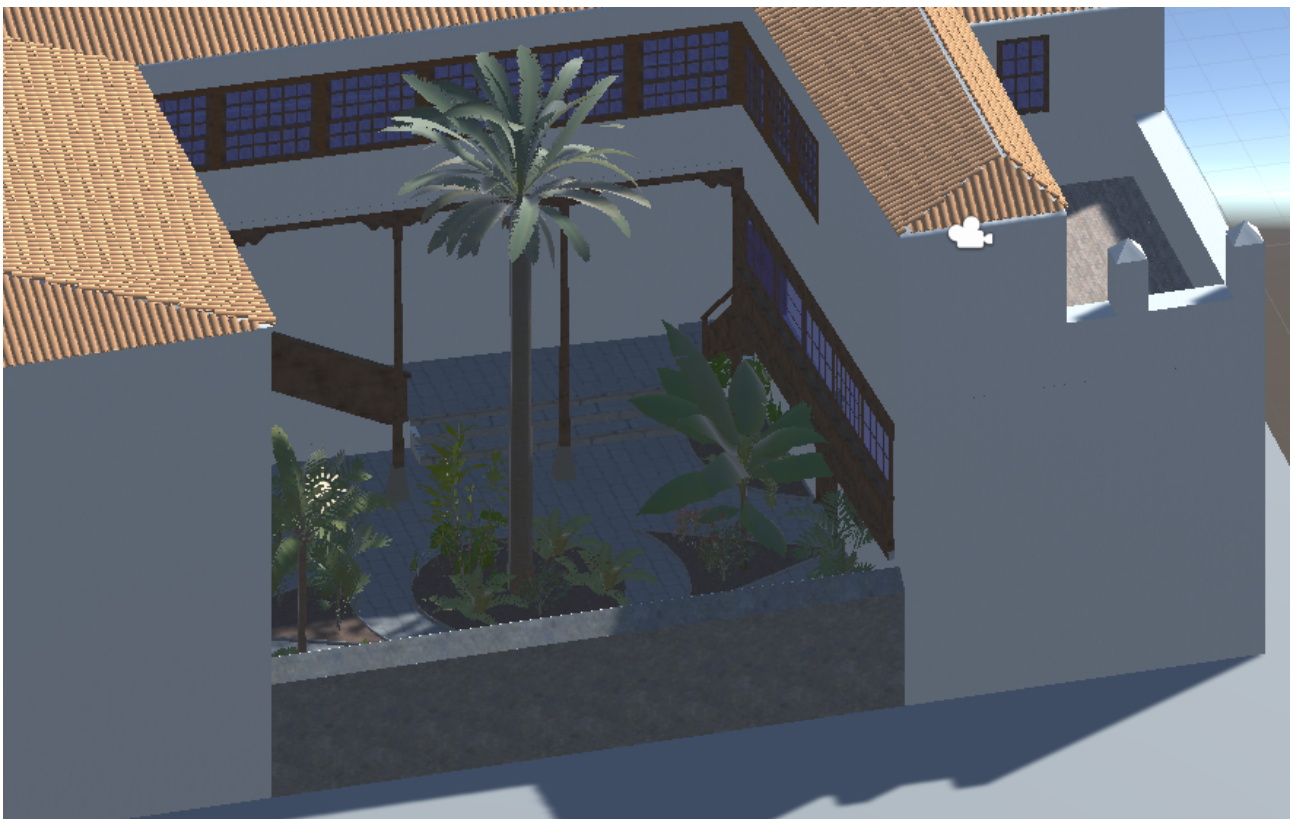


*Figura 1.9 Fachada de la Casa Museo*

Otro de los cambios en la fachada tuvo lugar en el balcón, al cual se le subió la celosía hasta una altura en la que fuera capaz de tapar a una persona, tal cómo eran diseñados en la época.

Una vez dentro del edificio (Figura 1.10), se tuvieron que realizar una cantidad de cambios importantes. A parte de quitar el módulo donde se encuentra hoy la cafetería, hubo que realizar los siguientes cambios:

- Cambiar el suelo del primer piso por suelo de ladrillo.
- Extender el balcón interior hasta la pared derecha de la Casa Museo.
- Quitar la fuente del patio e incluir en este parterres con vegetación.
- Cambiar la baranda de piedra (principios del siglo XX) y sustituirla por una baranda de madera igual que la que hay en el balcón interior.
- Añadir un muro almenado delimitando el patio.
- Incluir vegetación abundante.



*Figura 1.10 Reconstrucción del patio interior*

# Capítulo 2 Objetivos

Como ya se comentó anteriormente, el objetivo principal del TFG es recrear en 3D una reconstrucción de la Casa Museo Cayetano Gómez Felipe tal y cómo era a mediados del siglo XVIII. Además de esto, se ha implementado un paseo virtual, lo que da la posibilidad de hacer una visita al patio interior de la misma.

## 2.1 Objetivos

Para el desarrollo del TFG, se han marcado los siguientes objetivos específicos:

- **Crear la estructura del museo:** Establecer la estructura básica del museo, tanto las paredes como los suelos.
- **Diseñar elementos:** Una vez sentadas las bases con la estructura principal del museo, diseñar el resto de elementos principales. Estos son puertas, ventanas y el balcón principal.
- **Diseñar el resto de elementos:** Terminar de construir los elementos restantes, como escaleras, barandillas, tejados...
- **Añadir texturas:** Dar a cada elemento un aspecto más realista aplicando texturas con los materiales correspondientes.
- **Reconstruir el entorno inmediato de la casa museo.**
- **Crear la funcionalidad para la visita virtual:** Dar la posibilidad de caminar por el interior de la Casa Museo.

# Capítulo 3 Diseño del modelo

Como ya se comentó anteriormente, para el diseño en 3D de la Casa Museo, se ha utilizado el programa Autodesk Revit [8] . Este es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling). Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. Un modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación. Esto se hace posible mediante la base de datos relacional subyacente de arquitectura de Revit, a la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos.

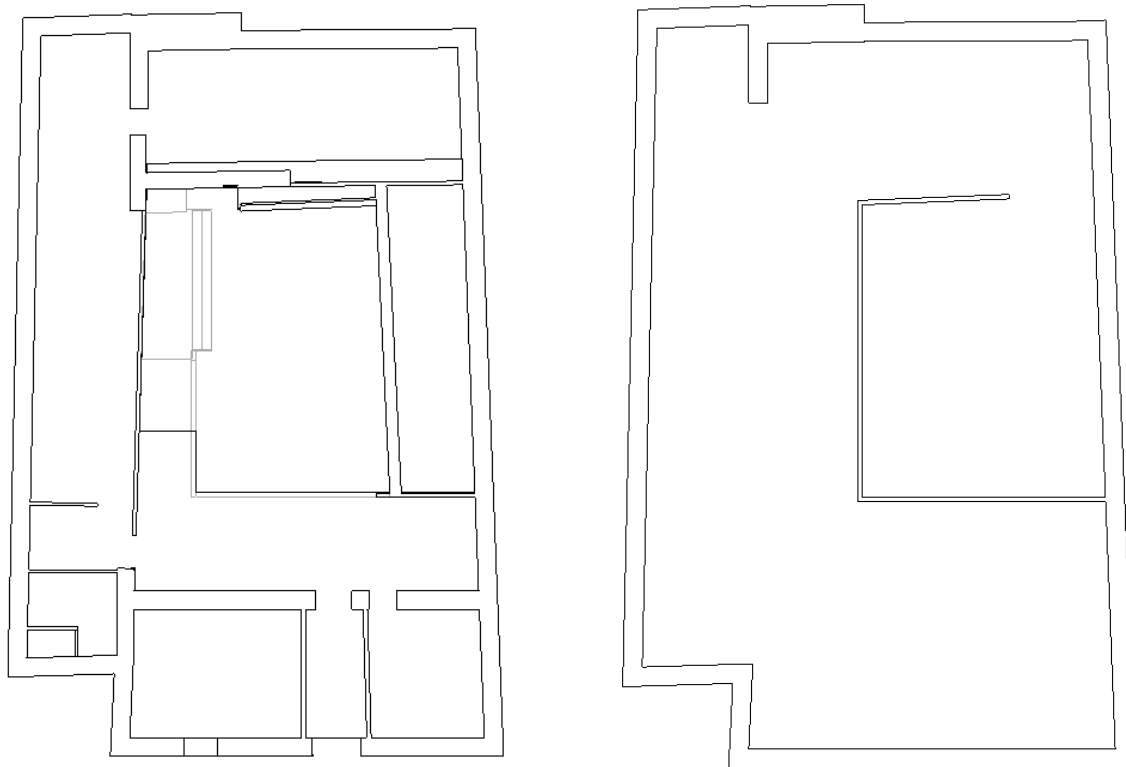
## 3.1 Estructura de la Casa Museo

Para el diseño de la estructura de la Casa Museo, se han seguido unos planos facilitados por el mismo museo. Como son los planos actuales, se han hecho algunas modificaciones para adaptar la estructura a la época que se pretende representar. Además, se mantuvieron reuniones con la Directora y conservadora del museo, para establecer las modificaciones necesarias para que la casa fuera representada de la mejor manera tal y cómo era durante el siglo XVIII.

### 3.1.1 Muros

Ya que es una edificación antigua, la mayoría de los muros son de grosores anómalos. Por defecto, Revit incluye muros de 120, 150 y 180 mm de grosor, pero para la creación de toda la estructura se han tenido que añadir muros de grosores 470, 670 y 760 mm. Cómo se puede apreciar (Figura 3.1), son muros mucho más gruesos que los que se pueden encontrar en edificaciones actuales.

## Resultados



*Figura 3.1 Muros planta baja y planta alta de la Casa Museo*

### 3.1.2 Elementos

La mayoría de los elementos que actualmente se encuentran en la Casa Museo son los que se encontraban durante la época a representar, lo que facilita el diseño de los mismos. Para recrearlos, se realizaron varias visitas al museo, para realizar mediciones de cada elemento, y poder hacerlos de la manera más precisa posible.

La forma de crear los elementos es a partir de extrusiones. Para crear estas extrusiones, se deben plantear diferentes planos de trabajo, los cuales delimitarán esta extrusión.

### Creando una ventana:

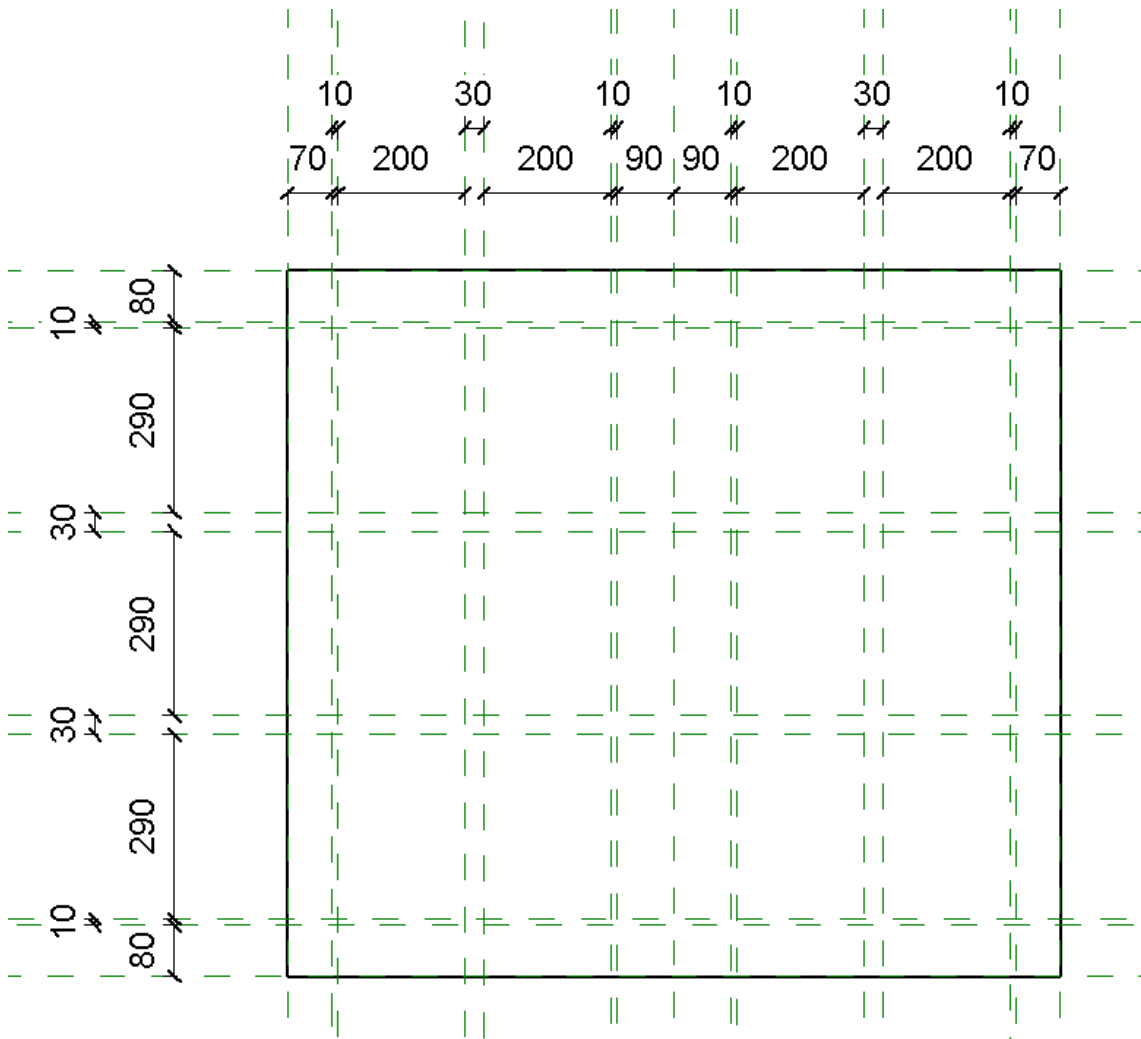


Figura 3.2 Planos de delimitación

Como se puede apreciar (Figura 3.2), se crean planos para delimitar las diferentes extrusiones, que en este caso serían dos, una para la parte de madera de la ventana, y otra para los cristales. Además, se ponen las distancias entre los planos con las medidas tomadas para generar el elemento con precisión.



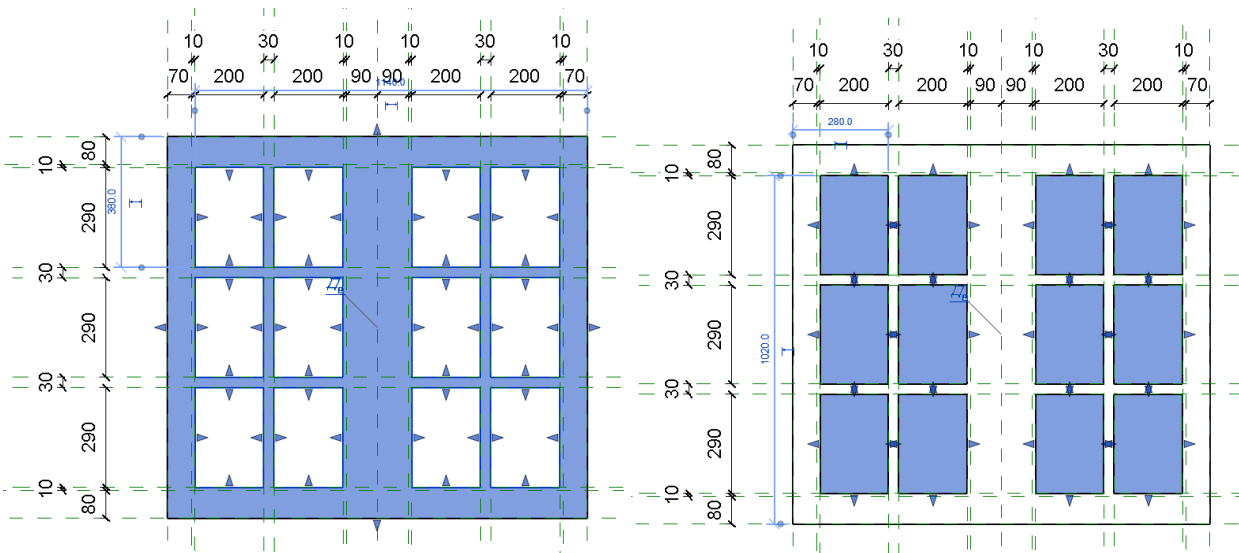


Figura 3.3 Extrusiones de la ventana

Una vez seleccionados los planos necesarios, se crea cada extrusión (Figura 3.3), se le da el grosor necesario y se define el material para cada una. En este caso, la primera tendría un grosor de 50 milímetros y el material sería madera, y la segunda tendría un grosor de 10 milímetros, siendo su material vidrio.

**Resultado final (Figura 3.4):**



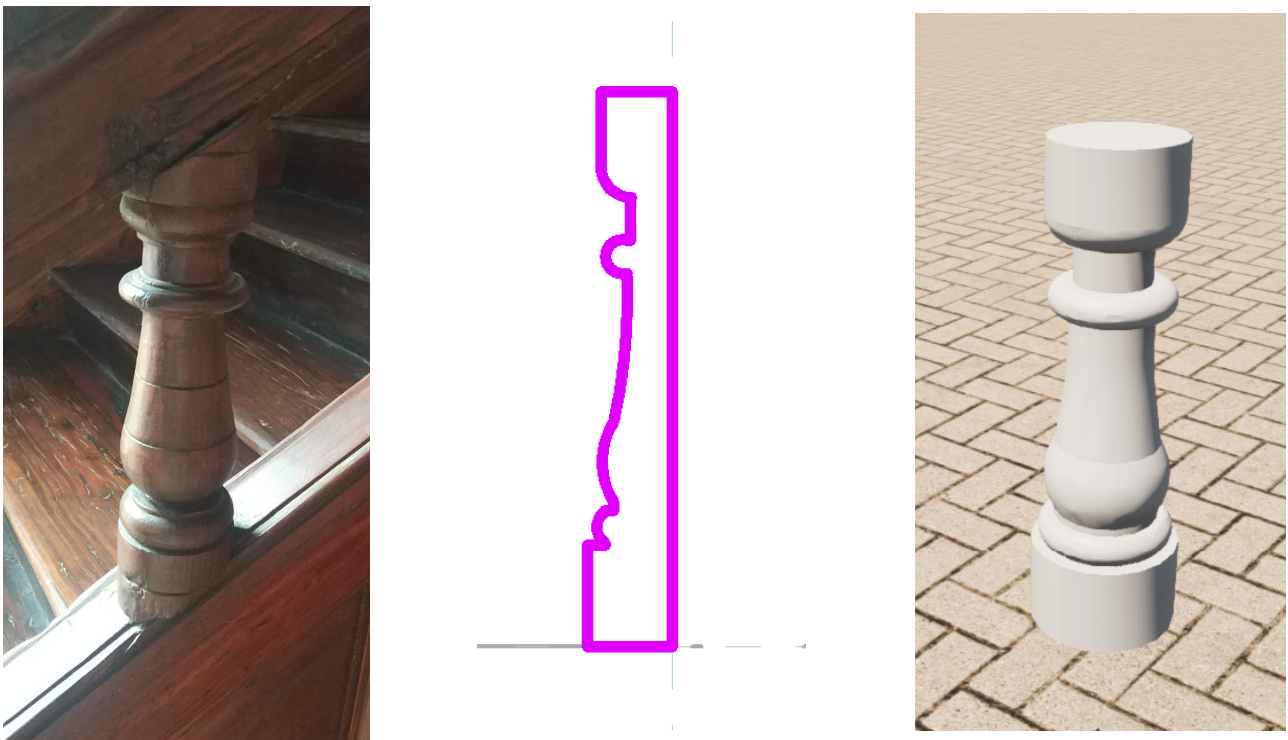
Figura 3.4 Ventana creada a partir de extrusiones

El resto de elementos siguen el mismo procedimiento para ser creados. Tanto puertas, balcones o barandas se crean a partir de extrusiones.

### 3.1.3 Objetos

Hay elementos que por su complejidad, no se pueden crear simplemente de la manera anterior. Así, se han creado aparte subelementos de estos, que luego se incluyeron para poder crear el elemento. Un ejemplo de esto son las barandas. Para recrearlas se tuvieron que recrear los balaustres por separado (Figura 3.5), ya que estos no son de una forma regular.

Para conseguir esto, Revit incluye una herramienta para crear un "sólido de revolución", esto es, darle volumen a un objeto dibujando solo un perfil. Así, si se quiere conseguir elaborar uno de los balaustres, simplemente habría que dibujar un perfil, e indicarle a la revolución que de una vuelta de 360°. El objeto se genera por la rotación de la superficie alrededor de un eje o recta sobre el plano en el que está.



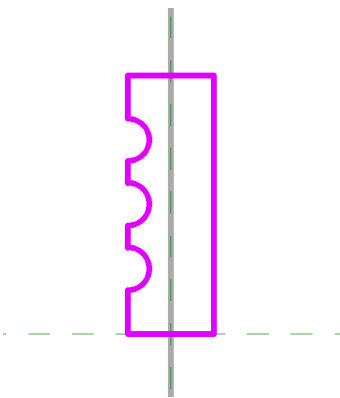
*Figura 3.5 Proceso para crear el balaustre de la escalera*

Una vez creado el elemento, sólo hay que añadirlo al otro que estemos diseñando para utilizarlo, haciendo más fácil el trabajo.

### 3.1.4 Barridos

A parte de lo anterior, hay un último tipo de objeto que no se puede crear a partir de extrusiones. Estos serían los marcos, tanto de puertas como de ventanas. Para crearlos, Revit incluye un tipo de elemento llamado "barrido" (Figura 3.6). En este caso, el modelo se obtiene desplazando un objeto generador a lo largo de una trayectoria llamada directriz. Así, para crear un marco, el barrido nos indica primero que seleccionemos su recorrido, y luego nos permite dibujar el perfil de dicho marco.

Así, si quisiéramos construir el marco de una ventana, primero seleccionaremos los cuatro lados de la misma, y luego dibujaremos el perfil que necesitamos.



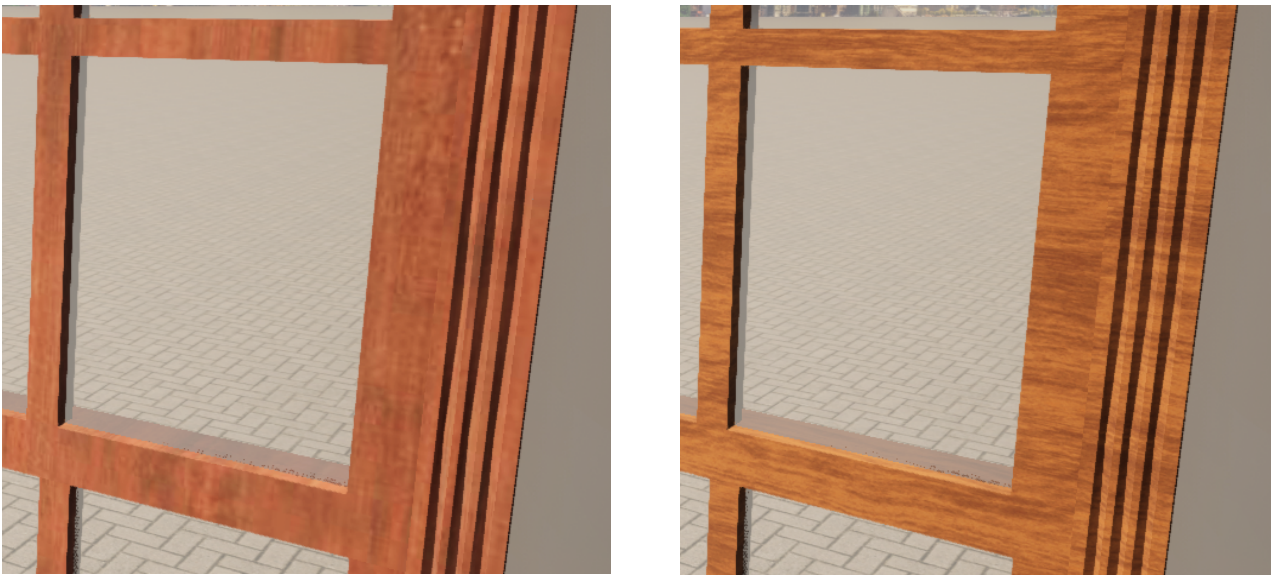
*Figura 3.6 Barrido del marco de la ventana*

## 3.2 Texturas

Para dar una mejor apariencia a la recreación, se le deben añadir texturas. Estas consiguen añadir realismo a la misma, dándole a los elementos un aspecto mucho más preciso al que tienen en realidad.

Revit incluye bastantes por defecto, pero hay innumerables páginas en las que se pueden conseguir recursos adicionales, si fuera necesario. En este caso, se utilizaron varias texturas de madera de la página ambientcg [9] , ya que estos eran de mejor calidad que los que aporta Revit.

Esto se ve claramente comparando estas texturas:



*Figura 3.7 Diferencia de texturas*

Cómo se puede apreciar (Figura 3.7), la segunda textura (que no está incluida en revit) tiene más calidad, pudiéndose apreciar incluso el veteado de la madera.

### 3.3 Resultados

Una vez terminado todo el modelo, podemos ver los resultados conseguidos (ver figuras 3.8 a 3.12), tanto del exterior cómo del interior de la Casa Museo.

#### Fachada principal:



*Figura 3.8 Fachada de la Casa Museo*

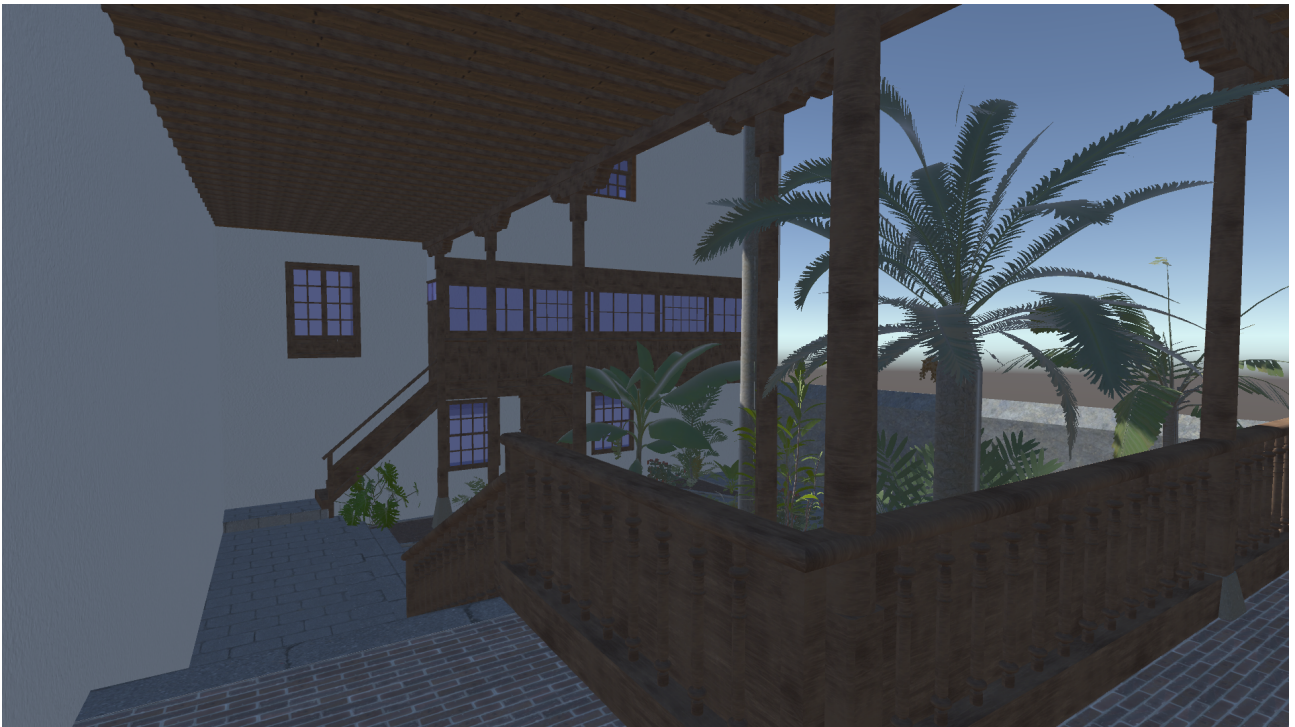
#### Parte trasera:



*Figura 3.9 Trasera de la Casa Museo*



**Patio:**



*Figura 3.10 Patio de la Casa Museo (Vista desde el primer piso)*



*Figura 3.11 Patio de la Casa Museo (Vista desde la planta baja)*

**Vista aérea:**



*Figura 3.12 Vista aérea de la Casa Museo*

# Capítulo 4 Unity

Unity [10] es una herramienta de desarrollo de videojuegos creada por la empresa Unity Technologies, aunque también se ha utilizado para crear experiencias de Realidad Virtual interactivas e incluso miniserie, como "Baymax Dreams", producida por Disney junto con Unity, donde se ha utilizado el editor para procesar y previsualizar en tiempo real todos los capítulos de la miniserie.

Unity es una herramienta que no engloba únicamente motores para el renderizado de imágenes, de físicas de 2D/3D, de audio, de animaciones y otros motores, sino que engloba además herramientas de networking para multijugador, herramientas de navegación NavMesh para Inteligencia Artificial o soporte de Realidad Virtual.

## 4.1 Preparando la escena

Una vez terminada la reconstrucción de la casa museo en Revit, se importa la misma en una escena de Unity. Una vez hecho esto, desde el propio Unity, se le añaden los elementos que le faltan, cómo las plantas del patio, para darle el aspecto que esta tuviera durante el siglo XVIII.

Por último, se añade el jugador a la misma (Figura 4.1). Con esto, se tienen todos los elementos necesarios, por lo que se podría empezar con la parte de recrear el paseo virtual. La escena quedaría de este modo:



*Figura 4.1 Escena principal*



Cómo se puede apreciar, es una escena sencilla, en la cual sólo intervienen el modelo de la Casa Museo y un jugador, que en este caso es una cápsula. Puesto que va a ser una visita en primera persona, se ha optado por esto ya que el personaje no se va a ver, es más sencillo trabajar con elementos que ya se encuentran en Unity que importar personajes con librerías de terceros.

## 4.2 Creando el paseo virtual

Para darle al jugador la capacidad de moverse por la escena, se creó un script de Unity, el cual permite al personaje moverse utilizando las teclas de dirección o las teclas w, a, s y d. Además, permite seguir el movimiento del ratón para inclinar la cámara y hacer rotar al personaje.

Además, para que no se pueda abandonar el recinto donde se encuentra ubicada la Casa Museo, se han añadido unos "box collider", que son los encargados de que el personaje no pueda pasar a través de ellos, delimitando el recorrido al deseado. Además, con estos conseguimos que el personaje no atraviese las paredes y que no se caiga a través del suelo.

## 4.3 Resultado final

El resultado final del proyecto se puede consultar en el siguiente [enlace](#) [11]. En él se consigue hacer una pequeña visita a la Casa Museo, empezando en la puerta de la misma, y entrando hasta el patio interior. La aplicación está compilada en un ejecutable que debe funcionar en cualquier equipo con Windows.

# Capítulo 5 Conclusiones y líneas futuras

Llegados a este punto, vamos a repasar los objetivos que se cumplieron, los que no, y cuál fue la causa de que sucediera.

Como se lleva diciendo durante todo el proyecto, el objetivo principal era la reconstrucción de la Casa Museo junto con la creación de un paseo por dentro de la misma. A pesar de que este objetivo se ha cumplido de manera exitosa, se había planteado en un principio, además de recrear la Casa Museo, modelar también su entorno. Este objetivo no se pudo cumplir a causa de falta de tiempo, ya que debido a la curva de aprendizaje que tiene Revit, el cálculo de tiempo previsto para modelar la Casa Museo se superó ampliamente, no dejando tiempo para esta tarea.

## **Líneas de trabajo futuras:**

Dado que la aplicación actual cumple el objetivo principal planteado, pero no todos los que se habían planteado, una posible mejora sería completar todas las edificaciones de la manzana, cómo se había planteado inicialmente. Además de esta, se podría seguir ampliando el proyecto con las siguientes tareas:

- **Incorporar elementos decorativos.** Ya que es una Casa Museo, se podrían incorporar elementos que se encuentren actualmente disponibles en la misma, así cómo otros tantos que pudiera haber, y que además sean de la época que hemos venido representando.

- **Finalizar el segundo piso.** Se podría terminar de modelar las estancias del segundo piso , así cómo sus puertas, para permitir no sólo pasear por la planta baja de la Casa Museo, sino también por esta, consiguiendo así una vista desde la altura del patio central, y si también estuvieran disponibles las edificaciones colindantes, también se obtendría una buena vista de estas.

- **Realizar una investigación más exhaustiva.** Para llevar a cabo el presente TFG se hicieron múltiples visitas a la Casa Museo, se consultó información (tanto fotos cómo libros y escritos antiguos), y se siguieron las líneas de cómo eran las edificaciones en la época, si bien la gran mayoría de la misma está representada con precisión tal y cómo era durante el siglo XVIII, habrán elementos que, tanto por la falta de datos o, si estos existen, por no haber dado con ellos, no se asemejen a cómo eran en la época, por lo que si tuviera lugar una investigación aún más profunda estos podrían remodelarse para reflejar el aspecto de la época.

# Capítulo 6 Summary and Conclusions

At this point, we are going to review the objectives that were met, those that were not, and what caused that.

As has been said throughout the project, the main objective was the reconstruction of the House Museum along with the creation of a walk inside it. Despite the fact that this objective has been successfully fulfilled, it had originally been proposed, in addition to recreating the House Museum, to also model its surroundings. This objective could not be met due to lack of time, since due to the learning curve that Revit has, the estimated time expected to model the House Museum was widely exceeded, leaving no time for this task.

## **Future lines of work:**

Given that the current application meets the main objective set, but not all those that had been set, a possible improvement would be to complete all the buildings on the block, as it had been initially set out. In addition to this, the project could continue to be expanded with the following tasks:

- **Incorporate decorative elements.** Since it is a House Museum, elements that are currently available in it could be incorporated, as well as many others that there may be, and that are also from the time that we have been representing.
- **Finish the second floor.** It could be finished modeling the rooms on the second floor, as well as its doors, to allow you not only to walk through the ground floor of the House Museum, but also through it, thus achieving a view from the height of the central patio, and if they were also adjoining buildings available, you would also get a good view of these.
- **Conduct a more thorough investigation.** To carry out the present TFG, multiple visits were made to the House Museum, information was consulted (both photos, books and old writings), and the lines of what the buildings were like at the time we were following, although the vast majority of the itself is accurately represented as it was during the eighteenth century, there will be elements that, both due to the lack of data or, if these exist, because they have not been found, do not resemble how they were at the time, so if further investigation were to take place these could be remodeled to reflect the look of the time.

# Capítulo 7 Presupuesto

## 7.1 Presupuesto

Tipo	Descripción	Cantidad	Coste Unidad	Coste Total
Software	Software necesario para la elaboración del proyecto	5	208,13€/mes	1.040,65€
Hardware	Hardware necesario	1	500€	500€
Análisis	Recogida de datos de la Casa Museo	20h	15€/h	300€
Diseño	Modelado en Revit	120h	20€/h	2400€
Desarrollo	Mecánicas en Unity	40h	20€/h	800€
Documentación	Desarrollar la documentación del proyecto	15h	20€/h	300€
<b>TOTAL</b>				<b>5.340,65€</b>

**Tabla 7.1:** Resumen de tipos

## 7.2 Justificación del presupuesto

Para el cálculo del presupuesto, se han incluido tanto el software cómo el hardware necesario, así cómo la mano de obra necesaria para llevarlo a cabo.

Menos el Autodesk Revit, todo el software utilizado es gratuito. Sin embargo, este es un software bastante caro, que cómo podemos apreciar, supone un 19.48% del presupuesto.

En la parte de hardware, se ha supuesto que ya se dispone de todas las herramientas necesarias para realizar las mediciones necesarias en la Casa Museo, por lo que no se ha incluido en el presupuesto. Sí que se ha incluido un equipo de gama media para el desarrollo del proyecto.

Dentro de la mano de obra, se pueden apreciar dos tipos de precios diferentes. El más alto corresponde a un desarrollador, el cual se encargaría del modelado y de añadir el código necesario. El segundo precio corresponde a un técnico de campo, el cual sería el encargado de realizar todas las mediciones y recoger todos los datos.

# Bibliografía

[1] Realidad Virtual – Fuente:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_virtual](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual)

[2] Orígenes de la RV – Fuente:

<https://www.deusens.com/hitos-historia-realidad-virtual/>

[3] Usos de la RV – Fuente:

<https://teseo.es/noticias/aplicaciones-y-usos-de-la-realidad-virtual/>

[4] TFG recreación plaza del adelantado – Fuente:

<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/10415>

[5] TFG recreación casa lagunera – Fuente:

<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21323>

[6] Información de La Laguna – Fuente:

<https://www.aytolalaguna.es/ayuntamiento/el-municipio/>

[7] Información Casa Museo Cayetano Gómez Felipe – Fuente:

<https://casamuseocgf.com/>

[8] Autodesk Revit – Fuente:

<https://www.autodesk.es/products/revit/overview>

[9] Página para descargar texturas – Fuente:

<https://ambientcg.com/>

[10] Unity – Fuente:

<https://unity.com/es>

[11] Enlace a la aplicación – Fuente:

<https://drive.google.com/file/d/15dH6i6b-EWRXA-DK3NT9uUhGXGuOGcyT/view?usp=sharing>