



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de
Edificación

Integración de Autodesk Revit con herramientas de
renderizado para marketing digital inmobiliario

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Edificación

AUTOR/A: Dalinchuk, Violetta

Tutor/a: Cos-Gayón López, Fernando José

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor Fernando Cos-Gayón, por su invaluable apoyo desde el principio de este trabajo. No solo me brindó orientación para desarrollar mi idea, sino que también me ayudó a darle forma y, lo que es más importante, me ofreció un apoyo moral constante a lo largo de todo el proceso.

Además, quisiera a Diego Carrasco Losada por su constante supervisión durante los aspectos técnicos y su apoyo permanente.

Por último, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi esposo por su apoyo inquebrantable, su confianza en mis capacidades y su constante estímulo y sugerencias. Su presencia y respaldo han sido pilares fundamentales durante todo este proceso, brindándome la fuerza y la motivación necesarias para avanzar y alcanzar mis metas.

ACRÓNIMOS

- BIM:** Building Information Modeling (Modelado de información de construcción)
- AR:** Augmented Reality (Realidad aumentada)
- TFM:** El Trabajo fin de Máster
- CG:** Computación gráfica
- 2D:** Dos dimensiones
- 3D:** Tres dimensiones
- LOD:** Level of Development (Nivel de desarrollo)
- MEP:** Mecánica, Electricidad y Plomería
- ROI:** Retorno de la inversión
- SEO:** Search Engine Optimization (Optimización para motores de búsqueda)
- SEM:** Search Engine Marketing (Marketing de buscadores)
- IA:** Inteligencia artificial
- DWG:** DraWinG (Formato de archive informático)
- GPU:** Graphics Processing Unit (Unidad de procesamiento gráfico)
- HDRI:** High Dynamic Range Images (Imágenes de alto rango dinámico)
- GI:** Global Illumination (Iluminación global)
- PBR:** Physically Based Rendering (Renderizado basado en física)
- VRAM:** Video Random Access Memory (Memoria de acceso aleatorio de video)
- CPU:** Central Processing Unit (Unidad central de procesamiento)
- VR:** Realidad Virtual
- UV:** Las coordenadas utilizadas para mapear texturas en superficies 3D
- GIMP:** GNU Image Manipulation Program (Programa de manipulación de imágenes de GNU)
- RAM:** Random Access Memory (Memoria de acceso aleatorio)
- FX:** Los efectos visuales
- RRSS:** Redes sociales
- ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

RESUMEN

El mercado inmobiliario actual se ha tornado cada vez más competitivo, y las herramientas de visualización han jugado un papel crucial en la decisión de compra de potenciales clientes. El software Autodesk Revit, conocido por su capacidad en el modelado de información de construcción, se ha consolidado como una herramienta esencial en el diseño y planificación de proyectos arquitectónicos.

Sin embargo, la simple representación BIM no siempre es suficiente para atraer la atención de los clientes. Aquí es donde entra la necesidad de integrar Revit con herramientas de renderizado avanzadas, transformando modelos BIM en visualizaciones fotorrealistas que capturan la esencia y el detalle de las propiedades inmobiliarias.

La comercialización inmobiliaria moderna se basa en la experiencia del cliente, y las visualizaciones realistas pueden transportar a los clientes potenciales al espacio que están considerando adquirir, mucho antes de que se construya o se visite físicamente. Esta capacidad de "visitar" virtualmente un espacio a través de renders fotorrealistas se ha convertido en una ventaja competitiva en el mercado.

En el presente trabajo se investigará el proceso completo de integración entre Revit y herramientas de renderizado. Se evaluarán y cotejarán diferentes softwares de renderización, comparando diferentes flujos de trabajo y sus resultados. Para esto se desarrollará el modelo 3D de 4 casas unifamiliares. Para la comparación se hará uso de programas de renderizado como Lumion y Twinmotion en los cuales se hará el render final.

PALABRAS CLAVE: BIM, Revit, Renderizado, Comercialización Inmobiliaria, Autodesk 3ds Max, Twinmotion, Lumion

ABSTRACT

The current real estate market has become increasingly competitive, and visualization tools have played a crucial role in the purchasing decision of potential clients. Autodesk Revit software, known for its capabilities in building information modeling, has established itself as an essential tool in the design and planning of architectural projects.

However, simple BIM representation is not always enough to attract clients' attention. This is where the need to integrate Revit with advanced rendering tools comes in, transforming BIM models into photorealistic visualizations that capture the essence and detail of real estate properties.

Modern real estate marketing is based on customer experience, and realistic visualizations can transport potential clients to the space they are considering purchasing, long before it is built or physically visited. This ability to "visit" virtually a space through photorealistic renders has become a competitive advantage in the market.

This research will investigate the complete integration process between Revit and rendering tools. Different software rendering will be evaluated and compared, comparing different workflows and their results. For this, the 3D model of 4 single family houses. For the comparison we will make use of rendering programs like Lumion and Twinmotion in which the final rendering will be done.

KEY WORDS: BIM, Revit, Rendering, Real Estate Marketing, Autodesk 3ds Max, Twinmotion, Lumion

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	2
ACRÓNIMOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
CONTENIDO	6
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	8
1. INTRODUCCIÓN	11
2. OBJETIVOS	12
3. METODOLOGIA.....	13
4. ESTADO DEL ARTE.....	15
4.1. BIM: Building Information Modeling.....	15
4.1.1. Introducción al modelado tridimensional.....	15
4.1.2. ¿Qué es el Building Information Modeling?	17
4.1.3. Autodesk Revit.....	21
4.2. Autodesk 3ds Max.....	22
4.3. Las herramientas de renderizado.....	23
4.3.1. Lumion.....	23
4.3.2. Twinmotion	24
4.3.3. Flujos de trabajo de las herramientas de renderizado	25
4.4. Integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado	26
4.5. Marketing digital y comercialización inmobiliaria.....	26
5. GENERACIÓN MODELO BIM	29
5.1. Información previa.....	29
5.2. Descripción general del proyecto	30
5.3. Modelado de 1 fase de construcción.....	34
5.4. Generación de planos de venta para comercialización inmobiliaria y marketing digital.....	36
5.5. Preparación del modelo para la exportación	37
6. AUTODESK 3DS MAX	39
7. LAS HERRAMIENTAS DE RENDERIZADO	42
7.1. Lumion	42

7.1.1. Los formatos de colaboración y métodos de exportación entre Revit y Lumion	42
7.1.2. El procedimiento general de renderización en Lumion	45
7.1.3. Caso practico.....	52
7.2. Twinmotion	60
7.2.1. Los formatos de colaboración y métodos de exportación entre Revit y Twinmotion	60
7.2.2 El procedimiento general de renderización en Twinmotion.....	65
7.2.3. Caso practico.....	73
7.3. La comparación entre Lumion y Twinmotion	76
7.3.1. Parte teórica	76
7.3.2. Parte practica	80
7.3.3. Flujo de trabajo integrado para la visualización y comercialización inmobiliaria en obra nueva	83
8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	85
8.1. Conclusiones.....	85
8.2. Futuras líneas de investigación	86
9. BIBLIOGRAFÍA	87
Anexo I: Documentación gráfica: Los planos de venta	90
Anexo II: Infografía: Los renders de Lumion	96
Anexo III: Infografía: Los renders de Twinmotion.....	99
Anexo IV: Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	102

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama estructura del Trabajo de Fin de Máster.....	13
Ilustración 2. Planos de casa unifamiliar en AutoCAD.....	16
Ilustración 3. Diseño y modelado arquitectónico 3D con Revit.	16
Ilustración 4. Ciclo de vida del Modelo BIM.	18
Ilustración 5. Dimensiones de BIM.	19
Ilustración 6. BIM Level of Development (LOD).....	21
Ilustración 7. Entorno de trabajo de Revit.	22
Ilustración 8. Lumion.....	24
Ilustración 9. Twinmotion.	25
Ilustración 10. Emplazamiento.....	29
Ilustración 11. La parcela № 3-4.	30
Ilustración 12. Las fases de construcción.	30
Ilustración 13. Planta Baja.	31
Ilustración 14. Planta Primera Abuhardillada.	32
Ilustración 15. Planta Cubierta.....	32
Ilustración 16. Alzado Principal.	32
Ilustración 17. Sección longitudinal.....	33
Ilustración 18. Tablas de superficies.	33
Ilustración 19. Proyecto nuevo. Plantilla arquitectónica.....	35
Ilustración 20. Niveles de proyecto.....	35
Ilustración 21. 3D modelo.	36
Ilustración 22. El plano de venta.....	37
Ilustración 23. La vista 3D de primera fase de construcción con entorno.....	38
Ilustración 24. La vista 3D de segunda fase de construcción.	38
Ilustración 25. La representación gráfica incorrecta por parte de material de pavimiento.....	40
Ilustración 26. La presentación gráfica correcta de formas circulares de pavimiento.....	40
Ilustración 27. Compatibilidad de formatos entre Revit y Lumion.	42
Ilustración 28. Los métodos de exportación entre Revit y Lumion.....	44
Ilustración 29. El inicio de Lumion.	45
Ilustración 30. El entorno de trabajo de Lumion.....	46
Ilustración 31. La importación de modelo 3D en Lumion.	46
Ilustración 32. La asignación del nombre de modelo.....	47
Ilustración 33. La colocación de modelo.....	47
Ilustración 34. La posición y orientación de modelo.	48
Ilustración 35. La asignación de material.....	48
Ilustración 36. La colocación de elemento de entorno.....	49
Ilustración 37. La elección de herramienta cámara.	50
Ilustración 38. La herramienta de guardar cámara.	50
Ilustración 39. Añadir el efecto en Lumion.	51
Ilustración 40. La biblioteca de los efectos en Lumion.....	51

Ilustración 41. La herramienta renderizar imagen.....	52
Ilustración 42. La calidad y resolución de render.	52
Ilustración 43. El problema de aplicación de material por parte de la valla. ..	53
Ilustración 44. El problema de aplicación de material por parte del panel solar.	54
.....	54
Ilustración 45. La importación en 3ds Max.	55
Ilustración 46. La exportación desde 3ds Max.....	55
Ilustración 47. La aplicación de los materiales correcta.....	56
Ilustración 48. El bordillo de la zona de la carretera.	56
Ilustración 49. El bordillo de la zona del aparcamiento de vivienda.....	57
Ilustración 50. La representación correcta.	57
Ilustración 51. La puerta de garaje.	58
Ilustración 52. Los materiales de familia.....	58
Ilustración 53. La puerta de garaje en Revit.	58
Ilustración 54. La importación en 3ds Max.	59
Ilustración 55. Las capas en 3ds Max.....	59
Ilustración 56. La puerta de garaje en Lumion.....	60
Ilustración 57. Compatibilidad de formatos entre Revit y Twinmotion.	61
Ilustración 58. Los métodos de exportación entre Revit y Twinmotion.	64
Ilustración 59. El inicio de Twinmotion.	65
Ilustración 60. El entorno de trabajo de Twinmotion.	66
Ilustración 61. La importación de modelo 3D en Twinmotion.....	66
Ilustración 62. Las opciones de importación.	67
Ilustración 63. El modelo importado.....	67
Ilustración 64. La posición y orientación de modelo.	68
Ilustración 65. La asignación de material. Fuente: Elaboración propia.....	68
Ilustración 66. La colocación de elemento de entorno.....	69
Ilustración 67. El ajuste de iluminación y clima.....	70
Ilustración 68. La elección de herramienta medios.....	70
Ilustración 69. La herramienta de guardar cámara.	71
Ilustración 70. Los efectos en Twinmotion.	72
Ilustración 71. La resolución y el formato de salida.	72
Ilustración 72. La exportación de imagen.	73
Ilustración 73. La visualización incorrecta de puerta de garaje en Twinmotion.	74
.....	74
Ilustración 74. La visualización correcta de puerta de garaje en Twinmotion.	75
Fuente: Elaboración propia.	75
Ilustración 75. La visualización incorrecta de claraboyas en Twinmotion.	75
Ilustración 76. La visualización correcta de claraboyas en Twinmotion.	76
Ilustración 77. Las capas de modelo en Twinmotion.	80
Ilustración 78. Las coordenadas de modelos en Lumion y en Twinmotion. ..	81
Ilustración 79. El entorno de trabajo de Lumion.....	81
Ilustración 80. El entorno exterior de Twinmotion.	82
Ilustración 81. La geometría primitiva de Twinmotion.	82

Ilustración 82. Plano de situación general de la promoción.....	91
Ilustración 83. Plantas arquitectónicas de viviendas (baja, primera y cubierta).	
.....	92

1. INTRODUCCIÓN

La industria inmobiliaria ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, impulsada por avances tecnológicos y cambios en el comportamiento del consumidor. De una comercialización clásica, representada por agentes de bienes raíces y anuncios impresos, hemos evolucionado hacia estrategias más innovadoras que aprovechan herramientas computacionales como el renderizado avanzado y la realidad aumentada (AR), creando así nuevas experiencias inmersivas. Estas tecnologías permiten a los clientes potenciales explorar virtualmente el espacio que desean adquirir, incluso antes de su construcción o visita física. Esta capacidad de "visitar" virtualmente un espacio a través de renders fotorrealistas se ha convertido en una ventaja competitiva en el mercado que, junto con la personalización y la segmentación de audiencia ayudan a las empresas a atraer la atención de los clientes potenciales.

En el caso de querer lograr un renderizado fotorrealista, se debe partir de un proyecto llevado a cabo mediante metodología BIM, la cual hace uso de Revit, que, como se sabe, es un programa avanzado de modelado, proyección y trabajo colaborativo que goza de una gran popularidad desde hace varios años. La llegada de BIM permitió una visualización más precisa y detallada de los espacios arquitectónicos y además reducir los plazos de ejecución de proyectos y posibles errores de modelado en la etapa de pre-construcción.

Los programas de renderizado son herramientas utilizadas en el campo del diseño gráfico, la arquitectura, el cine y la animación para generar imágenes y videos a partir de modelos 3D. Estos programas permiten convertir modelos digitales en representaciones visuales realistas o estilizadas mediante técnicas de iluminación, sombreado, texturizado y efectos visuales. Existe una gran cantidad de programas diferentes, algunos de ellos son Lumion y Twinmotion que son conocidos por su facilidad de uso y rapidez de renderizado.

La integración de herramientas de renderizado, como Lumion y Twinmotion, con software de modelado BIM como Autodesk Revit, ofrece una oportunidad única para mejorar aún más la eficacia del marketing digital y la comercialización inmobiliaria. Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de esta integración, existen varios desafíos y preocupaciones que deben abordarse, siendo algunos de ellos la complejidad técnica, calidad y realismo.

En la presente investigación veremos la integración de Revit con herramientas de renderizado y los problemas técnicos que esto podría causar. También, se investigará si las herramientas de renderizado pueden ofrecer la calidad y el realismo necesarios para satisfacer las demandas del mercado y captar la atención de los clientes potenciales.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo principal de este TFM es analizar la integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado para mejorar la representación visual de marketing digital y comercialización inmobiliaria.

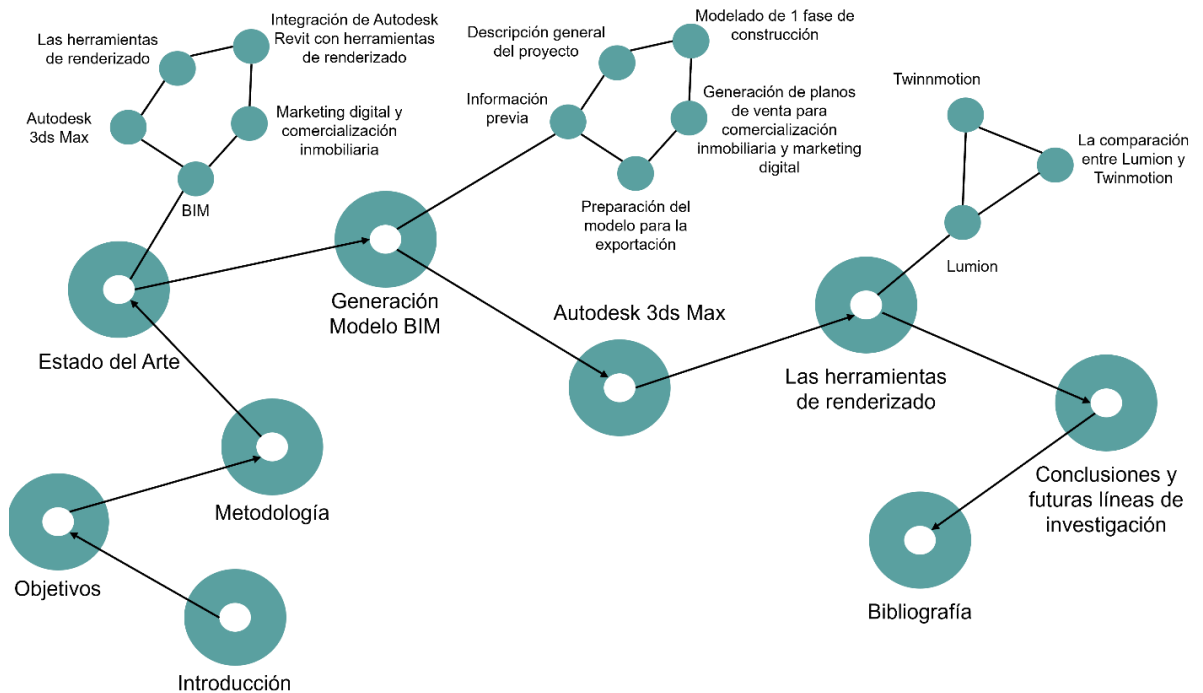
Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general se plantea desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un estudio teórico sobre la metodología BIM, Autodesk Revit, Autodesk 3ds Max y las herramientas de renderizado.
- Investigar la compatibilidad y la interoperabilidad teórica y práctica entre Autodesk Revit y las herramientas de renderizado seleccionadas, identificando posibles desafíos técnicos y limitaciones.
- Analizar el estado actual del marketing digital y la comercialización inmobiliaria, identificando las tendencias y tecnologías emergentes en la industria.
- Desarrollar un caso práctico de un proyecto de 4 viviendas unifamiliares mediante la utilización del software Autodesk Revit, Autodesk 3ds Max, Lumion y Twinmotion.
- Evaluar el rendimiento y la eficiencia de diferentes configuraciones y ajustes en las herramientas de renderizado para obtener resultados óptimos en términos de calidad visual y tiempo de renderizado.

3. METODOLOGIA

La metodología organizativa del trabajo consiste en nueve (9) capítulos o apartados con el fin de secuenciar todo el proceso de desarrollo de la investigación, presentándola de una manera lógica y clara. De este modo, encontramos los siguientes apartados:



*Ilustración 1: Diagrama estructura del Trabajo de Fin de Máster.
Fuente: Elaboración propia.*

CAPÍTULOS 1, 2, 3. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS, METODOLOGÍA.

Se exponen los criterios generales de la investigación como breve introducción al tema, los objetivos a desarrollar a través del caso de estudio elegido y metodología utilizada.

CAPÍTULO 4. ESTADO DEL ARTE.

Tras analizar la información necesaria para cumplir los objetivos, se estructuran los contenidos desde una perspectiva general hacia una más específica, con el fin de comprender el contexto y las herramientas clave del TFM. Al principio se presenta una breve introducción al modelado tridimensional, que es BIM y Autodesk Revit. A continuación, se proporciona una visión general de programas, tales como: Autodesk 3ds Max, Lumion, Twinmotion.

Para finalizar este apartado, se aterriza con la integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado, destacando su importancia en la creación de representaciones visuales atractivas y realistas. Además, se presenta información general del marketing digital y la comercialización inmobiliaria.

CAPÍTULO 5. GENERACIÓN MODELO BIM.

Una vez asimilada la parte teórica se empieza describiendo la implementación práctica. Se exponen la información previa y la descripción general del proyecto que son necesarios para modelado de 4 viviendas unifamiliares en Autodesk Revit. Después de eso se generan los planos de venta para uso de comercialización inmobiliaria y marketing digital.

Para finalizar este apartado, se detallan los pasos necesarios para preparar el modelo BIM para su exportación a diferentes formatos y plataformas.

CAPÍTULO 6. AUTODESK 3DS MAX.

Se presenta información de carácter informativo sobre el programa Autodesk 3ds Max, el cual, en el contexto de este TFM, actúa como un enlace intermedio entre Autodesk Revit y las herramientas de renderizado. Es ampliamente utilizado por profesionales debido a sus capacidades para modelar y añadir elementos, realizar el mapeo de superficies de materiales, entre otras funciones relevantes para la visualización arquitectónica.

CAPÍTULO 7. LAS HERRAMIENTAS DE RENDERIZADO.

Se enfoca en la exploración de dos poderosas herramientas de renderizado: Lumion y Twinmotion, utilizadas para crear visualizaciones fotorrealistas, videos y recorridos virtuales de proyectos arquitectónicos. Se exponen los criterios de organización del flujo del trabajo. Se detallan los pasos necesarios para preparar el modelo 3D para su uso en programa de renderizado, incluyendo la asignación de materiales y la configuración de escenas para obtener los mejores resultados de renderizado.

Para finalizar este apartado, se proporciona una tabla comparativa entre Lumion y Twinmotion.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

Posteriormente, en vista de todo el aprendizaje adquirido a lo largo del desarrollo teórico y práctico se presentarán las conclusiones que contribuirán al progreso del conocimiento científico respecto a la integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado para marketing digital y comercialización inmobiliaria.

CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA.

Se publica toda la bibliografía y fuentes que han facilitado la redacción del presente trabajo.

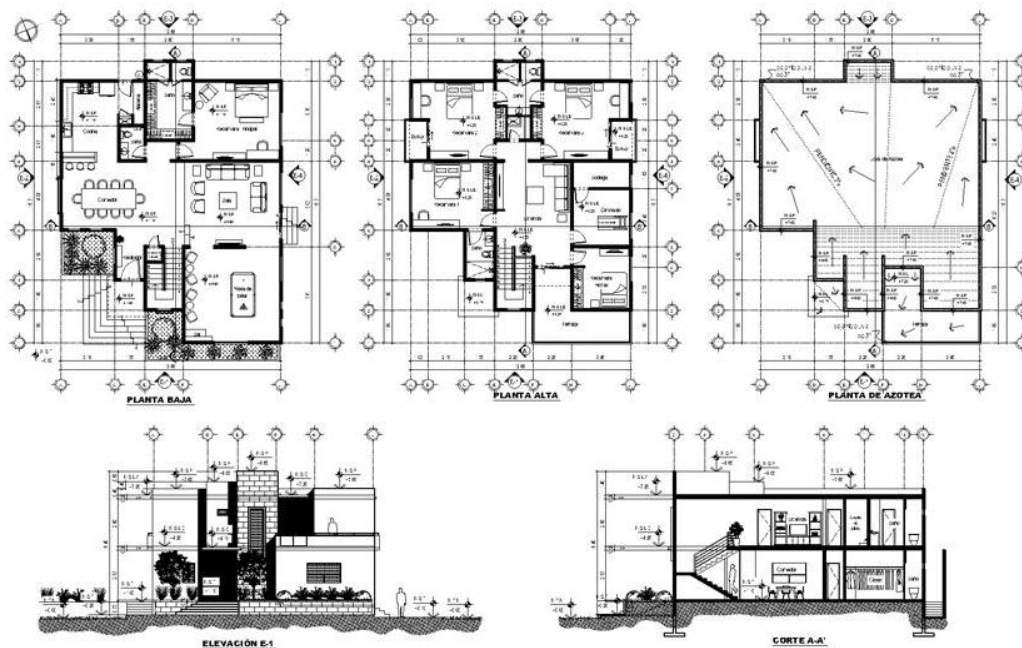
4. ESTADO DEL ARTE

4.1. BIM: Building Information Modeling

4.1.1. *Introducción al modelado tridimensional*

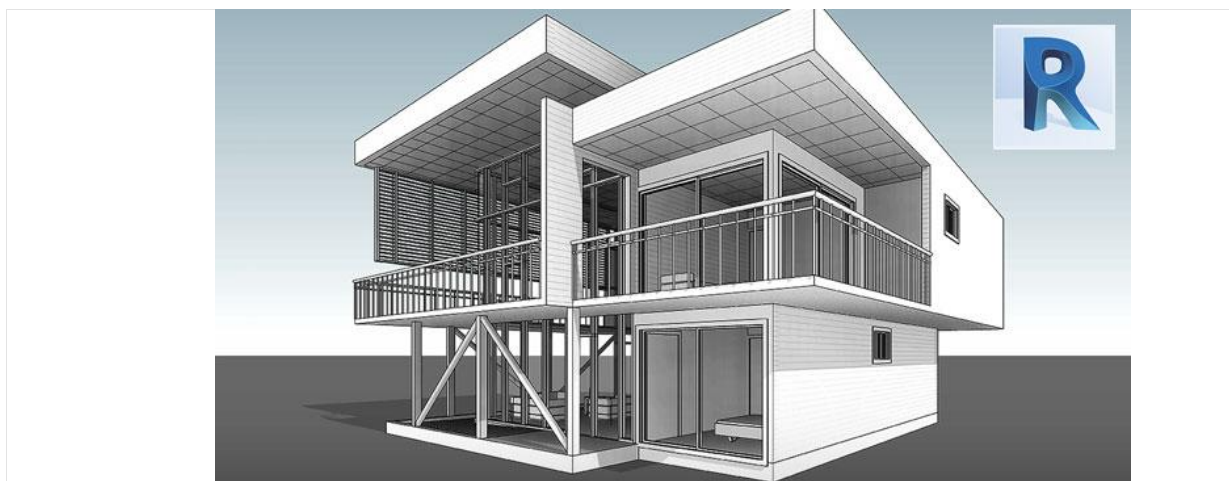
El modelado tridimensional en arquitectura y construcción es el proceso de crear representaciones digitales detalladas de edificios, estructuras y entornos en tres dimensiones utilizando software especializado de modelado 3D. Esta técnica permite a los arquitectos, ingenieros y diseñadores visualizar y diseñar proyectos arquitectónicos de manera precisa y realista antes de que se construyan físicamente. De este modo se reducen los plazos de ejecución de proyectos y se hace un uso más responsable de los materiales en la ejecución de los mismos (Florindo Rabadán, D. 2020-2021).

La historia del modelado es relativamente corta, pero evoluciona rápidamente. Con el avance de la tecnología informática en las décadas de 1960 y 1970, surgieron los primeros sistemas de gráficos por computadora (CG) que permitían la visualización de imágenes digitales en la pantalla de un monitor. Inicialmente, el diseño y la representación digital se limitaban al plano bidimensional (2D). De esta forma las representaciones digitales fueron creadas mediante líneas, sombreados, tramas y texto que aparentan ser elementos constructivos del proyecto. Comparado con el método anterior, cuando utilizaban herramientas como papel y lápiz, este fue un avance innegable, pero pronto se descubrieron algunos problemas del modelado 2D. Esta forma de trabajo da como resultado modelos individuales que inducen a errores en el diseño y, al realizar cada proyección de manera independiente, se desperdicia tiempo. Así, las vistas en alzado o planta ofrecen información limitada a la zona representada, sin reflejar la interacción con otras partes del edificio, lo que dificulta la coordinación global del diseño (Colomá, E. 2008). Por lo tanto, era necesario mejorar el método existente, lo que posteriormente fue posible gracias a la mejora de capacidad de procesamiento de las computadoras.



*Ilustración 2. Planos de casa unifamiliar en AutoCAD.
Fuente: DWGAutoCAD.com*

La década de 1980 estuvo marcada por un crecimiento explosivo de la industria del modelado 3D, lo que fue causado por el desarrollo de hardware más potente y software especializado. Se presentaron al mercado los primeros sistemas de modelado 3D basados en computadora personal, como AutoCAD, que permitían a los diseñadores crear modelos tridimensionales en entornos digitales. Posteriormente se lanzaron al mercado una variedad de programas de modelado 3D, como 3D Studio (más tarde conocido como 3ds Max), Maya, Blender y otros, que ofrecían herramientas avanzadas para la creación y animación de modelos 3D, lo que impulsó su adopción en industrias como el cine, la animación y los videojuegos. Esta nueva metodología permite una creación real del edificio de forma virtual, por lo tanto, mientras que con modelado 2D se realizan líneas y sombreados, con modelado 3D se están trabajando con elementos como muros, suelos, cubiertas, puertas, ventanas y etc.



*Ilustración 3. Diseño y modelado arquitectónico 3D con Revit.
Fuente: Arquimaster.com.ar*

Actualmente el modelado 3D se ha vuelto más accesible y poderoso que nunca. Se han desarrollado herramientas de modelado en la nube, como Tinkercad y Fusion 360, que permiten a los usuarios crear modelos 3D de forma colaborativa y desde cualquier lugar del mundo. Además, la realidad virtual y la realidad aumentada han abierto nuevas posibilidades en el campo del modelado 3D, permitiendo a los usuarios interactuar con modelos tridimensionales de manera inmersiva.

Hoy en día la industria de la construcción está intentando utilizar todas estas tecnologías, y especialmente los modelos 3D inteligentes que contienen todos los datos que puedan ser parametrizados. De esta forma, en lugar de realizar diversos planos de las correspondientes vistas necesarias del proyecto, con un único modelo se generan todas las vistas, pero no solo eso, sino que se puede generar información necesaria: mediciones, documentación técnica, como son: memorias, cálculos de estructuras e instalaciones, eficiencias energéticas, etc. (Ortega Rodríguez, D. 2015). Todo eso refiere a la metodología BIM, que se verá en la siguiente subcláusula.

4.1.2. ¿Qué es el *Building Information Modeling*?

Actualmente se puede encontrar una gran cantidad de información relacionada al BIM y se han desarrollado diversos trabajos entre los cuales se puede encontrar: “Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos” (González Pérez, C. 2015); “Estudio y Modelado con Tecnología BIM de una vivienda Unifamiliar Aislada” (Moral Saiz, S. 2018), “BIM en la pequeña empresa de construcción” (Puertos Vidal, L. 2015), entre otros. En esta subcláusula se presentan solo los aspectos principales del BIM

El BIM es una filosofía y/o metodología que a través de diversos instrumentos de dibujo 3D en tiempo real representa la edificación de una manera digital (modelo tridimensional), obteniendo un mayor control de cambios que pueden ocurrir durante el ciclo de vida del proyecto.

Una de las definiciones más representativas del BIM es: “metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos los agentes.” (BuildingSmart, 2018).

En otras palabras, mediante esta metodología se consigue crear un modelo 3D virtual del edificio que se va a construir. Todos los elementos que componen el edificio tienen las características físicas de sus componentes reales, son prototipos inteligentes digitales de las cimentaciones, pilares, forjados, muros, cubiertas, ventanas, puertas, etc. De este modo el modelo funciona como una especie de "base de datos centralizada" donde arquitectos, ingenieros, contratistas y otros profesionales pueden colaborar de manera coordinada, compartiendo y actualizando la información en tiempo real. Al evitar la duplicación de archivos y asegurar que todos estén trabajando con los mismos datos, BIM mejora la eficiencia y la precisión en todas las etapas del proceso de construcción.

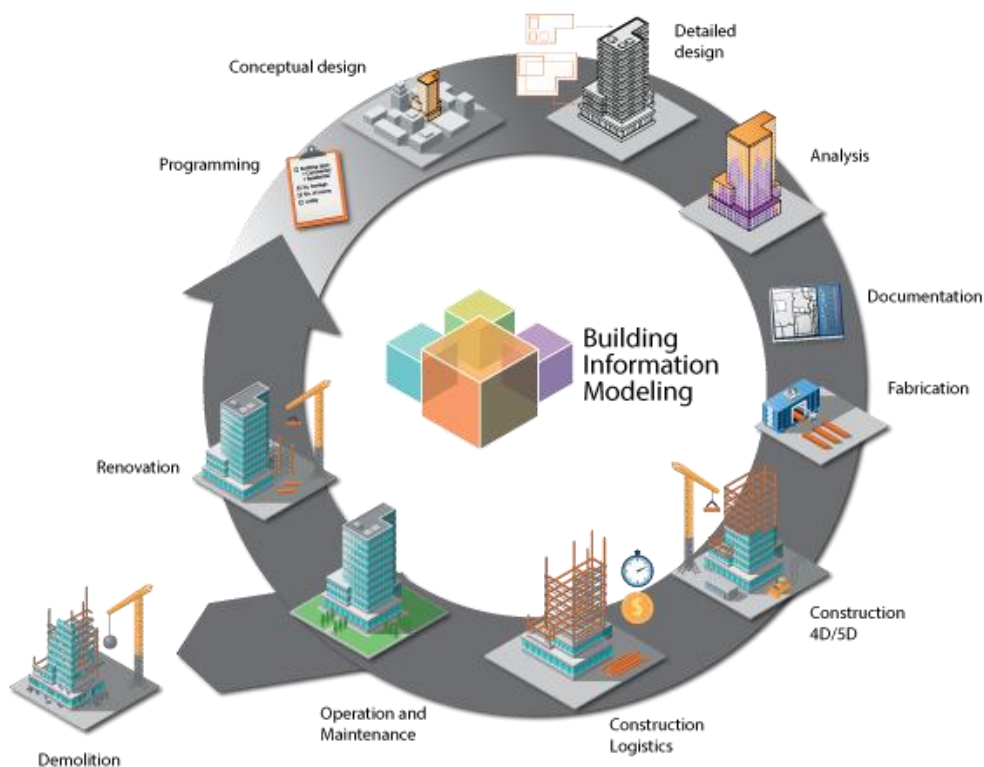


Ilustración 4. Ciclo de vida del Modelo BIM.

Fuente: <http://www.hildebrandt.cl/unir-generar-y-analizar-informacion-con-bim/>

Las "D" de BIM

Las "D" de BIM representan las dimensiones diferentes del modelado de información del proyecto de construcción, desde el diseño y la construcción hasta la operación y el mantenimiento del edificio, se pueden definir de la siguiente manera:

- BIM 3D: visualizaciones

El 3D BIM se refiere al modelado tridimensional de la geometría del edificio y sus componentes. Este aspecto de BIM permite anticipar muchos análisis de verificación a la fase de diseño como: análisis de las volumetrías, acabados, materiales y otras variables que contiene el proyecto. Así tenemos las representaciones digitales precisas y detalladas del proyecto.

- BIM 4D: gestión del tiempo del proyecto

El 4D BIM permite la programación y la visualización de la secuencia temporal de la construcción. Los datos de tiempo del proyecto son provistos por un cronograma de actividades, el cual se integra al modelo gráfico paramétrico del BIM 3D. Esto permite la creación de una simulación animada que muestra el orden de los trabajos a realizar en el tiempo de ejecución. De esta manera, se puede planificar la

construcción del edificio en su totalidad y abordar cualquier error potencial de manera anticipada.

- BIM 5D: mediciones y costes

El 5D BIM sirve para realizar la estimación y el análisis de los costes del proyecto. Al incluir estas variables en el proceso, se logra calcular de manera precisa el presupuesto de cada parte del diseño del proyecto. De este modo tenemos un mayor control sobre la información contable y financiera del proyecto. A su vez con esta quinta dimensión es posible realizar comparaciones entre diferentes alternativas. Esto es posible dado que, al modificar el diseño, los números y valores asociados se actualizan automáticamente, lo que permite calcular en tiempo real el impacto en el costo.

- BIM 6D: evaluación de la sostenibilidad

El 6D BIM está asociado con el análisis de rendimiento ambiental y energético del edificio a lo largo de su ciclo de vida. Esto significa la introducción de datos relacionados con las emisiones de carbono, el consumo de energía y otros aspectos ambientales en el modelo tridimensional. El objetivo de aplicar toda la información obtenida es mejorar la calidad de los proyectos y tomar decisiones anticipadas sobre el impacto ambiental que va a producir el edificio.

- BIM 7D: gestión operativa y facility management

El 7D BIM refiere una etapa cuando el modelo tridimensional se utiliza para gestionar y mantener el edificio una vez que ha sido construido, incluyendo el mantenimiento preventivo, las fotos, los datos de garantía, la gestión de activos y la optimización del rendimiento del edificio a lo largo del tiempo.



Ilustración 5. Dimensiones de BIM.

Fuente: <https://es.cadbimsurveys.com/entiende-dimensiones-bim>

Niveles de desarrollo

Los niveles de desarrollo de un modelo, también conocidos como LOD (*Level of Development*), son el grado de detalle y precisión que tiene un modelo digital en cada etapa del proyecto. Es una forma de estandarizar y comunicar el nivel de información y detalle que se espera de un modelo BIM que surgió por la necesidad de definir un coste del modelo BIM a la hora de realizar un presupuesto o comparativas de diferentes propuestas.

Existen cinco niveles de desarrollo, desde LOD 100 (bajo nivel de detalle) hasta LOD 500 (alto nivel de detalle). Cada nivel de LOD determina el grado de desarrollo de los elementos del modelo, desde una representación totalmente conceptual hasta un modelo completamente detallado con definición máxima de todos sus elementos y se pueden definir de la siguiente manera:

- LOD 100 – Conceptual

En este nivel el modelo proporciona una representación conceptual del elemento, mostrando su forma general y permitiendo extraer datos como área, volumen, ubicación geográfica y etc.

- LOD 200 – Esquemático

En este nivel se genera un modelo con elementos que forman parte de un sistema generalizado, todos ellos con sus cantidades aproximadas, tamaños, formas, ubicación y orientación. Debido a esto es posible realizar un análisis inicial de volúmenes y costes aproximados.

- LOD 300 – Detallado/Documentación

En este nivel el modelo representa la fase previa a la ejecución del edificio dado que contiene información precisa de sistemas y elementos constructivos. Con este nivel de desarrollo es posible obtener los documentos de construcción tradicional y planos, los elementos detallados y de sistema, con un detalle externo importante, pero no completo (Ortega Rodríguez, D. 2015).

- LOD 400 – Fabricación

En este nivel el modelo se desarrolla con un nivel de mediciones y detalle exactos para la fabricación y la construcción.

- LOD 500 – As-Built

Este es el nivel más alto de desarrollo, donde el modelo representa la información exacta como se ha ejecutado finalmente. Debido a esto se tiene información detallada sobre las condiciones reales del sitio, como las variaciones y los ajustes realizados durante la construcción que ayuda al correcto funcionamiento y mantenimiento del edificio.



Ilustración 6. BIM Level of Development (LOD).

Fuente: <https://www.hitechcaddservices.com/bim/support/level-of-development-lod/>

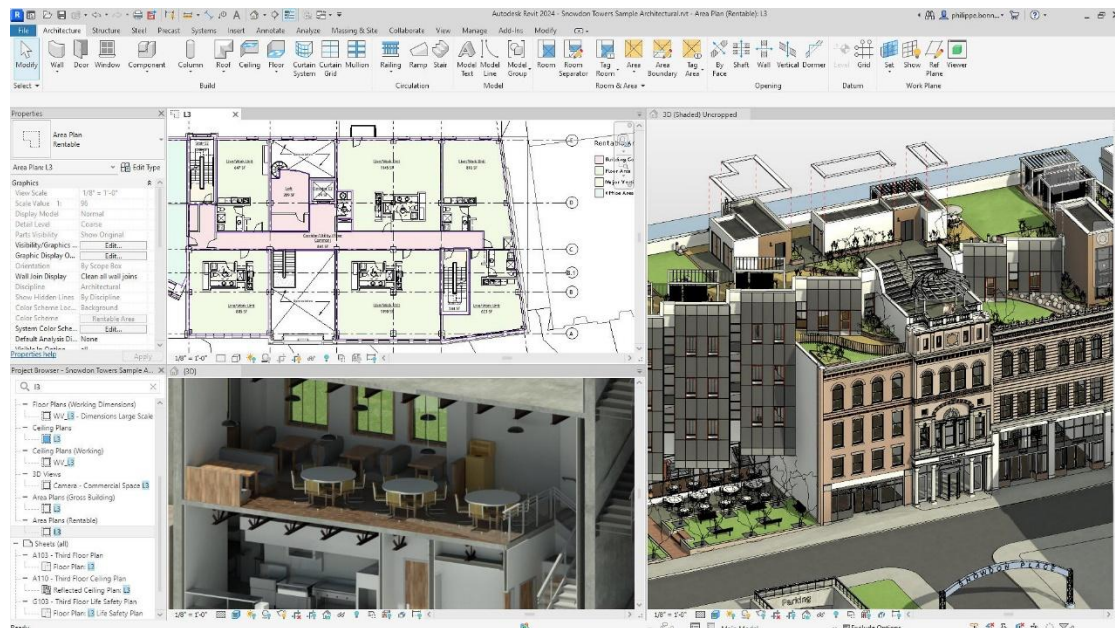
4.1.3. Autodesk Revit

Actualmente existen muchas herramientas de software BIM, alguna de las más utilizadas y conocidas es Revit.

Revit fue concebido por Leonid Raiz, un empleado de una compañía que creó el software "Pro-Engineer", el cual estaba destinado al diseño paramétrico de objetos mecánicos. Raiz tenía la visión de crear un software similar, pero enfocado en la arquitectura. Por lo tanto, dejó su empleo en esa empresa y se dedicó a desarrollar su propia idea. En octubre de 1997, Raiz fundó su propia empresa bajo el nombre de "Charles River Software". Poco después, en febrero de 1998, Irwin Jungreis se unió a él, proveniente de la misma empresa que Raiz. Juntos, son reconocidos como los fundadores de Revit. Tras buscar inversores, reclutar arquitectos y programadores, renombraron la empresa como "Revit Corporation". En abril de 2000, lanzaron la primera versión del software conocida como Revit 1.0. Apenas dos años después, en abril de 2002, la empresa fue comprada por el líder del mercado, Autodesk, que amplió el concepto de Revit a todas las disciplinas y lo posicionó como la mejor solución para el modelado de información en la construcción (Escuela ESDIMA, s.f.).

Hoy en día Revit es una herramienta digital utilizada para el modelado de información de construcción, abarcando áreas como diseño arquitectónico, ingeniería estructural, construcción y MEP (Mecánica, Electricidad y Plomería). Se encuentra entre los programas de software más populares en el mercado y es utilizado por profesionales como arquitectos, arquitectos paisajistas, diseñadores, ingenieros y contratistas. Proporciona una amplia gama de herramientas multidisciplinarias para la creación de modelos detallados, visualizaciones inmersivas y documentación precisa.

Además, ofrece una plataforma interoperable, aunque es compatible únicamente con el sistema operativo Microsoft Windows (Linares Jáquez, Y. 2019).



*Ilustración 7. Entorno de trabajo de Revit.
Fuente: Autodesk.es*

4.2. Autodesk 3ds Max

Autodesk 3ds Max, originalmente conocido como 3D Studio Max, se remonta a las primeras etapas de la computación gráfica en las décadas de 1980 y 1990. Fue desarrollado como una herramienta para crear animaciones y gráficos en 3D para industrias como el diseño de productos, juegos de computadora y arquitectura. En 1990, Autodesk adquirió el software y lo relanzó como "3D Studio" bajo su propia marca. Durante los siguientes años, Autodesk continuó mejorando y ampliando las capacidades del software, añadiendo características como modelado poligonal, efectos especiales y animación de personajes. 3D Studio se convirtió en una herramienta imprescindible para profesionales de la industria del entretenimiento, incluidos los diseñadores de juegos, artistas visuales y estudios de efectos visuales para cine y televisión. A lo largo de los últimos años, Autodesk continuó lanzando nuevas versiones de 3ds Max, incorporando características como simulaciones de física, herramientas de renderizado avanzadas y compatibilidad con tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la realidad virtual.

Hoy en día, Autodesk 3ds Max es un potente software de modelado, animación y renderización en 3D, utilizado por profesionales en una amplia gama de campos, desde el diseño de productos y la arquitectura hasta la producción de películas y la creación de videojuegos.

En este trabajo se considera Autodesk 3ds Max como un enlace intermedio en el flujo de trabajo entre Revit y los programas de renderizado para mejorar el modelo

original antes de renderizarlo y obtener un resultado más realista. Este proceso se describirá con más detalle en el capítulo 6 de este trabajo.

4.3. Las herramientas de renderizado

Las herramientas de renderizado son software o componentes dentro de un software de diseño 3D que permiten convertir modelos tridimensionales en imágenes o animaciones visuales finales. El principio de funcionamiento de estas herramientas es calcular cómo interactúa la luz con los materiales y objetos en una escena 3D con el objetivo de crear una representación final que puede ser visualmente impresionante y realista. Además, el usuario puede ajustar una gran variedad de parámetros, como materiales, reflejos, sombras, iluminación y otros efectos visuales, con el objetivo de lograr el aspecto deseado en la visualización final.

Hoy en día, las herramientas de renderizado han alcanzado niveles de sofisticación y calidad visual sin precedentes, lo que las convierte en herramientas indispensables para profesionales en una variedad de industrias. Algunas de las tendencias y características destacadas de las herramientas de renderizado actuales son: materiales complejos, técnicas de iluminación avanzadas, realismo fotográfico, renderizado en tiempo real, integración con tecnologías emergentes y etc.

4.3.1. Lumion

Lumion es un software de visualización arquitectónica desarrollado por Act-3D, una empresa holandesa especializada en tecnología de gráficos en 3D. El propósito de crear este software consistía en permitir a los usuarios crear visualizaciones arquitectónicas realistas de manera rápida y sencilla, sin necesidad de tener conocimientos técnicos avanzados en renderizado y animación 3D. Lumion cuenta con una biblioteca extensa de materiales, objetos 3D, paisajes y efectos atmosféricos predefinidos, lo que permite a los usuarios crear escenas complejas y detalladas con solo unos pocos clics, y la capacidad de crear animaciones y recorridos virtuales. Además, este software utiliza una tecnología de renderizado en tiempo real que permite a los usuarios ver los cambios en la escena de manera instantánea a medida que realizan ajustes. De este modo se cuenta con un proceso de diseño más sencillo y la capacidad de experimentar con diferentes configuraciones y estilos de manera rápida y eficiente. Información más detallada sobre este programa se presentará en el capítulo 7, subcláusula 7.1.



*Ilustración 8. Lumion.
Fuente: Arcux.net*

4.3.2. Twinmotion

Twinmotion es un software de visualización o de inmersión en 3D de proyectos arquitectónicos desarrollado por Epic Games, la misma compañía detrás del motor de juego Unreal Engine. Durante más de 10 años, este software ha sido diseñado para proporcionar a los usuarios una solución sencilla para la representación arquitectónica en tiempo real, lo que permite ver los cambios en la escena de manera instantánea mientras realizan ajustes en el diseño. Twinmotion cuenta con una biblioteca de modelos tridimensionales que contiene más de 600 elementos de personas, animales, coches, vegetación de alta calidad, amueblamiento interno y otros objetos necesarios para crear la escena. Además, este software cuenta con un sistema meteorológico y permite dar vida a los proyectos porque en solo dos clics crea una ruta en la que todos los elementos se podrán mover en tiempo real. De este modo se puede visualizar y reproducir imágenes de alta calidad, panoramas y videos estándar o de 360° en tiempo real. Información más detallada sobre este programa se presentará en el capítulo 7, subcláusula 7.2.



*Ilustración 9. Twinmotion.
Fuente: Hotmart.com*

4.3.3. Flujos de trabajo de las herramientas de renderizado

Las herramientas de renderizado son fundamentales para la comercialización inmobiliaria y en el diseño arquitectónico a causa de su capacidad para proporcionar visualizaciones realistas, generar interés y compromiso con los proyectos y facilitar la toma de decisiones informadas por parte de los clientes y compradores potenciales. A fin de poder convertir un modelo tridimensional en un render, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Crear modelo tridimensional en un programa de modelado, como Revit, ArchiCad, 3d Max y etc.
- Preparar modelo para su exportación, mirando el formato de intercambio entre programas de antemano, limpiando la geometría, etc.
- Definir el entorno de renderización y los parámetros de exposición
- Decorar, texturizar e iluminar el proyecto dentro de un software de renderizado, como Lumion, Twinmotion, etc.
- Ajustar la posición, la orientación y los parámetros de la cámara para definir la vista desde la cual se renderizará la escena.
- Realizar pruebas de renderizado de baja calidad para asegurarte de que todo esté configurado correctamente y que el resultado sea el deseado

- Llevar el renderizado final con alta definición
- Realizar ajustes adicionales en una aplicación de posproducción, como Adobe Photoshop, para mejorar la apariencia final de la imagen, si es necesario.

4.4. Integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado

La integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado es una parte importante del flujo de trabajo en el diseño arquitectónico y la visualización. Revit es un software BIM considerablemente utilizado para crear modelos 3D de edificios, en tanto que las herramientas de renderizado permiten transformar estos modelos en visualizaciones realistas y atractivas. De este modo, esta integración mejora la eficiencia general del flujo de trabajo, simplifica el proceso de renderizado y optimiza la calidad visual de las visualizaciones. Existen siguientes formas en que Revit se integra con herramientas de renderizado:

1. **Exportación de modelos:** Revit ofrece la posibilidad de exportar modelos a formatos compatibles con herramientas de renderizado, como DWG, OBJ, FBX y otros.
2. **Plugins y complementos:** Estos complementos habitualmente ofrecen funciones adicionales y opciones de renderizado específicas para Revit. Además, pueden mejorar el flujo de trabajo entre Revit y los programas de renderizado.
3. **Renderizado directo desde Revit:** Algunas herramientas de renderizado, como Enscape y V-Ray, permiten renderizar directamente desde Revit sin tener que exportar o abrir el modelo en otro software. De este modo, simplifica el proceso y ahorra tiempo al permitir a los usuarios renderizar directamente desde la interfaz de Revit.

4.5. Marketing digital y comercialización inmobiliaria

Comercialización inmobiliaria

La comercialización inmobiliaria es un conjunto de estrategias, actividades y acciones encaminadas a promover, publicitar y vender bienes raíces, como propiedades residenciales, comerciales o terrenos. Este proceso implica presentar y promocionar la propiedad de manera más atractiva para atraer a compradores potenciales y además ayuda a organizar transacciones exitosas entre compradores y vendedores. La comercialización inmobiliaria comienza con la captación de clientes y la publicidad de las propiedades y finaliza con la negociación de precios y el cierre de

las ventas, con el propósito final de lograr la venta de las propiedades en el mercado inmobiliario.

La historia del desarrollo de la comercialización inmobiliaria ha experimentado una transformación significativa, impulsada por avances tecnológicos y cambios en el comportamiento del consumidor. En el siglo XIX la comercialización inmobiliaria fue presentada por los agentes de bienes raíces y los anuncios impresos en periódicos y revistas. Luego en década de 1950 la llegada de la televisión introdujo anuncios televisivos para promocionar propiedades inmobiliarias, aunque su alcance era limitado en comparación con los medios impresos. Con la popularización de Internet, en década de 1990, aparecieron los primeros sitios web de bienes raíces y portales en línea. De este modo, los compradores recibieron la oportunidad de buscar propiedades en línea y a los vendedores listar sus propiedades de manera más accesible. En la década de 2010, hubo un crecimiento enorme de las redes sociales y del contenido visual, lo que influyó a la comercialización inmobiliaria. Las plataformas como Instagram se convirtieron en herramientas populares para mostrar propiedades a través de fotos y videos. Además, con el uso de tecnologías digitales como la realidad virtual y los recorridos virtuales los compradores recibieron la oportunidad de vivir una experiencia inmersiva de las propiedades.

En la actualidad, la comercialización inmobiliaria continúa evolucionando e incluye las siguientes direcciones modernas:

- Realidad virtual y recorridos virtuales
- Uso de redes sociales
- Datos y análisis
- Sostenibilidad y bienestar
- Marketing digital

Marketing digital

El marketing digital es el conjunto de estrategias, técnicas y acciones de promoción y publicidad que se realizan en el entorno digital. Para eso se utilizan diversos canales y plataformas en línea, como: sitios web, redes sociales, motores de búsqueda, correos electrónicos, aplicaciones móviles y otros medios digitales. El objetivo del marketing digital es promover servicios, productos o marcas, generando visibilidad e interacción con la audiencia, aumentando el tráfico en línea, captando clientes potenciales e impulsando las ventas y el crecimiento del negocio. Así, las empresas acceden a un público amplio, segmentan con precisión sus mensajes de marketing y miden de forma más eficaz el retorno de la inversión (ROI). Para lograrlo, normalmente utilizan siguientes estrategias y tácticas:

- La optimización para motores de búsqueda (SEO)
- La publicidad en línea (SEM)

- El contenido relevante y de calidad
- El marketing de contenido
- El marketing de influencia y el análisis de datos para medir el rendimiento y optimizar las campañas

Actualmente, el marketing digital se centra en la automatización y en la personalización. Las empresas usan tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para entender mejor a su audiencia y ofrecer información más relevante.

El futuro de comercialización inmobiliaria y de marketing digital

A largo plazo, se espera que la comercialización inmobiliaria y el marketing digital continúen evolucionando y adaptándose a medida que cambian las tecnologías y las necesidades de los clientes. De este modo, hipotéticamente se pueden tener las siguientes innovaciones:

- Uso más profundo de herramientas como: la realidad virtual, la realidad aumentada, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático.
- Chatbots y asistentes virtuales que están basados en IA, que pueden trabajar 24 horas para ayudar al cliente en la búsqueda y adquisición de un inmueble. De este modo, los clientes potenciales tienen un servicio más personalizado y disponible en cualquier momento del día.
- Proporcionar a los clientes potenciales experiencias más inmersivas y realistas, usando gafas de realidad virtual. De esta forma, los usuarios pueden realizar recorridos virtuales de los proyectos, caminar por los espacios, modificar diseños y materiales en tiempo real y experimentar cómo se sentirá estar dentro de un edificio una vez construido.
- Sostenibilidad total que comienza con una planificación urbana que integra espacios verdes y eficientes y termina con un diseño arquitectónico que utiliza materiales ecoamigables y tecnologías verdes.

5. GENERACIÓN MODELO BIM

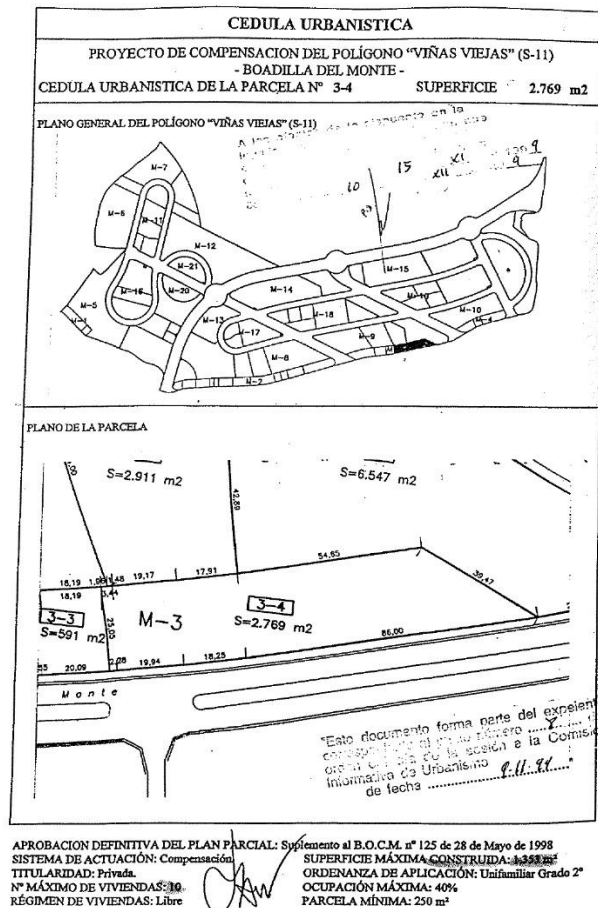
5.1. Información previa

Las viviendas se encuentran ubicadas en la avenida Monte Segovia, Nº 28, en la localidad de Boadilla del Monte, Madrid. La parcela en la que está enclavada la edificación tiene una superficie aproximada de 2.769 m². El entorno urbano está totalmente consolidado y se encuentra con todos los servicios de instalaciones necesarios.



*Ilustración 10. Emplazamiento.
Fuente: Catastro. 2024*

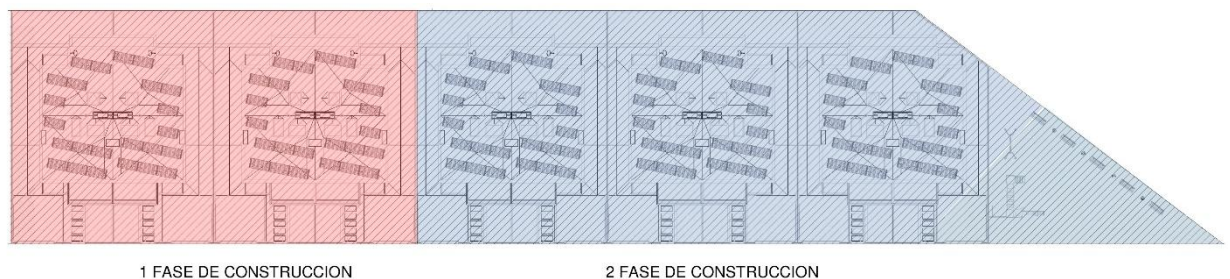
Nos encontramos con un suelo urbano que tiene ordenanza de aplicación – unifamiliar grado 2º para la Cédula Urbanística de Boadilla del Monte, asigna uso residencial, vivienda unifamiliar.



*Ilustración 11. La parcela N° 3-4.
Fuente: Cédula Urbanística. 2012*

5.2. Descripción general del proyecto

Se desarrolla un complejo residencial urbanístico integrado por 10 viviendas unifamiliares adosadas numeradas de la 1 a la 10. Cada vivienda cuenta con unas zonas de uso propio privativo y una zona de parque infantil de uso común. La construcción se llevará a cabo en dos fases. La primera fase incluirá 4 viviendas unifamiliares, que se desarrollarán en este trabajo. La segunda fase consta de 6 viviendas unifamiliares y una zona de parque infantil.



*Ilustración 12. Las fases de construcción.
Fuente: Elaboración propia.*

Cada vivienda se desarrolla en dos plantas unidas mediante una escalera interior e interiormente se distribuyen de la siguiente manera:

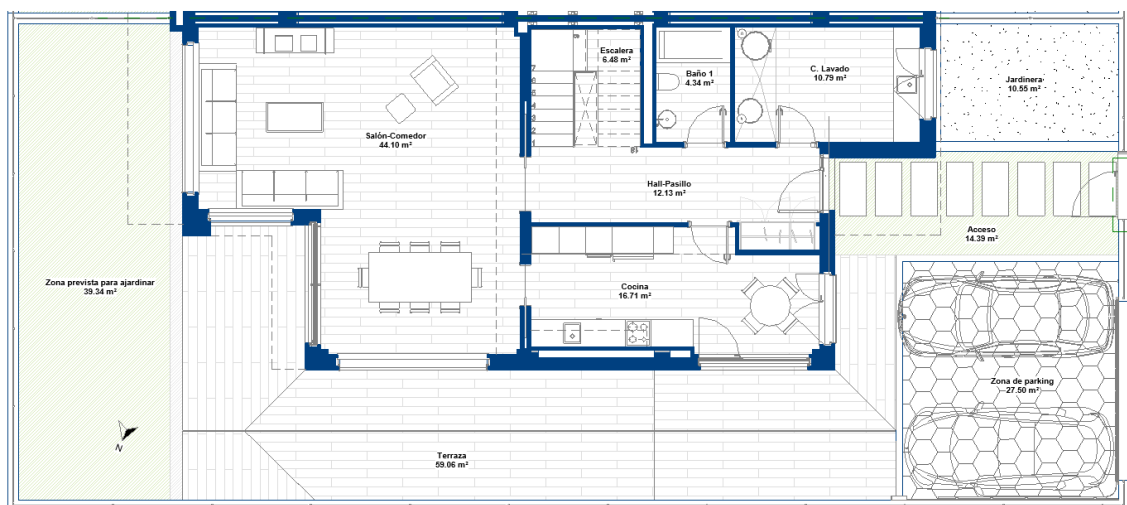
1) Planta Baja

- Salón-Comedor, cocina, hall-pasillo, baño y c. lavado
- Zona prevista para ajardinar, terraza, zona de parking para dos plazas de aparcamiento y jardinera

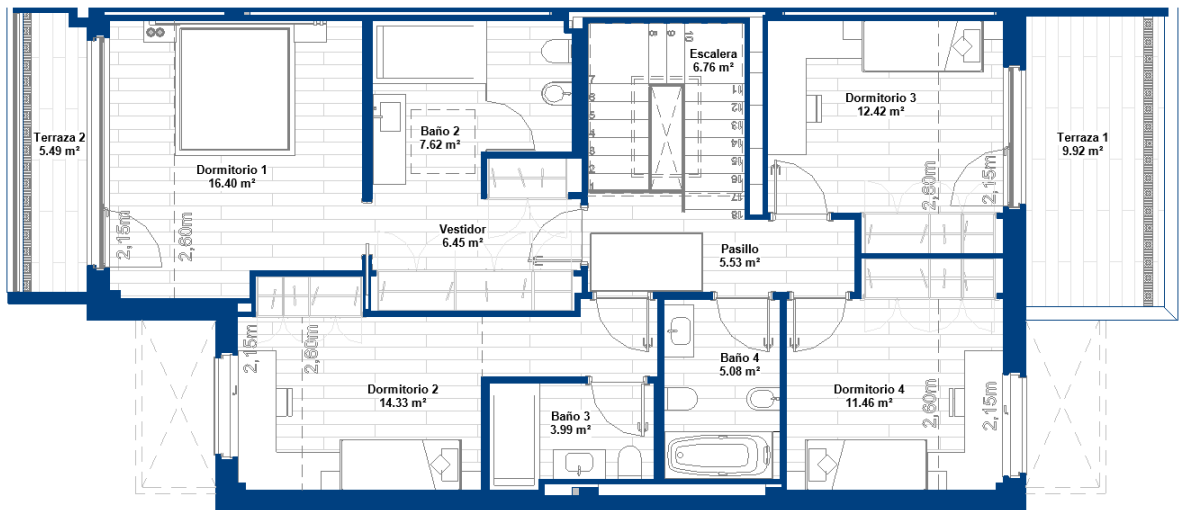
2) Planta Primera Abuhardillada

- 4 dormitorios, 3 baños, vestidor y pasillo
- terrazas

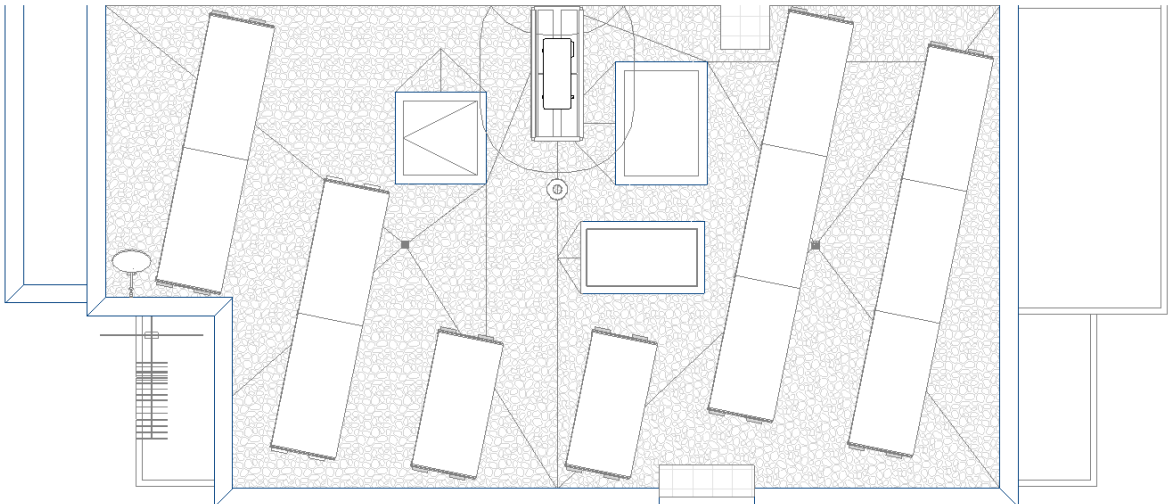
3) Cubierta de instalaciones: la cubierta no transitable cuenta con dos claraboyas que iluminan el tiro de la escalera y el baño principal donde se sitúa la maquinaria de aerotermia y las placas solares que serán o térmica o fotovoltaicas según queden definidas en el proyecto de ejecución.



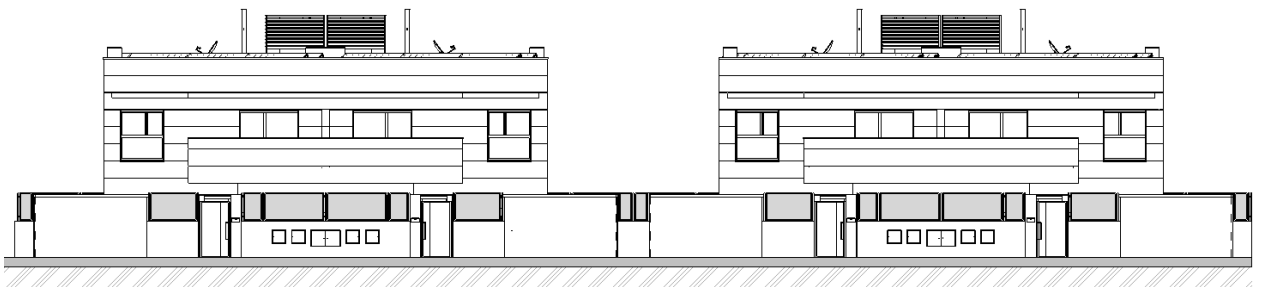
*Ilustración 13. Planta Baja.
Fuente: Elaboración propia.*



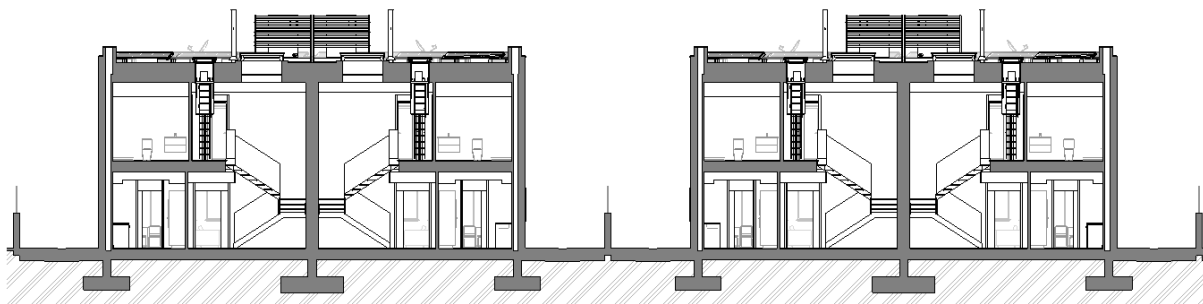
*Ilustración 14. Planta Primera Abuhardillada.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 15. Planta Cubierta.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 16. Alzado Principal.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 17. Sección longitudinal.
Fuente: Elaboración propia.*

Cuadro Resumen de Superficies Construidas		
PLANTA	TIPOLOGIA	Área
Planta Baja	Viv. Pl. Baja	419.11 m ²
Planta Primera	Terraza Pl. 1ª Dormitorio Ppal	22.92 m ²
Planta Primera	Terraza Pl. 1ª Dormitorio Secund.	46.41 m ²
Planta Primera	Viv. Pl. 1ª	426.66 m ²
		915.10 m ²

SUPERFICIES UTILES			
VIVIENDA PUERTAS A DENTRO		TERRAZAS Y JARDÍN	
Salón-Comedor	44.10 m ²	Terraza	59.06 m ²
Cocina	16.71 m ²	Jardinera	10.55 m ²
C. Lavado	10.79 m ²	Acceso	14.39 m ²
Baño 1	4.34 m ²	Zona de parking	27.50 m ²
Hall-Pasillo	12.13 m ²	Zona prevista para ajardinar	39.34 m ²
Escalera	6.48 m ²		
	94.56 m ²		150.84 m ²
Dormitorio 1	16.40 m ²	Terraza 2	5.49 m ²
Baño 2	7.62 m ²	Terraza 1	9.92 m ²
Dormitorio 2	14.33 m ²		15.41 m ²
Dormitorio 4	11.46 m ²	Terraza Vivienda 01	166.26 m ²
Baño 4	5.08 m ²		
Dormitorio 3	12.42 m ²		
Escalera	6.76 m ²		
Baño 3	3.99 m ²		
Vestidor	6.45 m ²		
Pasillo	5.53 m ²		
	90.04 m ²		
Vivienda 01	184.60 m ²		

*Ilustración 18. Tablas de superficies.
Fuente: Elaboración propia.*

Memoria de proyecto

El proyecto tiene siguientes soluciones de diseño:

1) Sistema estructural

- Cimentación: zapatas de hormigón armado
- Pilares: de hormigón armado
- Forjados: losas y vigas de hormigón armado
- Cubierta: losa de hormigón armado

2) Sistema arquitectónico

- Fachada: técnica soportada por estructura independiente fijada a muro de ladrillo tosco + aislamientos y tabiquería ligera de cartón-yeso
- Compartimentación de espacios: tabiquería ligera de cartón-yeso
- Medianeras: tabiquería ligera de cartón-yeso + ladrillo tosco + tabiquería ligera de cartón-yeso

3) Sistema de acabados

Los acabados serán de materiales de primera calidad (pintura o materiales porcelánicos) a determinar en el proyecto de ejecución.

5.3. Modelado de 1 fase de construcción

Actualmente existen muchos trabajos y manuales de metodología de modelación en Revit de Autodesk, algunos de estos ejemplos son: “Del grafismo manual al modelado 3D: Evolución de los métodos de promoción para proyectos de edificación” (Ortega Rodríguez, D. 2015); “Incidencia del BIM en el proceso proyecto-construcción de arquitectura: una vivienda con REVIT” (Osca Guadalajara, C. 2017); “BIM, proyecto y obra de arquitectura: una vivienda unifamiliar con REVIT” (Fuertes González, M. 2018); “Manual de Autodesk Revit Architecture” (ESPACIO BIM. 2020), entre otros. En esta subcláusula se presenta solo el procedimiento general de modelación en Revit de Autodesk, sin explicaciones detalladas como modelar cada elemento.

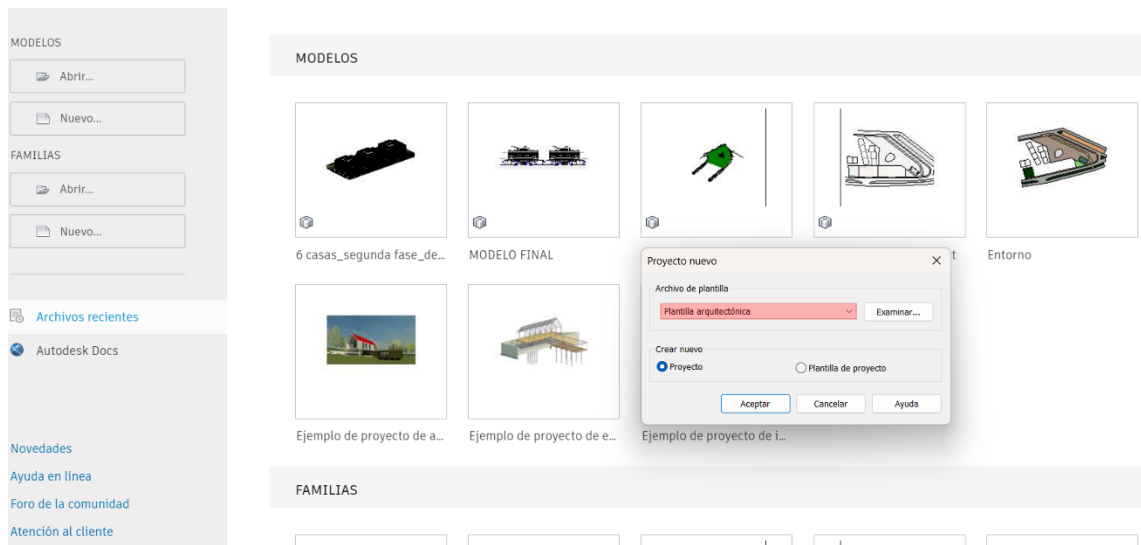
Con el fin de cumplir los objetivos establecidos de este TFM se ha utilizado tres softwares distintos para ver la operatividad entre ellos: el software Revit de Autodesk 2022, para crear los planos del proyecto, que se adjunta en el anexo al final de este documento, y los softwares Lumion 2024 Student y Twinmotion EDU 2023.2 para la realización de presentaciones realistas, las cuales también se adjuntan en un anexo al final de documento.

El modelo 3D del proyecto fue desarrollado hasta LOD300, nivel de desarrollo mínimo para poder obtener todos los documentos necesarios para la construcción. El fichero central de Revit consiste en modelo de 1 fase de construcción, que está representada por 4 viviendas unifamiliares, y 3 ficheros vinculados: 2 fase de construcción, entorno y estructura.

El procedimiento general de modelación

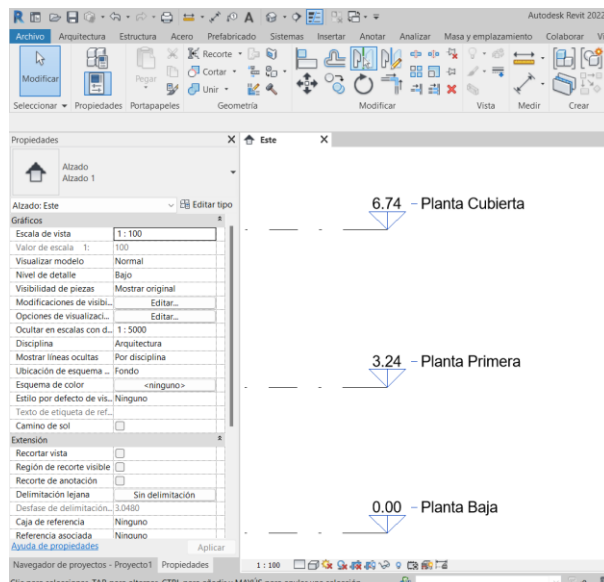
El primer paso para empezar a modelar en Revit es abrir una plantilla de arquitectura en la pestaña de proyectos. Dicha plantilla fue elegida ya que la parte de instalaciones no se va a tratar en este proyecto, y la parte de estructura presenta solo

nivel de posición de sus elementos en el modelo, sin entrar en cálculos de cargas, ni armaduras.



*Ilustración 19. Proyecto nuevo. Plantilla arquitectónica.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez realizado este paso, la interfaz de Revit genera planos por defecto y vistas 3D, lo que permite iniciar el modelado. En Revit existen dos formas de modelado: dibujar directamente en el programa o exportar “.dwg” como referencia de un proyecto ya realizado. En este caso se dibuja directamente en el programa sin referencias. Después de elegir la forma de modelado, se insertan los niveles que tienen las viviendas y se fijan las alturas a las que se encuentran.



*Ilustración 20. Niveles de proyecto.
Fuente: Elaboración propia.*

Cada nivel insertado se refleja como una nueva vista que se genera automáticamente en el proyecto. Es posible cambiar el nombre para denominarlo por

plantas, lo cual resulta más práctico. Después de introducir todos los niveles necesarios, se procede a ubicar en la primera vista de nivel elegido. Se comienza modelando el suelo del nivel en el que se encuentre, seguido por los muros y la tabiquería. Una vez finalizado el modelado de la planta baja a nivel de muros y forjados, se crean algunos planos de referencia para la planta primera de modo que ésta encaje correctamente con la planta anterior. Una vez finalizado el proceso de colocación de muros y forjados en cada nivel, se colocan las puertas y ventanas.

Inmediatamente después de realizar el modelo general, se comienza a poner todos los elementos faltantes, como la estructura, escaleras, entornos de vivienda y del barrio, entre otros. También se definen los acabados pensando en el futuro renderizado. En este caso, la estructura y el entorno del barrio están modelados en sus propios archivos, los cuales están vinculados con el archivo que contiene el modelo de 1^{ra} fase de construcción. Al tener colocados todos los elementos necesarios y aplicados todos los revestimientos, se obtiene una representación aproximada del estado final del proyecto, realizando una revisión global para comprobar si es lo deseado.



*Ilustración 21. 3D modelo.
Fuente: Elaboración propia.*

El siguiente paso, después de finalizar el modelo 3D, es la creación de los planos y las tablas necesarias, que se presentan en el anexo.

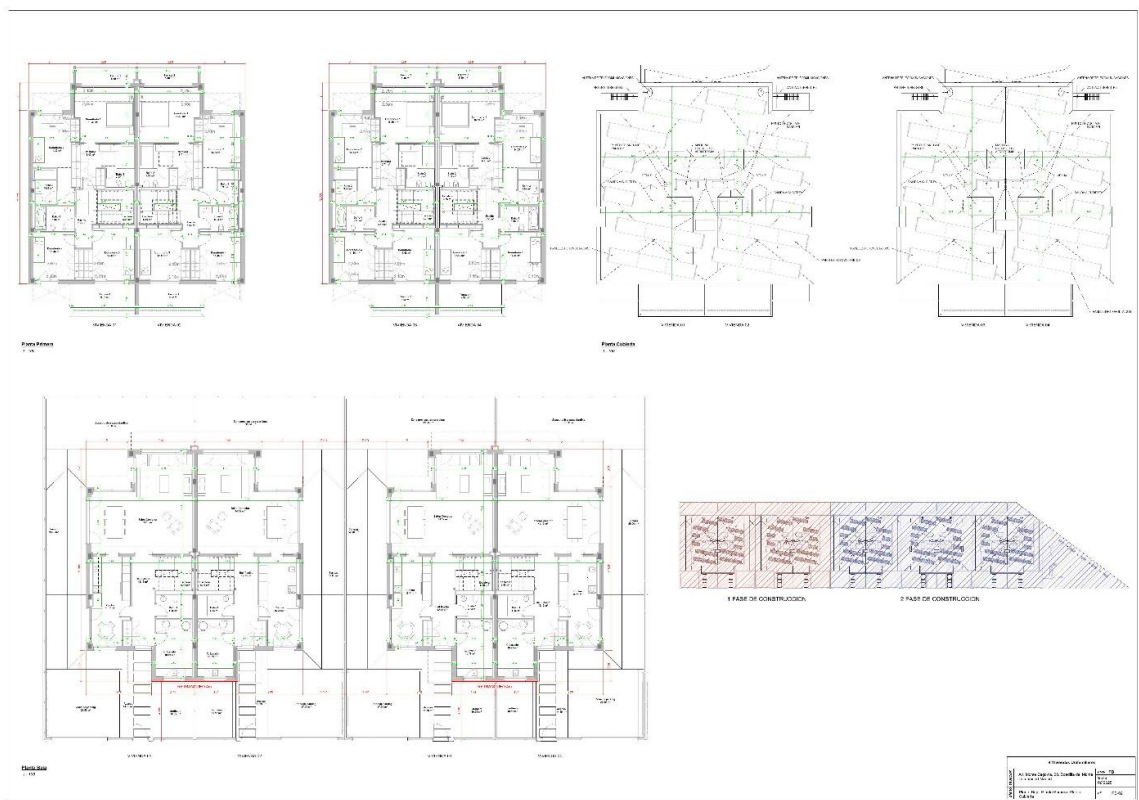
5.4. Generación de planos de venta para comercialización inmobiliaria y marketing digital

Los planos de venta son documentos gráficos utilizados en el sector inmobiliario para facilitar la comercialización de proyectos residenciales, comerciales o industriales. Estos planos están diseñados específicamente para mostrar la distribución y las características más atractivas de una propiedad a potenciales compradores o inversores. Generalmente los elementos principales de estos planos son: distribución de espacios; acabados y materiales; ubicación y entorno; perspectiva visual; características especiales; tablas con superficie y etc. Los propósitos principales de los planos de venta son:

- Atraer o convencer a potenciales compradores

- Proporcionar información detallada y visualmente accesible sobre el proyecto
- Mostrar de manera clara y precisa como será el proyecto final
- Facilitar las ventas

En resumen, los planos de venta son fundamentales para la comercialización de proyectos inmobiliarios, proporcionando una representación visual detallada que facilita la venta y ayuda a los compradores a comprender mejor lo que están adquiriendo. El plano de venta de vivienda de este trabajo está representado en el anexo.



*Ilustración 22. El plano de venta.
Fuente: Elaboración propia.*

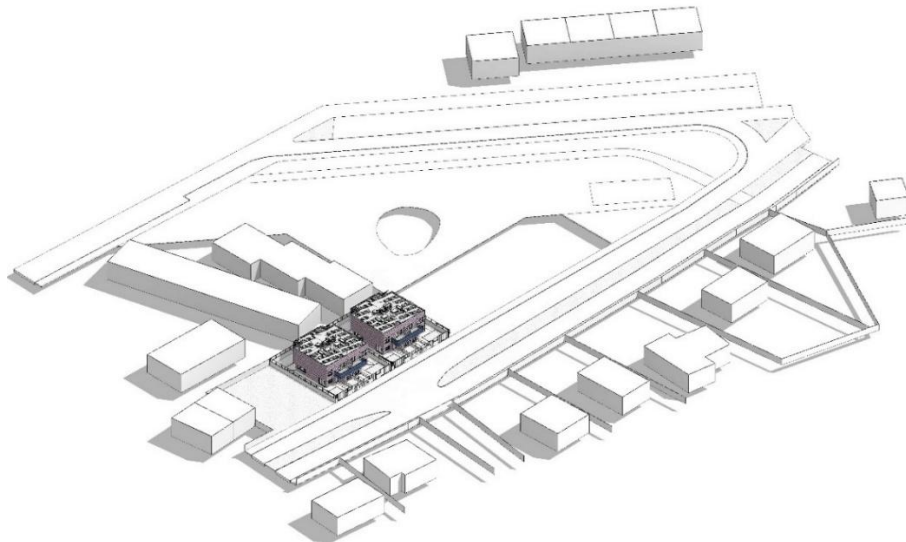
5.5. Preparación del modelo para la exportación

Después de generar todos los planos y las tablas necesarias y habiéndose asegurado de que el modelo está totalmente completado, teniendo en cuenta los deseos, se puede empezar el proceso de preparación para la exportación para su posterior renderización.

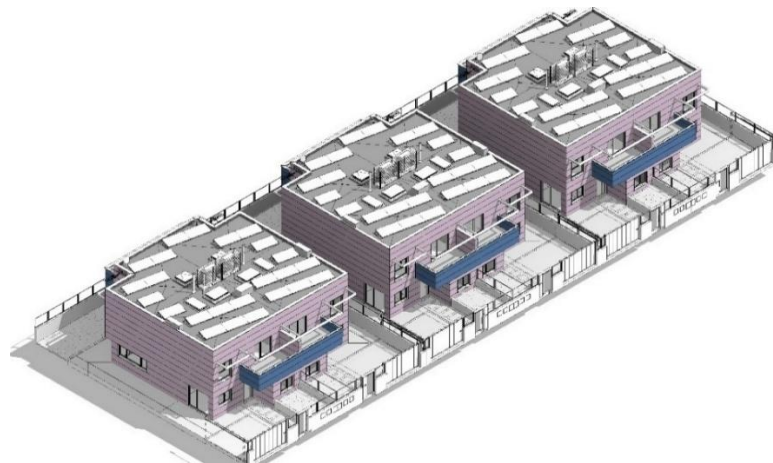
Antes de todo, se deben preparar las vistas 3D, las cuales se necesitarán para trabajar en programas de renderizado. En estas vistas se tendrán que ocultar todos los elementos innecesarios como, por ejemplo: vegetación, transporte, mobiliario, elementos de entorno, geometría adicional, luz y etc. Todos estos elementos seguirán

siendo necesarios en el proyecto dentro de Revit para crear la documentación y las tablas de planificación necesarias, más no para las vistas 3D que se van a exportar, pues normalmente todos programas de renderizado tienen sus propias bibliotecas de materiales y elementos.

Existen varias opciones para preparar estas vistas 3D: crear única vista 3D de todo conjunto o crear varias vistas 3D y luego importarlas todas en el programa de renderizado. En este trabajo se han creado dos vistas 3D, compartiendo el modelo en dos fases de construcción. Esta decisión se justifica por el resultado final que se desea obtener, debido a que en este trabajo se desarrolla solo primera fase de construcción. Después de preparar las vistas necesarias se deberá evaluar la manera de llevar a cabo la integración entre Revit y el programa de renderizado, siendo las opciones más comunes: exportar el modelo en formato compatible con el programa de renderizado o instalar un plugin especial. La información principal sobre la integración entre Revit y Lumion/Twinmotion está representada en el capítulo 7.



*Ilustración 23. La vista 3D de primera fase de construcción con entorno.
Fuente: Elaboración propia.*



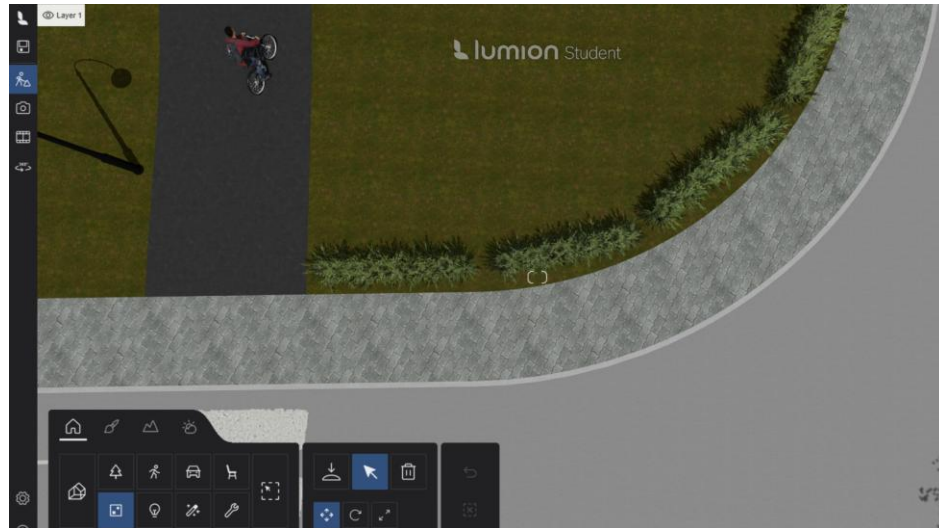
*Ilustración 24. La vista 3D de segunda fase de construcción.
Fuente: Elaboración propia.*

6. AUTODESK 3DS MAX

La información que se presenta en este capítulo tiene carácter más informativo que práctico, debido a que el proyecto que consiste en complejo residencial urbanístico integrado por 10 viviendas unifamiliares adosadas es bastante simple y no requiere corrección por parte de modelado y mapeado de materiales que suele proporcionar Autodesk 3ds Max. El único caso en el que fue necesario utilizar este programa se presenta en el capítulo 7, subcláusula 7.1.3.

Autodesk 3ds Max es un software profesional de modelado, animación y renderizado 3D muy potente y ampliamente utilizado en diversas industrias creativas. En el caso de este TFM es un enlace intermedio entre Autodesk Revit y el programa de renderizado, que utilizan muchos profesionales, ya que este programa ayuda a modelar/añadir elementos, mapear superficie de materiales, etc. Aparte de eso, algunas personas usan Autodesk 3ds Max como un programa de renderizado, pero en este caso no existe posibilidad de hacer tours virtuales sin software especial, tiempo de renderizado largo y curva de aprendizaje pronunciada, por ello normalmente se usan motores de render aparte como V-Ray para optimizar el uso de los recursos de hardware o se usan otros programas de render como Lumion o Twinmotion.

La herramienta más útil de Autodesk 3ds Max que se puede necesitar para tener render más realista es el mapeado de materiales. Por lo general los programas de renderizado como Lumion o Twinmotion importan el modelo como un todo, pero gestionan los materiales basándose en los materiales que se le han asignado en el software 3D original. De este modo el programa de renderizado agrupa automáticamente todas las superficies que tienen el mismo nombre de material en el programa original y considera que es una sola superficie editable a la que se podrá aplicar solo un material. Por ejemplo, si se tienen 30 elementos individuales en Revit a los que se aplica el mismo material "Ladrillo_Rojo", en Lumion o Twinmotion se agruparán en un solo "grupo de material" y así se puede aplicar un material de ladrillo a todo ese grupo a la vez. El problema que puede surgir en este caso es la representación gráfica incorrecta o poco realista del material, debido a que los elementos tienen una figura geométrica compleja con diferentes ángulos o las bases de los edificios se encuentran a diferentes alturas a nivel de suelo.



*Ilustración 25. La representación gráfica incorrecta por parte de material de pavimento.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 26. La presentación gráfica correcta de formas circulares de pavimento.
Fuente: Construmatica.com*

Para poder corregir este problema hay dos opciones:

1. El mapeado a través de Autodesk 3ds Max, dividiendo la zona peatonal en varias partes y aplicando a cada parte su origen de coordenadas de mapeo.
2. En Revit dividir la zona peatonal en varias partes y aplicar a cada parte su único material. Aunque estas partes están hechas esencialmente del mismo material, los nombres de estos materiales deben ser diferentes para que el programa de renderizado los reconozca como materiales separados y permita editar cada uno de forma independiente, cambiando ángulo de

tramo, entre otras cosas. Por otro lado, la desventaja de esta solución es el aumento de tiempo de trabajo, dividiendo el elemento en partes innecesarias y duplicación de materiales.

Por lo tanto, Autodesk 3ds Max es un programa muy útil para solucionar algunos problemas en cuanto a modelado y materiales, ya que cualquier programa de renderizado solo se ocupa del renderizado, no del modelado y aparte de eso podemos observar que algunas cosas de modelado más fácil y rápido corregir en Autodesk 3ds Max que en Revit.

7. LAS HERRAMIENTAS DE RENDERIZADO

7.1. Lumion

7.1.1. Los formatos de colaboración y métodos de exportación entre Revit y Lumion

Para transferir un modelo de Revit a Lumion con la mayor fidelidad posible, es fundamental elegir el formato y el método de exportación adecuado. Los formatos principales de colaboración de ambos programas se presentan en la siguiente ilustración.

Exportación desde Revit	Importación en Lumion
Formatos CAD	Formatos CAD/3D
DWG ✓	Collada (.dae)
DXF ✓	Sketchup (.skp)
DGN	FBX ✓
ACIS SAT	DWG ✓
	DXF ✓
Otros Formatos 3D/BIM	3ds Max (.max, .3ds)
DWF/DWFX	Waterfront (.obj)
ADSK	
FBX ✓	
NWC	
gbXML	
IFC	
Datos y Medios	
Base de datos ODBC	
Imágenes y animaciones (AVI, JPEG, PNG, etc.)	
Informes (.txt)	

Formatos Compatibles Directamente

✓ .DWG

✓ .DXF

✓ .FBX

*Ilustración 27. Compatibilidad de formatos entre Revit y Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

Existen varios métodos de exportación entre Revit y Lumion, algunos de ellos más automáticos y otros más manuales. Los principales métodos son:

1. Exportación mediante LiveSync (El método preferido y más eficiente)

Lumion ofrece un complemento llamado “Lumion LiveSync” es un plugin gratuito que se instala en Revit y crea una conexión directa y en tiempo real entre Revit y Lumion. Este método es más eficiente, porque:

- El modelo se transmite instantáneamente a Lumion. Cualquier cambio que se haga en Revit se refleja al instante en la escena de Lumion.
- Mantiene la jerarquía de materiales de Revit.
- Ofrece una sincronización de cámara para trabajar con la misma perspectiva en ambos programas.
- No requiere exportaciones e importaciones manuales constantes.

A pesar del gran número de ventajas, este método también tiene algunas desventajas:

- Requiere que ambos programas estén abiertos y ejecutándose simultáneamente, lo que consume recursos del sistema.
- Puede tener limitaciones con algunos elementos muy complejos o específicos de Revit que no se traducen perfectamente en tiempo real.
- El plugin no funciona con Revit LT (la versión más básica).

Pasos para usar LiveSync:

- Instalar el complemento “Lumion LiveSync for Revit” desde la página oficial de Lumion o desde Autodesk App Store.
- Activar LiveSync en Revit y Lumion.
- Sincronizar en tiempo real el modelo.

2. Exportación mediante formato Collada “.dae” (El método estándar y manual)

Si no se utiliza LiveSync, la exportación manual a través del formato Collada “.dae” es la opción más estable. El plugin de Lumion LiveSync para Revit también incluye una función para exportar a “.dae”. Es un formato robusto que mantiene bien la geometría, los materiales (por nombre) y las coordenadas. Fue desarrollado por Sony y el grupo Khronos para facilitar la interoperabilidad entre diferentes programas de modelado y renderizado. Las ventajas de este método son:

- Mayor estabilidad y compatibilidad.
- Se preserva la jerarquía de materiales.
- Permite trabajar con el archivo sin depender de una conexión en tiempo real.

Pasos para exportar en formato Collada:

- Instalar el complemento “Lumion LiveSync for Revit” (aunque no usemos la sincronización en tiempo real, proporciona la opción de exportación a “.dae”).
- En Revit seleccionar Archivo > Exportar > Lumion Collada “.dae”.
- Guardar el archivo y abrirlo en Lumion.

3. Exportación mediante FBX (El método alternativo)

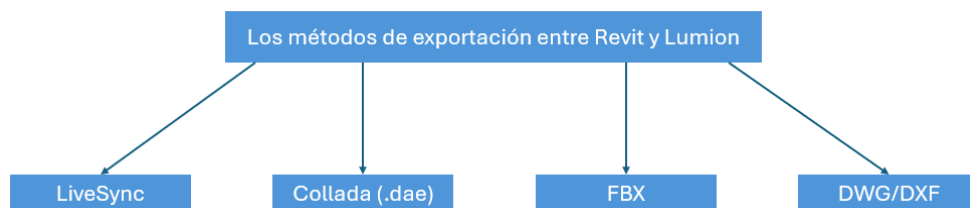
El FBX es un formato muy versátil y ampliamente utilizado en la industria 3D (propiedad de Autodesk). Lumion lo soporta muy bien. Puede contener geometría, materiales, texturas y animaciones. Si el “.dae” presenta algún problema, el “.fbx” suele ser una buena alternativa. Consideraciones para tener en cuenta: puede generar los archivos de gran tamaño y a veces requiere ajustes de escalado.

Pasos para exportar en formato FBX:

- En Revit ir a Archivo > Exportar > FBX.
- Guardar el archivo y abrirlo en Lumion.

4. Exportación mediante DWG/DXF (método muy poco recomendado)

El DWG/DXF permite exportar una representación geométrica del modelo, pero los materiales de Revit no se traducen de forma limpia para que Lumion los interprete eficientemente y aparte de eso los objetos pueden aparecer como mallas desordenadas o bloques genéricos.



*Ilustración 28. Los métodos de exportación entre Revit y Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

En conclusión, la colaboración más eficaz entre Revit y Lumion se logra a través de LiveSync. Si se necesita exportar como archivo, el formato “.dae” (Collada) es el más recomendado, seguido de cerca por “.fbx”. Los formatos de “.dwg” y “.dxf” no consideran como unos flujos de trabajo recomendados ni eficientes para la visualización 3D.

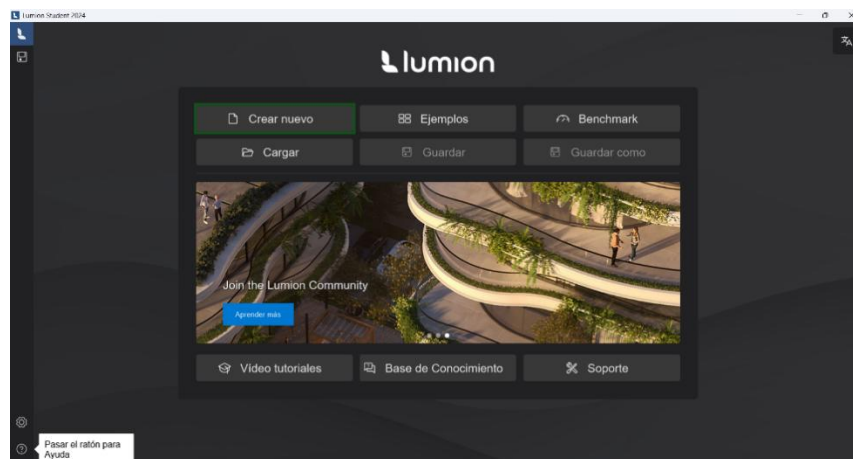
7.1.2. El procedimiento general de renderización en Lumion

Actualmente existen muchos trabajos y manuales de metodología de renderización en Lumion, algunos de estos ejemplos son: “Manual para visualización 3D de proyectos de diseño interior, usando la herramienta Lumion” (Idrovo Marcillo, J. 2021); “El renderizado en tiempo real. Integración y posibilidades en el ambito académico” (Santiago Iglesias, Y. 2021), entre otros. En esta subcláusula se presenta solo el procedimiento general de renderización en Lumion, sin explicaciones detalladas.

El procedimiento general de renderización

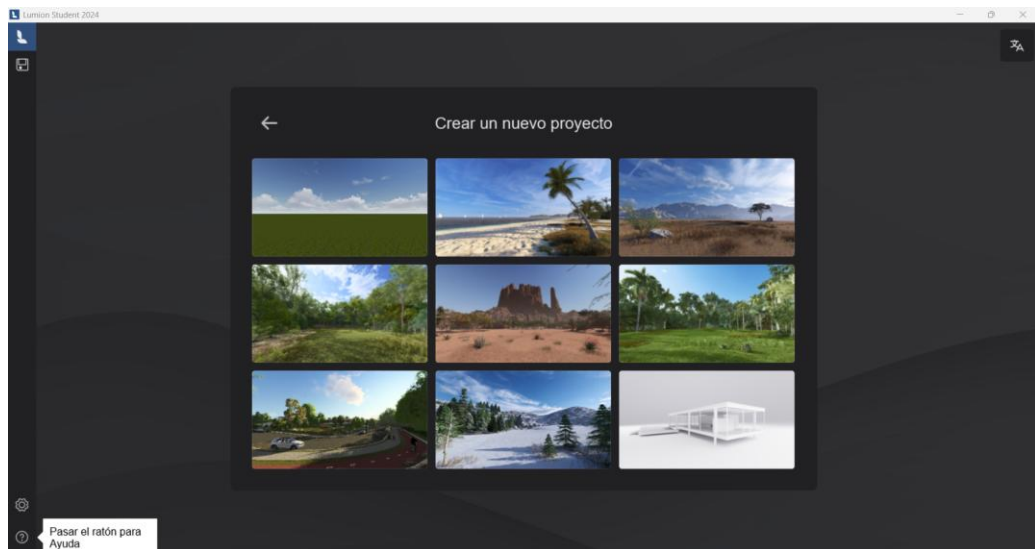
- Paso 1. Creación del proyecto

El primer paso para empezar a renderizar en Lumion es Abrir el programa → Elegir el idioma de trabajo → Presionar botón “Crear nuevo”.



*Ilustración 29. El inicio de Lumion.
Fuente: Elaboración propia*

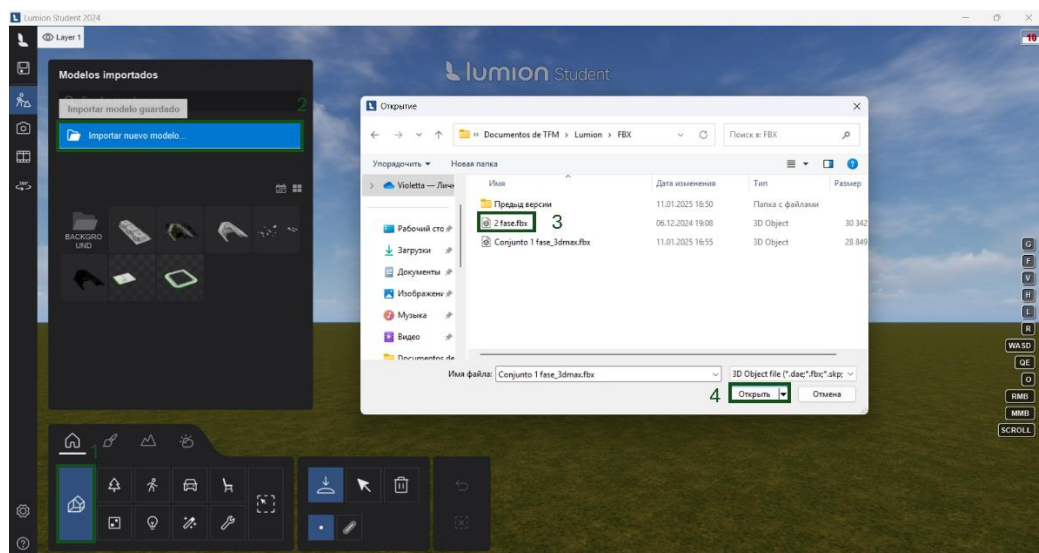
Una vez hecho eso se puede ver que Lumion ofrece elegir un entorno de trabajo (también llamado “escenario” o “escena base”) para facilitar y optimizar el proceso de visualización arquitectónica desde el primer momento. Este entorno funciona como un lienzo prediseñado en el que se puede importar el modelo 3D y empezar a trabajar con iluminación, paisajes, materiales y atmósferas realistas sin tener que crear todo desde cero.



*Ilustración 30. El entorno de trabajo de Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

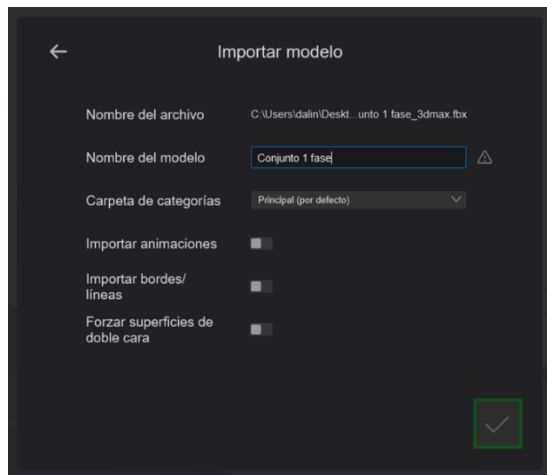
- Paso 2. Importación de modelo 3D

Una vez eligiendo el entorno de trabajo, habría que decidir cómo hacer la integración entre Revit y Lumion, ya sea a través de plugin o a través de un formato compatible (Ver subclausula 7.1.1 de dicho trabajo). En este trabajo por las causas que se explicarán en subclausula 7.1.3 fue elegida la exportación/importación mediante FBX. Para importar un modelo 3D es necesario hacer doble clic por botón “Modelos importados” → Presionar botón “Importar nuevo modelo” → Navegar hasta la ubicación del archivo → Abrirlo.



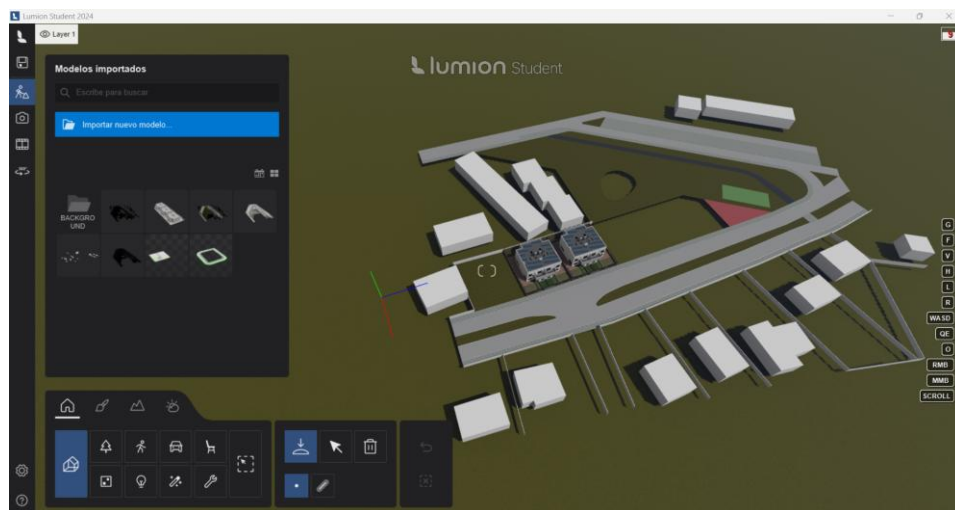
*Ilustración 31. La importación de modelo 3D en Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez hecho eso se asigna un nombre al modelo y se da clic en "OK".



*Ilustración 32. La asignación del nombre de modelo.
Fuente: Elaboración propia.*

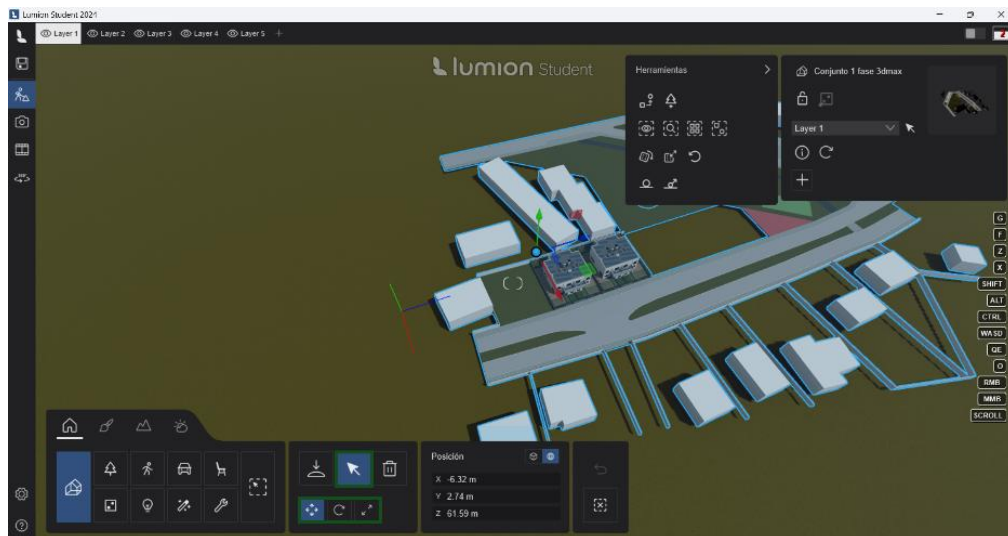
El último paso que a hacer, después de importar el modelo, es colocar el modelo en la escena haciendo clic en el terreno.



*Ilustración 33. La colocación de modelo.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 3. Ajustar la posición y orientación del modelo

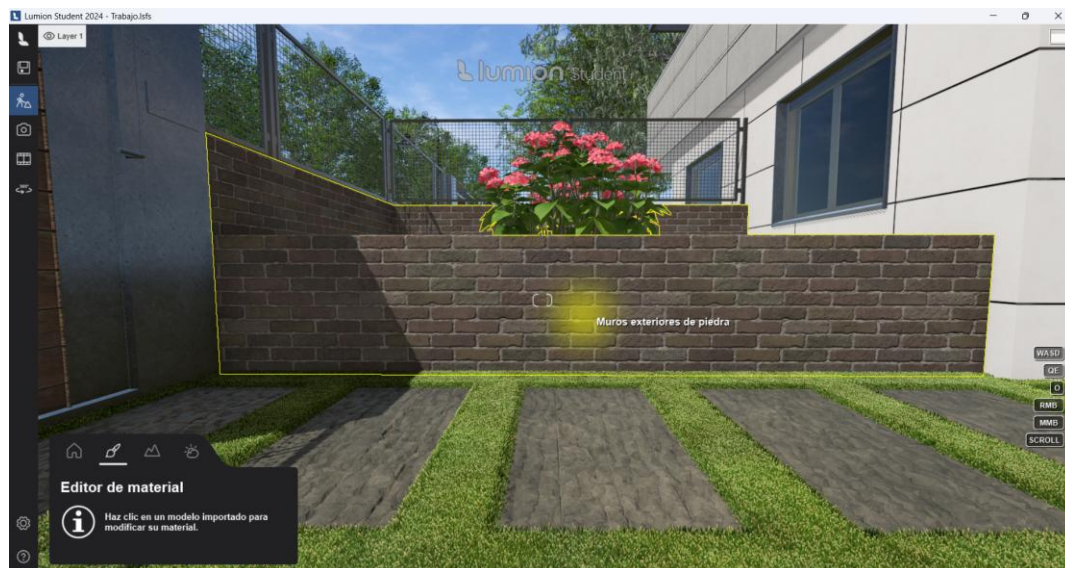
Para ajustar la posición y orientación del modelo es necesario seleccionar el modelo haciendo clic sobre él → Usar las herramientas de “Mover”, “Rotar”, “Escalar”.



*Ilustración 34. La posición y orientación de modelo.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 4. Asignar y editar materiales

Una vez teniendo hecho todos los pasos anteriores se podrá empezar el proceso de asignación de los materiales a los elementos de modelo 3D. Para eso se debe hacer clic en la pestaña “Materiales” → Hacer clic en la superficie de nuestro modelo a la cual se quiere aplicar un material → Se abrirá el editor de materiales.



*Ilustración 35. La asignación de material.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez hecho eso se puede empezar a navegar por las categorías de materiales para seleccionar el material deseado. Después de aplicar un material se ajustan sus propiedades: color, reflectividad, brillo, transparencia, rugosidad, coordenadas UV y etc.

- Paso 5. Añadir elementos del entorno

Para añadir los elementos del entorno se debe Volver a la pestaña “Biblioteca de contenido” → Seleccionar la categoría de objetos que se quiere añadir → Colocar objeto → Mover, Rotar o Escalar objeto, si es necesario.

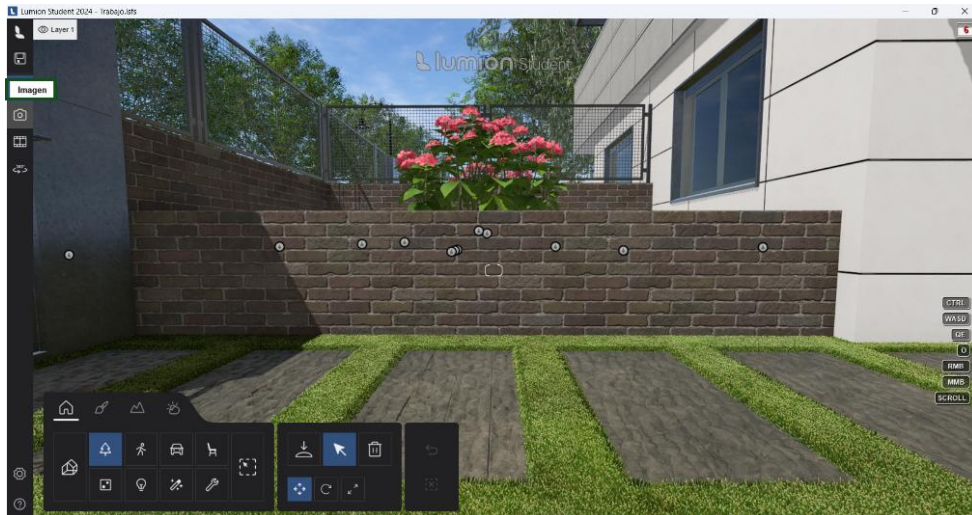


*Ilustración 36. La colocación de elemento de entorno.
Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar la biblioteca de Lumion es una herramienta fundamental del software que proporciona una amplia gama de objetos prediseñados para enriquecer visualmente los proyectos 3D. Los elementos de entorno en Lumion están organizados en subcategorías, cada una con objetos optimizados para rendimiento y realismo visual. Las subcategorías principales son: naturaleza, personas y animales, transporte, objetos, grupos, luces, efectos y utilidades.

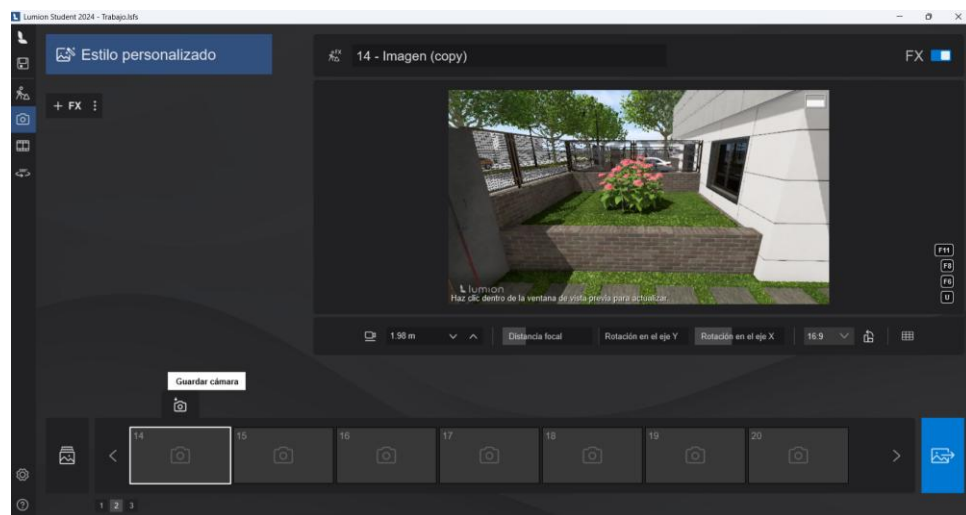
- Paso 6. Ajustar el terreno y el agua (paso opcional)
- Paso 7. Configurar la cámara (modo foto o película)

Lumion permite crear imágenes estáticas (fotos) o animaciones (películas). Los efectos se gestionan de manera similar en ambos modos. Para hacer una imagen estática (foto) se debe hacer clic en el icono “Imagen”.



*Ilustración 37. La elección de herramienta cámara.
Fuente: Elaboración propia.*

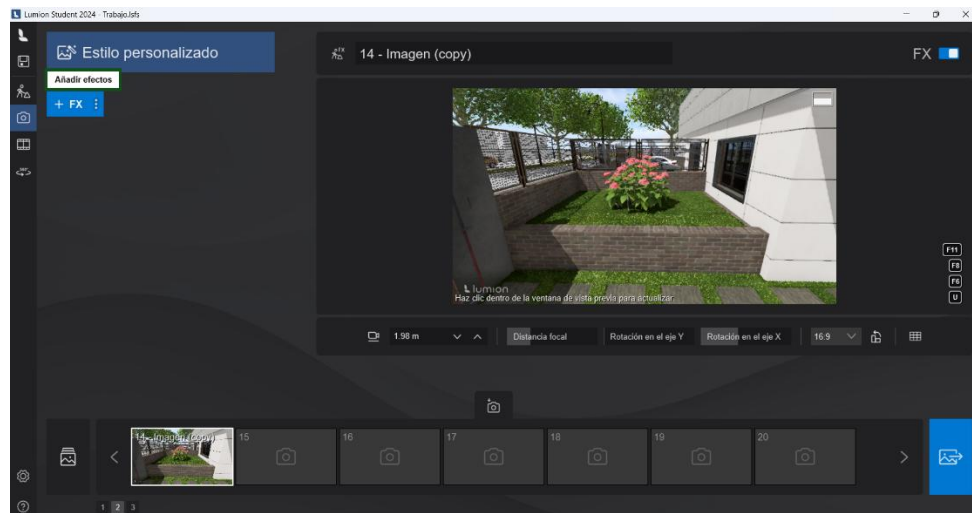
Una vez hecho eso se debe navegar por la escena hasta encontrar la composición deseada. Al lograr la vista deseada se hace el clic en el botón “Guardar cámara” para guardar la vista actual. Se puede guardar múltiples vistas.



*Ilustración 38. La herramienta de guardar cámara.
Fuente: Elaboración propia.*

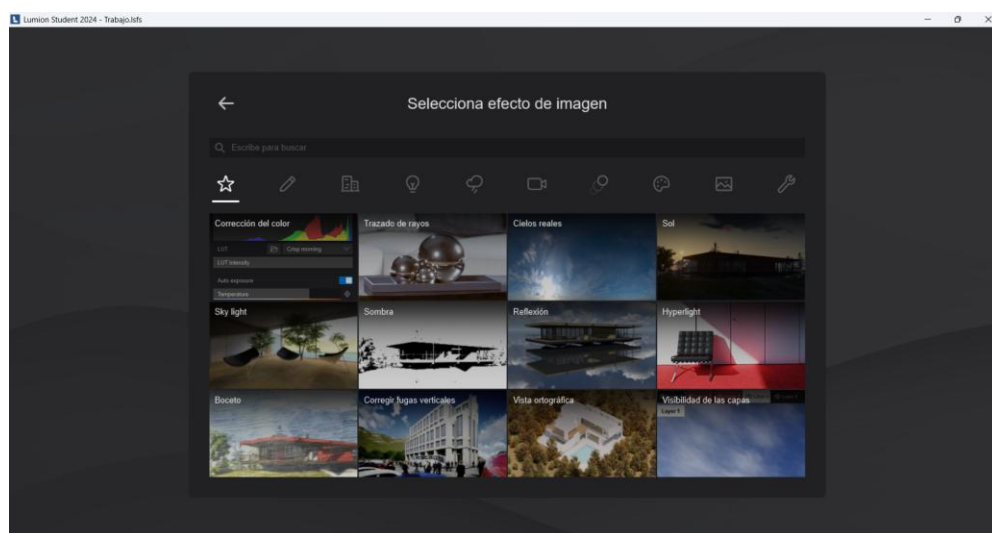
- Paso 8. Añadir y ajustar los efectos (crucial para el realismo)

Los efectos de Lumion son una parte esencial para lograr renders realistas y de alto impacto visual. Estos efectos se aplican desde el editor de foto, vídeo o panorama, y permiten mejorar la iluminación, atmósfera, cámara y posproducción directamente en el entorno de trabajo. Para aplicar el efecto es necesario Seleccionar la foto a cuál se quiere aplicar el efecto → Presionar botón “Añadir efecto” → Se abrirá la biblioteca de efectos.



*Ilustración 39. Añadir el efecto en Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

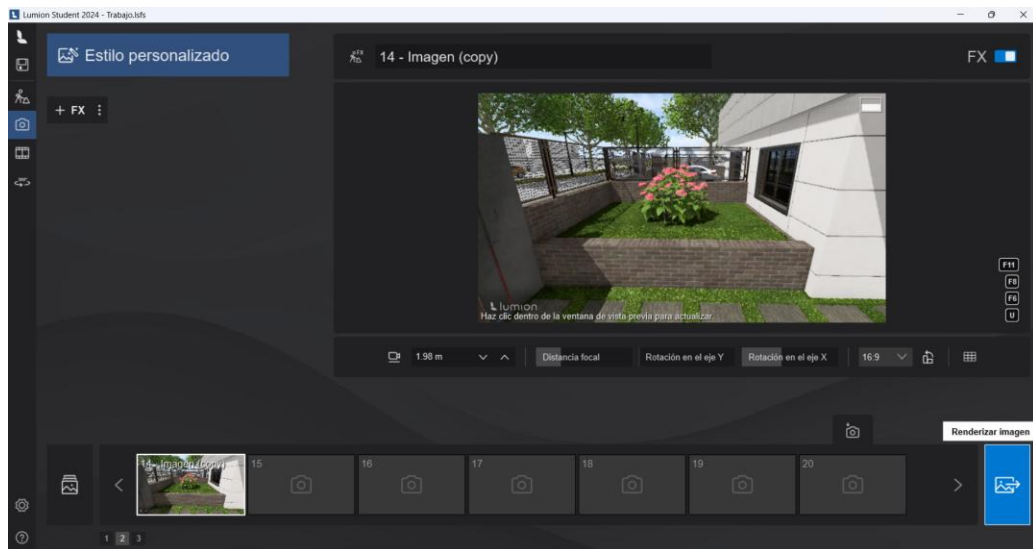
Como se puede observar la biblioteca de efectos de Lumion es una colección de herramientas visuales que se aplican a imágenes, videos y panoramas para modificar el aspecto final de la escena, tanto a nivel técnico como artístico. Los efectos de Lumion están organizados en subcategorías que cumplen una función clave: organizar y clasificar los efectos según su propósito o función visual, lo que facilita su búsqueda, uso y combinación adecuada durante el proceso de renderizado. Las subcategorías principales son: destacados, conceptual, arquitectónico, iluminación, cielo/clima, cámara, animación, artístico, mejoras, herramientas/utilidades.



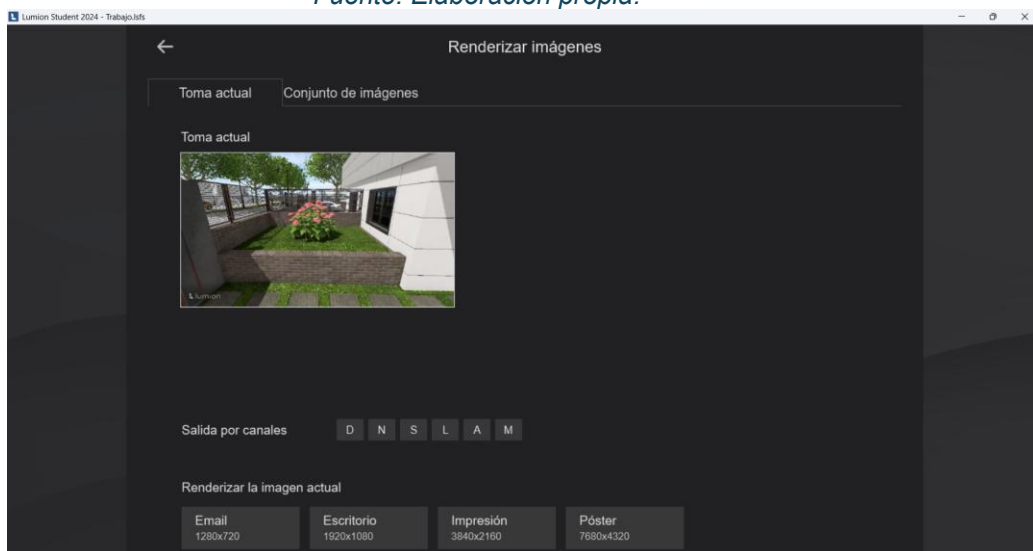
*Ilustración 40. La biblioteca de los efectos en Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 9. Seleccionar la calidad y resolución del render

Una vez satisfechos con todos los ajustes de cámara y efectos se deben seleccionar la calidad y resolución del render. Para eso Presionar botón “Renderizar imagen” → Elegir la calidad y resolución del render.



*Ilustración 41. La herramienta renderizar imagen.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 42. La calidad y resolución de render.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 10. Iniciar el renderizado
- Paso 11. Post-procesado (opcional, pero recomendado)

Una vez que el render esté completo, se puede llevar la imagen a un software de edición de imágenes como Photoshop, GIMP, o Lightroom para realizar ajustes finales como: ajustes de color, nitidez, corrección de lente, añadir elementos y etc.

7.1.3. Caso practico

A fin de aplicar los conocimientos teóricos en un contexto real, se ha desarrollado un caso práctico que consiste en la integración entre el software Revit de Autodesk 2022 y el software Lumion 2024 Student. Dicha integración está hecha a partir del método de exportación mediante FBX. La información más detallada sobre

este método se puede encontrar en la subcláusula 7.1.1. Este método ha sido elegido por varias razones:

- La autora de este trabajo ya ha tenido el modelo 3D optimizado y no necesitaba más editar el modelo.
- El formato FBX también se puede usar como puente entre Revit y otros programas, como 3ds Max en caso de necesidad hacer ajustes adicionales antes de llegar a Lumion.
- Comprobar que este método realmente puede ser un método alternativo en caso de problemas con el LiveSync y Collada.

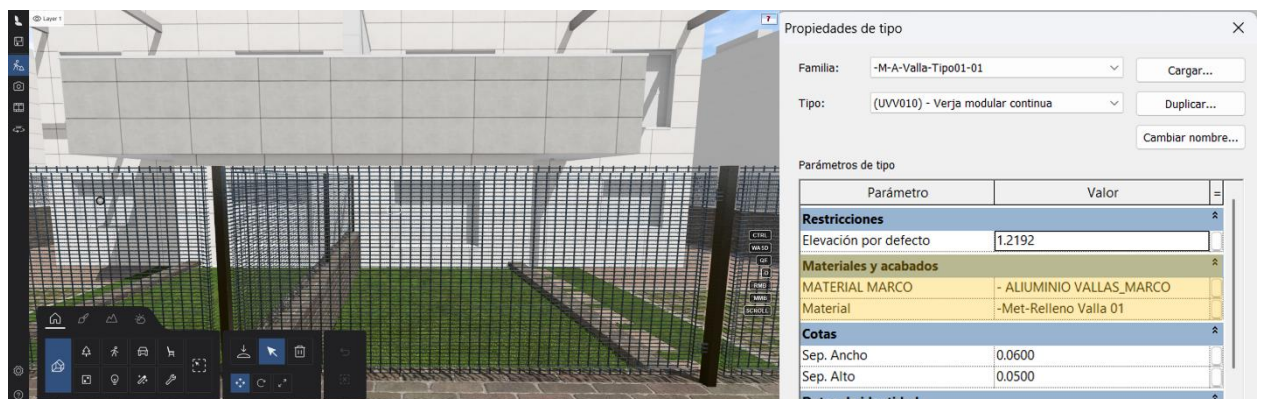
Se importaron dos archivos en formato FBX a Lumion, debido a que la construcción se llevará a cabo en dos fases. Por lo tanto, se decidió dividir una vista de modelo 3D de todo complejo residencial en dos vistas. De este modo fueron exportados dos archivos en formato FBX: la fase 1 y la fase 2.

Los problemas y sus soluciones por parte de integración entre Revit y Lumion

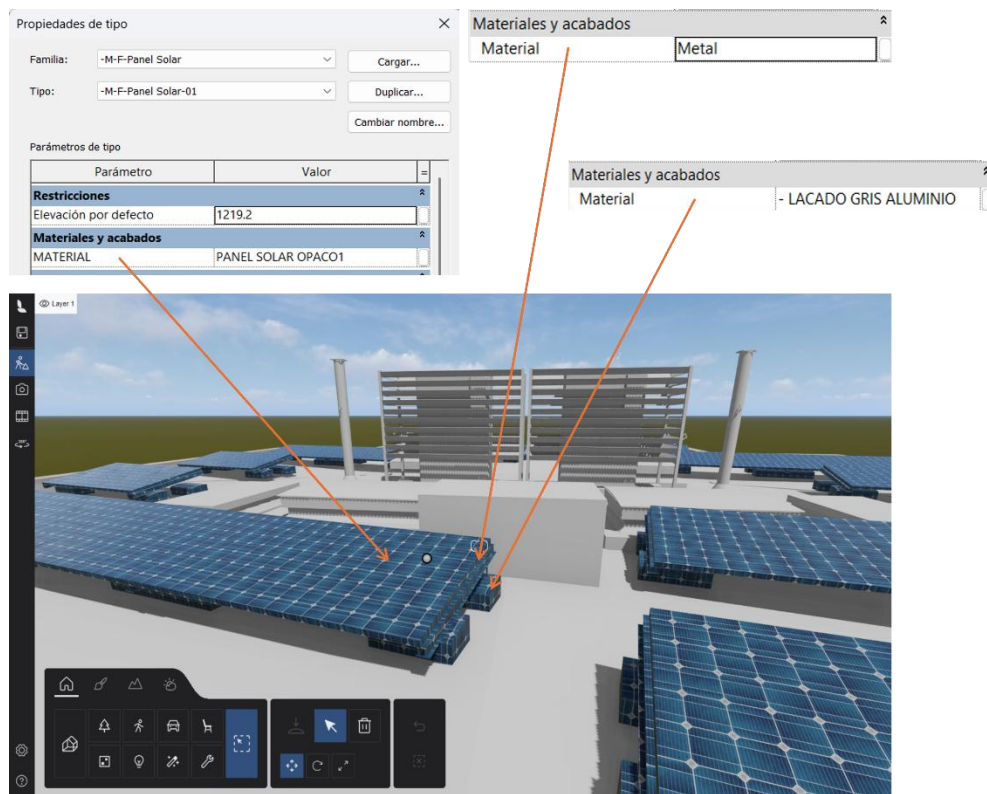
Durante el desarrollo del caso práctico se identificaron los siguientes problemas:

1. La aplicación de materiales a los elementos

Al importar el modelo 3D en formato FBX a Lumion, se descubrió que algunos materiales no eran reconocidos de forma adecuada. Como ejemplos representativos de este inconveniente, destacan los siguientes elementos: los paneles solares y las vallas. Lumion no estaba reconociendo que un elemento tiene varios materiales, pensando que todas las partes de un elemento tienen el mismo material, a pesar de que en Revit cada parte tiene su propio material.



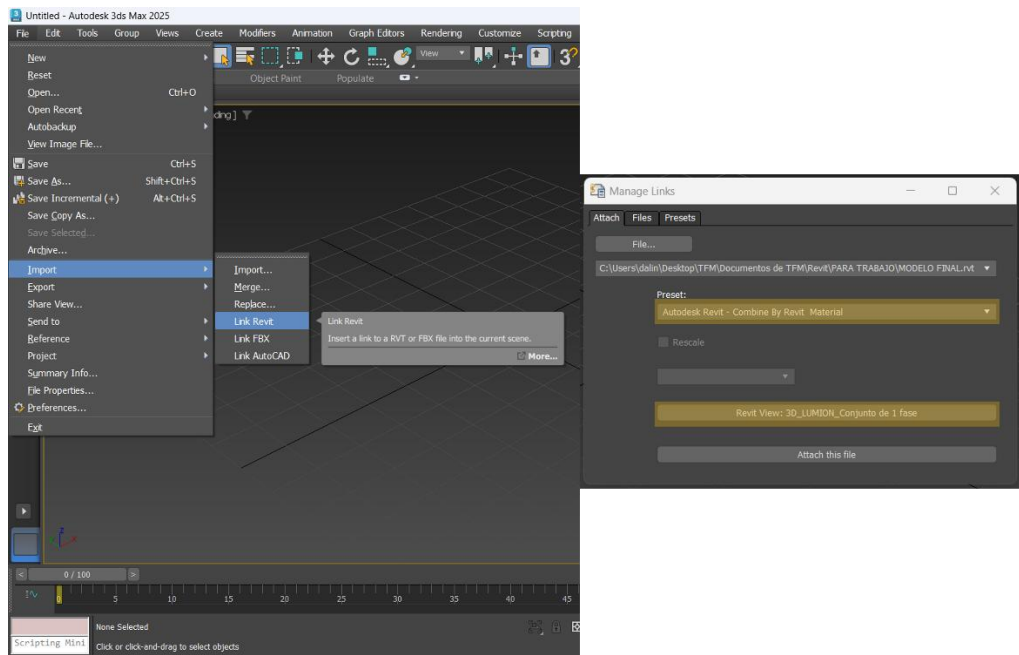
*Ilustración 43. El problema de aplicación de material por parte de la valla.
Fuente: Elaboración propia.*



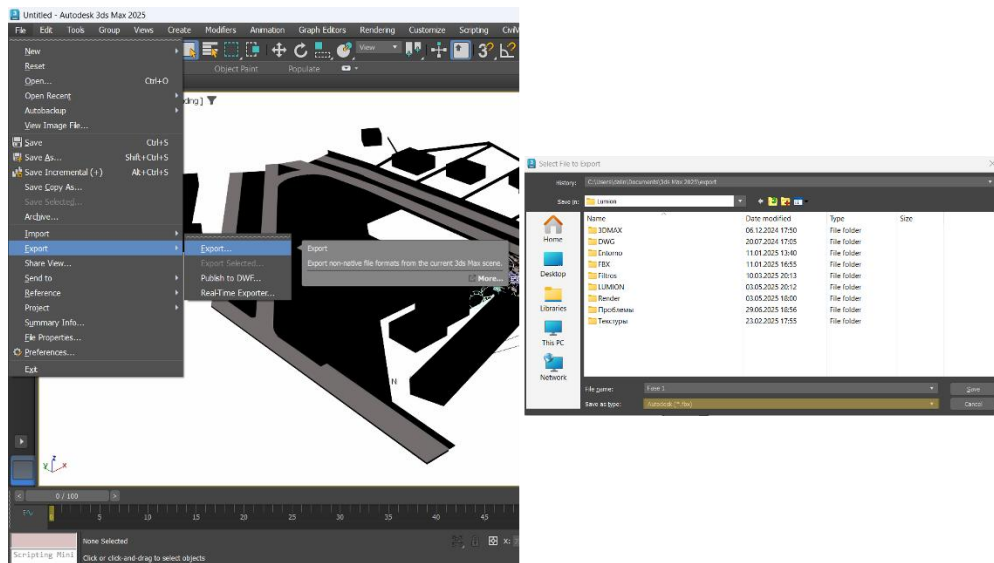
*Ilustración 44. El problema de aplicación de material por parte del panel solar.
Fuente: Elaboración propia.*

Las soluciones

La primera solución consiste en no importar directamente el archivo en formato FBX desde Revit, sino en abrir el fichero de Revit en 3ds Max para luego exportarlo nuevamente en formato FBX. Al momento de la importación, el programa solicita elegir la vista y definir el modo en que se desea importar el archivo, se debe seleccionar la opción “por materiales”. De este modo, 3ds Max agrupa los elementos según sus materiales, y gracias a esta nueva agrupación, el problema en Lumion se solucionará.



*Ilustración 45. La importación en 3ds Max.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 46. La exportación desde 3ds Max.
Fuente: Elaboración propia.*

El resultado final de esta solución se presenta en la siguiente ilustración.

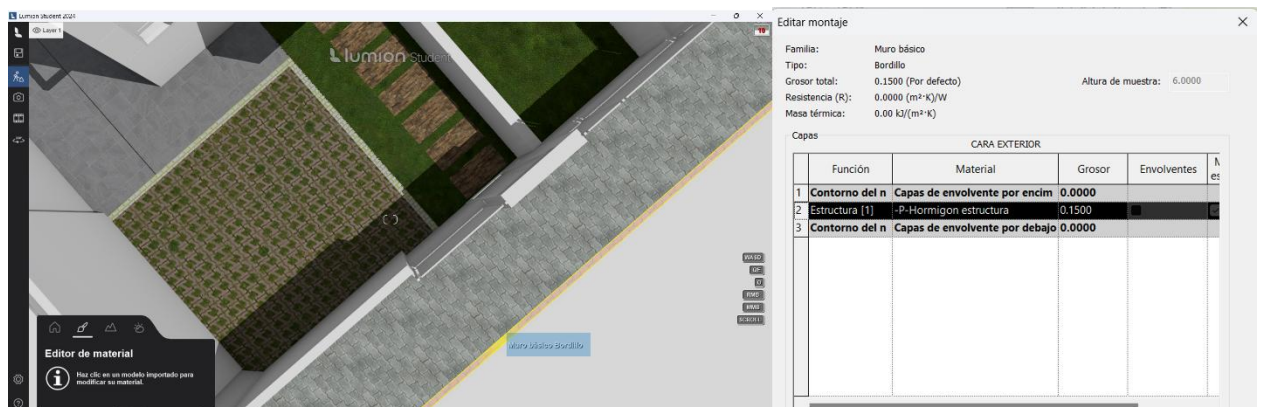


*Ilustración 47. La aplicación de los materiales correcta.
Fuente: Elaboración propia*

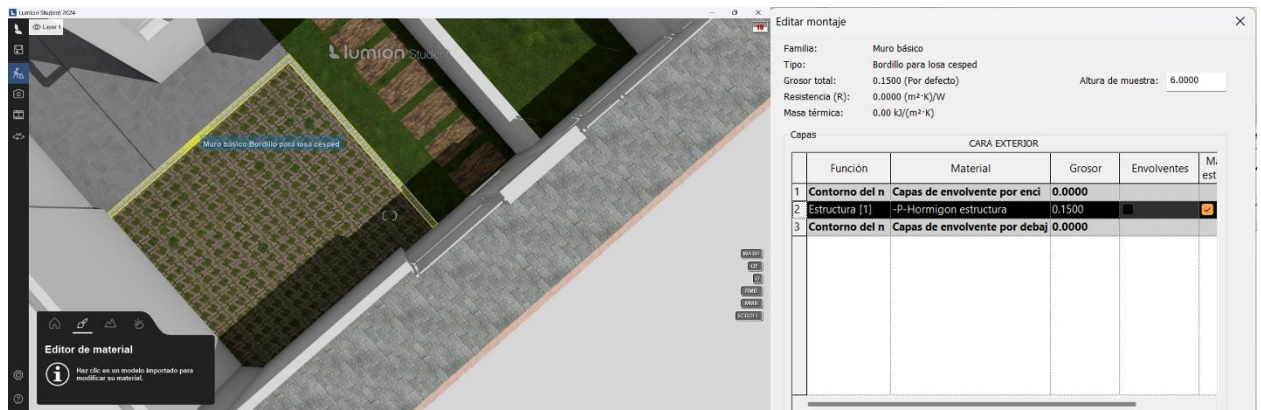
La segunda solución consiste en usar otro método de exportación entre Revit y Lumion.

2. La importación directa del archivo en formato FBX desde Revit

En caso de importar directamente un archivo en formato FBX desde Revit a Lumion, resulta que el programa no agrupa automáticamente todas las superficies que comparten el mismo nombre de material en el software original. En lugar de tratarlas como una única superficie editable a la que se pueda aplicar un solo material, Lumion agrupa los elementos individualmente. Esto significa que, aunque varios elementos tengan asignado el mismo material en Revit, si sus nombres son distintos, Lumion permitirá aplicarles materiales diferentes, lo cual no debería suceder. Como ejemplos representativos de este inconveniente, destacan los siguientes elementos: los bordillos de la zona de la carretera y los bordillos de la zona del aparcamiento de vivienda. Lumion no identifica estos elementos por el nombre de sus materiales, sino que los representa utilizando los nombres propios de los elementos. En las ilustraciones siguientes se observa que, pese a compartir el mismo material, Lumion los trata como elementos independientes, lo que permite asignar a cada uno un material distinto.



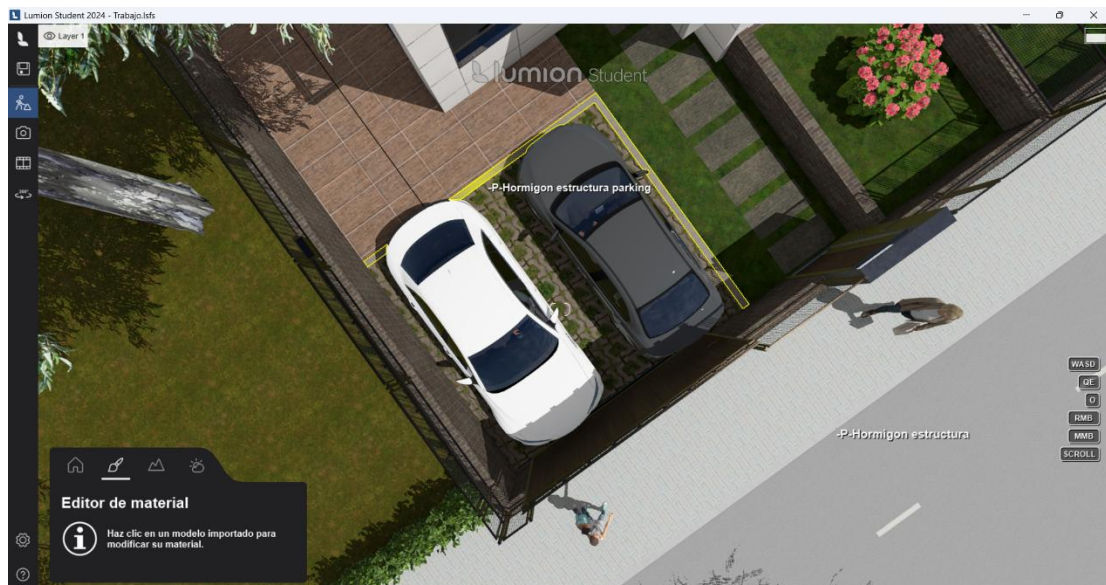
*Ilustración 48. El bordillo de la zona de la carretera.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 49. El bordillo de la zona del aparcamiento de vivienda.
Fuente: Elaboración propia.*

Las soluciones

Las soluciones son idénticas a las planteadas en el problema 1: emplear 3ds Max como intermediario entre Revit y Lumion, de este modo Lumion agrupa los objetos por materiales en lugar de por elementos, o utilizar un método de exportación alternativo. Si al final queremos que estos elementos tengan materiales diferentes, entonces debemos volver a Revit, asignar a cada elemento su propio material y exportar FBX nuevamente.



*Ilustración 50. La representación correcta.
Fuente: Elaboración propia.*

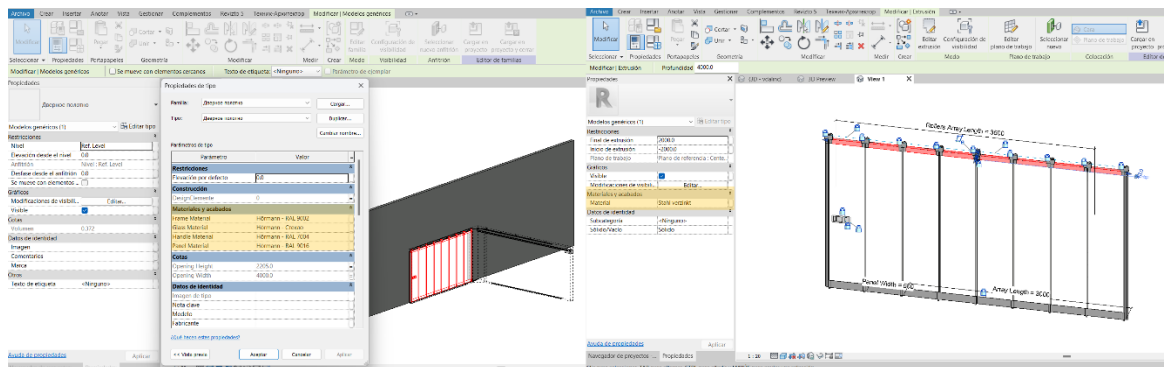
3. La visualización de puertas de garaje

Al aplicar materiales a los elementos, surgió un problema en la visualización de las puertas de garaje. Como se muestra en la ilustración siguiente, la puerta aparece representada como un único material.



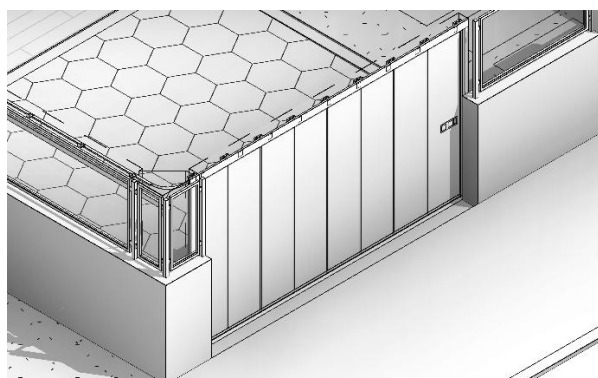
*Ilustración 51. La puerta de garaje.
Fuente: Elaboración propia.*

Como primera comprobación, se revisó la familia de la puerta de garaje en Revit, donde se confirmó que dicha familia incluye varios materiales distintos.



*Ilustración 52. Los materiales de familia.
Fuente: Elaboración propia.*

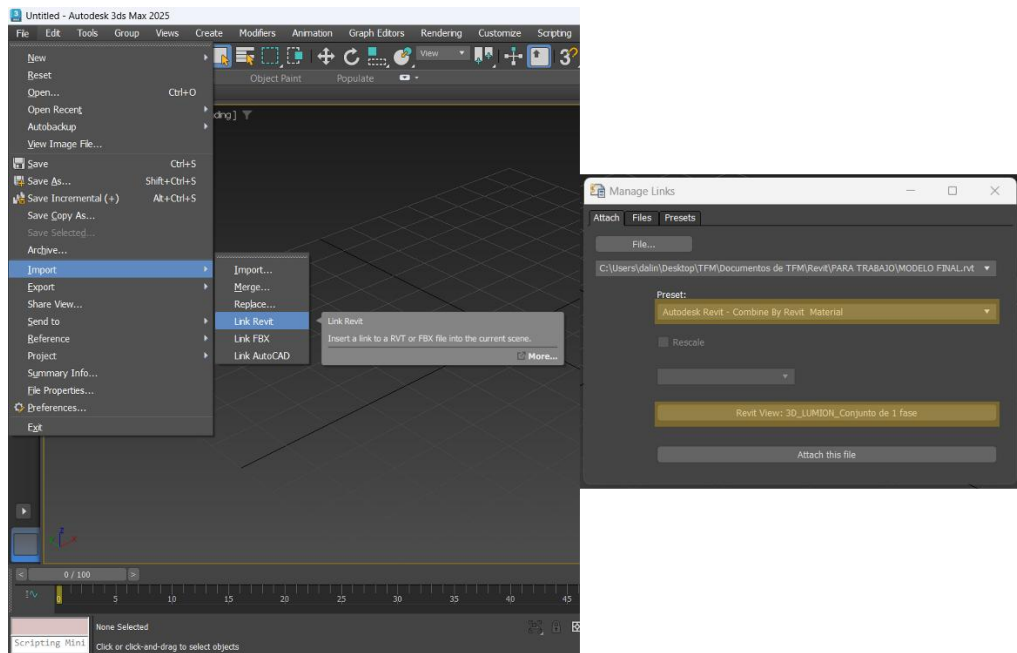
Además, tanto en la propia familia como en el programa Revit, esta puerta se visualiza con total normalidad.



*Ilustración 53. La puerta de garaje en Revit.
Fuente: Elaboración propia.*

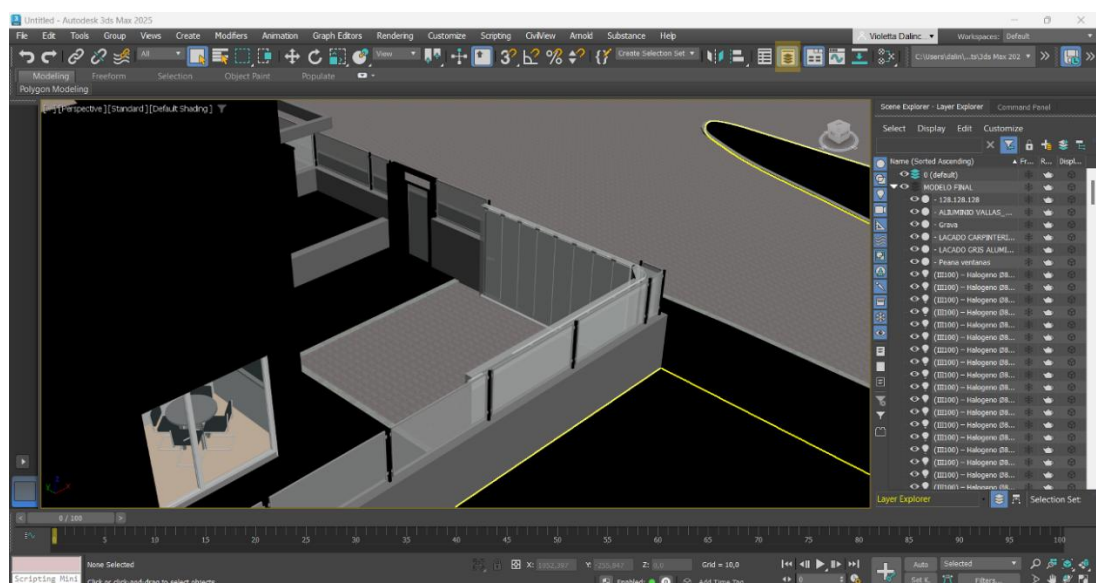
Se decidió volver a verificar de nuevo los materiales en 3ds Max, debido a que este programa facilita su correcta agrupación para que Lumion los distinga adecuadamente y, además, permite ocultar materiales innecesarios cuando sea necesario. Para ello debemos seguir los siguientes pasos:

- Paso 1. Importar el archivo de Revit, seleccionar la vista deseada y especificar el modo de importación.



*Ilustración 54. La importación en 3ds Max.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 2. Verificar de nuevo los materiales, activando el botón de capas.



*Ilustración 55. Las capas en 3ds Max.
Fuente: Elaboración propia.*

Durante la verificación se descubrió que la familia de la puerta de garaje incluye un material denominado “Minimal Space”, el cual se visualiza en 3ds Max y Lumion, pero no en Revit. Este material enmascara el resto y dificulta la asignación correcta de texturas a los elementos de la familia. Para solucionarlo, es necesario desactivar “Minimal Space” en 3ds Max, exportar el archivo en formato FBX e importarlo nuevamente en Lumion, de modo que el elemento se muestre correctamente.



*Ilustración 56. La puerta de garaje en Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*

La conclusión sobre la integración entre Revit y Lumion a través de formato FBX

A pesar de la creencia común de una integración fluida entre Revit y Lumion a través de FBX, en la práctica se encontraron problemas significativos con el reconocimiento de materiales. Esto hizo necesario usar 3ds Max como un programa intermedio para que Lumion pudiera interpretar correctamente los materiales. Por lo tanto, la conclusión de este caso práctico es clara: para una integración efectiva entre Revit y Lumion, es preferible emplear métodos alternativos como LiveSync y Collada, tal como se explica en la subcláusula 7.1.1.

Los renders finales se encuentran en el Anexo 2.

7.2. Twinmotion

7.2.1. Los formatos de colaboración y métodos de exportación entre Revit y Twinmotion

Para transferir modelo de Revit a Twinmotion con la mayor fidelidad posible, es fundamental elegir el formato y el método de exportación adecuado. Los formatos principales de colaboración de ambos programas se presentan en la siguiente ilustración.

- Mantiene la jerarquía de capas y objetos de Revit, lo que facilita la selección y manipulación de elementos individuales o grupos en Twinmotion.
- Transfiere materiales de Revit de la manera más fiel posible a Twinmotion, minimizando la necesidad de reajustes manuales.
- Tiene flujo de trabajo no destructivo. Se pueden aplicar texturas, objetos y efectos en Twinmotion sin preocuparnos de que se pierdan cuando actualicemos el modelo desde Revit.

A pesar del gran número de ventajas, este método también tiene algunas desventajas:

- Depende de la conexión. Si el archivo de Revit se mueve, se renombra, o si la conexión se interrumpe por algún motivo, puede ser necesario restablecer el vínculo.
- Tienen requisitos de sistema altos. Mantener dos programas (Revit y Twinmotion) abiertos y sincronizados en tiempo real requiere más recursos del sistema (RAM, CPU, GPU) que trabajar con archivos exportados.
- Incompatible con algunas versiones. A veces, las versiones del plugin Datasmith o de Twinmotion pueden no ser inmediatamente compatibles con las últimas versiones de Revit, requiriendo actualizaciones o parches.

Pasos para Exportar de Revit e Importar a Twinmotion con Direct Link:

- Instalar el Plugin Datasmith Exporter para Revit, si es necesario (depende de la versión de Revit).
- Sincronizar desde Revit a Twinmotion. Hay varias opciones como hacerlo: Abrir en Twinmotion, Sincronizar, Sincronización automática o Exportar a Datasmith File.
- Importar y Gestionar en Twinmotion.

2. Exportación mediante Datasmith (El método recomendado)

Si no se usa un software con Direct Link, muchos programas de diseño pueden exportar a un archivo “.udatasmith” usando los plugins de exportación de Datasmith. Este formato está optimizado para la importación en Twinmotion y Unreal Engine, manteniendo una gran cantidad de datos y propiedades de la escena. Las ventajas de este método son:

- Tiene sincronización en tiempo real entre Revit y Lumion.

- Mantiene la jerarquía de materiales y objetos.
- Tiene optimización automática de la geometría
- Ofrece exportación eficiente sin pérdida de detalles.

Pasos para usar Datasmith:

- Instalar el complemento Twinmotion Datasmith Exporter for Revit, disponible en la Autodesk App Store o en la página de Twinmotion.
- Activar Direct Link en Twinmotion y Revit.
- Sincronizar el modelo en tiempo real o exportarlo en formato “.udatasmith” para abrirlo manualmente en Twinmotion.

3. Exportación mediante FBX (El método alternativo)

El formato FBX es compatible con Twinmotion, pero no es la opción mas eficiente, ya que puede perder materiales o configuraciones de escena.

Pasos para exportar en formato FBX:

- En Revit ir a Archivo > Exportar > FBX.
- Guardar el archivo y abrirlo en Twinmotion.

Consideraciones:

- Puede ser necesario reasignar los materiales en Twinmotion.
- Se recomienda agrupar los objetos correctamente en Revit antes de exportar.
- Es posible que se requieran ajustes de escala.

4. Exportación mediante OBJ (El método poco recomendado)

El programa Revit no exporta directamente a “.obj”, pero podemos: Exportar a “.fbx” > Convertirlo a “.obj” usando software como Blender o 3ds Max. El formato OBJ permite exportar modelos 3D, aunque pierde información importante como jerarquía de materiales y coordenadas UV, además puede generar errores en la geometría. Se usa principalmente solo en casos donde FBX no es viable.

5. Exportación mediante IFC (El método no utilizado)

Revit permite exportar en formato “.ifc”, un estándar abierto de interoperabilidad BIM, que puede ser leído por Twinmotion (aunque con algunas limitaciones). Para tener más control visual o jerárquico del modelo es recomendable pasar este formato por Revit, ArchiCAD o 3ds Max.

Consideraciones:

- No todos los datos IFC se traducen bien (algunos materiales o jerarquías pueden perderse).
- Es posible que tengamos que reajustar materiales o corregir detalles tras la importación.
- El principal propósito de IFC es ser un formato de intercambio neutro y abierto para la interoperabilidad entre diferentes softwares BIM. Se enfoca en la información constructiva y las propiedades BIM, no en la optimización visual para renderizado en tiempo real.
- No hay posibilidad de sincronización en tiempo real.

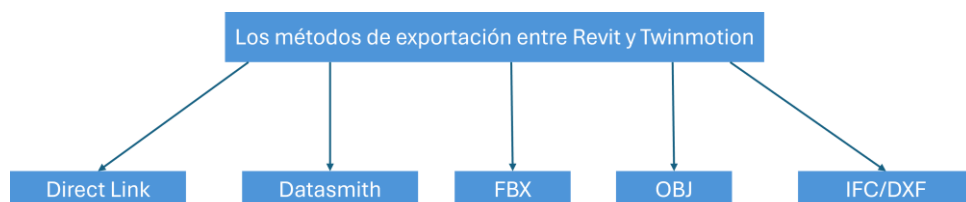
6. Exportación mediante DXF (El método no utilizado)

Revit permite exportar en formato “.dxf”, pero al igual como IFC no es un método utilizado.

Consideraciones:

- Aunque DXF puede manejar geometría 3D, su origen y uso principal están en el intercambio de dibujos 2D (líneas, arcos, círculos, textos). Cuando exportamos un modelo 3D complejo de Revit a DXF, la información 3D se puede simplificar drásticamente.
- Es un formato estático.
- DXF no fue diseñado pensando en la visualización fotorrealista en tiempo real.
- No contiene metadatos de escena, información de cámaras, luces o propiedades de renderizado que sí son relevantes para Twinmotion y otros motores.

Es muy probable que la jerarquía original de Revit se pierda casi por completo al exportar a DXF, importando el modelo como un conjunto de elementos básicos sin la estructura lógica que facilita la gestión en Twinmotion.



*Ilustración 58. Los métodos de exportación entre Revit y Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

En conclusión, la colaboración más eficaz entre Revit y Twinmotion se logra a través de los formatos Datasmith (Direct Link o archivos .udatasmith). Si se necesita exportar como archivo, el formato “.fbx”. es el más recomendado. Los formatos de “.obj”, “.ifc”, “.dxf” no consideran como unos flujos de trabajo recomendados ni eficientes para la visualización 3D.

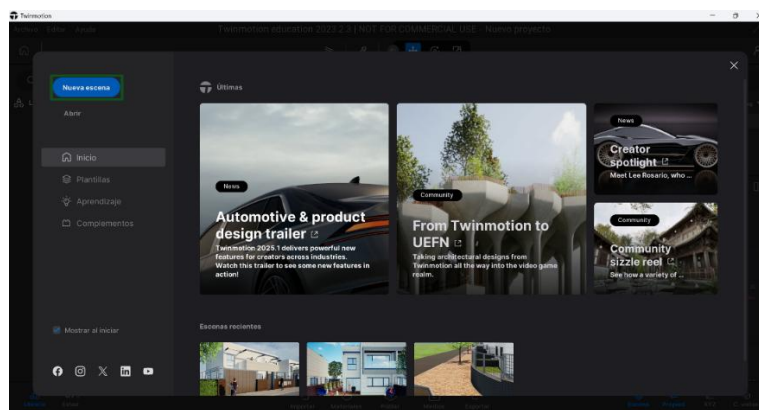
7.2.2 El procedimiento general de renderización en Twinmotion

Actualmente existen muchos trabajos y manuales de metodología de renderización en Twinmotion, algunos de estos ejemplos son: “El renderizado en tiempo real. Integración y posibilidades en el ambio académico” (Santiago Iglesias, Y. 2021)¹⁴; “Restauración del parque principal de Socotá en Boyaca con la ayuda de la metodología BIM” (Duran Rodríguez, L. A. 2024); “Reasentamiento sostenible, contrapropuesta de diseño arquitectónico para viviendas afectadas por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa, Putumayo” (Alba Reina, E. S. 2024), entre otros. En esta subcláusula se presenta solo el procedimiento general de renderización en Twinmotion, sin explicaciones detalladas.

El procedimiento general de renderización

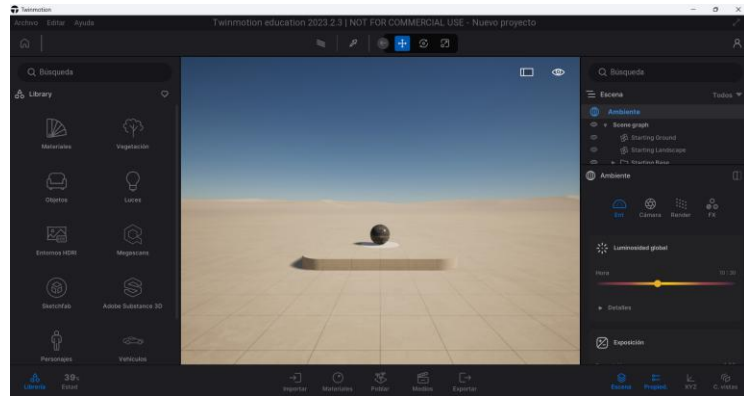
- Paso 1. Creación del proyecto

El primer paso para empezar a renderizar en Twinmotion es abrir el programa. Una vez abierta, se debe elegir entre dos opciones: crear nuevo proyecto o abrir proyecto existente.



*Ilustración 59. El inicio de Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

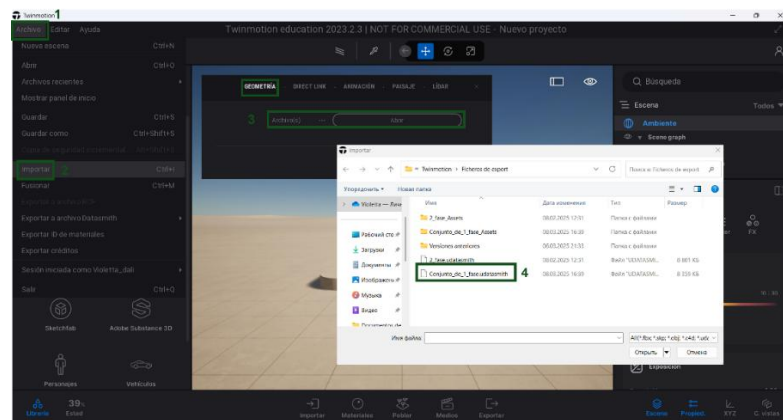
Por defecto, después de presionar el botón “Nueva escena” abrirá un entorno vacío con una escena básica (cielo, terreno y luz natural por defecto).



*Ilustración 60. El entorno de trabajo de Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 2. Importación de modelo 3D

Una vez creando el nuevo proyecto de trabajo habría que decidir cómo hacer la integración entre Revit y Twinmotion, ya sea través de plugin o a través de un formato compatible (Ver subcláusula 7.2.1 de dicho trabajo). En este trabajo por las causas que se explicarán en subcláusula 7.2.3 fue elegida la exportación/importación mediante Datasmith. Para importar un modelo 3D es necesario Hacer clic por botón “Archivo” → Presionar botón “Importar” → Elegir formato de importación → Navegar hasta la ubicación del archivo → Abrirlo.

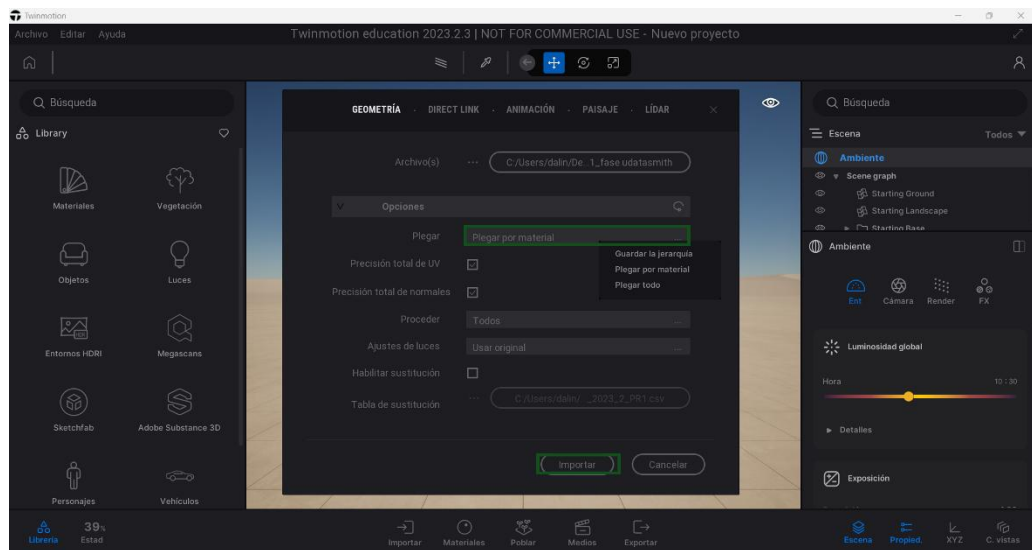


*Ilustración 61. La importación de modelo 3D en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez hecho, se elige la opción de importación de modelo. Las opciones principales son:

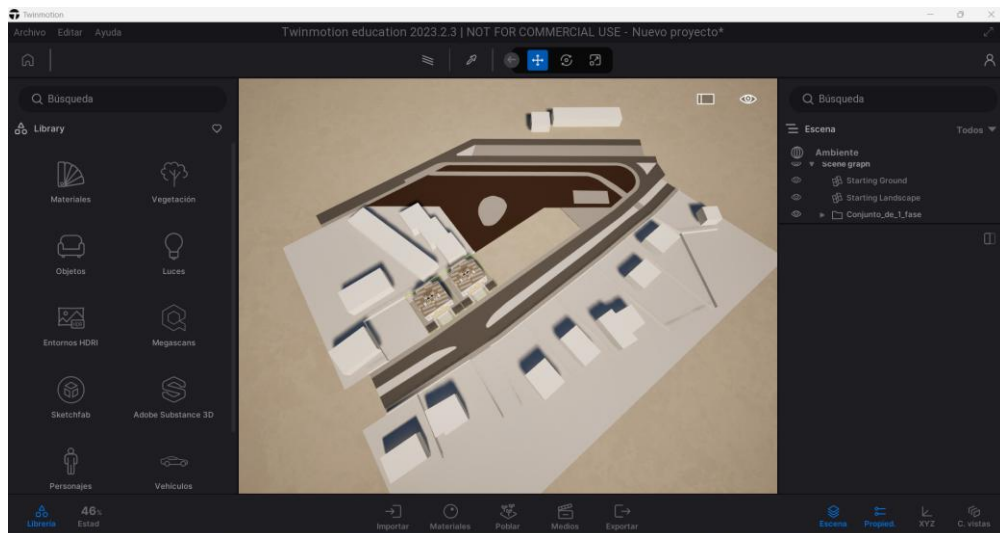
- Plegar por material – Agrupa todos los objetos que comparten el mismo material en Twinmotion. Útil para optimizar, pero puede dificultar la selección de objetos individuales.
- Plegar todo – Importa el modelo como un solo objeto. No recomendado si necesitas aplicar materiales o efectos a partes individuales.

- Guardar la jerarquía – Mantiene la estructura de objetos y capas de Revit. Generalmente la opción más recomendada para tener más control.



*Ilustración 62. Las opciones de importación.
Fuente: Elaboración propia.*

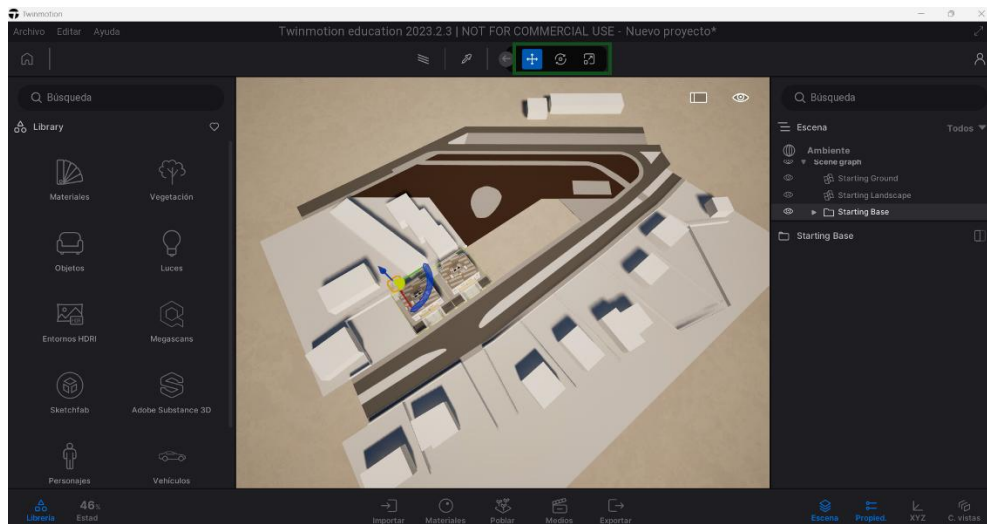
Después de ser importado, el modelo aparecerá en el centro de la escena de Twinmotion.



*Ilustración 63. El modelo importado.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 3. Ajustar la posición y orientación del modelo

Para ajustar la posición y orientación del modelo es necesario seleccionar el modelo haciendo clic sobre él → Usar las herramientas de “Mover”, “Rotar”, “Escalar”.



*Ilustración 64. La posición y orientación de modelo.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 4. Asignar y editar materiales

Una vez teniendo hecho todos los pasos anteriores podemos empezar el proceso de asignación de los materiales a los elementos de modelo 3D. Para eso necesitamos Hacer clic en la pestaña “Materiales” → Elegir material que deseamos → Arrastrar y saltar material desde la biblioteca de Twinmotion directamente sobre la superficie de nuestro modelo.

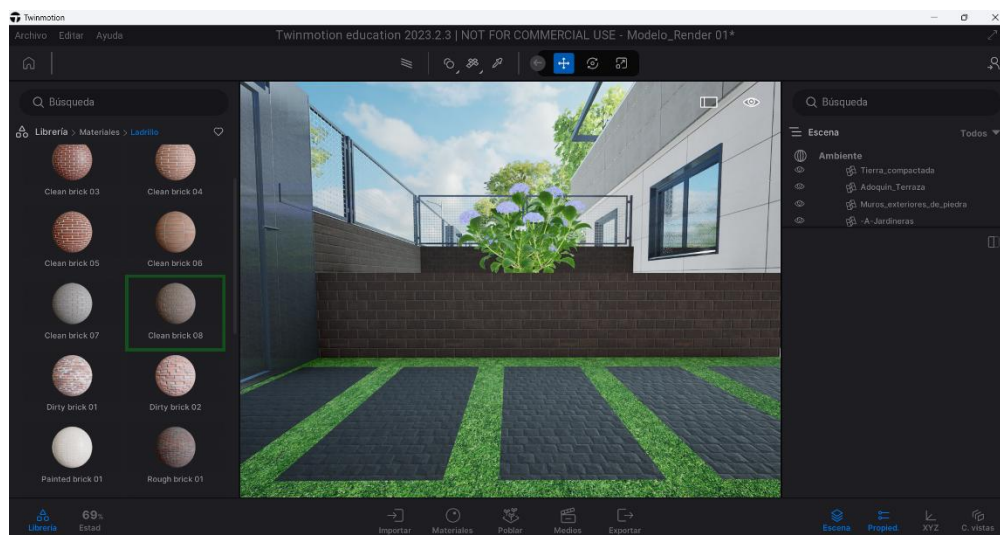
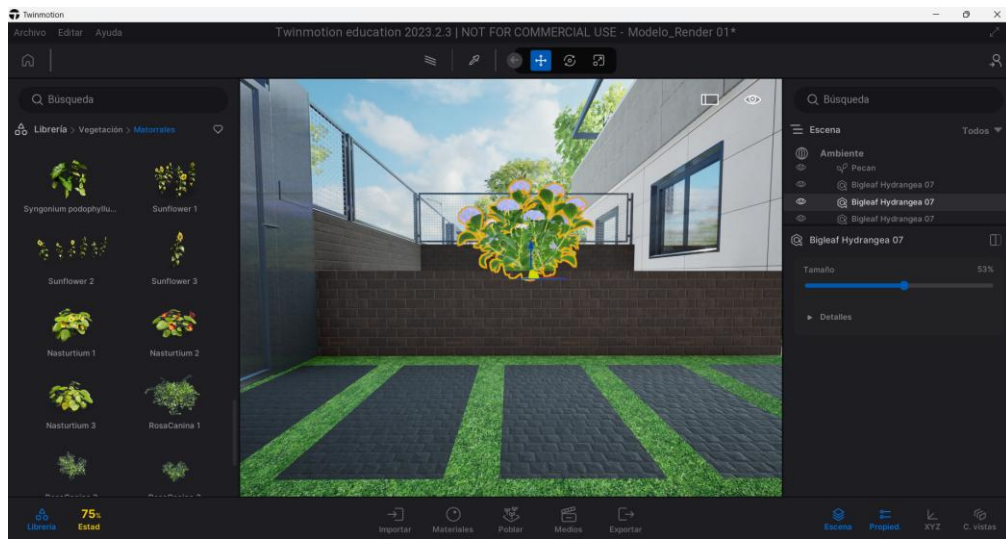


Ilustración 65. La asignación de material. Fuente: Elaboración propia.

Después de aplicar un material podemos ajustar sus propiedades: color, reflectividad, brillo, transparencia, rugosidad, coordenadas UV y etc.

- Paso 5. Añadir elementos del entorno

Para añadir los elementos del entorno hay que Volver a la pestaña “Librería” → Seleccionar la categoría de objetos que deseamos añadir → Colocar objeto → Mover, Rotar o Escalar objeto, si es necesario.

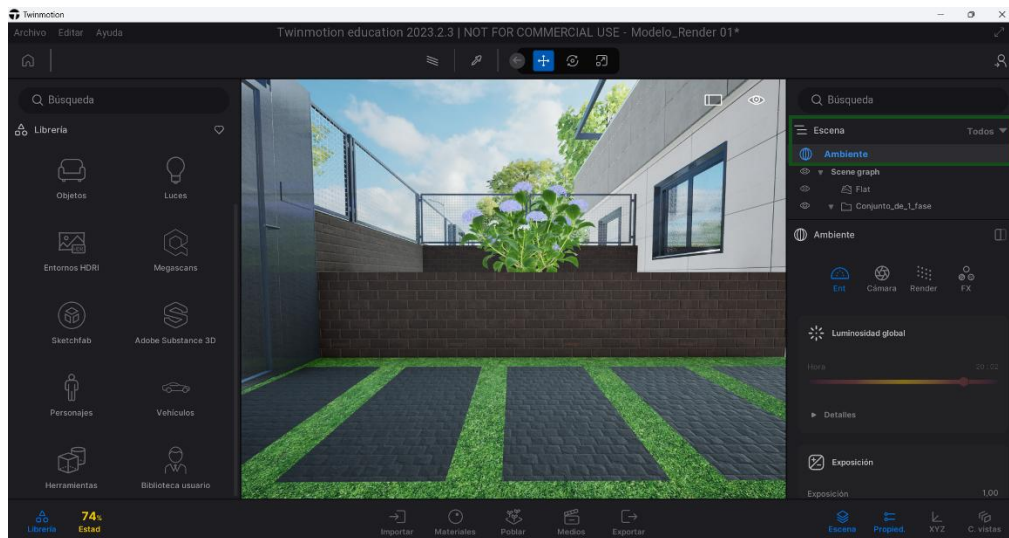


*Ilustración 66. La colocación de elemento de entorno.
Fuente: Elaboración propia.*

Como se observa la librería de Twinmotion es una herramienta fundamental del software que proporciona una amplia gama de objetos prediseñados para enriquecer visualmente los proyectos 3D. Los elementos de entorno en Twinmotion están organizados en subcategorías, cada una con objetos optimizados para rendimiento y realismo visual. Las subcategorías principales son: vegetación, personajes, vehículos, objetos, luces, bibliotecas adicionales, herramientas, entornos HDRI.

- Paso 6. Ajustar la iluminación y el clima

Ajustar la iluminación y el clima en Twinmotion es fundamental porque influye directamente en la calidad visual, el realismo y la atmósfera emocional de este proyecto. Para eso se necesita en el panel “Escena” hacer clic en la pestaña “Ambiente”.

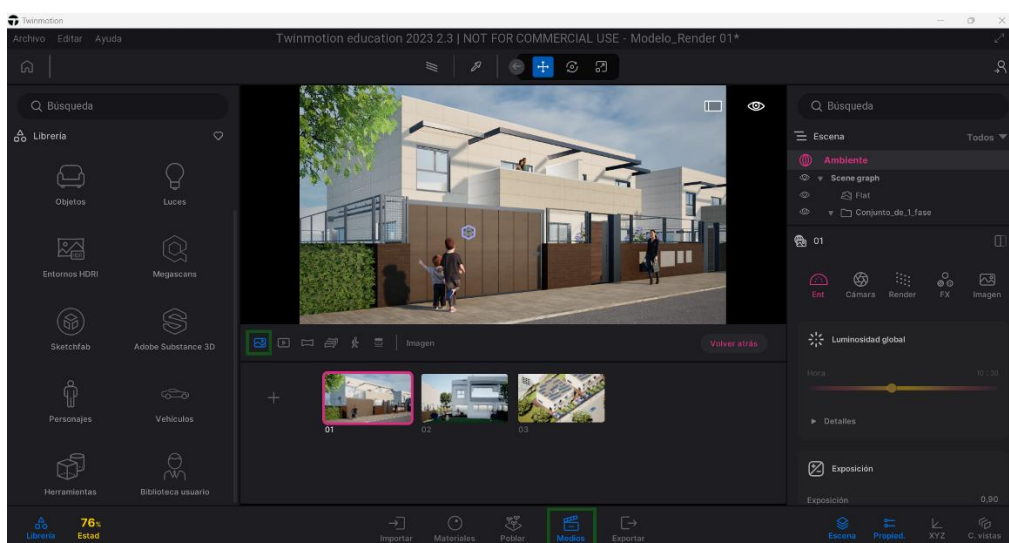


*Ilustración 67. El ajuste de iluminación y clima.
Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar, esta pestaña ofrece ajustes como: hora del día, ubicación geográfica del proyecto, estaciones de clima, meteorología, HDRI de fondo, luces artificiales y etc. Son muy importantes, porque es una base de realismo, expresividad, claridad funcional y fuerza narrativa en las presentaciones.

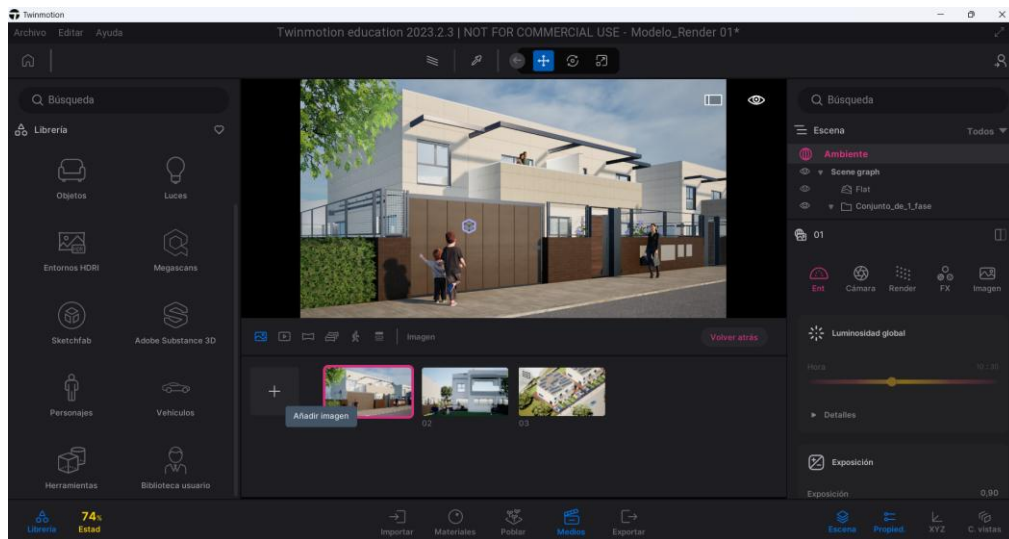
- Paso 7. Configurar la Cámara (Medios: Imagen, Video, Panorama, Presentación)

Twinmotion agrupa las salidas finales bajo el término "Media". Se pueden crear imágenes estáticas, videos, panoramas interactivos o presentaciones ejecutables. Para crear una imagen estática (foto) se debe hacer clic en el icono "Medios" y elegir opción "Imagen".



*Ilustración 68. La elección de herramienta medios.
Fuente: Elaboración propia.*

Una vez hecho eso, se debe navegar por la escena hasta encontrar la composición deseada. Al lograr la vista deseada se hace el clic en el botón “Añadir imagen” para guardar la vista actual. Se pueden guardar múltiples vistas.



*Ilustración 69. La herramienta de guardar cámara.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 8. Ajustar las Opciones de Salida (Render Settings)

Con la imagen o el video seleccionado, ir al panel “Propiedades”, donde se aplican los efectos de post-procesado que harán que el render se vea profesional. Los efectos principales son:

- Cámara

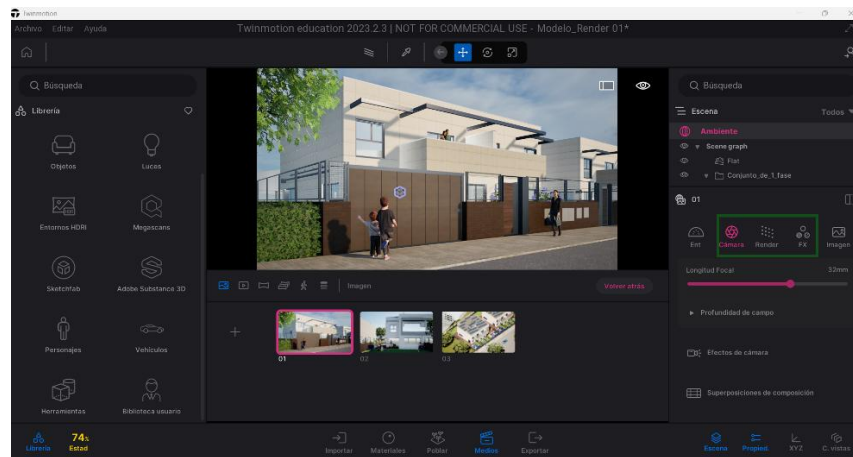
Este efecto permite ajustar el ángulo de visión; simular el enfoque de una cámara real, desenfocando el fondo o el primer plano; ajustar el punto de vista, la altura de la cámara, entre otros parámetros.

- Render

Este efecto permite controlar el brillo general de la imagen; ajustar el contraste, la saturación, el brillo y etc.; añadir sombras suaves donde los objetos están cerca, mejorando la profundidad; ajustar la calidad de las reflexiones; tener opciones para un render no fotorrealista, entre otros parámetros.

- FX

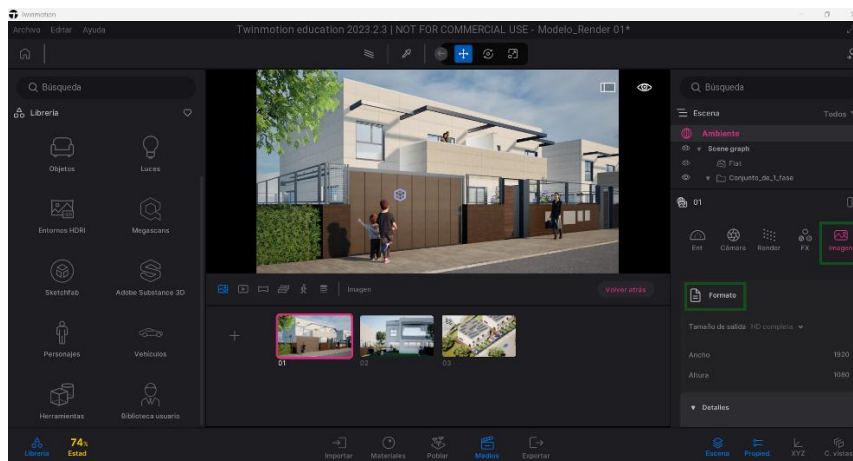
Este efecto permite controlar contraste y saturación, y además aplicar colorimetría y filtros.



*Ilustración 70. Los efectos en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 9. Configurar la resolución y el formato de salida

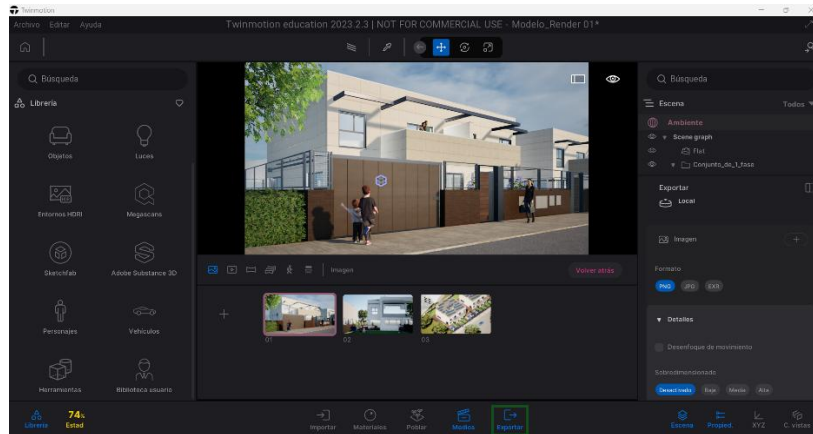
Una vez satisfechos con todos los ajustes de cámara y efectos se seleccionará la resolución y el formato de salida. Para eso se debe Presionar botón “Imagen” → Elegir la resolución y el formato de salida.



*Ilustración 71. La resolución y el formato de salida.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 10. Iniciar el renderizado

Para empezar el proceso de renderización se debe presionar botón “Exportar”.



*Ilustración 72. La exportación de imagen.
Fuente: Elaboración propia.*

- Paso 11. Post-procesado (opcional, pero recomendado)

Una vez que el render esté completo, se podrá llevar la imagen a un software de edición de imágenes como Photoshop, GIMP, o Lightroom para realizar ajustes finales como: ajustes de color, nitidez, corrección de lente, añadir elementos y etc.

7.2.3. Caso practico

A fin de aplicar los conocimientos teóricos en un contexto real, se ha desarrollado un caso práctico que consiste en integración entre el software Revit de Autodesk 2022 y el software Twinmotion EDU 2023.2. Dicha integración está hecha a partir de método de exportación mediante Datasmith y se seleccionó la opción de importación “Plegar por material”. La información más detallada sobre este método se puede encontrar en la subcláusula 7.2.1. Este método se ha ido elegido por varias razones:

- Tras trabajar con el formato “.fbx” en el caso práctico de integración entre Revit y Lumion (subcláusula 7.1.3), se decidió probar un formato más fiable con el objetivo de evitar los problemas relacionados con la aplicación de materiales que se presentaron en el caso práctico anterior.
- El formato “.fbx” presentaba problemas relacionados con el ajuste de escala. Aunque Revit y Twinmotion utilizaban las mismas unidades de medida, no fue posible mantener la escala correcta del modelo al transferirlo entre ambos programas.
- Al intentar importar los formatos “.obj” y “.dxf” a Twinmotion, el programa dejó de responder durante 20-30 minutos, y además no fue capaz de importar el formato.

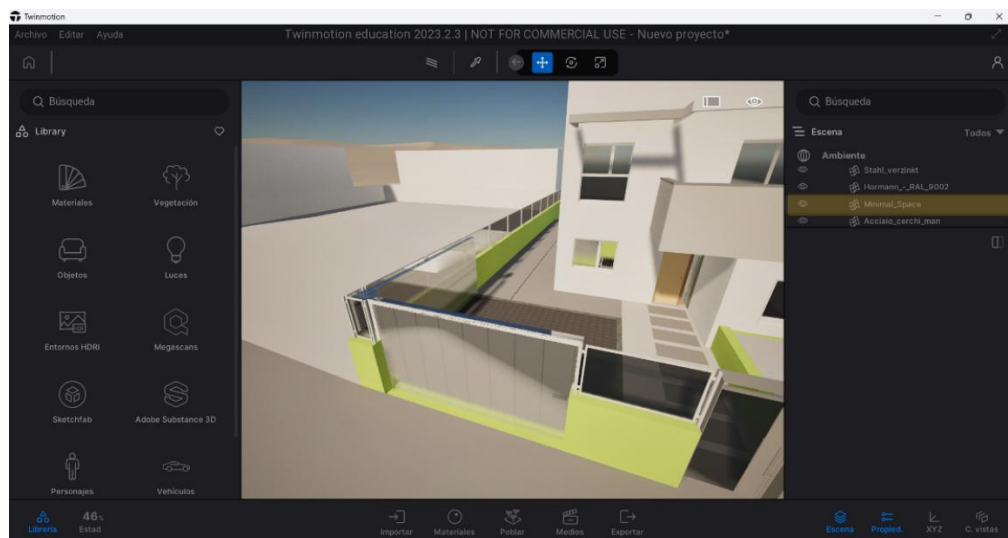
Se importaron dos archivos en formato Datasmith a Twinmotion, debido a que la construcción se llevará a cabo en dos fases. Por lo tanto, se decidió dividir una vista de modelo 3D de todo complejo residencial en dos vistas. De este modo fueron exportados dos archivos en formato Datasmith: la fase 1 y la fase 2.

Los problemas y sus soluciones por parte de integración entre Revit y Twinmotion

Durante el desarrollo del caso práctico se identificaron los siguientes problemas:

1. La visualización de puertas de garaje

Al aplicar materiales a los elementos, surgió un problema en la visualización de las puertas de garaje, similar al caso práctico anterior. Como se muestra en la ilustración siguiente, la puerta aparece representada como un único material.



*Ilustración 73. La visualización incorrecta de puerta de garaje en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

Gracias a la experiencia adquirida en el caso práctico anterior, la autora ya conocía la solución al problema. Esta solución consistía en desactivar el material conflictivo que se llama “Minimal Space” para evitar que se enmascarara el resto de los materiales. En aquella ocasión, fue necesario utilizar un programa intermedio - concretamente 3ds Max - entre Revit y Lumion, dado que Lumion no permite desactivar materiales importados desde programas externos. En cambio, en este nuevo caso, la solución resultó más sencilla, ya que Twinmotion permite desactivar capas con un solo clic.

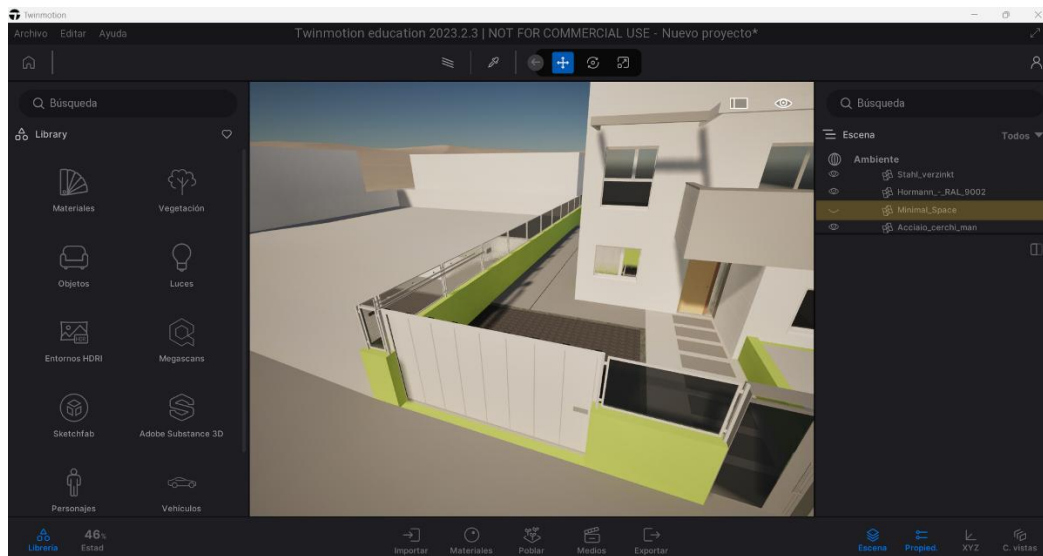


Ilustración 74. La visualización correcta de puerta de garaje en Twinmotion. Fuente: Elaboración propia.

2. La visualización de claraboyas

Al aplicar materiales a los elementos, surgió un problema en la visualización de las claraboyas, similar al punto anterior. Como se muestra en la ilustración siguiente, la claraboya tiene un material que interrumpe la visualización correcta por parte de la profundidad de este elemento.

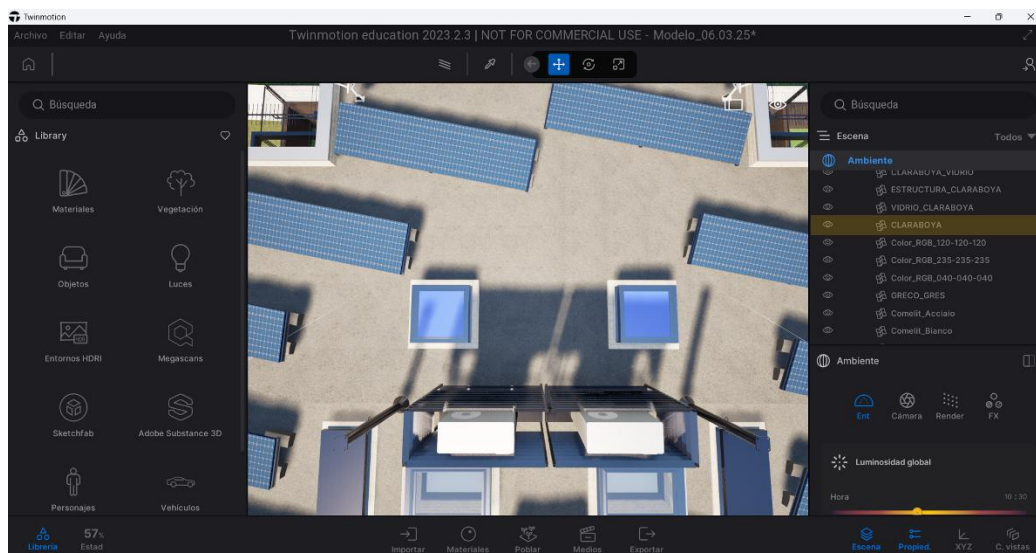
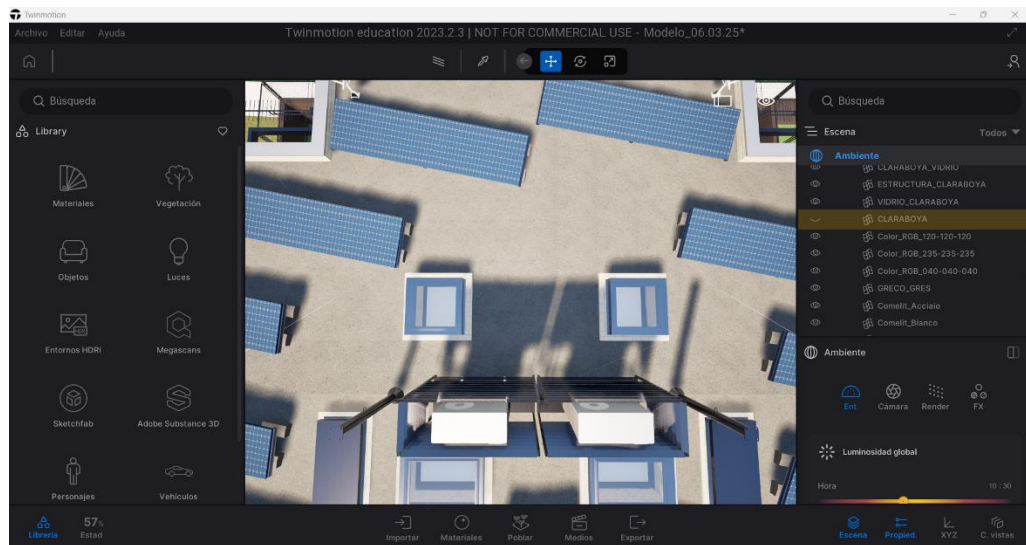


Ilustración 75. La visualización incorrecta de claraboyas en Twinmotion. Fuente: Elaboración propia.

Para solucionar este problema se debe desactivar el material conflictivo que se llama “Claraboya” para evitar que interrumpe la visualización correcta por parte de la profundidad.



*Ilustración 76. La visualización correcta de claraboyas en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

La conclusión sobre la integración entre Revit y Twinmotion a través de formato Datasmith

A diferencia de formatos como FBX (que puede tener problemas de reconocimiento de materiales, ver subcláusula 7.1.3) o IFC/DXF (que no están optimizados para la visualización), Datasmith está diseñado para interpretar y traducir los materiales de Revit a Twinmotion de la manera más precisa posible, lo cual se verificó durante el caso práctico. Durante la realización del caso práctico, los únicos problemas que surgieron fueron la visualización de dos familias, que se solucionaron de forma muy sencilla, desactivando los materiales conflictivos directamente en Twinmotion, sin utilizar el programa intermedio 3ds Max, como fue el caso en la práctica anterior (ver subcláusula 7.1.3). Por lo tanto, la conclusión de este caso práctico es clara: para una integración efectiva entre Revit y Twinmotion podemos usar formato de integración Datasmith.

Los renders finales se encuentran en el Anexo 3.

7.3. La comparación entre Lumion y Twinmotion

7.3.1. Parte teórica

Lumion y Twinmotion son dos de las herramientas de renderizado en tiempo real más populares en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. Ambos permiten crear visualizaciones fotorrealistas de modelos 3D de forma rápida y sencilla, pero tienen enfoques, fortalezas y debilidades que los hacen más adecuados para diferentes usuarios y tipos de proyectos. La comparación teórica de estos programas está representada en siguiente tabla:

Características	Lumion	Twinmotion
Desarrollador	Act-3D	Epic Games (basado en Unreal Engine)
Tipo de render	Renderizado en tiempo real (GPU-basado)	Renderizado en tiempo real (GPU-basado) con Path Tracer (Ray Tracing)
Filosofía	"Plug and play", facilidad de uso, resultados rápidos y buenos "out-of-the-box". Enfoque en la experiencia del usuario y la velocidad	Integración con Unreal Engine, mayor control y flexibilidad, acceso a ecosistema de Epic Games (Megascans)
Curva de aprendizaje	Muy baja. Interfaz intuitiva, fácil de aprender y obtener resultados decentes rápidamente. Ideal para principiantes	Baja a moderada. Interfaz también intuitiva, pero con más opciones y controles, lo que puede requerir un poco más de tiempo para dominar y obtener los mejores resultados
Calidad de render	Excelente fotorrealismo con configuraciones adecuadas. Conocido por sus efectos atmosféricos, sombras, iluminación global y reflexiones. Puede producir imágenes y animaciones de alta calidad	Muy buen fotorrealismo, especialmente con Path Tracer. Capaz de generar imágenes de alta calidad con iluminación global y reflexiones precisas. El Path Tracer puede ofrecer un nivel de fotorrealismo superior en ciertos escenarios, acercándose a los renderizadores offline
Iluminación	Sistema de iluminación robusto. Ofrece "Real Skies" (HDRIs) preconfigurados que actúan como fuente de iluminación global, y un sistema de iluminación artificial completo. Buen manejo de la iluminación global (GI)	Basado en Unreal Engine. Utiliza Lumen para GI en tiempo real (modo rasterizado) y un Path Tracer para iluminación precisa (Ray Tracing). Esto da flexibilidad para renders rápidos o de alta calidad. Biblioteca de HDRI
Materiales	Amplia biblioteca de materiales de alta calidad, preconfigurados y fáciles de ajustar. Permite crear materiales personalizados. Cuenta con efectos de envejecimiento, follaje, etc. Total, ~ 1300 materiales	Vasta biblioteca de materiales, incluyendo acceso directo a la Quixel Megascans Library (activos de muy alta calidad escaneados de la realidad), lo que da una enorme variedad. Permite crear materiales PBR (Physically Based Rendering)

Vegetación y entorno	Extensa biblioteca de árboles y plantas 3D de alta calidad, modelos 3D de personas, vehículos, etc. Herramientas de pincel y colocación masiva eficientes. Naturaleza muy realista, ~7,800 objetos en total	Gran biblioteca de vegetación, personas (con animación de captura de movimiento), vehículos. Acceso a Megascans 3D Plants. Herramientas de pincel y dispersión (scatter) eficientes. Efectos de crecimiento de vegetación
Efectos y post-procesado	Amplia gama de efectos de post-procesado (sombras, reflejos, corrección de color, profundidad de campo, iluminación global, Hyperlight, etc.). Incluye "Estilos" predefinidos para resultados rápidos. Efectos especiales como fuego, lluvia, nieve, niebla volumétrica	Extensa lista de efectos, incluyendo control de exposición, corrección de color, bloom, viñeteado, profundidad de campo. La integración con Unreal Engine permite efectos avanzados. Se beneficia de Lumen y Path Tracer para una mayor calidad
Animación	Herramientas de animación robustas: Trayectorias de cámara, movimiento de objetos por fotogramas clave, movimiento de personajes (caminando, sentados), movimiento de vehículos a lo largo de rutas, efectos de crecimiento de la naturaleza, efectos de viento, etc.	Buenas herramientas de animación: Trayectorias de cámara, movimiento de objetos/personas/vehículos con rutas, animación por fotogramas clave. Enfoque en la facilidad de uso para crear walkthroughs y flythroughs rápidos.
Realidad virtual (VR)	Soporte para visualización VR interactiva	Soporte VR más robusto y compatible con una gama más amplia de visores VR. Se beneficia de las capacidades de Unreal Engine en VR
Salida de render	Imágenes (JPG, PNG, TGA, BMP), Videos (MP4, secuencias de imágenes), Panoramas 360 (MyLumion, VR). Resoluciones limitadas a unos pocos presets (Full HD, 4K, 8K, póster)	Imágenes (JPG, PNG, EXR), Videos (MP4, secuencias de imágenes), Panoramas 360, Presentaciones Ejecutables (crea un archivo .exe para compartir la escena interactiva). Resoluciones más flexibles, permite definir cualquier tamaño
Requisitos de hardware	Muy exigente con la GPU. Requiere una tarjeta	Exigente con la GPU, pero quizás un poco más optimizado

	gráfica potente con mucha VRAM. CPU decente. El rendimiento se escala linealmente con la GPU	para hardware de rango medio-alto. Se beneficia enormemente de tarjetas con Ray Tracing para el Path Tracer. Los requisitos pueden ser altos para proyectos muy grandes o con Path Tracer activado
Precio	Precio más elevado. Licencia de suscripción (anual o trianual), con actualizaciones de versión principales incluidas durante la duración de la suscripción. Generalmente €1000 - €4000+ anuales dependiendo de la versión (Standard o Pro) y la duración de la suscripción	Más accesible. Históricamente ha tenido versiones gratuitas (educativas, o promociones permanentes). Versiones Pro disponibles con licencia. Al ser parte de Epic Games, a menudo se integra con suscripciones de Unreal Engine
Ventajas	- Facilidad de uso inigualable: renders impresionantes con poco esfuerzo - Velocidad de configuración: flujo de trabajo extremadamente rápido - Efectos atmosféricos y de naturaleza: muy intuitivos y realistas - Biblioteca de alta calidad: activos bien curados y optimizados	- Integración con Unreal Engine: acceso a tecnología de vanguardia (Lumen, Path Tracer) - Calidad de fotorrealismo potencial superior: especialmente con Path Tracer - Biblioteca de Megascans: activos de calidad fotogramétrica increíblemente realistas - Presentaciones Ejecutables: gran herramienta para compartir proyectos interactivos - Precio más accesible: ideal para freelancers o estudios pequeños
Desventajas	- Costo: mayor inversión inicial - Flexibilidad limitada: menos control granular sobre algunos aspectos del render - Resoluciones fijas: menos opciones de exportación personalizada - Dependencia del hardware: especialmente para proyectos grandes	- Curva de aprendizaje ligeramente mayor: más opciones pueden abrumar al principio - Consumo de recursos: puede ser muy exigente con Path Tracer - Optimización de materiales: a veces puede requerir más ajustes manuales al importar de ciertos softwares - No es tan "plug and play" como Lumion en términos de resultados iniciales - Aunque ofrece resultados visuales bastante buenos, no es tan avanzado en

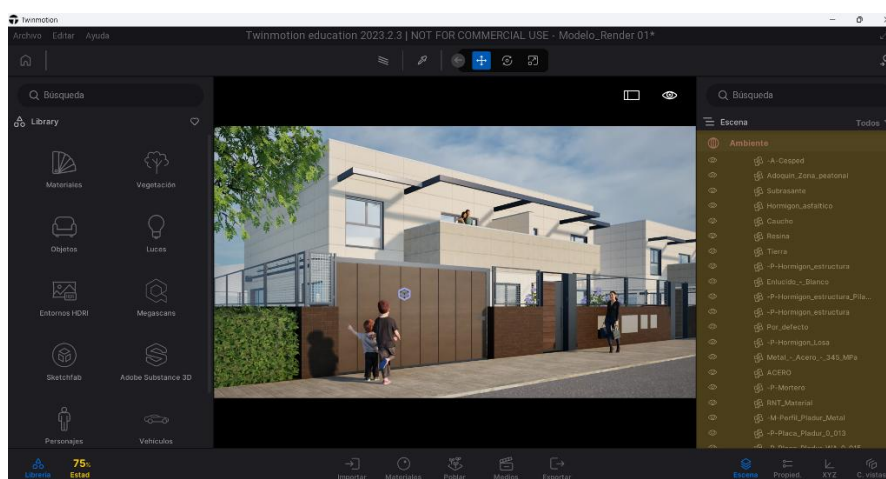
		términos de calidad fotorrealista. La representación de detalles como reflejos, sombras y efectos de iluminación pueden no ser tan finos, especialmente en escenas complejas. - En proyectos muy grandes o complejos puede experimentar algunos retrasos o caídas en el rendimiento, especialmente si el hardware no es lo suficientemente potente
--	--	---

*Tabla 1. La comparación entre Lumion y Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

7.3.2. Parte practica

Durante el uso de ambos programas, la autora llevó a cabo una comparación basada en su experiencia directa. A continuación, se presentan sus observaciones personales:

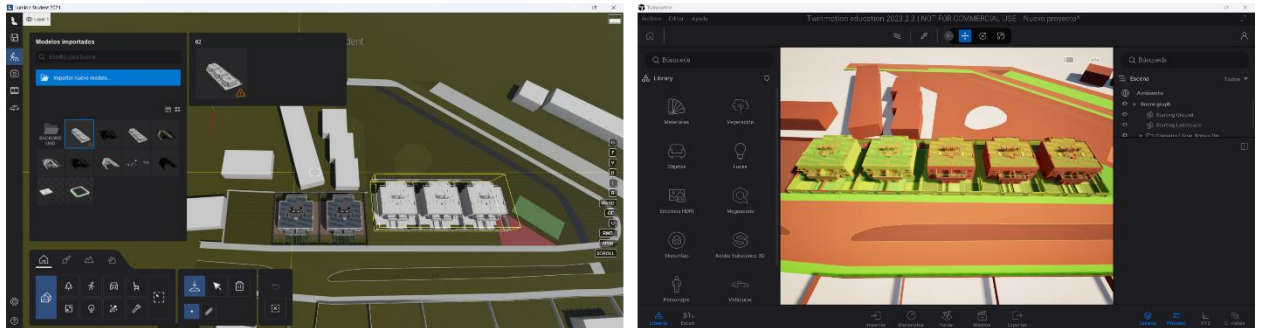
- Una de las ventajas de Twinmotion es la posibilidad de trabajar con capas importadas desde programas externos. Por lo tanto, en caso de cualquier problema, es muy fácil desactivar las capas innecesarias y no usar un programa intermedio. Lumion no cuenta con esta función, por lo que, para desactivar cualquier capa, es necesario utilizar un programa intermedio - concretamente 3ds Max, y luego exportar “.fbx” nuevamente.



*Ilustración 77. Las capas de modelo en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

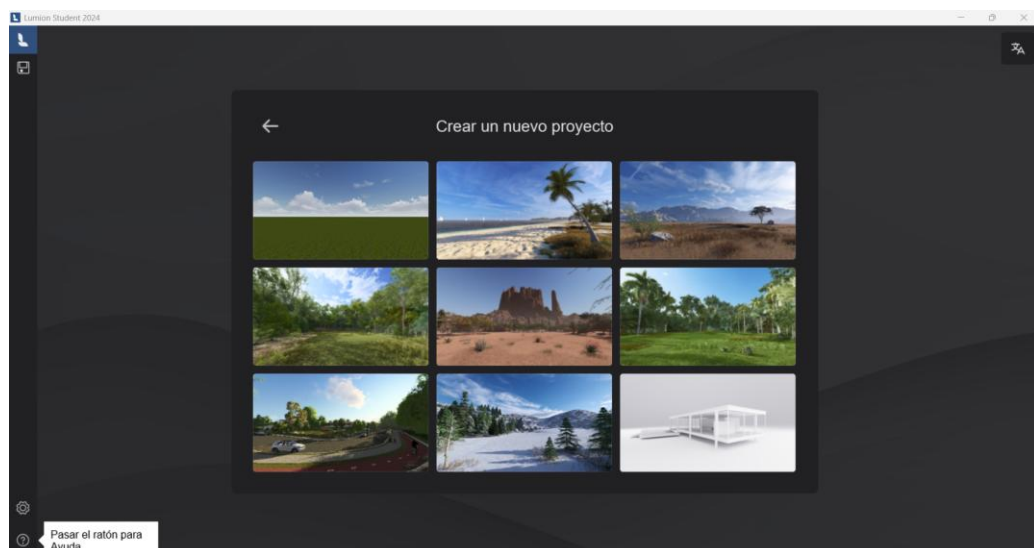
- Al importar dos archivos en formato “.fbx”, Twinmotion interpreta correctamente las coordenadas generadas en Revit y posiciona automáticamente los modelos

en su ubicación correspondiente. En cambio, Lumion no realiza este reconocimiento, lo que obliga al usuario a comparar manualmente los archivos y ajustar sus coordenadas de forma manual.

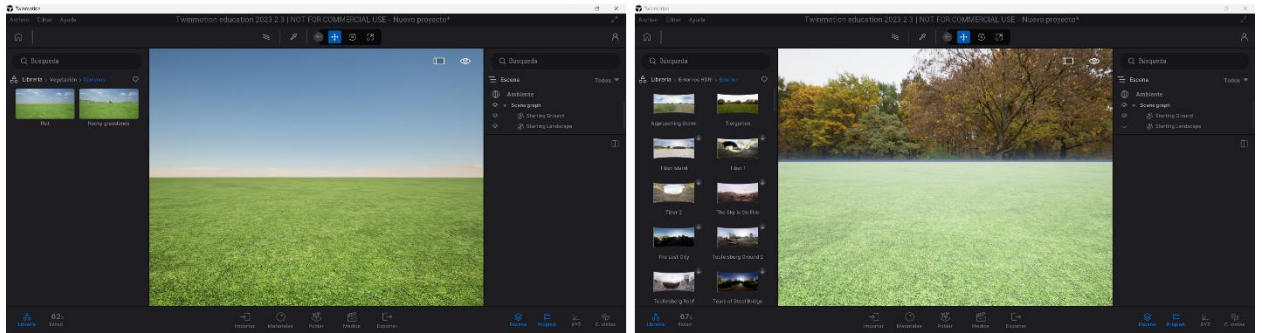


*Ilustración 78. Las coordenadas de modelos en Lumion y en Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

- En Lumion, los entornos exteriores presentan un mayor realismo y se seleccionan al inicio de cada proyecto. En cambio, Twinmotion requiere primero elegir entre dos tipos de terreno base — plano o montañoso — antes de definir el entorno exterior. Además, la ubicación de estas opciones en la interfaz de Twinmotion no es tan intuitiva, lo que puede dificultar su acceso para nuevos usuarios.

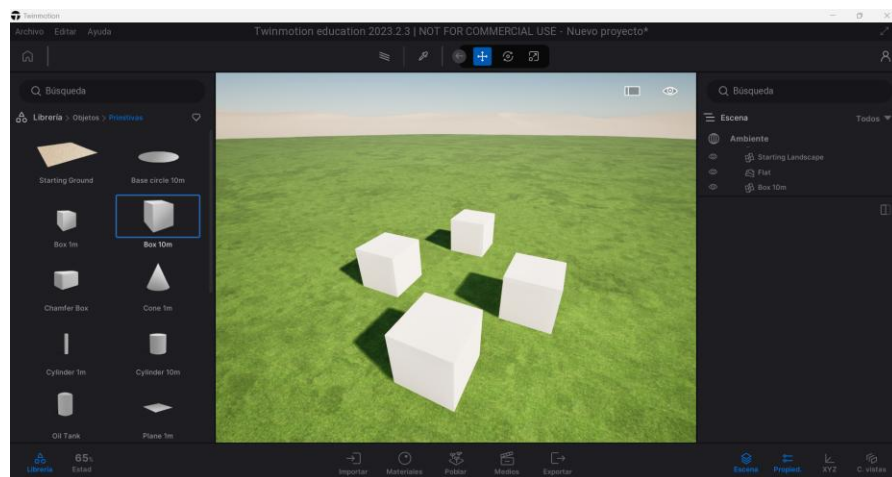


*Ilustración 79. El entorno de trabajo de Lumion.
Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 80. El entorno exterior de Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

- Twinmotion tiene objetos de geometría primitiva que pueden usarse como edificios circundantes, lo único es que estos objetos tienen una altura estándar que no podemos ajustar.



*Ilustración 81. La geometría primitiva de Twinmotion.
Fuente: Elaboración propia.*

La conclusión sobre la comparación entre Revit y Twinmotion

Ambos programas son herramientas excelentes para la visualización en tiempo real. La mejor elección dependerá de las necesidades específicas, el presupuesto, nivel de experiencia y el tipo de proyectos en los que se enfoque. Lo ideal es probar las versiones de prueba de ambos para ver cuál se adapta mejor al flujo de trabajo. Sin embargo, si se evaluara en general:

- Lumion destaca como el programa más completo y potente en cuanto a la calidad de los renders, la variedad de efectos visuales y la rapidez en la producción de imágenes finales. Su compatibilidad con una gran cantidad de formatos y la capacidad de generar renders fotorrealistas hacen que sea la opción preferida para proyectos grandes y complejos, donde la calidad visual es crucial y los plazos son ajustados.

- Twinmotion, por otro lado, es una excelente opción para aquellos que necesitan una herramienta fácil de usar, económica y con una integración fluida con la realidad virtual. Aparte de eso su motor de renderizado en tiempo real y la accesibilidad lo hacen ideal para proyectos más pequeños, presentaciones interactivas y para aquellos que necesitan resultados rápidos.

7.3.3. Flujo de trabajo integrado para la visualización y comercialización inmobiliaria en obra nueva

Durante el presente trabajo se ha llevado a cabo el desarrollo de integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado para marketing digital y comercialización inmobiliaria, realizándose un enfoque hasta el renderizado. Así entonces, se han cubierto los primeros puntos del siguiente flujo de trabajo para visualización y comercialización inmobiliaria en obra nueva:

1. Modelado BIM en Revit (LOD 300)
2. Optimización de materiales (Revit / 3ds Max)
3. Renderizado en Lumion o Twinmotion

A partir de aquí, los pasos a seguir para completar el flujo de trabajo integrado se deben centrar en acciones relacionadas a postproducción, estrategias de marketing digital (RRSS) y posterior seguimiento (no se abarcarán en este trabajo):

4. Postproducción gráfica: Con herramientas como Photoshop o Lightroom hacen refinamiento final de render. Este proceso, conocido como color grading, ajusta la paleta de colores para alinearla con la identidad visual de la marca. Se realizan ajustes finos de contraste, exposición y nitidez.

5. Maquetación de dossier: Con el uso de herramientas como InDesign, se elaborará el material con el que se comercializará el proyecto. En este material se dispondrá toda información necesaria para el usuario (ubicación, superficie, calidades...), así como los diseños que sean visualmente atractivos (renders, tipografía, colores).

6. Publicación web y RRSS: Es necesario complementar la maquetación de dossier con una estrategia de marketing digital, respondiendo preguntas como ¿En qué plataformas se publicará la información (redes sociales como Instagram, Facebook, páginas web como Wix)? ¿Cuál será el público objetivo? ¿Qué presupuesto se asignará a esto? ¿A partir de qué momento se comenzará con las publicaciones?

7. Monitorización de resultados: Finalmente, se deberán monitorizar los resultados por medio de plataformas de análisis como Meta Business Suite o Google

Analytics con el fin de determinar el rendimiento de las estrategias, material, y plataformas utilizadas.

8. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

8.1. Conclusiones

Finalizando el estudio sobre la integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado para marketing digital y comercialización inmobiliaria, se puede concluir que:

- La metodología BIM, que tiene Revit como programa principal, proporciona una base de datos centralizada, la cual, junto con la capacidad de 3ds Max para dar solución a algunos problemas de modelado y materiales, además, de la diversidad de herramientas de renderizado (tiempo real y offline), conforman un sistema de visualización arquitectónica potente. Es decir, este sistema integrado permite transformar la información de BIM en contenido visual de alta calidad para la comercialización inmobiliaria.
- La compatibilidad óptima entre Autodesk Revit y las herramientas de renderizado como Lumion y Twinmotion se logra a través de LiveSync y Collada para Lumion y a través de la tecnología Datasmith (Direct Link) para Twinmotion. Este método minimiza las pérdidas de información geométrica y de materiales, superando las limitaciones prácticas y los desafíos técnicos presentes en formatos estáticos como “.fbx”, “.ifc”, “.dxf” y etc., los cuales requieren una considerable reconfiguración manual y no permiten flujos de trabajo dinámicos.
- El análisis del marketing digital y la comercialización inmobiliaria muestran una dependencia de la visualización inmersiva para atraer y retener la atención de los clientes. Esto refuerza la necesidad de generar contenido visual de forma rápida y de calidad, de manera que se puedan ofrecer experiencias interactivas (como tours virtuales y realidad virtual). De esta forma, se muestra una necesidad crítica de integrar modelos BIM de Revit con herramientas de renderizado en tiempo real, porque facilitan la creación eficiente y masiva de contenido visual, indispensable para el éxito en un mercado digital competitivo.
- El desarrollo del caso práctico, que integró Autodesk Revit, Autodesk 3ds Max, Lumion y Twinmotion para un proyecto de 4 viviendas unifamiliares, confirmó la viabilidad y eficiencia de un flujo de trabajo

multidisciplinar para la visualización inmobiliaria. Se demostró que Revit sirve como la base BIM centralizada, que 3ds Max puede actuar como un puente intermedio para solucionar algunos problemas en cuanto a modelado y materiales, y que Lumion y Twinmotion ofrecen soluciones complementarias para la creación de contenido visual de marketing.

- La evaluación del rendimiento de las herramientas de renderizado ha mostrado que la optimización tiene un balance entre la calidad visual deseada y el tiempo de renderizado disponible. Lumion supera en velocidad de producción de renders de alta calidad, por otro lado, Twinmotion, con Path Tracer, puede alcanzar un fotorrealismo superior, aunque con tiempos de renderizado más largos. Por lo tanto, se aumenta la eficiencia seleccionando la herramienta y configuración más adecuada, que mejor se adapte a los requisitos de la estrategia de marketing.

8.2. Futuras líneas de investigación

Tras realizar un análisis de las conclusiones obtenidas, se plantean una serie de aspectos a ser estudiados en futuros trabajos, entre los que se puede destacar:

- Profundizar caso práctico y realizar pruebas de integración entre Autodesk Revit y las herramientas de renderizado como Lumion y Twinmotion a través de todos formatos.
- Hacer estudio cuantitativo sobre cómo los tours VR generados desde Twinmotion (u otras plataformas) afectan la intención de compra, el tiempo de permanencia en el sitio web, o la percepción de valor de una propiedad, en comparación con renders 2D o videos tradicionales.
- Explorar cómo la IA podría ayudar en la generación automática de opciones de diseño o configuraciones de materiales/mobiliario directamente desde el modelo Revit, que luego se visualizan rápidamente en Twinmotion/Lumion.
- Estudiar integración de Revit con tecnologías de Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR) para mejorar la experiencia del cliente en visitas virtuales inmersivas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alba Reina, E. S. (2024). *Reasentamiento sostenible, contrapropuesta de diseño arquitectónico para viviendas afectadas por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa, Putumayo*. Facultad de Arquitecturam Universidad la Gran Colombia. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/server/api/core/bitstreams/9ec04ee0-26ed-4068-b4eb-21e010e99194/content>
- [2] Autodesk. (2006). Autodesk 3ds Max 9 user guide. Autodesk.
- [3] BuildingSmart. (2018). ¿Qué es BIM? Implantación de BIM. Estandarización de BIM. *BuildingSmart Spanish Home of OpenBIM*, 2-3.
- [4] Cardoso, C. (2015). Lumion 3D best practices. Packt Publishing.27.
- [5] Coloma Picó, E. (2008). Introducción a la tecnología BIM. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Expressió Arquitectònica I (EGA1).
- [6] Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. (2020). *BIM PARA LA ARQUITECTURA TÉCNICA GUÍA TÉCNICA BIMAT*. https://www.cgate.es/pdf/wBIMAT_compressed.pdf
- [7] Demchak, G., Dzambazova, T., & Krygiel, E. (2009). Introducing Revit architecture 2009: BIM for beginners. John Wiley & Sons.
- [8] Donado Mejía, E. y García Granja, M. J. (23 de noviembre de 2017). *Jornada práctica sobre renders, vídeos, 360° y VR de modelos BIM con LUMION*. Universidad de Málaga. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/24158>
- [9] Durán Rodríguez, L. A. (2024). Restauración del parque principal de Socotá en Boyacá con la ayuda de la metodología BIM. [Monografía de pregrado/posgrado, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional UGC. <https://repository.ugc.edu.co/items/be06e9ad-3222-423a-8ccf-7df4a2fc6eea>
- [10] EPIC Games Dev Community. (s.f.). *Guía de inicio rápido de Twinmotion: Primeros pasos con los conceptos básicos de Twinmotion*. <https://dev.epicgames.com/documentation/es-es/twinmotion/learn-how-to-get-started-with-the-basics-of-twinmotion>
- [11] EPIC Games Dev Community. (s.f.). *Documentación de Twinmotion: Recursos completos para aprender a usar Twinmotion*. <https://dev.epicgames.com/documentation/es-es/twinmotion/twinmotion-documentation>
- [12] Escuela ESDIMA. (s.f.). *Origen del programa Revit de Autodesk*. <https://xn--master-diseo-khb.com/origen-del-programa-revit-de-autodesk/>

[13] ESPACIO BIM, A. C. (2020). *Manual de Autodesk Revit Architecture*. España: ESPACIO BIM.

[14] Florindo Rabadán, D. (2020-2021): *Implementación de herramientas de modelado paramétrico en el ámbito del diseño y ejecución de edificios*, Trabajo de fin de Máster, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/181588> [Consulta: 01 de abril 2024]

[15] Fuertes González, M. (2018): *BIM, proyecto y obra de arquitectura: una vivienda unifamiliar con REVIT*, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/116243> [Consulta: 03 de julio 2024]

[16] Funciones destacadas. Lumion. <https://lumion.es/funciones-destacadas/>

[17] González Pérez, C. (2015): *Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos*, Trabajo de fin de Máster, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56357> [Consulta: 06 de abril 2024]

[18] Idrovo Marcillo, J. V. (2021). Manual para visualización 3D de proyectos de diseño interior, usando la herramienta Lumion.

[19] Iglesias Yáñez, S. (2021). El renderizado en tiempo real: integración y posibilidades en el ámbito académico.

[20] Linares Jáquez, Y. (2019): *Protocolo HBIM para la restitución histórica del patrimonio cultural y arquitectónico: Reconstrucción virtual del Foro Romano de Sagunto*, Trabajo Final de Máster, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/128390> [Consulta: 13 de abril 2024]

[21] Madrid, J. A. (2015). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. Revista Building Smart.(https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf).

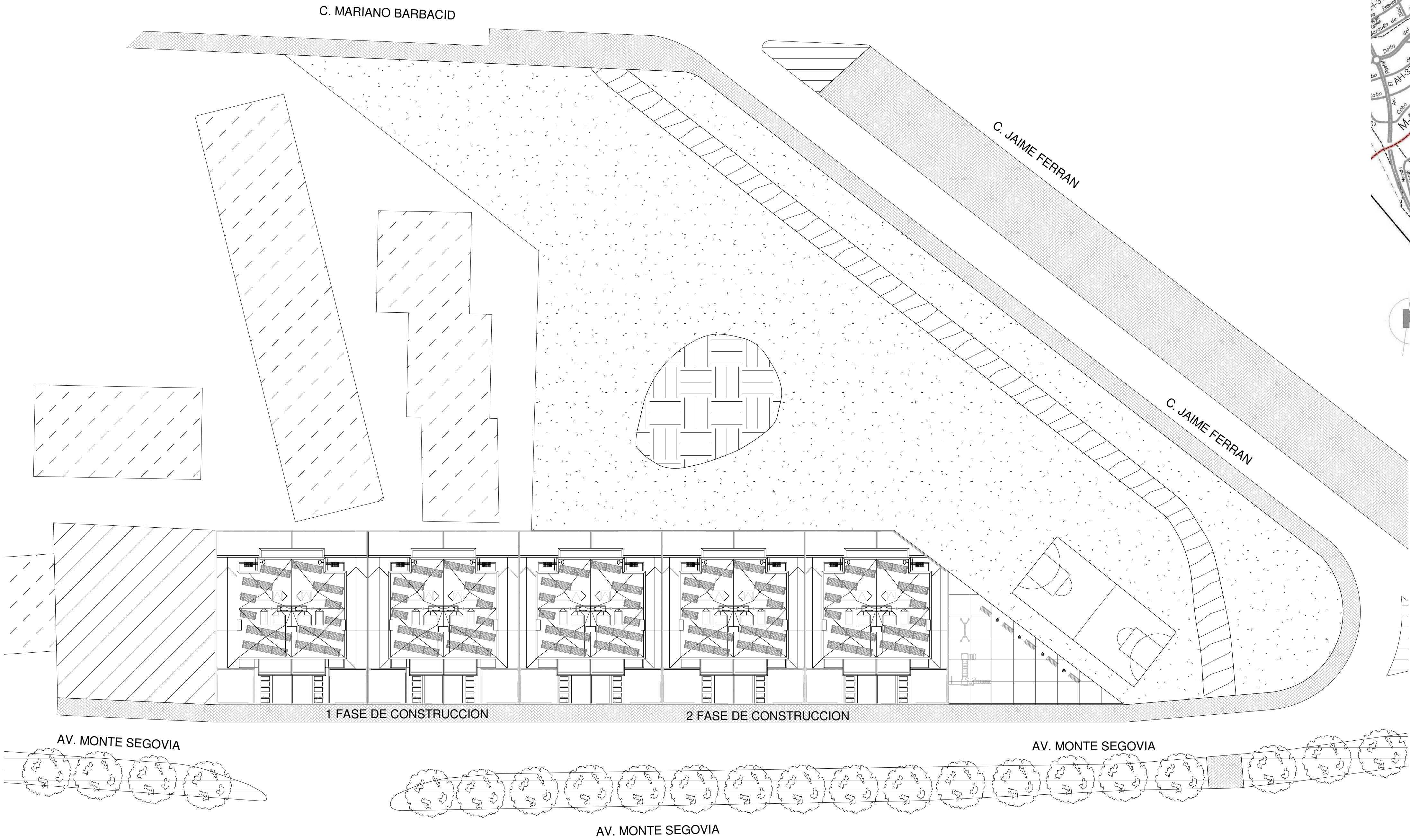
[22] Moral Saiz, S. (2018): *Estudio y Modelado con tecnología BIM de una vivienda Unifamiliar Aislada*, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/109996> [Consulta: 06 de abril 2024]

[23] Moschini, S. (2012). Claves del marketing digital: La nueva comunicación empresarial en el mundo 3.0. La Vanguardia Ediciones, S.L.

- [24] Ortega Rodríguez, D. (2015): *Del grafismo manual al modelado 3D: Evolución de los métodos de promoción para proyectos de edificación*, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56856> [Consulta: 01 de abril 2024]
- [25] Osca Guadalajara, C. (2017): *Incidencia del BIM en el proceso proyecto-construcción de arquitectura: una vivienda con REVIT*, Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/102466> [Consulta: 03 de julio 2024]
- [26] Perez Roca, W. D. (2022). Plan de Comercialización para la Inmobiliaria Casablan Limitada en la Ciudad de Montería (Master's thesis, Escuela de Economía, Administración y Negocios).
- [27] Puertos Vidal, L. (2015): *BIM en la pequeña empresa de construcción*, Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/56244> [Consulta: 06 de abril 2024]
- [28] Yuste, E. A. C. (2015). BIM:¿ Por qué?,¿ Para qué?,¿ Para quién?. Spanish Journal of Building Information Modeling, (15), 64-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5496894>

Anexo I: Documentación gráfica: Los planos de venta

Plano de Situación (1:350)



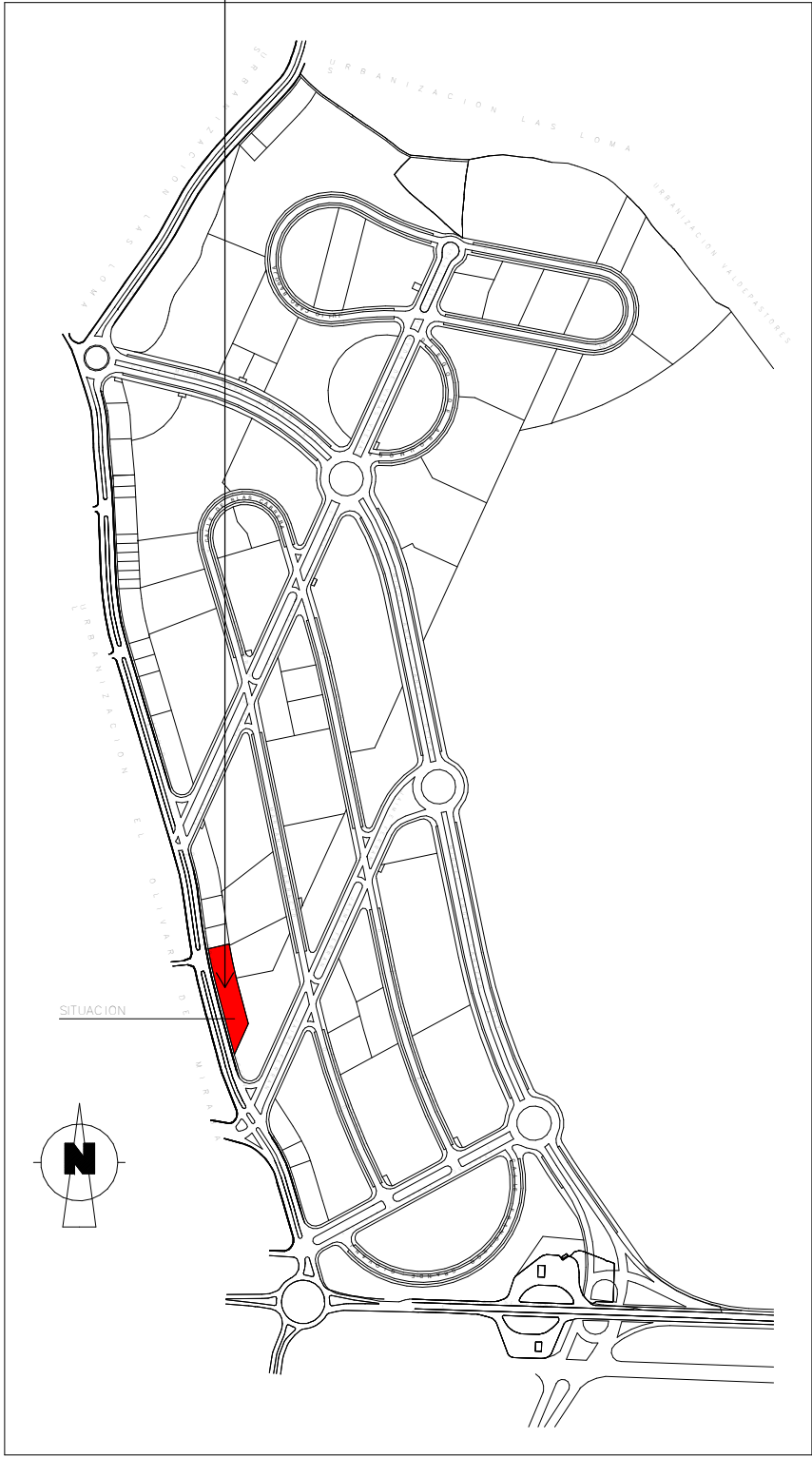
Levenda del plano:

- Terreno sin edificación
- Zona de parque infantil
- Carretera
- Zona verde
- Zona peatonal
- Carril bici
- Arena
- Parque
- Zona de juegos
- Columpios
- Banco con cubo de basura
- Arbol
- Pista deporte pública
- Casas unifamiliares existentes

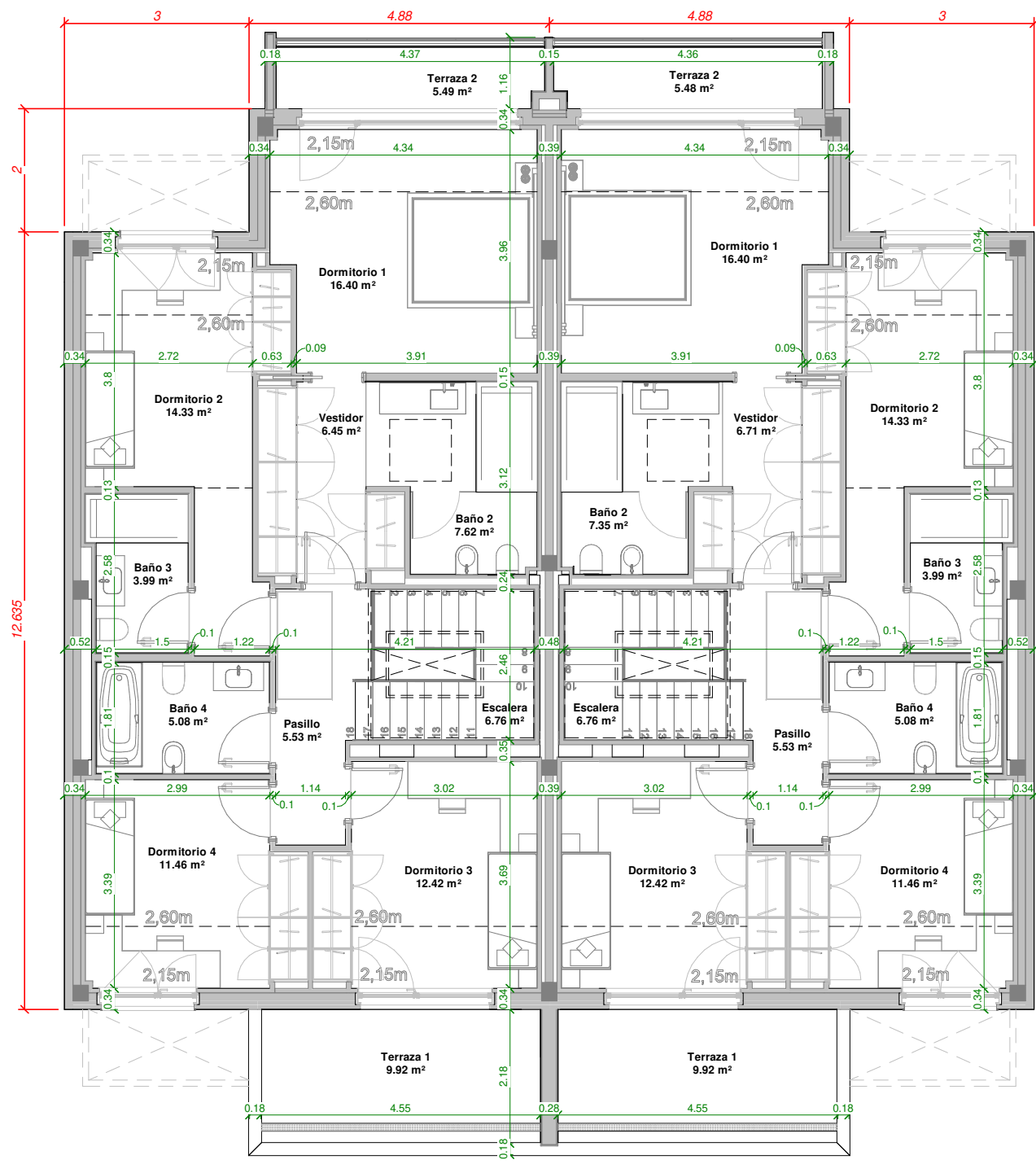
Plano de municipio Boadilla del Monte



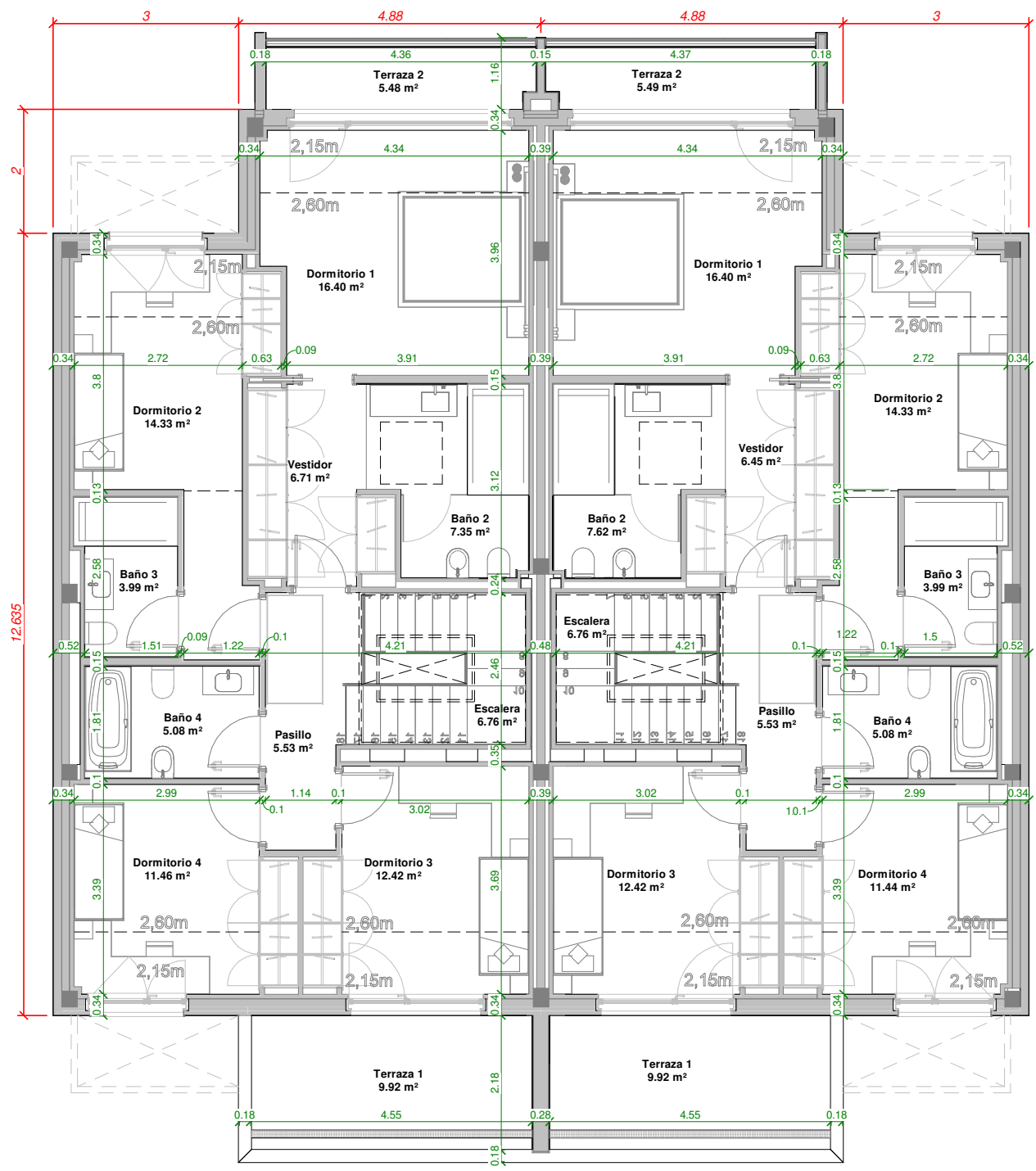
Plano de barrio



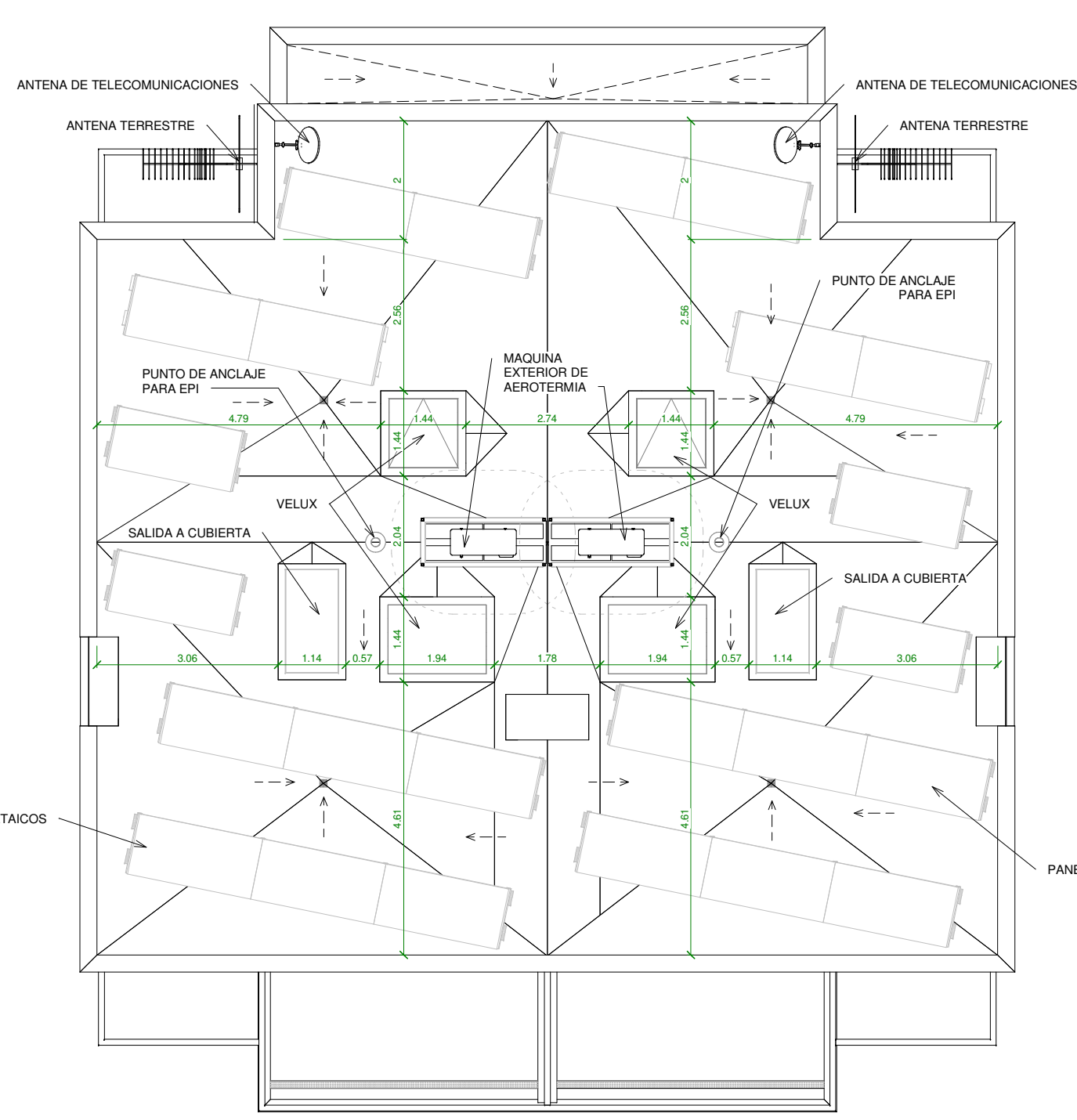
4 Viviendas Unifamiliares. Fase 1		
Plano Situación	Av. Monte Segovia, 28. Boadilla del Monte. Comunidad Madrid	proy PB fecha 07/2025
	Plano de Situación	nº PB-01



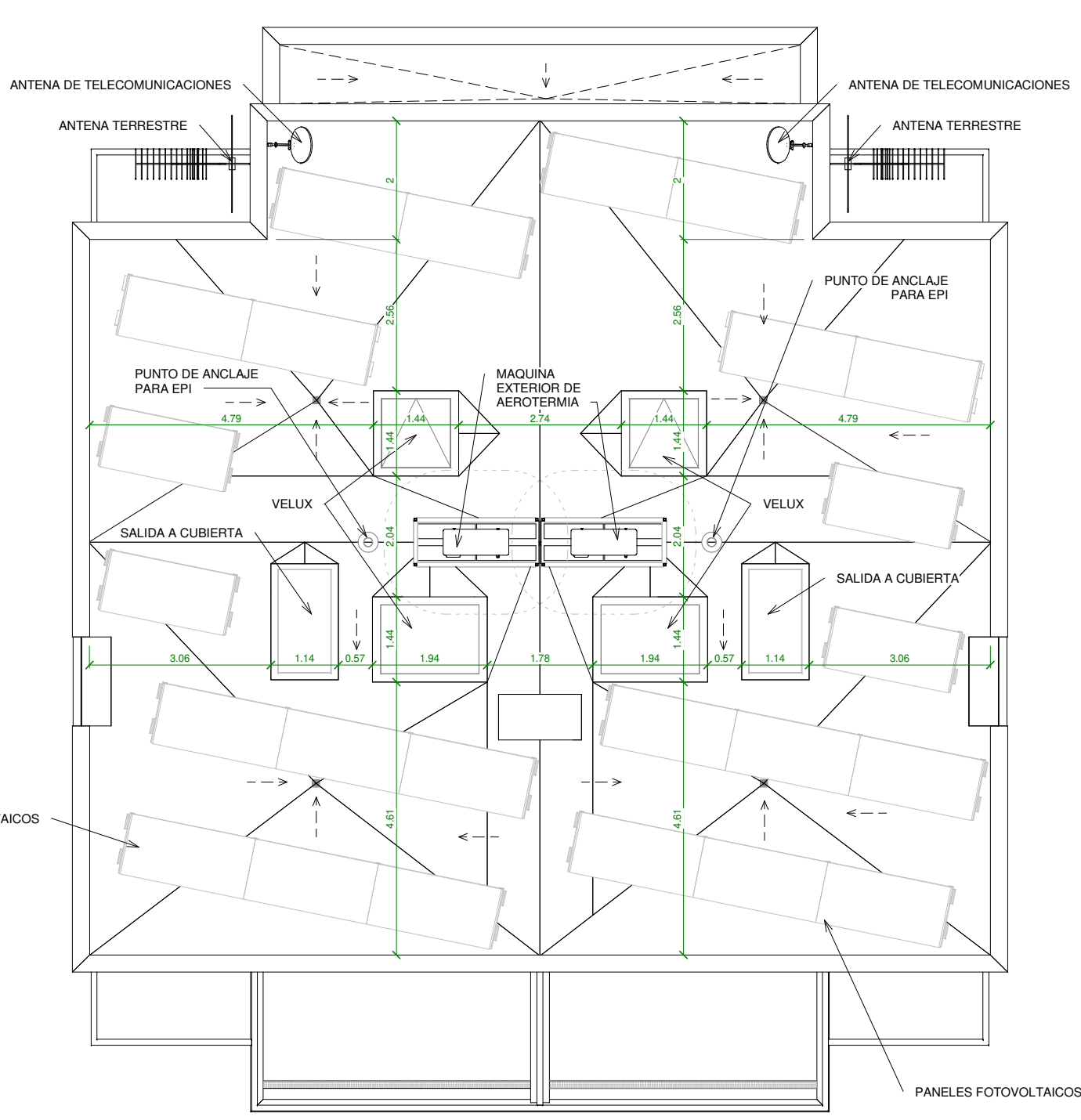
VIVIENDA 01



VIVIENDA 03



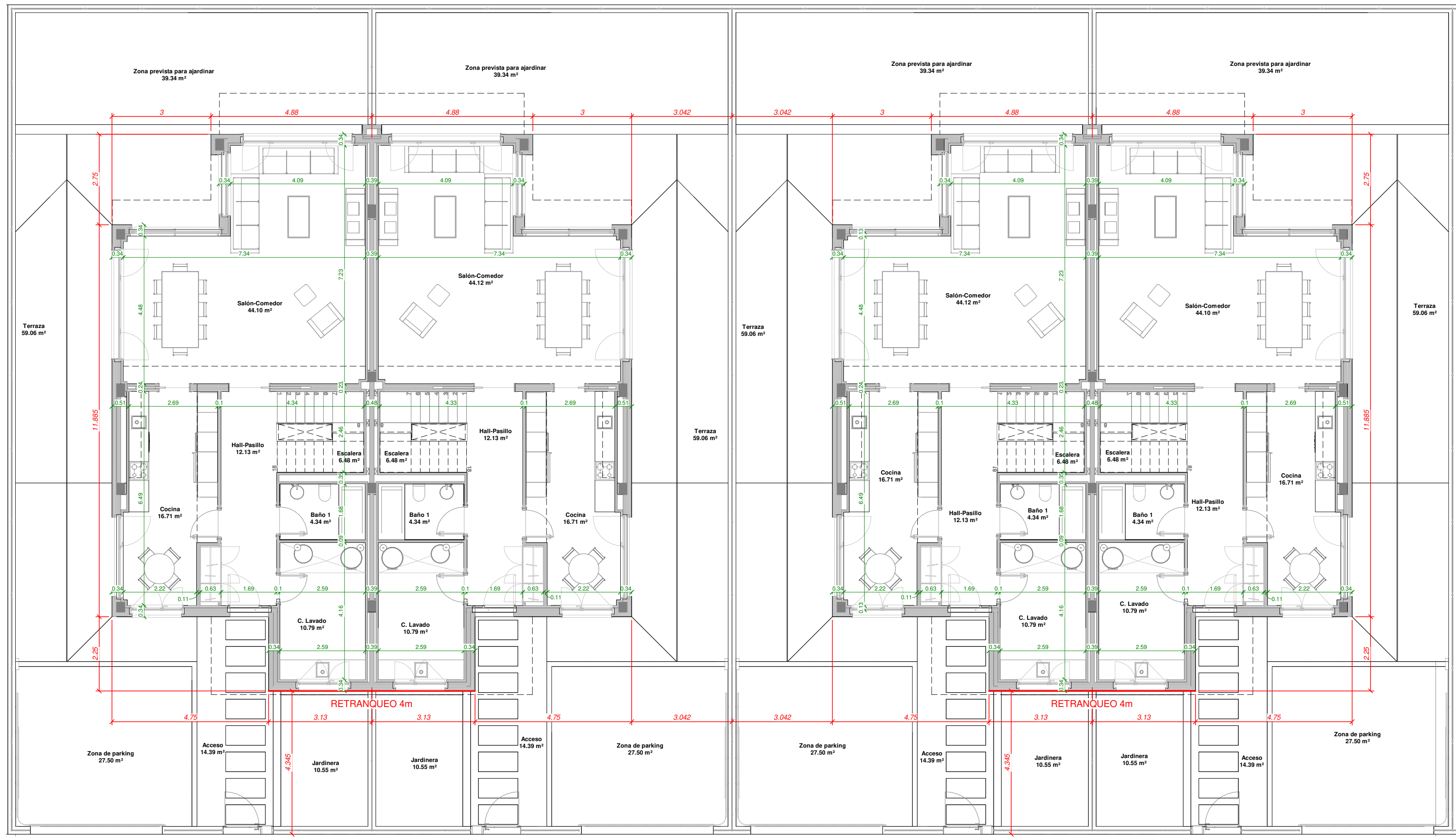
VIVIENDA 01



VIVIENDA 03

Planta Primera
1 : 100

Planta Cubierta
1 : 100



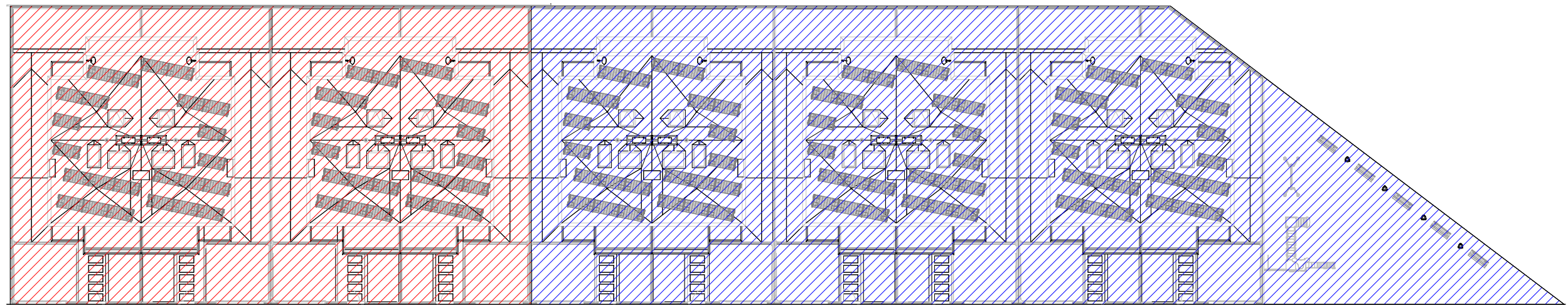
VIVIENDA 01

VIVIENDA 02

VIVIENDA 03

VIVIENDA 04

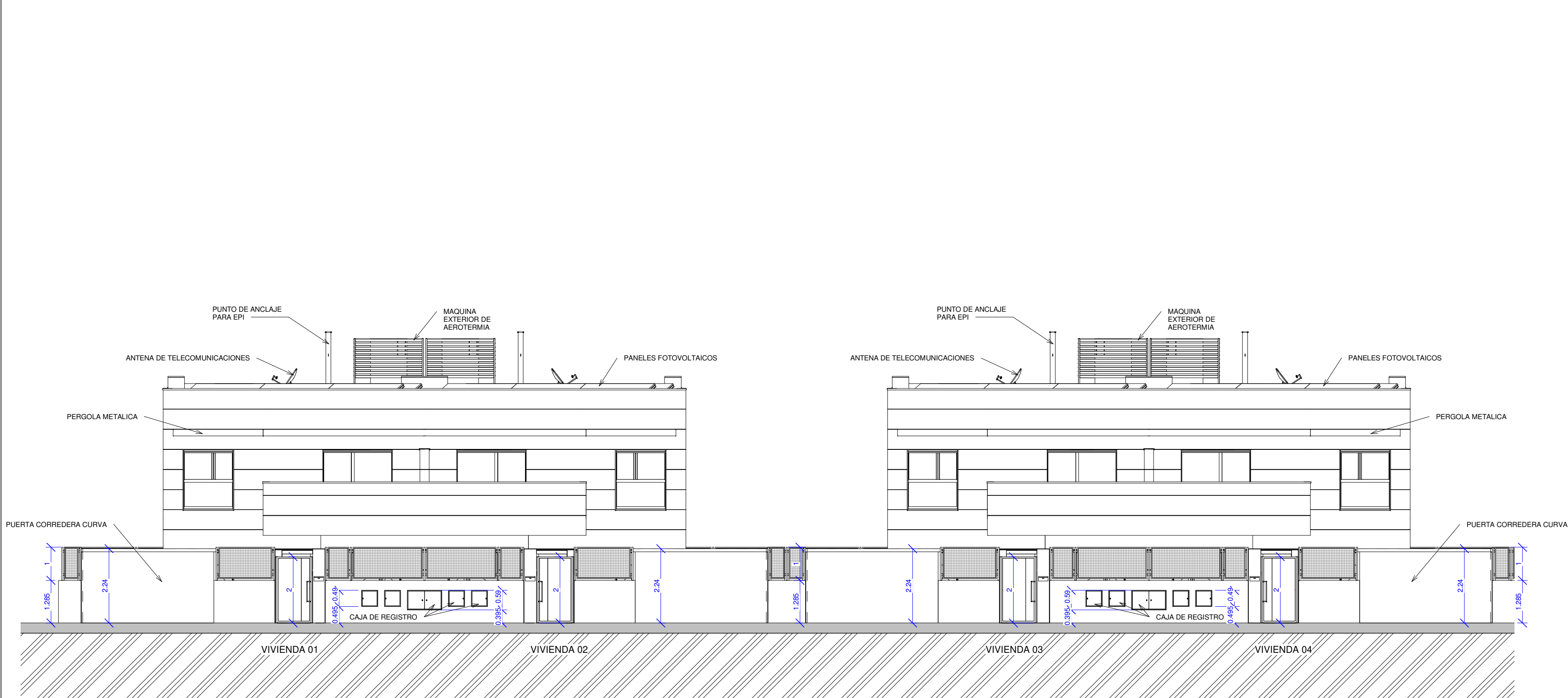
Planta Baja
1 : 100



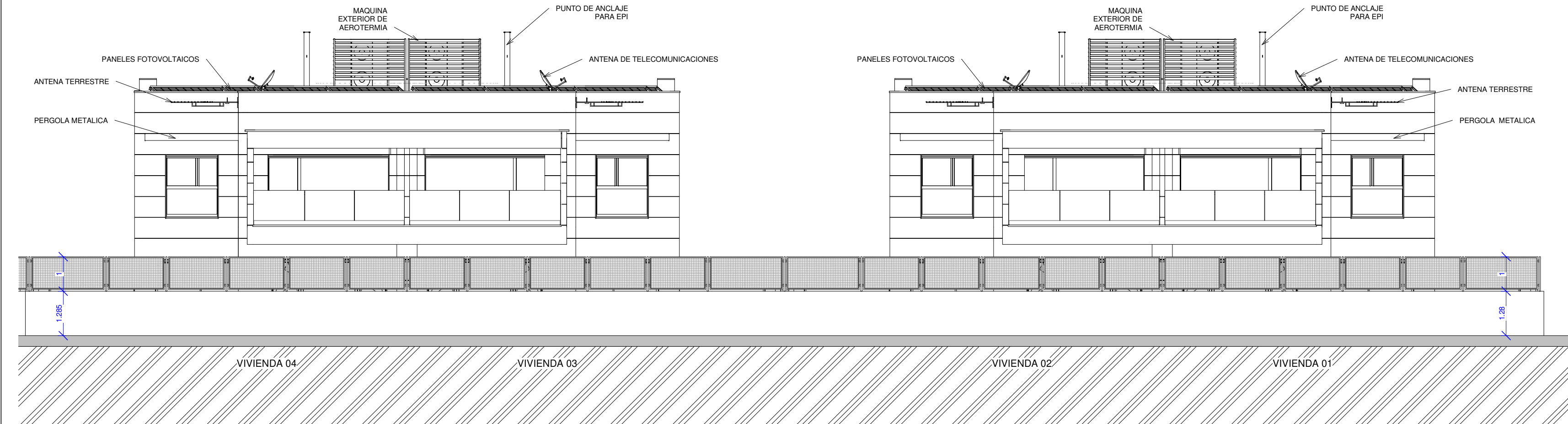
1 FASE DE CONSTRUCCION

2 FASE DE CONSTRUCCION

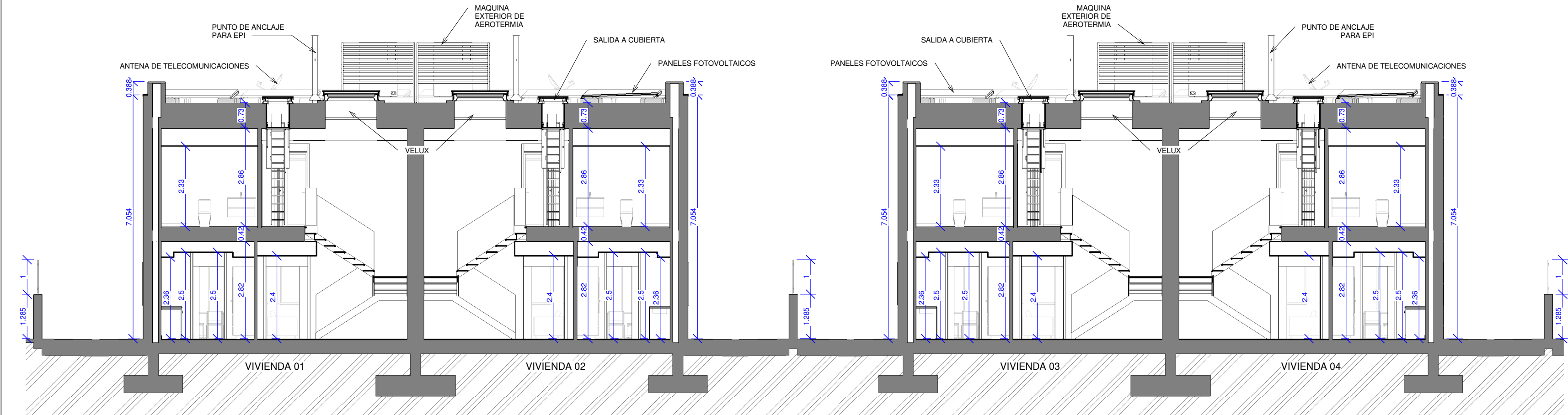
4 Viviendas Unifamiliares. Fase 1		
Av. Monte Segovia, 28. Boadilla del Monte. Comunidad Madrid	proy PB	fecha 07/2025
Planta Baja. Planta Primera. Planta Cubierta	nº	PB-02



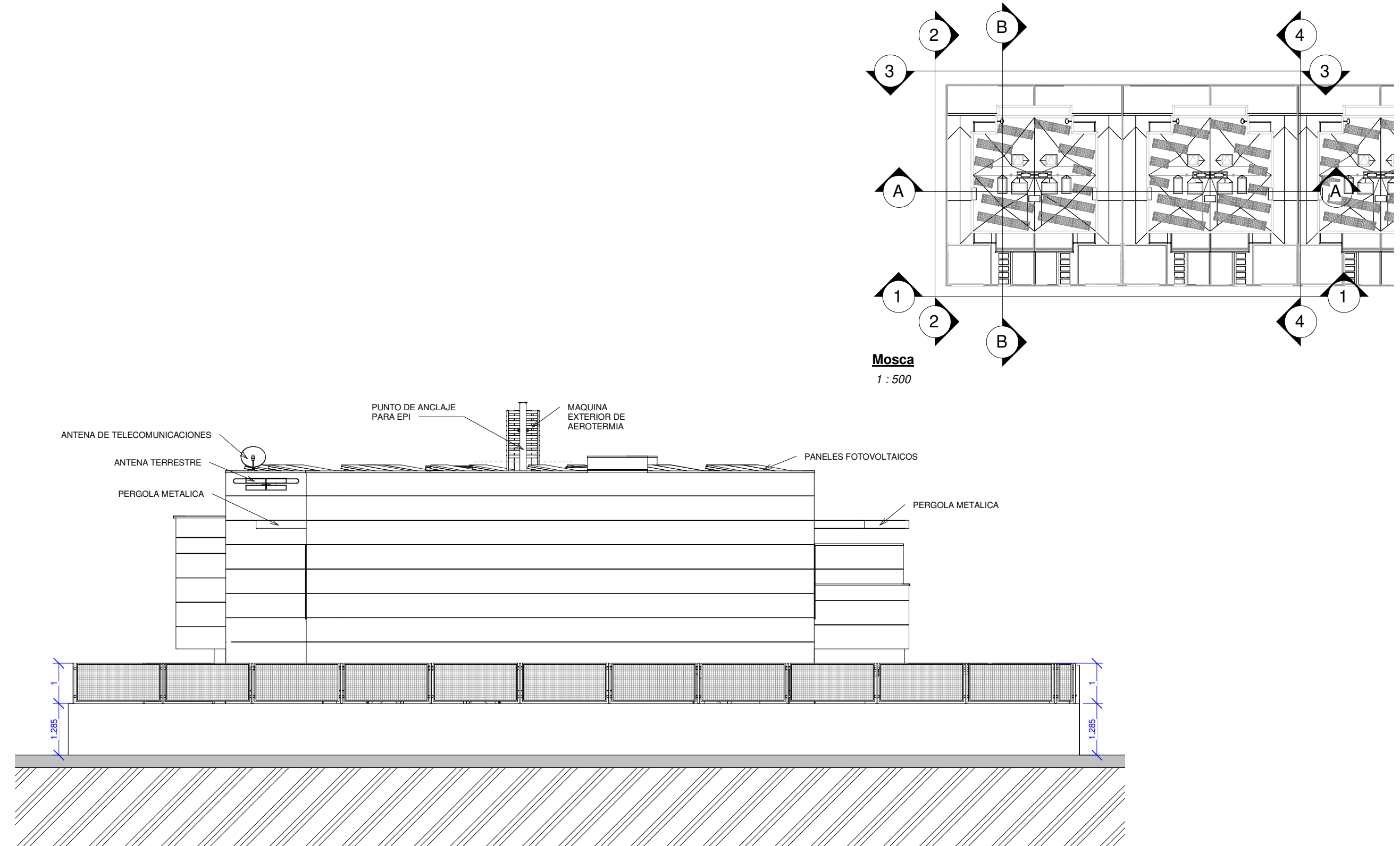
Alzado 1-1
1 : 100



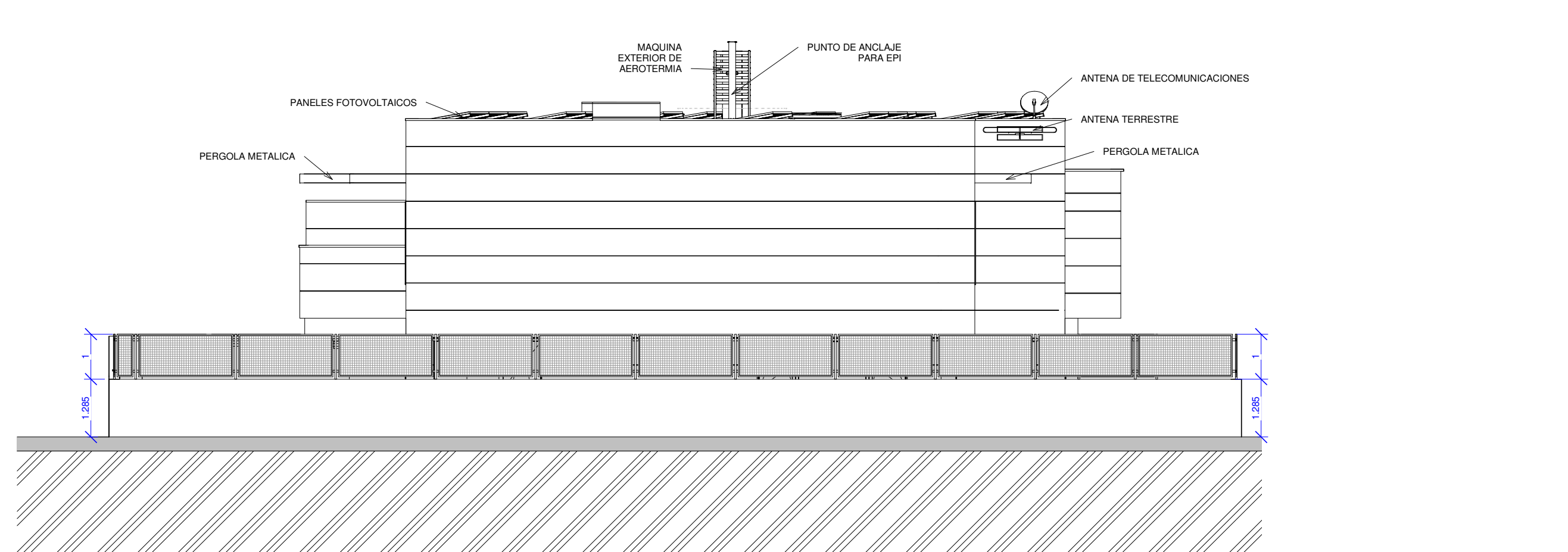
Alzado 3-3
1 : 100



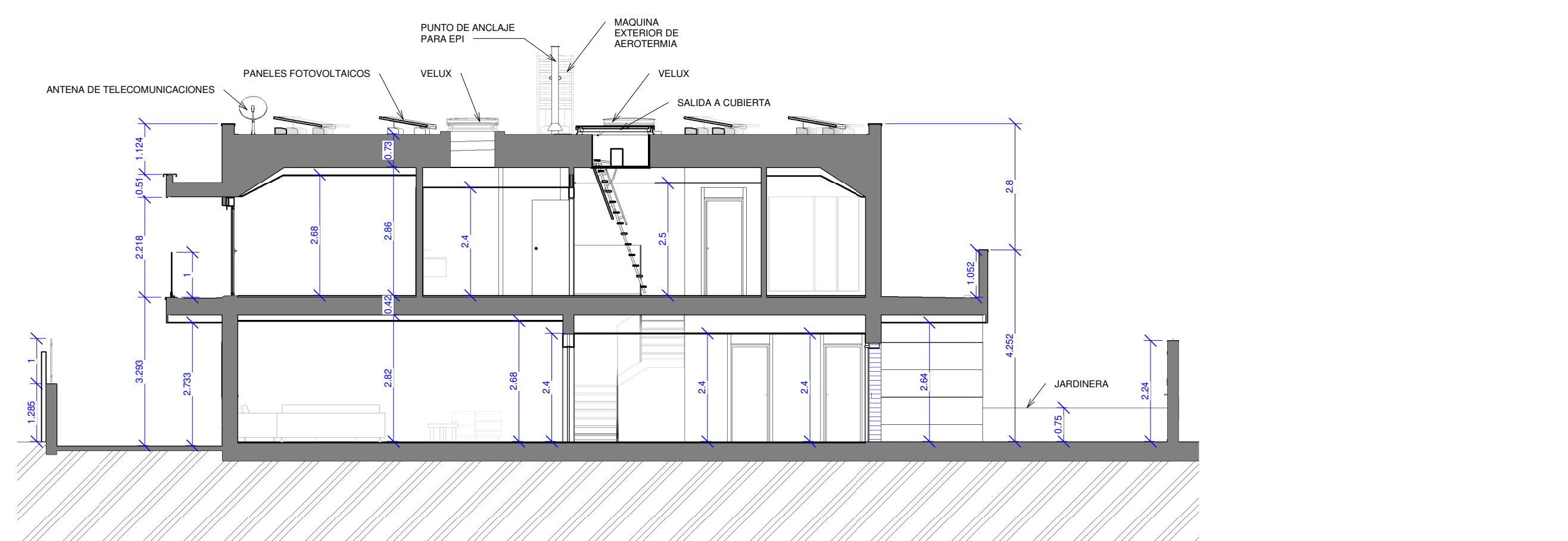
Sección A-A
1 : 100



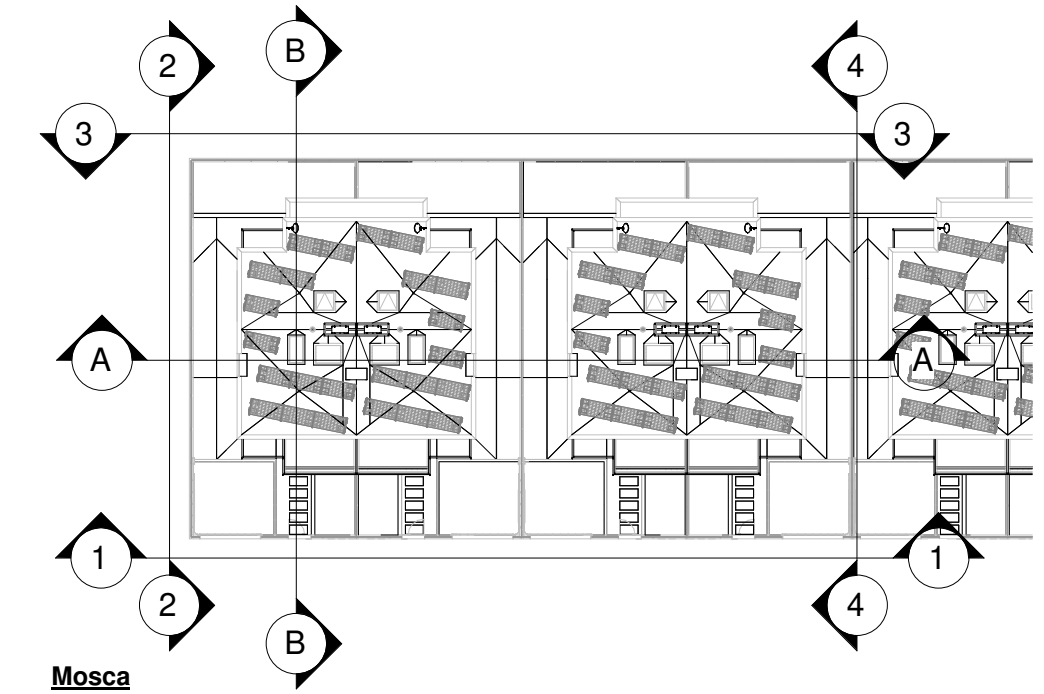
Alzado 2-2
1 : 100



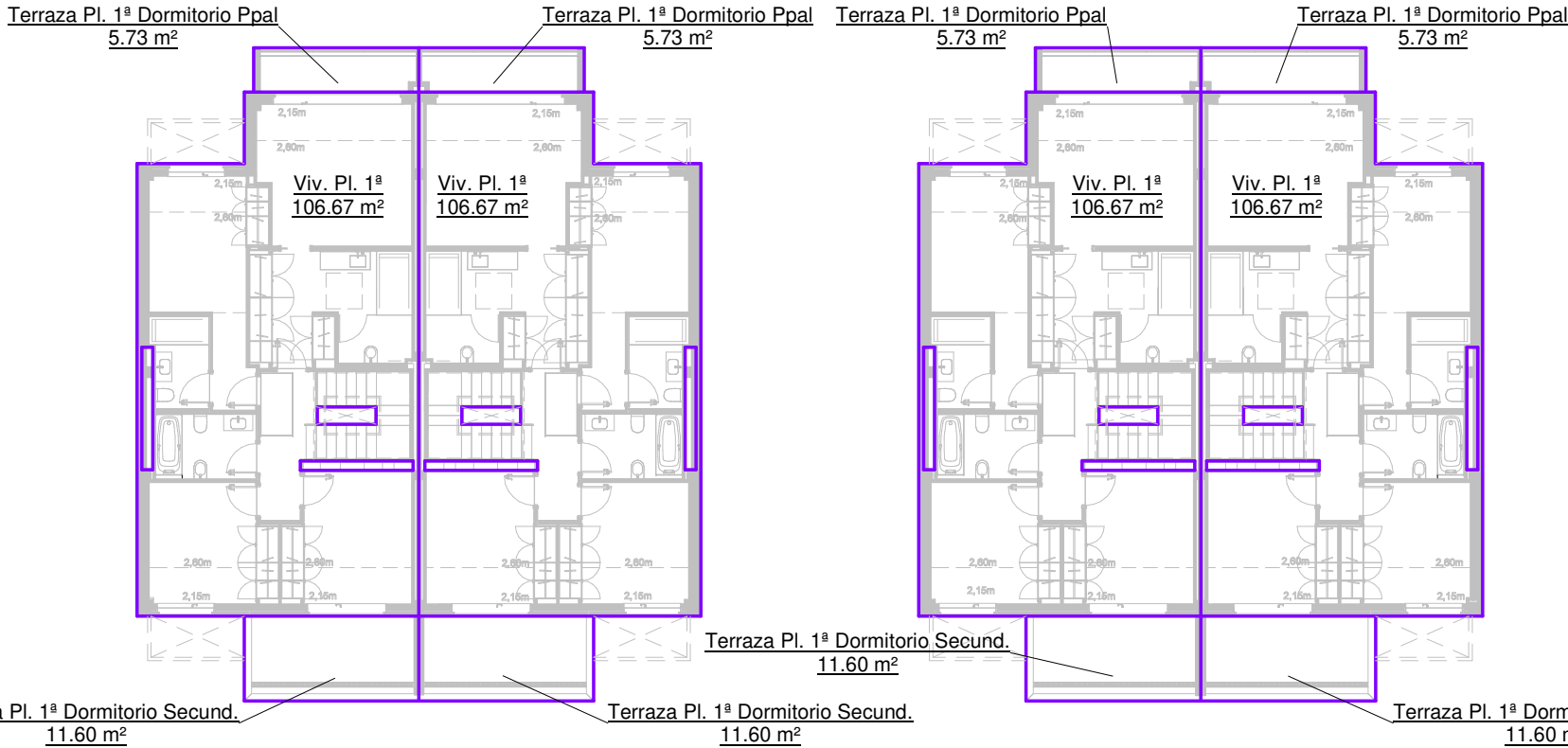
Alzado 4-4
1 : 100



Sección B-B
1 : 100



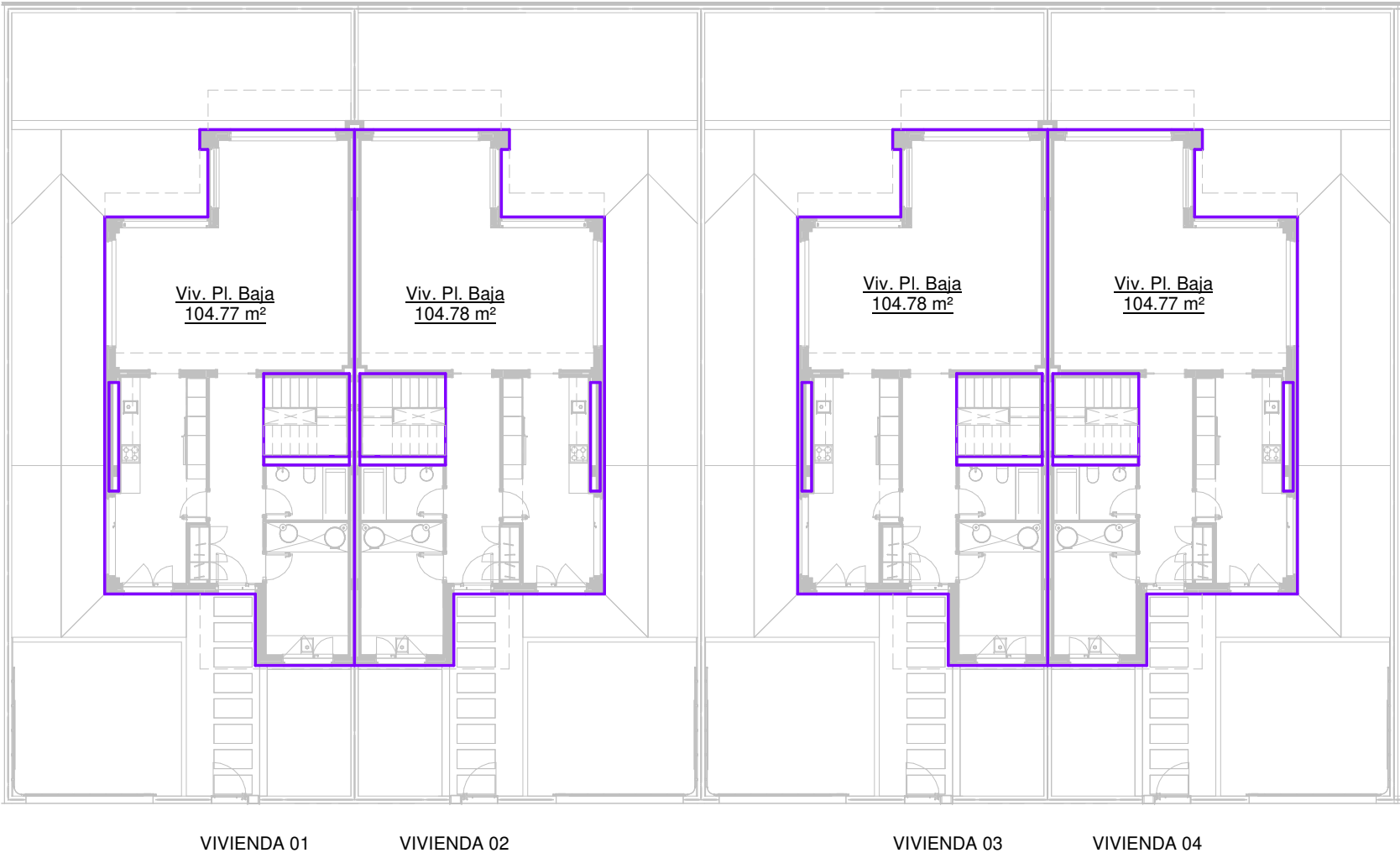
4 Viviendas Unifamiliares. Fase 1			
situación	Av. Monte Segovia, 28. Boadilla del Monte. Comunidad Madrid	proy PB	
		fecha 07/2025	
plano	Alzados. Secciones	nº	PB-03



Cuadro Resumen de Superficies Construidas		
PLANTA	TIPOLOGIA	Área
Planta Baja	Viv. Pl. Baja	419.11 m²
Planta Primera	Terraza Pl. 1ª Dormitorio Ppal	22.92 m²
Planta Primera	Terraza Pl. 1ª Dormitorio Secund.	46.41 m²
Planta Primera	Viv. Pl. 1ª	426.66 m²
		915.10 m²

Superficies construidas planta primera

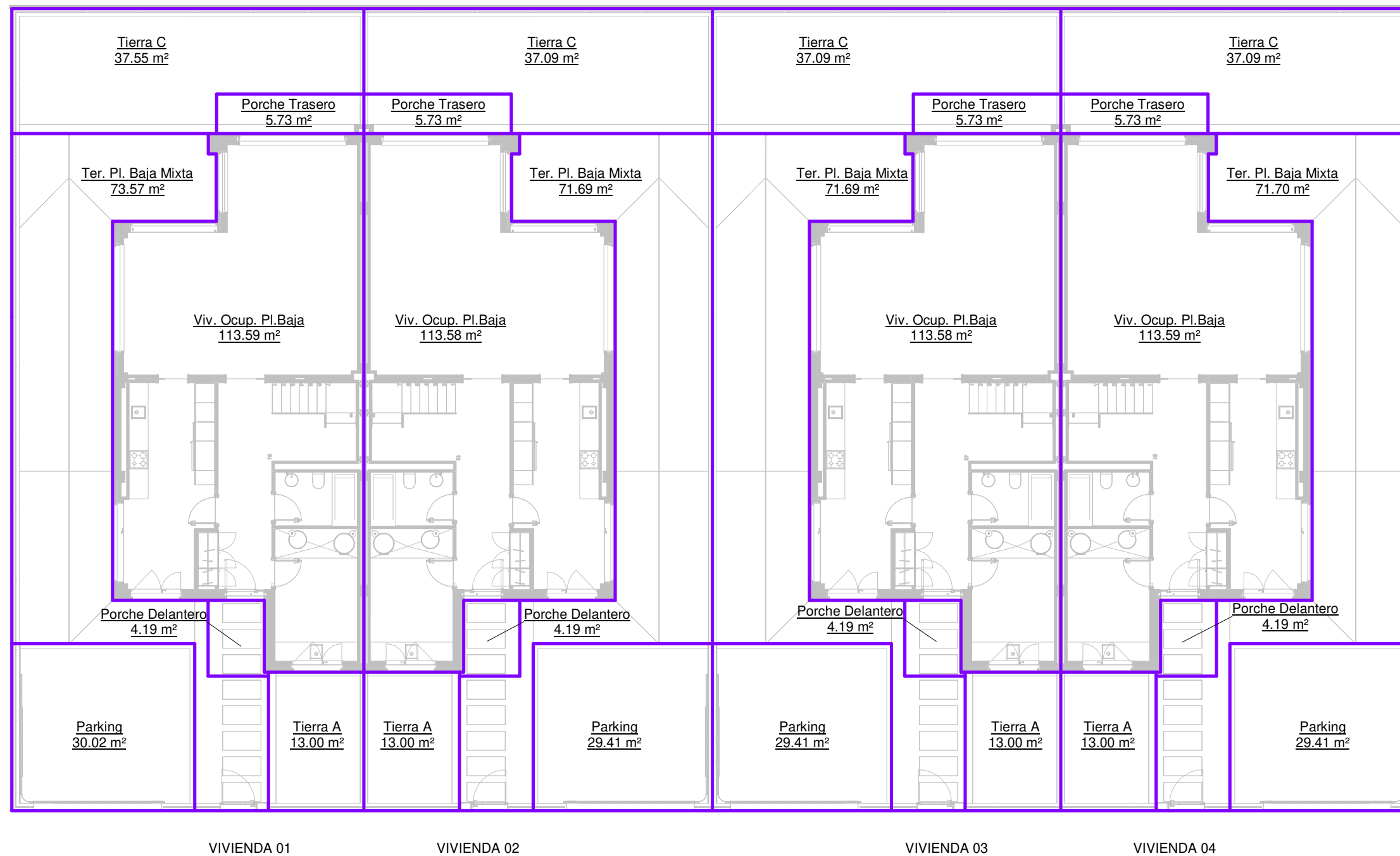
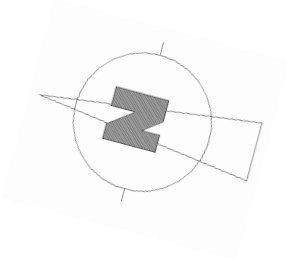
1 : 200



Superficies construidas planta baja

1 : 200

4 Viviendas Unifamiliares. Fase 1		
plano situación	Av. Monte Segovia, 28. Boadilla del Monte. Comunidad Madrid	proy PB
		fecha 07/2025
plano	Superficies construidas planta baja y planta primera	nº PB-04



Ocupación de Planta Baja
1 : 150

4 Viviendas Unifamiliares. Fase 1		
situación	Av. Monte Segovia, 28. Boadilla del Monte. Comunidad Madrid	proy PB
		fecha 07/2025
plano	Ocupación de Planta Baja	nº PB-05

Anexo II: Infografía: Los renders de Lumion







Anexo III: Infografía: Los renders de Twinmotion







Anexo IV: Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El presente Trabajo Fin de Máster, titulado "Integración de Autodesk Revit con herramientas de renderizado para marketing digital inmobiliario", aunque de naturaleza tecnológica y aplicada, se enmarca en un contexto de creciente compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia. Desde esta perspectiva, la investigación contribuye de manera indirecta pero significativa a la consecución de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas.

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

Este TFM se alinea directamente con el ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. La investigación explora y optimiza la integración de herramientas de software de vanguardia, como Autodesk Revit y distintos motores de renderizado, que son pilares fundamentales para la modernización y digitalización del sector de la construcción y el marketing inmobiliario. Al mejorar los flujos de trabajo y la eficiencia en la creación de visualizaciones de alta calidad, se impulsa la adopción de tecnologías avanzadas y se fomenta la innovación dentro de una industria tradicional. Esta optimización no solo mejora la calidad del producto final (la visualización), sino que también estandariza y hace más eficientes los procesos de diseño y comercialización, elementos clave para una industrialización más sostenible y resiliente de las infraestructuras.

ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles

La contribución de este trabajo al ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles se manifiesta a través de varias vías. Una visualización arquitectónica de alta calidad, resultante de una integración eficaz entre Revit y las herramientas de renderizado, permite a arquitectos, desarrolladores y clientes una comprensión más profunda y realista de los proyectos desde sus fases más tempranas. Esta claridad visual facilita una toma de decisiones más informada sobre aspectos críticos del diseño, incluyendo la eficiencia energética, la optimización del uso del suelo, la integración con el entorno natural y la funcionalidad de los espacios. Al comunicar de forma más efectiva las características sostenibles de un edificio, se promueve un diseño más consciente que puede llevar a la construcción de edificaciones que contribuyan a ciudades más habitables, resilientes y con menor impacto ambiental.

ODS 12: Producción y Consumo Responsables

Finalmente, el TFM se conecta con el ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles a través de la promoción de la eficiencia y la reducción de desperdicios en la cadena de valor inmobiliaria. La capacidad de generar visualizaciones fotorrealistas y precisas desde los modelos BIM reduce significativamente la probabilidad de errores de interpretación o cambios de diseño en etapas avanzadas del proyecto o, incluso, durante la construcción. Esto se traduce directamente en una menor necesidad de retrabajos, una optimización en el uso de materiales y una disminución del consumo de energía y recursos asociados a modificaciones inesperadas. Además, una

comunicación visual clara y atractiva permite a los consumidores potenciales tomar decisiones de compra más responsables, al comprender mejor las características y el valor a largo plazo de las propiedades, incluyendo aquellos atributos relacionados con su sostenibilidad y eficiencia energética.