

INTEGRACIÓN DEL CATASTRO 3D EN UNA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN 3D

- Trabajo Fin de Máster-

Máster en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica

Universidad de Oviedo

Belén Alonso Rodríguez

Julio de 2012

*"Me lo cuentas, seguro lo olvidaré.
Me lo muestras, quizás lo recuerde.
Me permites que lo haga, lo entenderé".*

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	5
2. INTRODUCCIÓN	6
3. OBJETIVOS	7
4. PROCEDIMIENTOS	8
4.1 ANTECEDENTES	8
4.1.1 EL CATASTRO	11
4.1.2 CATASTRO 3D	13
4.1.3 VISUALIZACIÓN DEL CATASTRO 3D EN INTERNET	17
4.1.4 CATASTRO 3D EN EUROPA	19
4.1.6 INICIATIVA INSPIRE	23
4.1.7 MOTORES DE JUEGO	24
4.1.8 REALIDAD VIRTUAL EN MOTORES DE JUEGO	26
4.2 APLICACIONES.....	27
4.3 SOFTWARE REQUERIDO	30
4.3.1 3D STUDIO MAX.....	30
4.3.2 ELECCIÓN DE UNITY3D COMO PLATAFORMA	30
4.3.3 LENGUAJE C#	32
4.3.4. ELEMENTOS DE UNA ESCENA 3D.....	33
4.4 IMPLEMENTACIÓN DE DATOS EN UNITY3D.....	34
4.4.1 EDIFICIOS	35
4.4.2 TERRENO.....	37
4.4.3 GENERACIÓN DE MODELO 3D DE EDIFICIOS	38
4.4.4 EXPORTACIÓN DEL MODELO A UNITY3D.....	42
5. RESULTADOS	45
5.1 PROYECTO EN UNITY 3D.....	45
5.1.1 INSPECTOR.....	46

5.1.2 CREACIÓN DE UNA ESCENA.....	46
5.1.3 CAMARAS.....	46
5.1.4 ILUMINACIÓN	47
5.1.5 SCRIPTING DE UNITY	48
5.1.6 REPRODUCCIÓN DE LA ESCENA	54
6. CONCLUSIONES	55
7. BIBLIOGRAFÍA	56

1. RESUMEN

El presente documento se enmarca dentro del Máster de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Oviedo. Se desarrolla como resultado del convenio de colaboración entre la empresa Terrain Technologies y la Universidad de Oviedo.

El catastro en 3D se ha mostrado en los últimos años como un campo emergente en la ciencia de la información geográfica. La utilidad y versatilidad de sus aplicaciones parecen apuntar a que el siguiente salto en el desarrollo de la cartografía urbana es la conquista de la tercera dimensión. En este contexto se sitúa el presente documento en el que se ha realizado un estudio de la situación actual del catastro 3D y se ha analizado la posibilidad de integrar datos del Catastro 3D en la plataforma Unity3D lo que permitiría aprovechar la capacidad de este software en la realización de recorridos virtuales de modelos urbanos para estudios de planificación, toma de decisiones, mapas de ruido, etc...

Palabras Clave: Catastro 3D, Motor de Juego, Modelado 3D, Edificio, 3DSMax, Unity3D

ABSTRACT

This document is part of the Postgraduate of Remote Sensing and Geographic Information Systems of Oviedo University. It develops as a result of the collaboration agreement between the company Terrain Technologies and the Oviedo University. The 3D cadastre has been shown in recent years as an emerging field in the science of geographic information. The usefulness and versatility of its applications seem to point to the next hop in the urban development mapping is to conquer the third dimension.

In this context is the scope of this document which has made a study of the current state of 3D cadastre and it have analyzed the possibility of integrating data from the 3D Cadastre in the Unity3D game engine. This takes advantage of the ability of this software conducting virtual tours of urban models for studies of planning, decision making, noise maps, etc ...

Keywords: 3D Cadastre, Game Engine, 3D Modeling, Building , 3DSMax, Unity3D

2. INTRODUCCIÓN

Los Catastros, como productores de cartografía han tenido que ir adaptándose a las nuevas tecnologías en la parte de la producción y explotación de los datos.

La cartografía catastral, tradicionalmente ha representado a nivel de atributo de las subparcelas o construcciones la volumetría de la edificación mediante números romanos indicando el número de plantas que tiene un edificio. Actualmente el Catastro utiliza el formato FXCC como formato de intercambio de la información cartográfica. Cada parcela catastral en formato FXCC está representada por 3 ficheros: Un fichero DXF (2D) donde se recoge la información vectorial de cada planta, un fichero ASC (ascii) de texto plano donde se recoge la información atributiva de la parcela: linderos, superficies, etc..., y un .JPG con la fotografía de la fachada principal del edificio.

El procedimiento para realizar la modelización del formato FXCC en 3D de los locales debe hacerse modelizando cada edificio de forma independiente. Los locales que tienen una representación de una volumetría completa como pueden ser viviendas o comercios, se definen mediante una geometría compuesta por el polígono cerrado con o sin huecos del recinto que ocupa (suelo), el mismo recinto elevado 3 metros (techo) y los planos rectangulares verticales contruidos por pares de vértices uniendo el suelo y el techo

(paredes). El software de modelado elegido para la representación en 3D de los edificios ha sido 3DStudioMax por su fácil integración con motores de juego.

Para la representación del catastro en 3D se ha decidido utilizar el motor de juego Unity3D. En los últimos años este tipo de motores de juego ha realizado grandes avances en relación al rendimiento y manipulación de datos gráficos. Además de tener la información georreferenciada, los nuevos datos se pueden complementar con objetos ya existentes fácilmente. Existe la posibilidad de simular variaciones en tiempo real de un determinado objeto, mediante un interfaz programable que nos permite georreferenciar objetos individualmente.

Esto último resulta de especial interés en el contexto de la planificación urbana o el diseño de minúsculas áreas permitiéndonos una gran ventaja en cuanto a comunicación con el usuario y la transparencia en la toma de decisiones.

3. OBJETIVOS

Una vez establecido el marco introductorio, se plantean ahora los principales objetivos que se pretenden alcanzar en este trabajo así como la metodología empleada para la resolución de las metas fijadas.

Se plantea como objetivo principal, el estudio de la situación actual del Catastro 3D y su posible integración en plataformas de simulación 3D.

Además se plantearán los presentes y futuros requerimientos de la representación del Catastro 3D de edificios a nivel Europeo. Estos requerimientos son cada día más necesarios, como por ejemplo, en el estudio de simulaciones de ruido.

Para comprobar la implementación de los edificios del Catastro dentro de una plataforma de simulación 3D se tomará como ejemplo un grupo de edificios proporcionados por la Dirección General del Catastro. Se utilizará la herramienta

3DStudioMax para el modelado previo de los edificios y el motor de juego Unity3D como herramienta de simulación 3D.

4. PROCEDIMIENTOS

4.1 ANTECEDENTES

En la actualidad, los mapas se representan con una perspectiva nadiral. Esto no ha ocurrido siempre, la representación topográfica de los mapas no se ha definido hasta muy tarde. En épocas anteriores se utilizaron panorámicas oblicuas, representando las calles con sus edificios en perspectiva mostrando sus tejados y fachadas. Estas representaciones fueron utilizadas en la cartografía del siglo XVI y daban importancia al aspecto estético con una visión clara de la ciudad y la componente 3D de los edificios y sus características.

Uno de los primeros mapas que utilizaron esta técnica lleva el nombre de “Villa de Madrid, de Corte de los Reyes Católicos”, data de 1635 y se atribuye a Frederick de Wit, que representa los edificios en perspectiva caballera. Sin embargo el más representativo es el realizado por el portugués Pedro Texeira en 1656, titulado “Mantua Carpetanorum sive Matritum Urbis Regni” a escala 1:1840 y más conocido como “Mapa de la Texeira” (Figura 1), donde representa con un alto grado de calidad y detalle una vista panorámica de la ciudad de Madrid.

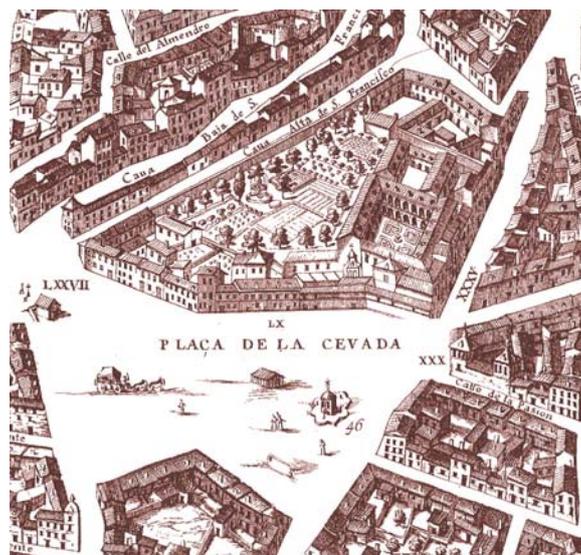


Figura 1. Fragmento del mapa de Teixeira (1956)

Existen ejemplos muy significativos y utilizados por todos en la representación utilizados perspectiva de que nos muestre las ciudades desde otro punto de vista. Alguno de estos ejemplos es el Visor de Mapas de Google que muestra los edificios de algunas ciudades del mundo y la empresa china Edushi que ha digitalizado con un alto grado de detalle las grandes ciudades chinas (Figura 2). Se puede decir entonces, que manteniendo la calidad que actualmente nos permite tener la tecnología, la manera de ver un mapa no debe ser muy diferente a como lo hicieron los viejos cartógrafos. [Olivares García, J.M., Virgós Soriano L.I., Velasco Martín-Vares, A., (2011)].



Figura 2. Imagen de la ciudad de Edushi (Hong Kong)

En la actualidad se está presenciando un constante crecimiento de la representación cartográfica en el mundo de la realidad virtual (VR). Los motores de Juego nos permiten nuevos enfoques para el desarrollo de modelos de ciudades en 3D y nos ayudan a la solución y planificación de tareas con mayor eficacia.

Los escenarios virtuales son un potente instrumento de visualización de la información territorial, cualquiera que sea su naturaleza. Ofrecen multitud de ventajas a la hora de transmitir e interpretar información y se muestran como una herramienta de fácil manejo para el usuario.

La posibilidad de incorporar modelos 3D dentro de los escenarios permite valorar una obra civil (puentes, presas, viaductos, etc.) o un complejo proyecto urbanístico en su conjunto, viendo de qué manera afecta al entorno (impacto ambiental).

Una representación fotográfica del territorio en 3D permite interpretar con mayor criterio cualquier parámetro de valoración. Los campos de aplicación son muy diversos, desde la agricultura, prevención de catástrofes, diseño de carreteras, urbanizaciones o temas militares, la titularidad de una parcela, las características técnicas de una torre eléctrica o la fotografía de un paso a nivel, se encuentran integrados en un escenario que es una réplica exacta de la realidad.

Uno de los aspectos más importantes dentro de la representación 3D interactiva, es la adquisición de los datos. Actualmente, para la construcción de modelos 3D se puede recurrir a diversas fuentes y tecnologías. En este trabajo me centraré en la implementación de los datos sobre edificios que nos proporciona el Catastro aunque son muchas otras las maneras de adquisición de datos como fotos aéreas, verticales y oblicuas, video, imágenes satelitales de alta resolución hasta scanners láser con detección automática de objetos y alturas.

4.1.1 EL CATASTRO

El Catastro es un registro que describe los bienes inmuebles rústicos y urbanos. Esta descripción incluye las características físicas, jurídicas y económicas, que ofrecen localización, referencia catastral, superficie, usos de la clase de cultivo, edificios, representación gráfica, valor catastral y titulares. La parcela se define como la porción de tierra delimitada por una línea cerrada, propiedad de una sola persona o por varias. El Catastro español establece una distinción entre dos tipos básicos de propiedades, con base en el tipo de terreno en el que se encuentran y el modelo de evaluación de su caso: se trata de bienes inmuebles urbanos y bienes inmuebles rústicos. Una tercera categoría residual existe para inmuebles especiales, cuyas características requieren un tratamiento diferente, especialmente en lo que respecta a la evaluación (autopistas, aeropuertos, plantas nucleares, etc...)

El Catastro es una base de datos que incluye información física, jurídica y económica de:

- 41.700.000 parcelas rurales
- 53.000.000 subparcelas
- 12.500.000 parcelas urbanas
- 32.500.000 unidades urbanas

De todos estos Bienes Inmuebles la Base de Datos del Catastro contiene información sobre:

- Localización del Bien y su referencia catastral
- Superficie
- Uso o destino
- Clase de cultivo o aprovechamiento
- Calidad de las construcciones
- Representación gráfica

- Valor catastral

Así como todos los datos del titular catastral o titulares catastrales del Bien con:

- Nombre y Apellidos o razón social
- Número de Documento Nacional de Identidad, en adelante DNI
- Dirección Fiscal y de Notificación
- Tipo de titularidad (propiedad, usufructo, concesión)
- Porcentaje de Co-titularidad, entre otros.

La Dirección General del Catastro es responsable de la creación, el mantenimiento y la difusión de los datos catastrales, ya sea directamente o en colaboración con las administraciones locales y otras entidades públicas. Nuestra ley dice que el Catastro debe constituirse como una base de datos disponible para los ciudadanos y las Administraciones Públicas, que deben hacer uso de los datos catastrales en la definición y aplicación de sus políticas.

El Catastro Español tiene como principal función la fiscalidad, sus datos sobre los valores de los bienes Inmuebles son la base para el cálculo del Impuesto de Bienes Inmuebles, que es la fuente principal de financiación de los municipios, y de otros impuestos locales, regionales y nacionales. En cambio, la fiscalidad no es su único propósito: también es una base de datos territoriales que permite la localización e identificación de las parcelas catastrales así como proporcionar sus numerosos datos literales y gráficos a los usuarios. Así, la Base de Datos Catastral constituye uno de los Sistemas de Información Geográfica más importantes del país, con una cartografía a escala 1: 5.000 o 1:2.000 para los 46.500.000 Has de suelo Rústico (Figura 3).

El Catastro lleva trabajando más de 20 años para tener toda esta información en un modelo de digital completo, homogéneo y estandarizado, para zonas urbanas y rurales,

en una base de datos continua para todos los municipios. [Virgós Soriano,L, Olivares García, J.M, (2011)].



Figura 3. Representación Catastral

4.1.2 CATASTRO 3D

La realidad del territorio no es plana y cada vez es más necesaria la representación completa de las edificaciones que permita a cada titular identificar su propiedad sobre la misma.

Por ello, mientras que en la cartografía catastral solo se representa la parcela y la huella del edificio, es posible representar cada planta, o las representativas, en el formato oficial de construcciones FXCC.

Así en este formato FXCC, para cada edificio, se confecciona el croquis acotado por planta, con una foto y los datos fundamentales de todo el edificio (Figura 4).

Los FXCC están asociados a la parcela, son accesibles a través de la oficina virtual y pueden también visualizarse en 3D por ejemplo sobre Google Earth. Sin embargo los FXCC todavía no existen para todo el territorio.

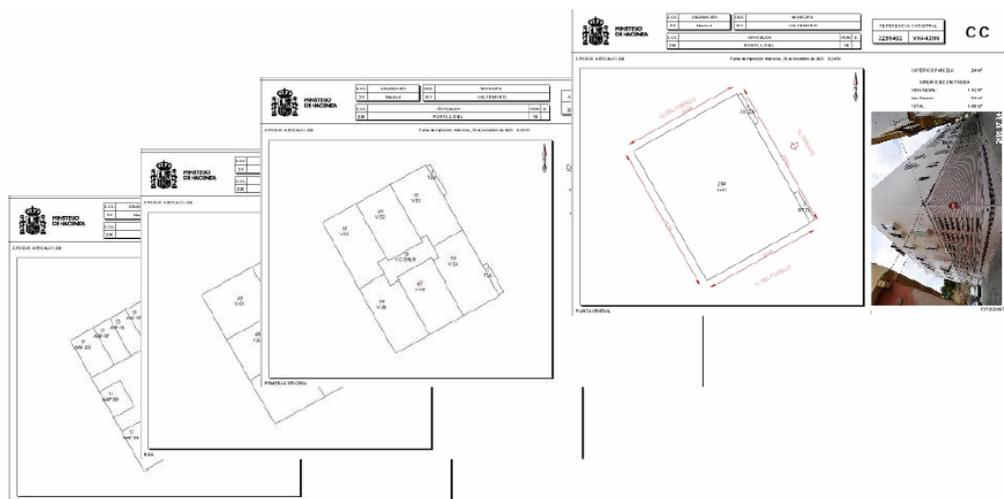


Figura 4. Formato FXCC

En España tradicionalmente la cartografía catastral ha recogido en sus planos información de la volumetría de los edificios y el número de plantas en números romanos. Estos textos pasan a ser atributos de la capa construcción (CONSTRU) en el modelo de datos.

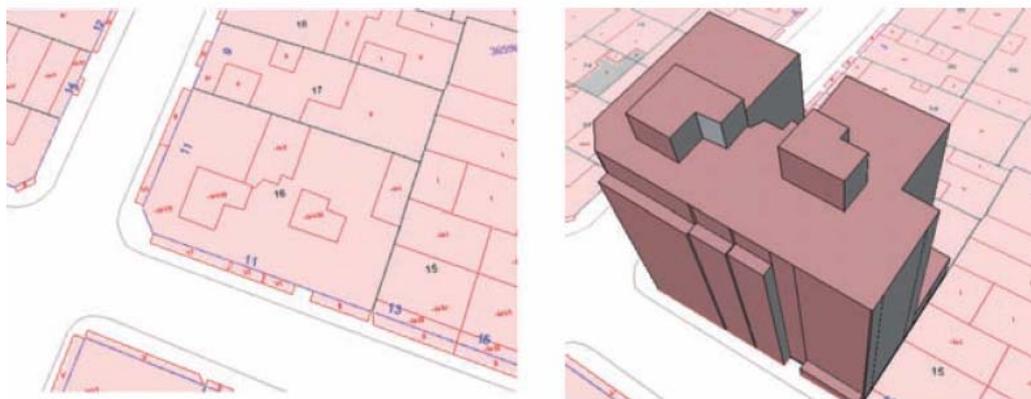


Figura 5. Mapa Catastral combinado con la representación 3D

La parcela catastral como capa principal del modelo de datos del catastro tiene topología de recinto y su geometría está capturada en 2D, constituye un modelo continuo del territorio. Cada parcela catastral donde se ubica un edificio se subdivide en

recintos donde se diferencian las distintas partes de la construcción: por su naturaleza o por su número de plantas.

Actualmente, el catastro no proporciona los datos directamente en 3D pero es posible la modelización en 3D de todas las parcelas catastrales basándonos en el atributo de la capa construcción. El proceso consiste en interpretar el atributo, obtener las plantas reales del edificio y multiplicarlo por 3 metros que se establece como altura media por planta. Esa representación 3D de elementos geométricos prismáticos, proporciona un aspecto más o menos real de los edificios de una zona urbana (Figura 5).

Existe alguna excepción en el momento de representar los edificios en la planta general y la cartografía. Las terrazas o balcones que son recintos que se encuentran fuera del perímetro de la parcela y vuelan sobre el dominio público. Otra excepción ocurre cuando parte de un edificio a cierta altura se introduce en otro edificio de la parcela colindante, a este caso se le denomina “casas macladas”. Su representación solo se puede definir por la sintaxis del atributo.

Otra forma de representar los edificios en 3D es partiendo de la información vectorial en dxf de la distribución de locales que se tiene de cada planta significativa de un edificio. Esta información está almacenada en base de datos, parcela a parcela, de forma independiente pero georreferenciada en el formato FXCC.

Cada local se puede representar geoméricamente en 3 dimensiones en su espacio físico que ocupa dentro del edificio. La componente Z se establece de 3 metros de altura media por local y planta.

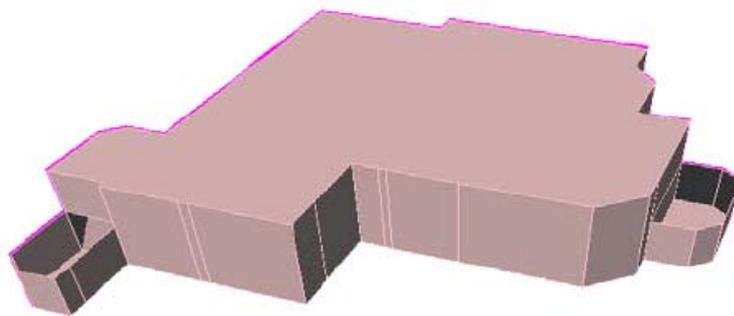


Figura 6. Modelo 3D de una planta

La reconstrucción geométrica de cada local en 3D se hace mediante planos en el espacio y está constituido por: un suelo (plano horizontal con la geometría 2D de la superficie y la cota de la planta multiplicada por 3 metros), las paredes (planos verticales rectangulares de 3 metros de alto de cada par de coordenadas), un techo (plano horizontal de la geometría del local a 3 metros del suelo) (Figura 6 y 7).

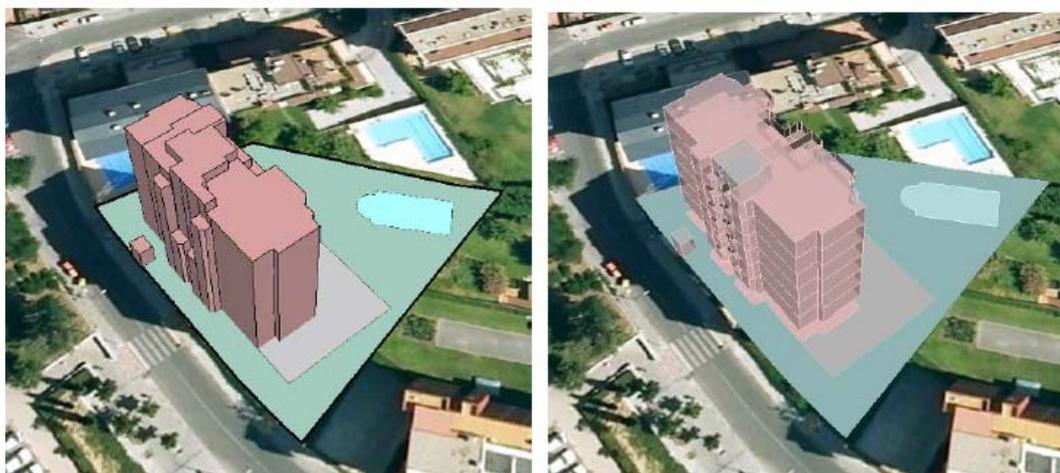


Figura 7. Modelado 3D de una parcela catastral.

Por extrusión de la planta general y por cada piso

Hay alguna excepción en función del atributo del local, en el caso de las terrazas se definen los objetos por un suelo y unas paredes de 1.5 metros de altura. La reconstrucción de un edificio local a local queda representada en 3D asignando colores diferentes a cada local en función de su uso (Figura 8). Velasco Martín-Vares, A., Olivares García, J.M., Groeger, G. (2010)].

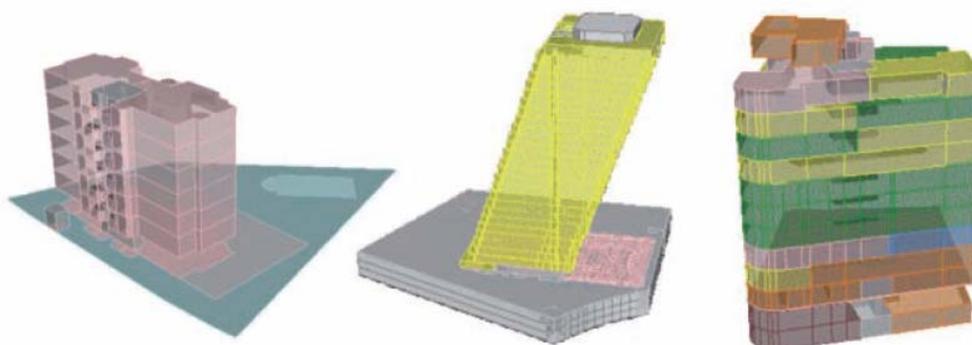


Figura 8. Distribución de modelos según su uso

4.1.3 VISUALIZACIÓN DEL CATASTRO 3D EN INTERNET

Para la visualización de los edificios en 3D el Catastro ha elegido el formato KML, que permite mediante Google Earth su visualización en una navegación 3D.

Por el momento, como ya he comentado, no existe cobertura completa de los edificios existentes en todo el territorio, la base de datos contiene aproximadamente 4,5 millones de edificios, teniendo ciudades completas como por ejemplo Madrid (Figura 9).



Figura 9. Cartografía Catastral sobre Google Earth. (Madrid)

Desde la Oficina Virtual del Catastro, es posible tener acceso en línea de la geometría de cualquier parcela, puede generarse en tiempo real un fichero kml en 3D de la volumetría de una determinada parcela. Para poder visualizar ficheros kml en 3D Google Earth dispone de una API que instalada sobre el navegador de Internet Explorer incorpora una ventana donde se representa Google Earth (Figura 10).

Haciendo uso de esta API se pueden representar objetos tridimensionales en el espacio geográfico y utilizar sus controles para cambiar el punto de vista y el grado de zoom. También mediante programación se puede interactuar con distintas opciones de activación o desactivación de capas del kml. Estas opciones se ofrecen solamente para usuarios registrados.



Figura 10. Visualización del Catastro 3D desde la Oficina Virtual del Catastro

4.1.4 CATASTRO 3D EN EUROPA

Según una encuesta realizada por un equipo conjunto del Comité Permanente del Catastro en Europa y de la organización internacional Eurogeographic en la mayoría de los países el Catastro proporciona la información de los edificios, excepto en Estonia, Finlandia, Portugal, Grecia y Noruega.

Además en el caso de los países Nórdicos aunque el catastro no sea responsable de los edificios, sus bases de datos espaciales están en relación y son interoperables con otros registros que sí que disponen de datos.

En cuanto a representación de los edificios, los catastros de Bélgica, Bulgaria, España, Francia, Italia, Lituania, Holanda, Polonia, Eslovaquia, Eslovenia y Suecia disponen de datos sobre el número de plantas o la altura de los edificios, sin embargo actualmente en ningún caso se puede hablar todavía de un verdadero catastro de edificios en 3D para todo el territorio.

- Francia:

El Instituto Geográfico Nacional Francés ha creado el llamado Bati 3D: Este modelo consiste en una representación volumétrica de edificios combinando DEM

Digital Model (creado a partir de fotografías aéreas de alta resolución) con los edificios 2D del mapa catastral. En Bati 3D sólo se representan modelos simples de cubiertas y existe sólo en algunas ciudades como París, el centro de Aix, Lille, Nantes y Marsella (Figura 11).



Figura 11. Bati 3D

El sistema proporciona información semántica en los siguientes objetos espaciales (features):

- Building (edificio)
- BuildingElement (elemento del edificio)
- GroundSurface (superficie proyectada sobre el suelo) representado por TriangulatedSurface
- RoofSurface (superficie de techo) y WallSurface (superficie de pared representados) por TexturedSurface.

Los datos raster (imagen) se utilizan para definir la textura de techos y paredes georreferenciados.

El sistema es por tanto solo una representación del catastro, pero no un catastro de edificios como tal y el enlace con el resto de los datos catastrales falta por implementarse.

- Alemania

En Alemania, al ser la responsabilidad topográfica y catastral de cada estado “Landen” hay diferencias entre ellos y existen varias bases de datos que difieren en la resolución (nivel de detalle) y la cobertura:

Para North Rhine Westphalia (NRW), que es el estado más poblado de Alemania, existe un conjunto de datos en 3D en un modelo llamado CityGML que abarca todo el Estado. Lo proporciona la Agencia Topográfica del estado de NRW a través de un servicio Web. Los edificios están en nivel de detalle 1 (LoD1), es decir: techos planos, paredes verticales, y coordenadas absolutas de la altura de la base y el techo medio del edificio (modelado de bloques) (Figura 12).

El modelo se crea a partir de:

- Los datos catastrales que proporcionan las huellas de edificios.
- El modelo digital del terreno
- El escaneo láser aerotrasportado o del número de pisos por encima del suelo (alturas absolutas de las superficies de techo)
- Los edificios se dividen en partes construidas que difiere con respecto a la altura de la construcción o a la función. Los atributos son la función de edificio (residencial, gubernamentales, minoristas, etc.) y la referencia al edificio catastral correspondiente.

En Alemania, casi todas las grandes ciudades disponen de sus propios modelos en 3D utilizando también CityGML (Berlín, colonia, Dresde, Leipzig, Fankfurt, Stuugat, Karlsruhe, Posdam).

Normalmente, los edificios están en “LoD2”, que consiste en representar paredes verticales, techo y texturas, pero para algunas áreas más pequeñas también existen en “LoD3” con una representación más detallada que incluye balcones, instalaciones de techo, buhardillas, chimeneas, aperturas (puertas y ventanas) (Figura 12).

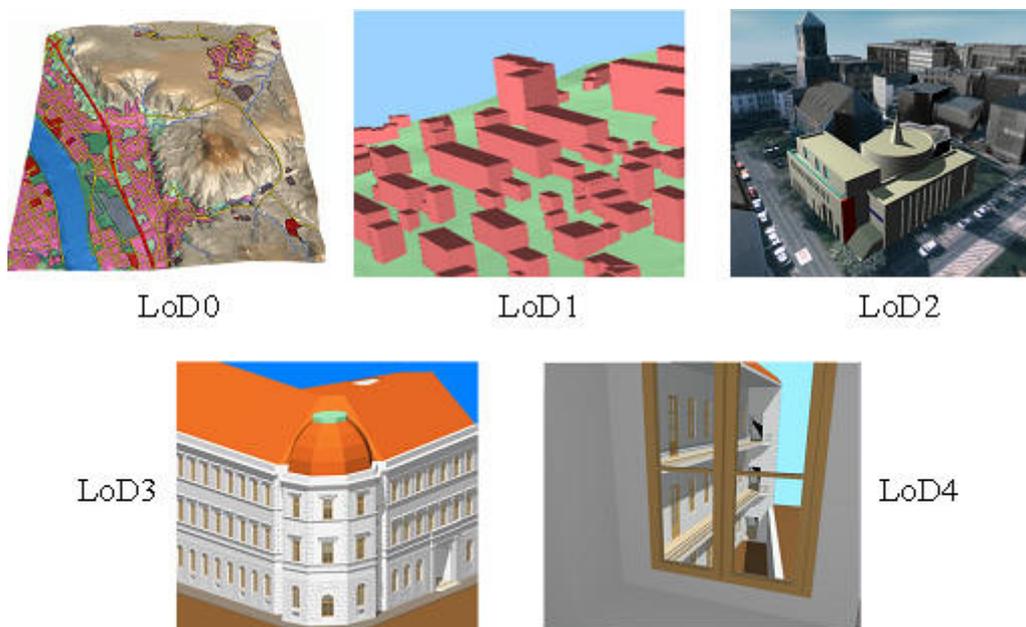


Figura 12. Niveles de Detalle

- Países Bajos

En Holanda, como experimento se ha creado el modelo en LoD1 a partir de datos 2D y una resolución de 16 m², pero no se ha comprobado la calidad. Este modelo 3D de 170.000 edificios se hizo disponible al público en general a través de Google Earth en mayo de 2007.

Visualizaciones de tipo “streetview” se consideran útiles para muchos temas como los estudios de marketing o los mapas de exposición al ruido, que para los datos en 3D que

se requieren en estos estudios son suficientes bloques derivados de superficies con alturas.

Sin embargo ciudades como Ámsterdam están demandando representaciones en 3D con mas detalle porque los necesitan para el Registro Nacional de Direcciones y Edificios, que depende de los ayuntamientos, y en estas representaciones en 3D debe ser posible conocer la verdadera altura de los edificios y las diferentes viviendas y usos existentes en ellas.

Además consideran necesario disponer de servicios Web en 3D similares a los WFS. El ayuntamiento de Ámsterdam almacena la topología dependiendo de la aplicación. Este enfoque facilita la interoperabilidad de los datos y reduce la redundancia de estos.

Por conclusión, solamente las grandes ciudades como Berlín, Madrid y Ámsterdam tienen actualmente datos detallados sobre edificios aunque se espera que para muchos otros lugares estén disponibles antes de 2019, año en el que ISPIRE será operativo. [Velasco Martín-Vares, A., Olivares García, J.M., Groeger, G. (2010)].

4.1.6 INICIATIVA INSPIRE

En los últimos años, en el seno de la Unión Europea, han surgido una serie de iniciativas para homogeneizar la producción cartográfica de los diferentes países miembros, de tal modo que se sigan unas pautas y unos esquemas básicos de trabajo aceptados por todos, respetando una filosofía autónoma de trabajo para cada país, pero persiguiendo unos fines comunitarios homogéneos.

El propósito de INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe), en el momento actual en la fase final de borrador de Directiva Europea, es establecer una infraestructura básica de datos espaciales en Europa. No se pretende fomentar la realización de programas de captura de información por parte de los países miembros, sino lo que se persigue es una óptima gestión, documentación y explotación de los datos

ya existentes, para tratar de conseguir una armonización de la información espacial en el ámbito europeo.

Aunque INSPIRE surge para satisfacer unas necesidades muy concretas de los Organismos europeos relacionados con el Medio Ambiente para la planificación, gestión y el estudio de políticas de actuación en estos ámbitos, todos los Organismos productores de información geográfica y Cartografía de cada uno de los países, estarán obligados a seguir las indicaciones que marca esta Directiva.

En cuanto a las parcelas catastrales INSPIRE considera obligatorio proporcionar datos en 2D y por ello ha adoptado establecer las normas en 2D sin tener en cuenta el relieve ya que las especificaciones de los datos deben tener en cuenta que el establecimiento de la Infraestructura de datos no debe suponer la recopilación de nuevos datos, sino basarse en datos existentes, debe ser viable para todos los miembros europeos ya que será una norma obligatoria y no debe suponer un excesivo coste para los Países. En el futuro se dará la oportunidad a la utilización opcional del 3D a través de modelos como el estándar CityGML que puede compartirse en varias aplicaciones y está diseñado como un modelo de datos abierto basándose en XML para el almacenamiento y el intercambio de modelos de ciudad 3d virtual.

4.1.7 MOTORES DE JUEGO

La informática gráfica ha sufrido una gran evolución en los últimos tiempos. Desde las primeras representaciones vectoriales de gráficos simples en pantallas de rayos catódicos (CRT), hasta las complejas representaciones tridimensionales actuales en monitores LED. Evidentemente, todo este desarrollo conlleva una programación gráfica de las entidades visuales donde la mejora en calidad y prestaciones también conlleva un aumento en complejidad.

Desde la década de los 90, se comenzaron a utilizar librerías gráficas que simplificaban la tarea de trabajar con entidades tridimensionales, ofreciendo al usuario una interfaz estable con la que implementar funciones gráficas de manera más sencilla. Dichas librerías convergen básicamente en dos tipos de referencia *OpenGL* (Open Source) y *DirectX* (propietaria de Microsoft).

Parejo a la aparición de dichas librerías, surgen los motores de juego. Formalmente, un motor de juegos podría definirse como una solución software compuesta al menos de un motor gráfico, y una serie de librerías, ideado para la realización de aplicaciones 3D en las que la interacción con el usuario sea parte central de las mismas (Figura 13). Las librerías incluidas en un motor de juegos podrían ser un motor de físicas, que se encargue de otorgar un comportamiento realista a los objetos de la escena, librerías de audio, de inteligencia artificial, etc.

Conviene hacer una distinción entre motor de gráficos y motor de juegos. Un motor de gráficos es parte de un motor de juegos, y únicamente se encarga de otorgar al usuario los medios necesarios para el manejo de gráficos tanto bidimensionales como 3D, mientras que un motor de juegos, como se ha dicho anteriormente, integra una serie de librerías que extienden su funcionalidad hasta abarcar el desarrollo completo de un videojuego. Dentro de un motor de juegos, lo más visible es el motor gráfico, ya que es el encargado de la parte visual, y por ello se tiende a asociar ambos conceptos en uno sólo.

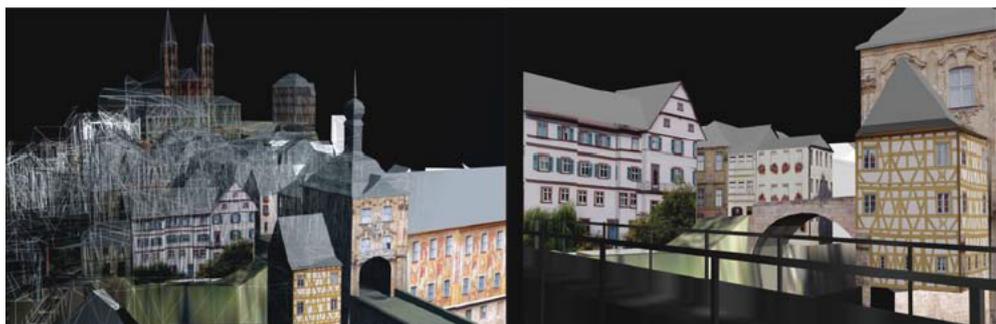


Figura 13. Ciudad 3D en un motor de juego

4.1.8 REALIDAD VITUAL EN MOTORES DE JUEGO

La demanda de modelos urbanos virtuales 3D ha experimentado un rápido crecimiento en una gran variedad de campos de aplicación. Esto ha hecho necesaria la creación de entornos virtuales realistas en breve período de tiempo para atender las necesidades del mercado.

La realidad virtual (VR) es una tecnología que permite a un usuario interactuar con un entorno simulado por ordenador, Michael Heim (1994) identifica siete conceptos diferentes de virtual la realidad: la simulación, la interacción, la artificialidad, la inmersión, telepresencia, de inmersión de todo el cuerpo, y de la red comunicación. Ahora la realidad virtual se utiliza ampliamente en la industria y el servicio público con su visual intuitiva y sencilla operación.

4.2 APLICACIONES

A continuación se detallan algunos de los campos en los que se requiere disponer de edificios en 3D:

- **SEGURIDAD**
 - Control de Tráfico Aéreo: En la actualidad, 2D, 5D; es decir, proyección horizontal en 2D más una elevación. En un futuro podrían necesitarse datos 3D.
 - Emergencias. Los datos 3D son una información muy valiosa sobre las formas, aperturas y el interior (bomberos, policía).
 - Terremotos: Los datos 3D se requieren para la estimación de la vulnerabilidad de la construcción.
 - La altura: Muy importante para determinar la vulnerabilidad.
 - Total de área y el volumen: Sirve para determinar el coste de reposición y la cantidad de desechos en caso de un colapso total.
 - Interior del edificio: Podría ser un plus, pero podría ser derivados indirectamente del uso del edificio utilizando información estadística.
 - Manejo de Riesgos: Se necesitan datos LoD1 para fines de comunicación (Mapa de Riesgos) y toma de conciencia de los ciudadanos.

- **MEDIOAMBIENTE**
 - Investigación Atmosférica: Se debe representar la forma en 3D: paredes verticales, techos planos y/o tejados son suficientes.
 - Termografía: Los datos 3D son necesarios. Se necesita la descripción de fachadas con su correspondiente cobertura.

- Estudios sobre salud: Puede ser útil para algunos estudios. Representación en 3D de las paredes y sus aberturas puede resultar de interés para el ruido y la ola de calor.
 - Inventario de los edificios del Patrimonio Histórico: El 3D no es necesario, pero podría ayudarnos a identificar más fácilmente los edificios.
 - Emisión de Ruido: Es necesaria la representación de edificios en 3D (LoD1).
 - Mapa de Ruido: Se usan 2,5D pero sería más adecuado la utilización de datos 3D con la posición de las ventanas.
 - Termografía en techos: Los datos 3D no son necesarios, sin embargo, una representación en 3D nos mostraría la forma de techos y ayudaría a mejorar la visualización de los resultados.
 - Exposición solar: La forma exacta de los edificios es necesaria (LoD2).
- PLANIFICACIÓN ESPACIAL
 - Urbanismo: Por lo general no se utilizan datos 3D, no obstante, los datos 3D sobre edificios existentes pueden ser de interés en caso de proyecto urbano. Por ejemplo si los edificios se representan como cuadrados (con techos planos) nos daría una mejor representación del espacio urbano (ver lo que es visible y lo que esta oculto). También nos daría un primer proyecto para simular la ejecución de un proyecto de infraestructura. La forma de los techos también sería de interés para identificar las terrazas potenciales con el objetivo de configurar la forma de equipos o plantas foto-voltaicas y orientación de techos para pérdida térmica.

- **INFRAESTRUCTURAS**
 - Líneas de Alta Tensión: Los datos 3D no son necesarios, sin embargo algunas veces es necesario conocer la distancia de seguridad entre líneas aéreas de alta tensión y edificios y la altura de ambos.
 - Antenas de Telefonía: Es necesario disponer del N° habitantes por edificio, N° pisos o altura del edificio.
 - Observatorio de Sostenibilidad: Con la ayuda de un interfaz 3D podemos entender mejor una escena urbana y tener, al mismo tiempo, asociados aspectos alfanuméricos.

- **SERVICIOS PÚBLICOS**
 - Modelos 3D: Se requieren datos 3D. Idealmente sería necesaria la forma exacta de los edificios y la descripción de las aperturas.
 - Turismo: Son necesarios datos 3D para las aplicaciones de mapas turísticos 3D.
 - Observatorio de Sostenibilidad: Con la ayuda de un interfaz 3D podemos entender mejor una escena urbana y tener, al mismo tiempo, asociados aspectos alfanuméricos.

4.3 SOFTWARE REQUERIDO

4.3.1 3D STUDIO MAX

El software elegido para hacer el modelado 3D ha sido Autodesk 3D Studio Max, uno de los programas de creación de gráficos y animación 3D más utilizado en la actualidad. Es una aplicación basada en el entorno Windows (9x/NT) que permite crear tanto modelados como animaciones en tres dimensiones (3D) a partir de una serie de vistas o visores (planta y alzados). La utilización de 3D Studio Max permite una fácil visualización y representación de los modelos, así como su exportación y salvado en otros formatos distintos del que utiliza el propio programa (.MAX). Además de esta aplicación, existen muchas otras con los mismos fines, como pueden ser, por ejemplo, Maya, LightWave, etc...

3D Studio Max se utiliza sobre todo en la creación de contenido para videojuegos, pero también cubre otras disciplinas, como la animación o la arquitectura. Otras de las principales ventajas de 3D Studio Max son su gran repertorio de herramientas que otorgan una gran capacidad de edición, y sobre todo, una arquitectura de plugins que lo hacen adaptable a las exigencias de cualquier usuario.

4.3.2 ELECCIÓN DE UNITY3D COMO PLATAFORMA

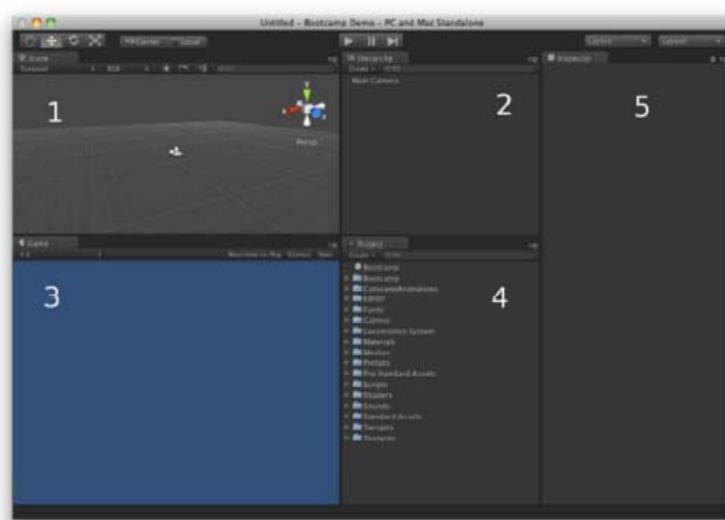
La elección de Unity 3D como plataforma de desarrollo, frente a los demás motores de juego se ha basado en los siguientes factores:

- Calidad gráfica 3D. Unity ofrece aceleración 3D mediante hardware, además hace uso de modernos sistemas de sombras, efectos gráficos y velocidad gráfica.
- Rendimiento. La implementación de JavaScript para Unity, UnityScript.

- Amplio soporte entre plataformas. Actualmente Unity es soportando en Windows, Mac OS, navegadores web, iOS, Android y Wii, siendo el coste de desarrollo de adaptación de una plataforma a otra, nulo o mínimo.
- Fácil instalación del plugin (en el caso de navegadores web). Su instalación es muy rápida y simple, además se puede instalar sin necesidad de tener cuenta de administrador del sistema operativo.

Unity3D es una de las herramientas de realidad virtual más conocidos. Soporta tres lenguajes de programación: JavaScript, C #, y un dialecto de Python llamado Boo. Los tres son igual de rápidos y pueden utilizar las bibliotecas de red subyacentes. Las bases de datos de apoyo, expresiones regulares, XML, acceso a archivos y trabajo en red.

Es un motor de juego relativamente fácil de utilizar, su costo no es muy elevado y permite la incorporación de contenidos gráficos y audiovisuales de una manera eficiente ahorrando mucho tiempo de programación. En la siguiente figura puede verse el menú de Unity3D con sus diferentes vistas (Figura 14).



1. Vista de Escena
2. Vista de Jerarquía
3. Vista del Juego
4. Vista del Proyecto
5. Inspector

Figura 14. Vistas en Unity3D

Unity 3D emplea las librerías gráficas de OpenGL y de DirectX que permiten generar aplicaciones tridimensionales interactivas de tipo serio y también de tipo lúdico, dentro de las capacidades de este software se encuentra el manejo de assets, que pueden ser geometrías, texturas, animaciones, materiales simples. Entre otros, los assets permiten la inclusión de contenido gráfico tridimensional.

Para lograr entonces la inclusión de estos assets del tipo gráfico se debe emplear el formato FBX, este formato, originalmente fue desarrollado por la empresa Kaydara, que es en la actualidad un estándar en la industria del entretenimiento digital y es usado como archivo de transferencia de contenidos entre los programas más usuales de modelado tridimensional, como es el caso de 3ds Max.

4.3.3 LENGUAJE C#

Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET, que después fue aprobado como un estándar por la ECMA (ECMA-334) e ISO (ISO/IEC 23270). C# es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común.

Su sintaxis básica deriva de C/C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET, similar al de Java, aunque incluye mejoras derivadas de otros lenguajes.

Aunque C# forma parte de la plataforma .NET, ésta es una interfaz de programación de aplicaciones (API); mientras que C# es un lenguaje de programación independiente diseñado para generar programas sobre dicha plataforma.

4.3.4. ELEMENTOS DE UNA ESCENA 3D

Existen una serie de elementos básicos, comunes a prácticamente todas las escenas 3D:

- *Objetos 3D*: Son la unidad básica de la escena. Básicamente son mallas de puntos que definen una geometría determinada. El término *modelar* significa dar forma a dichas mallas, obteniendo los resultados que se desean.
- *Cámaras*: Como su propio nombre indica, son los objetos desde los cuales se observa la escena. Cuentan con una serie de parámetros configurables. Los más importantes son el campo de visión, y los límites inferiores y superiores del mismo. Una escena 3D puede tener varias cámaras cada una de las cuales otorga un punto de vista diferente.
- *Iluminación*: La iluminación de una escena es esencial. En el mundo de las 3D, una escena sin iluminación es un cuadro totalmente negro. Permite cambiar totalmente la apariencia de una escena dada. Se configura a través de diferentes puntos de luz que a su vez se subdividen en diferentes tipos, los más comunes son:
 - *Point*: Luz de tipo punto. Alumbra radialmente en todas direcciones con una atenuación dada. Un *point* en la vida real puede ser una bombilla
 - *Spot*: Luz en forma cónica. Alumbra a lo largo de su cono, con una atenuación dada. Un *spot* en la vida real puede ser un foco de luz en un escenario.
 - *Omni*: Alumbra radialmente en todas direcciones con una intensidad dada, e igual en todo su alcance. El *omni* más evidente es el Sol
- *Texturas*: Las texturas son las imágenes que se dibujan encima de los objetos. Las texturas se colocan encima de los objetos en base a sus coordenadas UV.

- *Animación*: Otra característica base de una escena 3D es la animación que presentan los objetos de la misma. El movimiento de los objetos puede ser simple, es decir, únicamente traslaciones y rotaciones de los mismos, o más avanzado, mediante por ejemplo, sistemas de huesos. [Luna Luz F]

4.4 IMPLEMENTACIÓN DE DATOS EN UNITY3D

El procedimiento para lograr implementar los datos catastrales en Unity3D, puede generalizarse en dos tipos de trabajos, los que se deben realizar fuera y los que deben hacerse dentro del motor de juego.

Los trabajos a realizar fuera de Unity3D son los modelos, animaciones, texturas, sonidos y los gráficos de la GUI. Dentro de Unity 3D, se llevan a cabo los niveles, scripts, la física, materiales, shaders y GUI.

La variedad y tipo de ficheros de información admitidos por estas aplicaciones es bastante flexible, sin embargo es imprescindible un tratamiento previo de los datos de partida para poder obtener unos resultados que en la mayoría de las ocasiones no son los deseados pues la geometría resultante no está carente de errores y carece en ocasiones de una falta de optimización. Esto explica que el proceso de generación se dilate en el tiempo multiplicando costes y tiempo de trabajo pues es necesario volver al origen del proceso o bien corregir las deficiencias de la geometría obtenida. Por ello será importante una sistematización del proceso que comience por la organización y tratamiento de la información formal de partida. [Indraprastha Aswin, Shinozaki Michihiko, (2009)].

4.4.1 EDIFICIOS

Los datos de partida se han obtenido a través de la Oficina Virtual del Catastro (OVC). Esta plataforma permite: tener datos accesibles cada día y por tanto obtener datos actualizados, establecer mecanismos de colaboración con otros organismos en el mantenimiento de las bases de datos y facilitar la comunicación entre las administraciones.

Los servicios en Internet a través de la OVC de dos tipos:

- servicios al ciudadano
- servicios directos entre las administraciones

A partir del año 2010 con la aplicación del reglamento que desarrolla la Ley 11/2007 de Acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos se ha convertido a la Oficina Virtual en la Sede de la Administración electrónica Catastral (Figura 15).

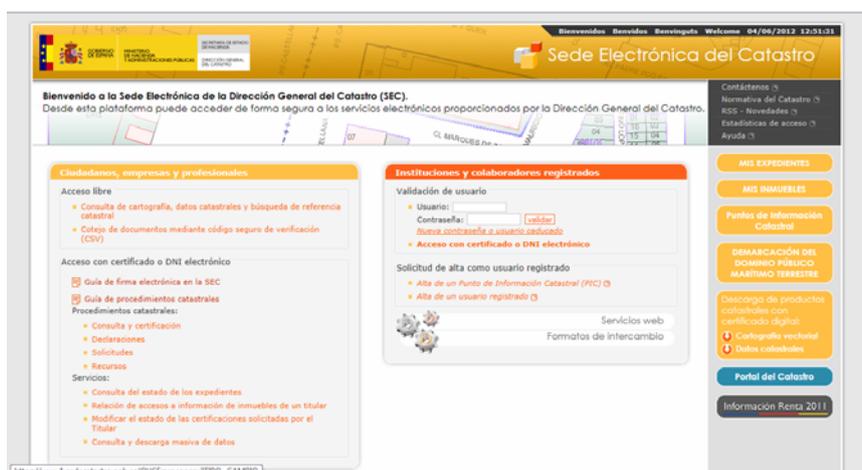


Figura 15. Sede Electrónica del Catastro

Para acceder a los datos del catastro, en la SEC se diferencian tres tipos de Usuarios con el objetivo de mejorar la seguridad y garantizar la protección de datos de carácter personal y cumplir los requisitos de transparencia de los servicios públicos.

- Usuarios libres: Pueden acceder de forma libre a toda la información que no contenga datos de carácter protegido. Por ley se consideran datos protegidos exclusivamente los datos personales del titular catastral (nombre, DNI, dirección, etc.) y los datos de valor del inmueble.
- Titulares catastrales con DNI o certificado electrónico: Los Titulares catastrales con DNI o certificado de firma digital electrónico, pueden además de consultar los datos libres, consultar sus propios datos protegidos, obtener certificados y otros documentos, así como comprobar el uso que de sus certificados están haciendo otras administraciones públicas.
 - a) Administraciones públicas (usuarios registrados): Además las administraciones públicas, previo registro como usuarios, pueden acceder a todos los datos, incluso los protegidos, pero solo para sus propias funciones, siguiendo los principios de competencia, idoneidad y proporcionalidad.

Los usuarios registrados en la Sede el Catastro que en la actualidad supera los 50.000 pueden acceder además a otra serie de servicios y en el caso de ser organismos colaboradores pueden realizar las funciones de mantenimiento que les otorgan sus correspondientes Acuerdos de Colaboración.

- Localización Geográfica de los datos:

Para comprobar la implementación de los ficheros, se han descargado como ejemplo los ficheros FXCC de una zona de la ciudad de Madrid, concretamente la Calle Juan Esplandiu (Figura 16):

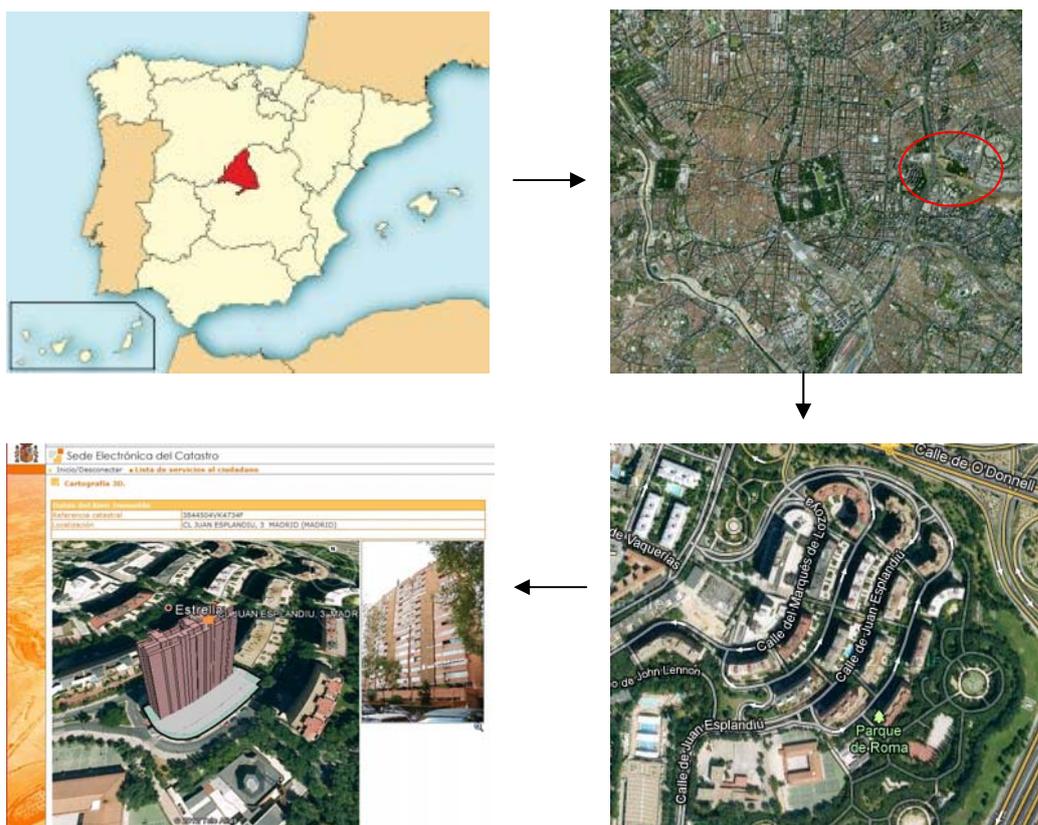


Figura 16. Localización Geográfica

4.4.2 TERRENO

A pesar de que el objetivo de este trabajo no es generar información del terreno sobre el que se sitúan las entidades geográficas, en este caso edificios, comentaré brevemente varias de las posibilidades que tendríamos para conseguirlo dependiendo de la resolución requerida:

- Cartografía: Podemos obtener un modelo digital del terreno a partir de cartografía a diferentes escalas. Con una cartografía 1:25000 se pueden generar modelos con 5 y 10 metros de resolución.
- Lidar: A partir de datos lidar podemos generar modelos del terreno con 1 metro de resolución. El Lidar consiste en un sensor láser transportado en avión que obtiene un modelo digital del terreno (MDT) por telemetría láser. Mide de forma

rápida y precisa distancias desde la posición del sensor hasta el objeto, representando hasta los más pequeños detalles de su superficie.

- **Medición de campo:** Se utiliza la medición mediante GPS cuando queremos obtener un terreno sobre el área de estudio de alta resolución. De la medición GPS obtendremos un fichero .dat que podremos importar en el AutoCAD para generar un terreno a la escala deseada. El gran inconveniente de este método es su elevado coste.
- **Google Earth:** Si la resolución que puede proporcionarnos Google Earth cumple con los requisitos requeridos del terreno, podremos obtener la información mediante la herramienta GoogleSketchUp. Al final obtendremos un modelo 3D del terreno hecho de varias mallas de solapamiento que se pueden exportar en formato .3ds.

4.4.3 GENERACIÓN DE MODELO 3D DE EDIFICIOS

El modelado es una pieza importante en la generación de una escena virtual de calidad. En esta fase se dicta qué tipo de geometría aparecerá en la escena. Para que sea un éxito lo mejor es que el sistema de modelado sea diseñado en la fase inicial del proceso de desarrollo. Para modelar los edificios se ha utilizado la herramienta de modelado 3dsMax (Figura 17).

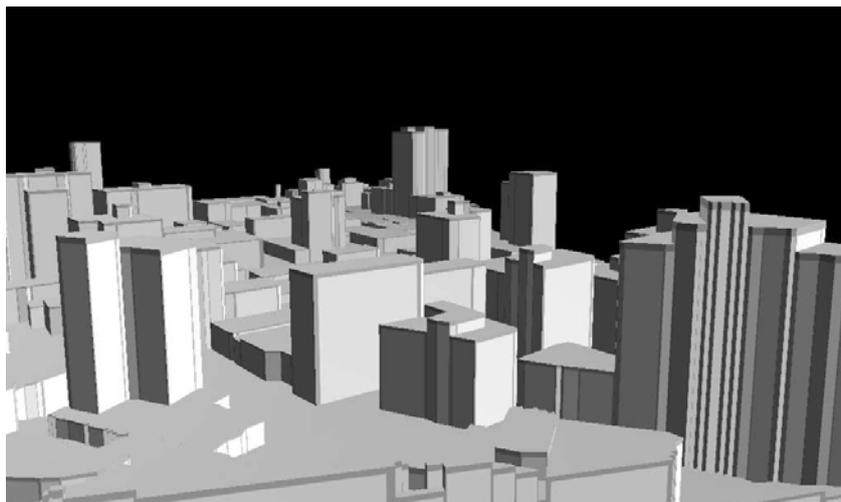


Figura 17. Ejemplo de Modelado 3D

Dentro de un sistema gráfico, se entiende como modelo, la descripción (y su estructura) de las representaciones de cada unidad creada y modificada, ya sean objetos 3D, 2D, o no geométricos como modelos estadísticos, algorítmicos o físicos.

Un modelo contiene la información que lo describe, según su significado ésta puede ser desde coordenadas o primitivas, hasta normas de relación y tablas de datos.

Los modelos a tratar en este trabajo son modelos 3D, por lo que estarán representados principalmente por coordenadas, procedimientos y atributos.

A la hora de modelar un objeto se pueden crear objetos complejos mediante las operaciones básicas entre distintos objetos extraídos de primitivas del lenguaje de modelado sobre el que se esté trabajando. Pero además se dispone de operaciones de extrusión (extrude) y rotación sobre eje (Lathe) que complimentan las opciones para modelar un objeto. La técnica mas empleada en la ejecución de este trabajo para generar un modelo tridimensional es la del barrido traslacional o extrusión.

- Extrusión o barrido traslacional

Una traza 2D dispuesta en un entorno 3D (sin formar objeto como tal) puede

proyectarse siguiendo una dirección marcada por un vector 3D que irá marcando el camino a seguir por la traza para así formar un objeto 3D.

En el caso de los edificios, el volumen del objeto final será la multiplicación del área origen, siempre y cuando sea cerrada, mediante la cual se realizará el barrido marcado por la dirección del vector 3D (Figura 18).

Este método es muy recurrido a la hora de tratar de modelar objetos de manufactura de composición muy regular en una de sus dimensiones, tomando las otras dos para la formación de la traza 2D que se proyectará en la restante dirección el tamaño deseado.

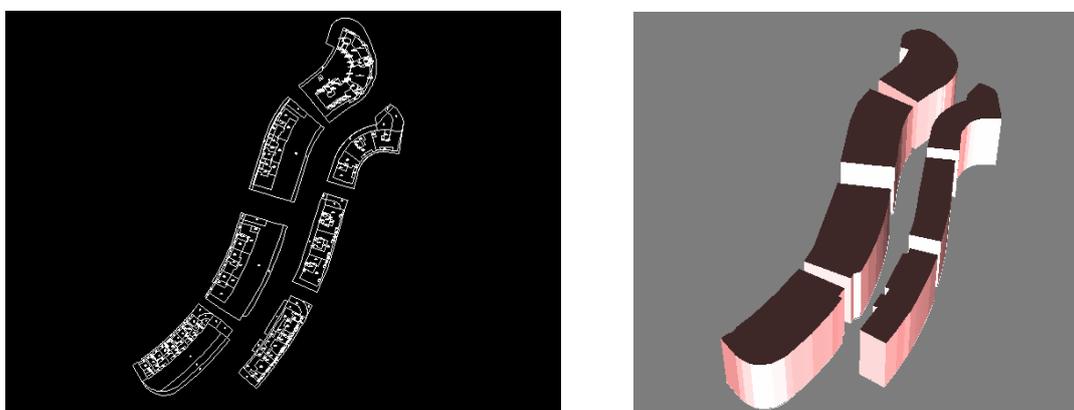


Figura 18. Vista 2D y 3D de los edificios

En esta fase también se generarán las texturas para mostrar la verdadera apariencia del edificio. Las texturas suelen obtenerse por fotografías tomadas perpendicularmente al edificio o por fotografías oblicuas. Las fotografías oblicuas son tomadas con un ángulo determinado respecto al suelo, lo que permite ver no sólo la parte superior de los edificios, sino también los lados.

En el caso de los edificios del Catastro, se han utilizado texturas genéricas ya que el Catastro únicamente nos proporciona la imagen de una sola fachada (Figura 19).

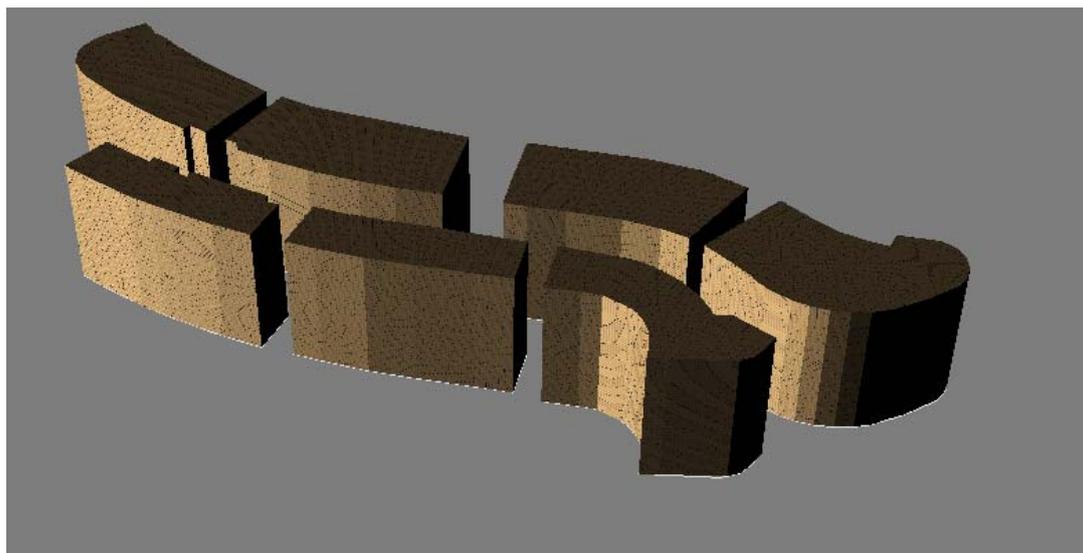


Imagen 19. Modelado 3D de los edificios

Para la asignación de las texturas el principal factor a tener en cuenta es el equilibrio entre el rendimiento gráfico y la simulación en tiempo real (Figura 20).

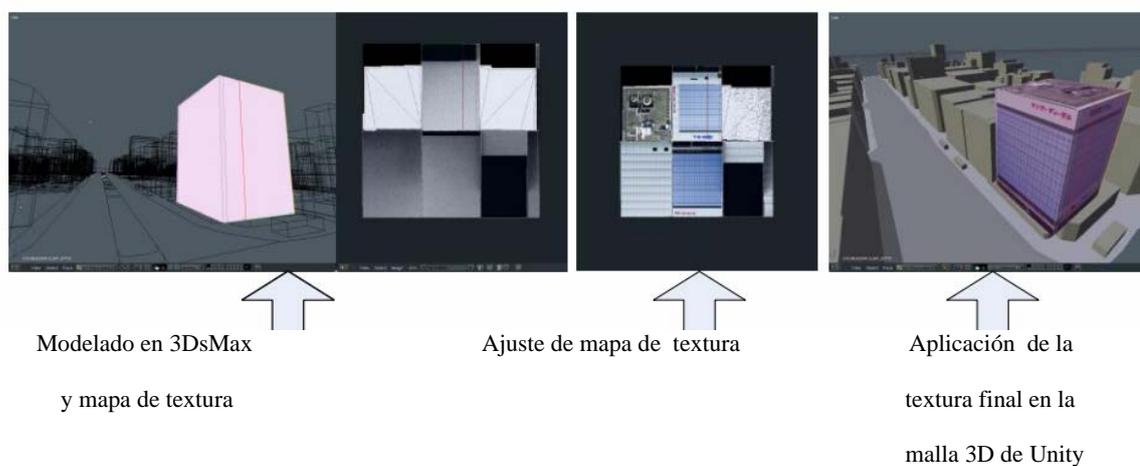


Figura 20. Asignación de Texturas

Hay dos limitaciones para obtener un buen rendimiento en la asignación de texturas:

- El tamaño de la textura debe ser tan pequeño como sea posible pero a la vez apropiado visualmente.
- La textura debe contener capas de información con iluminación para obtener el efecto de la iluminación durante el juego.

4.4.4 EXPORTACIÓN DEL MODELO A UNITY3D

Una vez que se ha completado el modelado en 3DStudio se guarda el trabajo en formato .FBX compatible con Unity3D. Basado en las tablas de referencia de Unity, se verifica la exportación de contenido gráfico desde la aplicación 3DS Max a través del formato de intercambio FBX (Figura 20).

Dentro de la documentación de la aplicación Unity 3D⁸ se muestran la siguiente tabla que nos servirá para entender todas las posibilidades de importación y también a determinar las pertinentes a este documento.

	Meshes	Textures	Anims	Bones
Maya .mb & .ma ¹	*	*	*	*
3D Studio Max .max ¹	*	*	*	*
Cheetah 3D .jas ¹	*	*	*	*
Cinema 4D .c4d ^{1,3}	*	*	*	*
Blender .blend ¹	*	*	*	*
modo .lxo ²	*	*	*	*
Autodesk FBX	*	*	*	*
COLLADA	*	*	*	*
Carrara ¹	*	*	*	*
Lightwave ¹	*	*	*	*
XSI 5.x ¹	*	*	*	*
SketchUp Pro ¹	*	*		
Wings 3D ¹	*	*		
3D Studio .3ds	*			
Wavefront .obj	*			
Drawing Interchange Files .dxf	*			

Fuente: Unity 3d

¹ Import uses the application's FBX exporter. Unity then reads the FBX file.
² Import uses the application's COLLADA exporter. Unity then reads the COLLADA file.
³ Cinema4D 10 has a buggy FBX exporter.

Figura 20. Referencias de Exportación Unity3D

Esta exportación permite la transferencia de geometrías, texturas, materiales simples y animaciones. 3D Studio Max también tiene la opción de exportar cámaras y luces pero estas no son reconocidas por Unity3D. [Franco Serrano, V.H., 2011]

En la siguiente captura podemos ver las opciones de exportación del formato FBX (Figura 21):

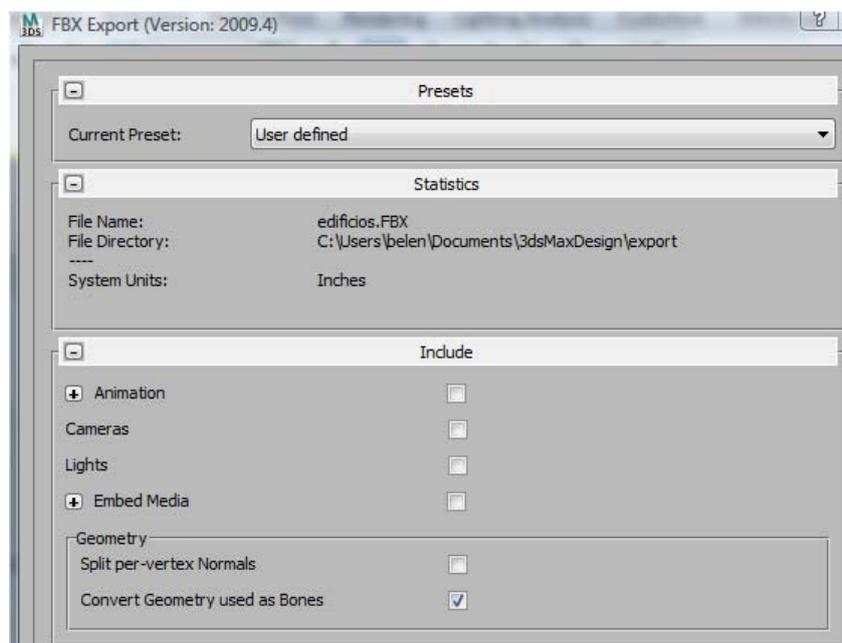


Figura 21. Opciones de Exportación FBX

- Geometría: Dentro de la sección de geometría podremos activar o desactivar la exportación de grupos de suavizado, las tangentes y binormales
- Dentro de la sección de Animation podemos activar o desactivar la exportación de la secuencia animada.
- Dentro de la sección Cameras activaremos o inactivaremos la exportación de las cámaras que estén definidos en la escena.
- En la sección de Lights se activa o inactiva la exportación de luces que estén definidas en la escena. Hay que recordar que FBX solo exporta luces simples, todas las demás serán convertidas a este formato.
- Dentro de la sección Embed Media activaremos o desactivaremos la integración de las texturas que estén definidas en los objetos, si esta opción se deja deseleccionada las texturas estarán referenciadas por lo que deberán acompañar en la carpeta al archivo FBX.

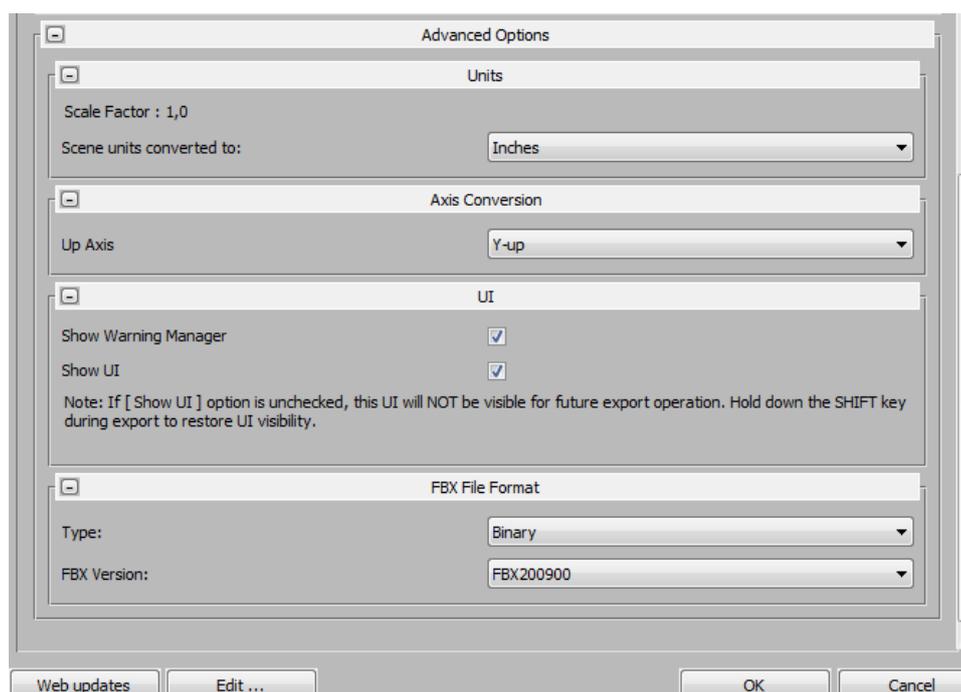


Figura 22. Opciones de Exportación Avanzadas FBX

- En las opciones avanzadas y dentro de la sección Units se selecciona la conversión al sistema de unidades del sistema inglés o del sistema decimal (Figura 22).
- Dentro de la sección Axis Conversion se selecciona el eje que apunta hacia arriba (UP axis) pues cada programa define como es el manejo de sus ejes coordenados, por ejemplo 3ds max maneja Z como UP y Unity maneja Y como eje superior, por eso, se recomienda dejar el eje Y como eje superior al exportar a FBX.
- Dentro de la sección de FBX File Format se puede seleccionar el tipo de codificación del archivo si es binaria o ASCII, siendo binario un formato más veloz en su lectura, las versiones de FBX permiten manejar rangos de compatibilidad con versiones anteriores de 3DS MAX.

Una vez que se ha importado el modelo a Unity3D comienza el desarrollo de la fase de programación con el lenguaje C# para diseñar las escenas y editarlas hasta conseguir un entorno realista.

5. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de la implementación realizada a modo de prueba de los datos del Catastro 3D en el programa Unity 3D.

5.1 PROYECTO EN UNITY 3D

Una vez en Unity debemos crear un nuevo proyecto. Este nuevo proyecto esta formado por las carpetas Assets, Library y Temp.

Los assets que componen el proyecto, como escenas, scripts, modelos 3D, texturas y prefabs pueden verse en la Vista del Proyecto (Figura 23).

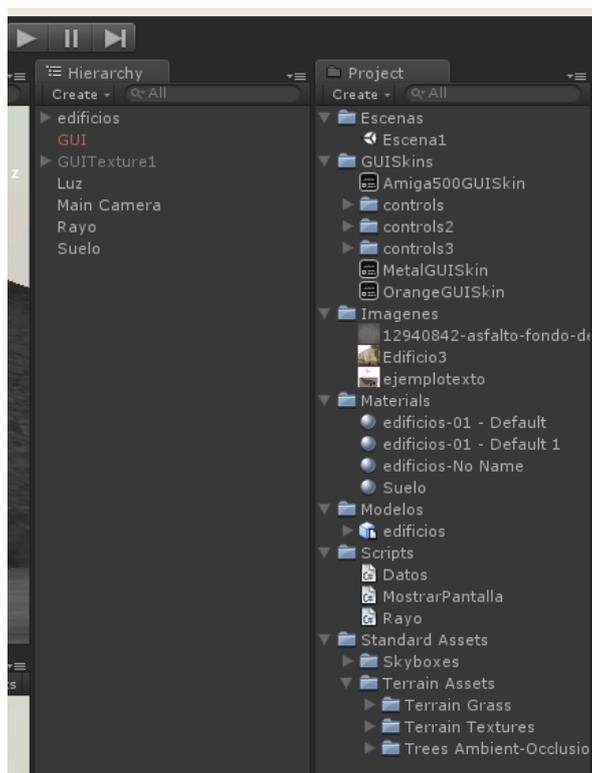


Figura 23. Estructura de archivos en Unity3D

5.1.1 INSPECTOR

Los juegos en Unity están hechos por múltiples Game Objects que contienen mallas, scripts, sonidos, u otros elementos gráficos como las luces. El Inspector despliega información detallada acerca del actual GameObject seleccionado, incluyendo todos los componentes unidos a este y sus propiedades. Aquí, se puede modificar la funcionalidad de los GameObjects en la escena.

Cualquier propiedad que es desplegada en el inspector puede ser directamente modificada. Incluso la variable script puede ser modificada sin modificar el propio script.

5.1.2 CREACIÓN DE UNA ESCENA

Unity3D funciona mediante escenas. Una escena es un “nivel” de nuestro juego. Todos sus elementos son privados, y no se pueden usar fuera de ella. En este trabajo solo será necesaria una escena en la que se mostrarán los edificios y podremos pinchar sobre ellos con el ratón, mostrándose en una ventana emergente la información catastral asignada a cada uno de ellos. Para crear la escena, basta con guardar la escena actual de nuestro nuevo proyecto.

5.1.3 CAMARAS

Al igual que las cámaras que se utilizan en el cine, las cámaras de Unity se utilizan para mostrar las escenas. Siempre se deberá tener al menos una cámara en una escena, pero pueden tenerse más de una y pueden colocarse en cualquier lugar de la pantalla. En este caso se utiliza una sola cámara. En la siguiente captura puede verse la posición de la cámara y su configuración (Figura 24):

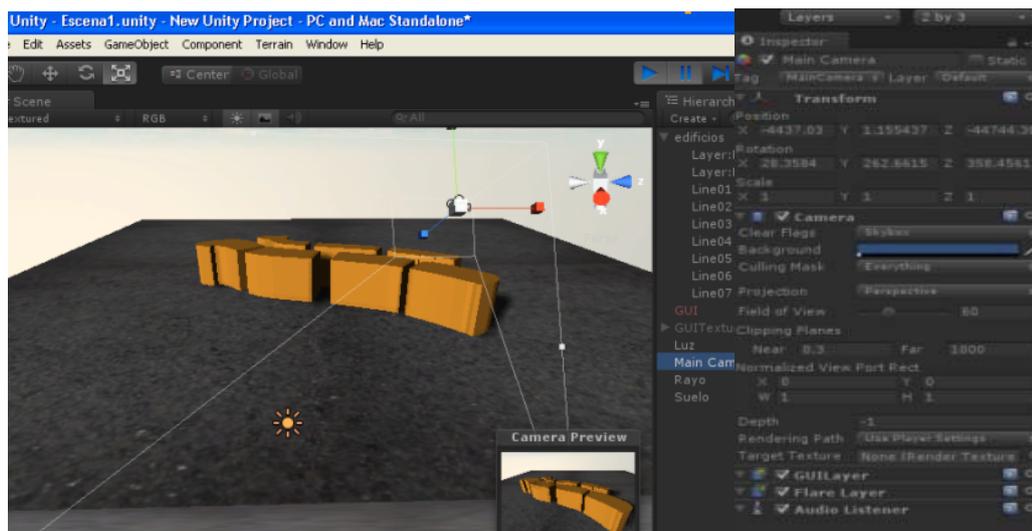


Figura 24. Vista/Inspector de la Cámara

5.1.4 ILUMINACIÓN

Existen tres tipos de luces en Unity:

- Point Lights: Brilla desde un lugar de la misma manera en todas direcciones, como una bombilla.
- Direccional Lights: Se colocan infinitamente lejos y afecta a toda la escena. Ilumina como el sol. Funciona para crear sombras.
- Spot Lights: Proporciona el brillo de un punto en una dirección y solo ilumina a los objetos dentro de un cono, funciona como los faros de un coche.

En este caso para iluminar la escena de los edificios se ha creado una luz direccional. De esta forma la luz iluminará en una dirección dada de forma uniforme sin importar en qué posición la pongamos (Figura 25).

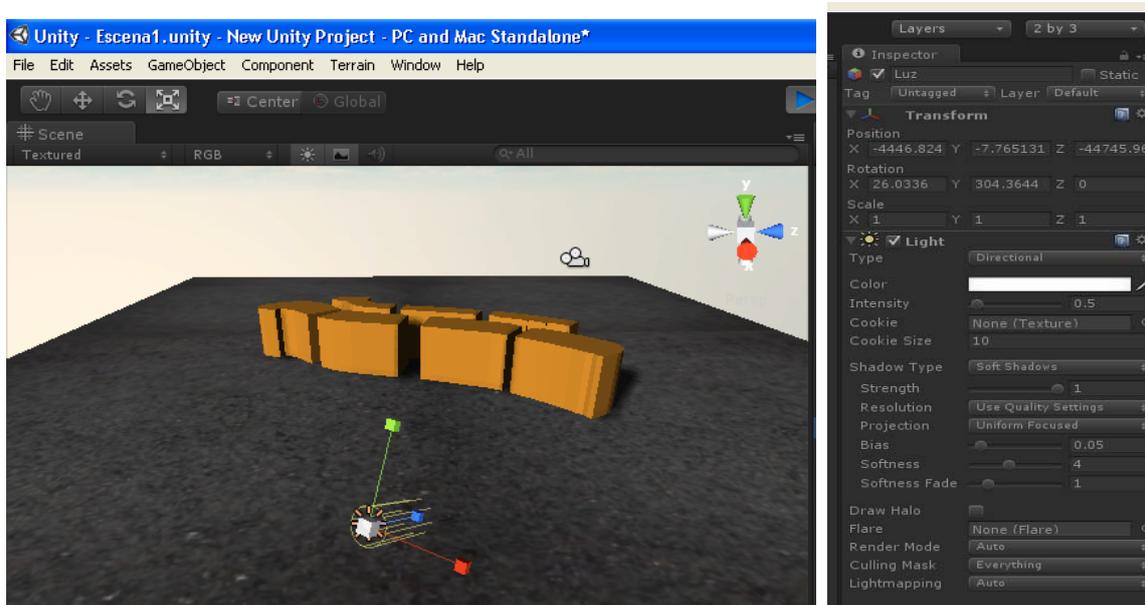


Figura 25. Vista/Inspector de la Iluminación

5.1.5 SCRIPTING DE UNITY

En el Scripting de Unity el usuario define el comportamiento del juego y las reglas dentro de Unity. Para crear los Scripts se ha utilizado el lenguaje C#.

- VARIABLES

Las Variables en Unity empiezan con una letra minúscula. Las variables se usan para almacenar información sobre cualquier aspecto de un estado del juego. Se declaran de la siguiente forma:

```
var NOMBRE_VARIABLE="VALOR POR DEFECTO"
```

Se puede asignar cualquier nombre pero no debe contener espacios en blanco ni caracteres especiales como @,#,etc. Existen varios tipos de variables:

- Int: Entero, contiene números enteros. Por ejemplo: 5
- Float: Flotante, contiene números con decimales. Por ejemplo: 5.2

- String: Cadena, contiene palabras por lo que puede contener cualquier carácter.
- Boolean: Puede tomar valores True (Verdadero) o False (Falso).

Las variables a su vez pueden ser públicas o privadas. Si la variable es privada, no será accesible desde el inspector de Unity y solo podrá ser modificada desde código. Cuando una variable es pública se puede sobrescribir el valor desde el script editando su valor en el inspector.

- FUNCIONES

Las funciones son bloques de código que han sido escritos una vez y que se pueden reusar tantas veces como sea necesario. Empiezan con una letra mayúscula.

Unity tiene funciones reservadas. Son funciones incluidas en Unity y pueden ser llamadas usando sus nombres. Dos funciones reservadas muy importantes son “start()” y “Update()”.

La función start() se ejecuta una vez se llama al script. Update () se ejecuta continuamente en cada frame.

El primer paso para diseñar la escena y asignarle información a nuestros datos será conseguir crear un rayo que detecte que se ha tocado el edificio con el ratón.

Para la creación del Script el cual se activará cuando se detecte que hemos tocado el objeto “edificio” seleccionamos Assets>Create>CSharp o dentro del panel Hierarchy seleccionamos el desplegable Create>CSharp, lo nombramos Rayo y escribimos el siguiente código:

➤ Script Rayo

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Rayo : MonoBehaviour {
```

```
public GameObject mostrarPantalla;

public Material antiguo;
public Material sel;

// Update is called once per frame
void Update () {

    if(Input.GetMouseButtonUp(0)){

        Ray ray;

        ray=Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);

        RaycastHit hit;

        if (Physics.Raycast(ray, out hit)) {

            if (hit.collider.gameObject.tag.Equals("Seleccionable"))
            {

                Debug.Log("1");

mostrarPantalla.GetComponent<MostrarPantalla>().Mostar(hit.collider.gameObject.Ge
tComponent<Datos>().texto,hit.collider.gameObject.GetComponent<Datos>().imagen);

            }
            else {
                Debug.Log("2");

                mostrarPantalla.GetComponent<MostrarPantalla>().mostrar =
false;

            }

        }

    }

}
```

Guardamos el archivo y ahora adjuntamos el script al GameObject Rayo (Figura 26).

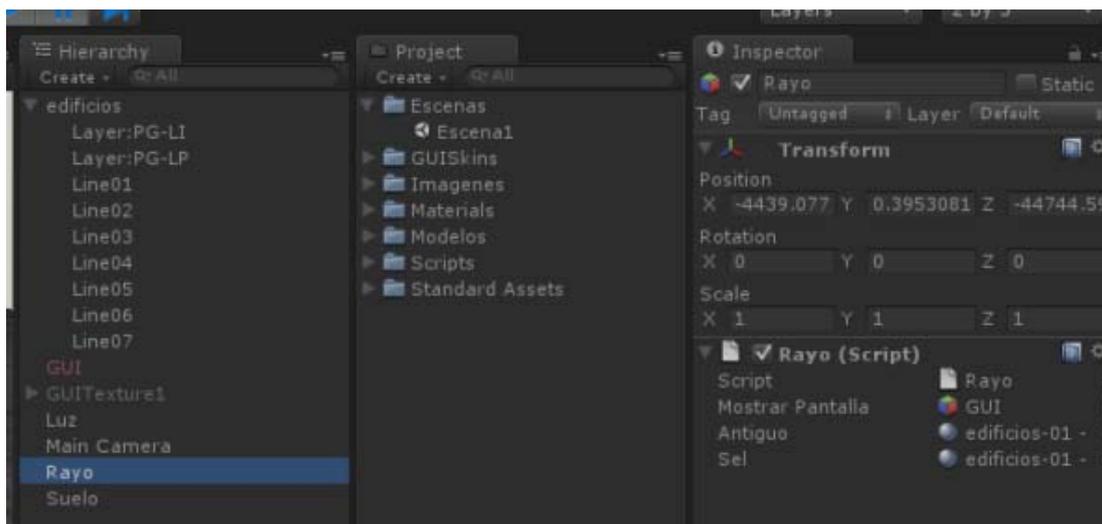


Figura 26. Inspector del Script Rayo

Una vez que se detecte con el rayo que se ha tocado el edificio con el ratón se deberán almacenar los datos con los atributos del edificio. Asignamos el script al GameObject del edificio.

➤ Script Datos (Figura 27)

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Datos : MonoBehaviour {

    public string texto = "";

    public Texture2D imagen;

    // Use this for initialization
    void Start () {

    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }

}

```

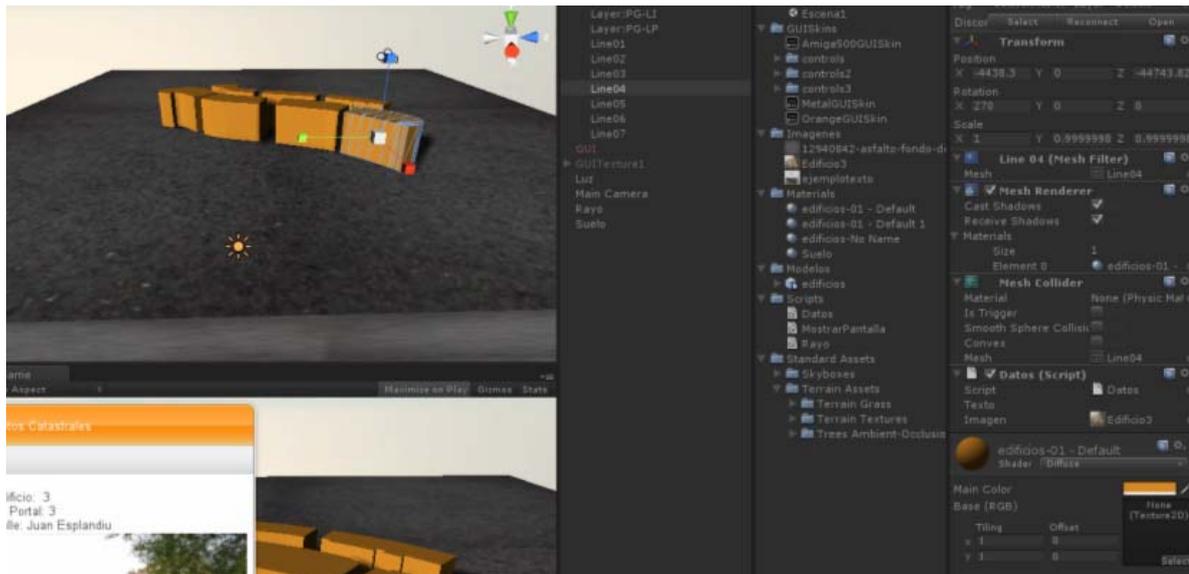


Figura 27. Inspector del Script Datos

Para conseguir que nos muestre los datos en una ventana, es necesario también crearla mediante script:

- Script Mostrar Pantalla (Figura 28)

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class MostrarPantalla : MonoBehaviour {

    public Texture2D imagen;
    public string texto;
    public bool mostrar=false;

    public Rect r1, r2, r3;

    public GUISkin mySkin;

    void OnGUI()
    {
        if (mostrar)
        {
            GUI.skin = mySkin;

            r1 = GUI.Window(0, r1, DoMyWindow, "Datos Catastrales");
        }
    }
}
```

```

void DoMyWindow(int windowID) {

    // GUI.Box(r1, "");
    GUILayout.Label("");
    GUILayout.Label( texto);

    GUI.DrawTexture(r3, imagen);

    GUI.DragWindow(new Rect(0, 0, 10000, 10000));
}

public void Mostar(string _texto,Texture2D _imagen) {

    mostrar = true;
    imagen = _imagen;

    // _texto=_texto.Replace("\n", "");

    texto = _texto;

}

}

```

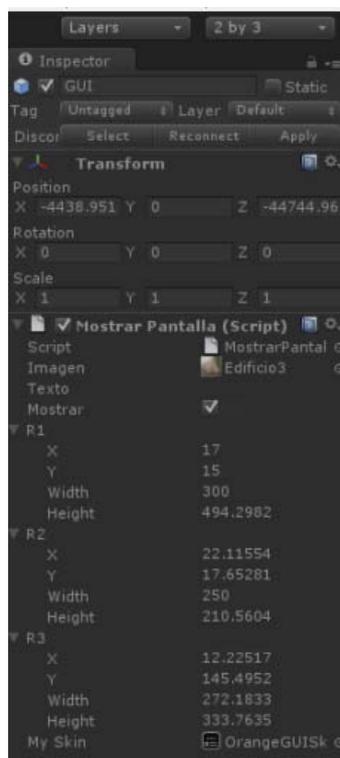


Figura 28. Inspector del Script Mostrar Pantalla

5.1.6 REPRODUCCIÓN DE LA ESCENA

La vista de la escena se procesa desde la cámara y representa la presentación final de la misma.

En Unity se puede ejecutar la escena sin salir del editor. En la parte superior del editor se encuentran los controles de reproducción. En cualquier momento puede entrarse en la previsualización pulsando el botón de reproducción (Figura 29):

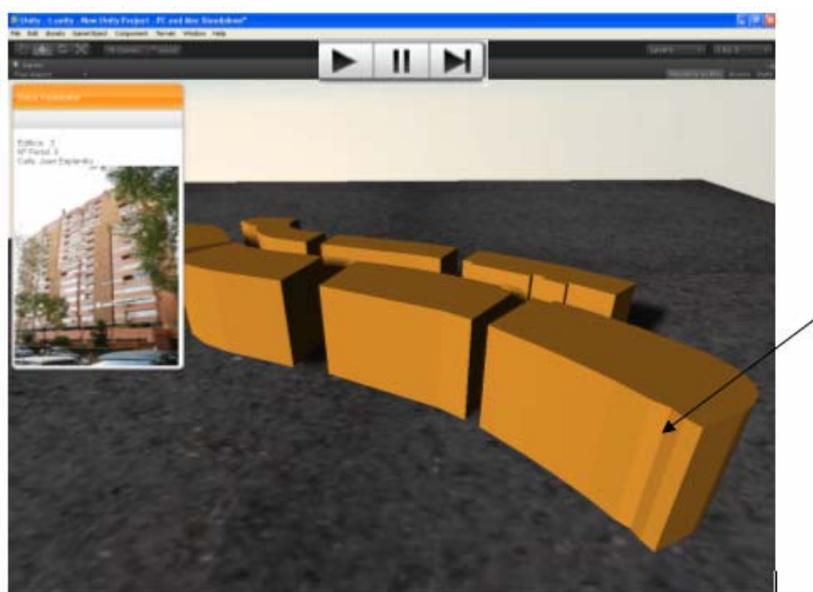


Figura 29. Reproducción de la Escena

Una vez pulsado el botón de reproducción, si hacemos clic en cualquiera de los edificios aparecerá una ventana emergente con sus correspondientes datos catastrales, como se muestra en la captura anterior.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado un estudio de las posibilidades de integrar datos del Catastro 3D en la plataforma de simulación Unity3D.

Una de las grandes ventajas del uso de las plataformas de simulación 3D es la posibilidad de crear y optimizar rutinas personalizadas adaptadas a las necesidades individuales de cada usuario. Permiten dar nuevos enfoques para el desarrollo de entornos virtuales 3D implementando datos del Catastro 3D y ayudan a la solución y planificación de tareas con mayor eficacia.

El motor de juego Unity3D puede considerarse un sistema ideal que permite la visualización, navegación, manipulación y análisis del modelo 3D de forma interactiva dentro de un entorno virtual de alta credibilidad.

Dado que a lo largo de este trabajo se ha planteado una implementación a modo de prueba, se abre a partir de aquí un abanico de posibilidades para el desarrollo de posibles aplicaciones dentro del motor de juego Unity3D. Por ejemplo, este tipo de escenarios virtuales 3D son una herramienta formativa óptima para instruir en conceptos territoriales, ya que posibilitan una experiencia inmersiva en los lugares que se pretenden estudiar.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Martín López, J. (2002). Historia de la Cartografía y de la Topografía. 1ª ed. Madrid: Centro Nacional de Información Geográfica, 474 p.
- Olivares García, J.M., Virgós Soriano L.I., Velasco Martín-Vares,A., (2011). 3D Modeling and Representation of the Spanish Cadastral Cartography
- Velasco Martín-Vares, A., Olivares García, J.M., Groeger, G. (2010). El Catastro que nos viene. CT: Catastro, nº 70, pp. 27-43.
- Molen, P. v. d. (2003). Institutional Aspects of 3D Cadastre. Computer, Environment and Urban Systems.
- Stoter, J. E.,Oosterom, P. J. M. v. (2006). 3D cadastre in an international context: legal, organizational, and technological aspects, Taylor & Francis.
- Alberto Martínez.J. Potencialidades del Gis 3D y los Modelos Urbanos Interactivos.
- Sharkawi, K.H., Ujang, M.U., Abdul-Rahman A.; 3D Navigation System for Virtual Reality Base don 3D Game Engine.
- Indraprastha Aswin., (2009). Integrating CAD and GIS Simulation on Urban Desing Study By Using Game Engine. Case on Campus Environment.
- Indraprastha Aswin, Shinozaki Michihiko. (2009). The Investigation on Using Unity 3D Game Engine in Urban Design Study.
- Rohan Bennet, Abbas Rajabifard, Mohsen Kalantari, Jude Wallace. Cadastral Futures: Building a New Vision of the Nature and Role of Cadastres.
- Virgós Soriano,L, Olivares García, J.M. Catastro 3D en Internet
- Beck,M., ViewTech A.G.,(2003).Real-Time Visualization of Big 3D City Models,
- Hidalgo Otamendi, A., Hernández Martín, A., Morcillo López, M.Á., Hernández Echegaray, MJ. (2008). Metodología para la Realización de Mapas de Ruido.

- Ministerio de Fomento (2008). Elaboración de los mapas estratégicos de ruido de las carreteras de la red del Estado en el Principado de Asturias.
- Cruickshank, D. R. (1980). Classroom Games and Simulations. Theory into practice, 19(1), 75-80. (Citado en Seay, J., Education and Simulation/Gaming and Computers).
- Franco Serrano, V.H., (2011) Preparación y Exportación de modelos para la aplicación Unity.
- Luna Luz, F., Introducción a Unity3D.
- Página web de la Dirección General del Catastro: <http://www.catastro.meh.es>
- Oficina Virtual del Catastro. <http://www.sedecatastro.gob.es>
- Página Oficial de Unity3D. <http://unity3d.com/>
- Página Oficial de Autodesk. <http://usa.autodesk.com/>
- Wikipedia en Castellano. <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
- Google 3D Warehouse: <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/?hl=es>