



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN:
TELEMÁTICA
PROYECTO FIN DE CARRERA
GOOGLE SKETCHUP APLICADO AL
DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS
EDUCATIVOS

Autor: Ignacio Medrano Sanz

Director: Vicente Luque Centeno

Julio, 2009

1: INTRODUCCIÓN	7
2: OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA	11
2.2 OBJETIVOS DEL DESARROLLO DE MODELOS	12
2.3 OBJETIVOS DE LOS VIDEOJUEGOS	16
3: ESTADO DE LA CUESTIÓN	19
3.1 COMO OBTENER GOOGLE SKETCHUP	19
3.2 REQUISITOS DEL SISTEMA PARA GOOGLE SKETCHUP	19
3.3 VERSIÓN GRATUITA vs VERSIÓN PROFESIONAL	21
3.4 FUNCIONES DE GOOGLE SKETCHUP	22
3.4.1 FUNCIONES NUEVAS EN LA VERSIÓN 6	22
3.4.2 FUNCIONES COMUNES A AMBAS VERSIONES	23
3.4.3 FUNCIONES ESPECÍFICAS DE LA VERSIÓN PROFESIONAL	25
3.5 OTROS PRODUCTOS DE LA FAMILIA GOOGLE SKETCHUP	26
3.5.1 GALERÍA 3D DE GOOGLE (3D WAREHOUSE)	26
3.5.2 GOOGLE EARTH	27
3.5.3 LAYOUT	31
3.5.4 SKETCHUP VIEWER	31
3.5.5 COMPLEMENTOS DE SKETCHUP	31
3.5.6 SCRIPTS RUBY	31
3.5.7 PAQUETES EXTRA	32
3.6 APRENDIZAJE DE SKETCHUP	33
3.7 OTRAS APLICACIONES ÚTILES	37
4: ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA GOOGLE SKETCHUP	41
4.1 TIPOS DE SOFTWARE DE MODELADO 3D	41
4.2 LO QUE GOOGLE SKETCHUP PUEDE HACER	42
4.2.1 INICIAR UN MODELO DE MUY DIVERSAS FORMAS	42
4.2.2 TRABAJAR DE FORMA PRECISA O DE FORMA “LIBRE”	53
4.2.3 MODELAR CUALQUIER OBJETO QUE SE PUEDA IMAGINAR	56
4.2.4 PINTAR LAS SUPERFICIES DEL MODELO CON COLORES Y/O TEXTURAS	61
4.2.5 APLICAR ESTILOS AL MODELO	67
4.2.6 TRABAJAR UTILIZANDO LAS INFERENCIAS	67
4.2.7 MANTENER ORGANIZADO EL MODELO	70
4.2.8 COMPARTIR NUESTROS MODELOS	75
4.2.9 SCRIPTS RUBY	90
4.3 LO QUE GOOGLE SKETCHUP NO PUEDE HACER	92
4.4 OTROS PROGRAMAS DE CAD y MODELADO 3D	95

5: DESARROLLO DE MODELOS 3D	102
5.1 SACAR FOTOGRAFÍAS DEL MODELO	102
5.2 BUSCAR EL EDIFICIO EN GOOGLE EARTH E IMPORTAR LA VISTA EN SKETCHUP	103
5.3 CONSTRUIR EL MODELO A PARTIR DE LA IMAGEN IMPORTADA.	105
5.4 APLICAR TEXTURAS AL MODELO	112
5.5 RETOQUES FINALES Y COMPARTIR EL MODELO	115
6: DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS UTILIZANDO MODELOS DE GOOGLE SKETCHUP	120
6.1 GOOGLE SKETCHUP Y LOS VIDEOJUEGOS	120
6.2 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO 2D	122
6.2.1 OBJETIVO DEL JUEGO	123
6.2.2 MECÁNICA DEL JUEGO	125
6.2.3 DISEÑO DEL JUEGO CON GAME MAKER	128
6.3 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO 3D	133
6.3.1 OBJETIVO DEL JUEGO	133
6.3.2 MECÁNICA DEL JUEGO	133
6.3.3 DISEÑO DEL JUEGO CON 3D RAD	134
6.3.4 INSTRUCCIONES PARA INSTALAR LOS JUEGOS CREADOS CON 3D RAD	139
6.4 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO 3D	140
6.4.1 OBJETIVO DEL JUEGO	140
6.4.2 MECÁNICA DEL JUEGO	140
6.4.3 DISEÑO DEL JUEGO CON 3D RAD	141
7: RESULTADOS Y CONCLUSIONES	144
8: FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	158
9. BIBLIOGRAFÍA	161

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: BIBLIOTECA DE COMPONENTES	32
TABLA 2: BIBLIOTECA DE MATERIALES	32
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS TORRES LÁSER	127
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS TORRES CAÑÓN	127
TABLA 5: SKETCHUP VS OTROS PROGRAMAS	147
TABLA 6: RESUMEN COSTES DEL PROYECTO	157

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EJEMPLO DE MODELO SIMPLE SIN TEXTURAS	14
FIGURA 2: EJEMPLO DE MODELO NORMAL, CON TEXTURAS FOTOGRÁFICAS	15
FIGURA 3: EJEMPLO DE MODELO COMPLEJO, LOS DETALLES ESTÁN REALIZADOS A MANO SIN UTILIZAR FOTOGRAFÍAS.	15
FIGURA 4: EJEMPLO DE MODELO GEOREFERENCIADO	27
FIGURA 5: EJEMPLO DE MODELO NO GEOREFERENCIADO	27
FIGURA 6: GOOGLE EARTH	28
FIGURA 7: APLICACIONES DE LA FAMILIA GOOGLE SKETCHUP	30
FIGURA 8: PANTALLA INICIAL DE GOOGLE SKETCHUP	43
FIGURA 9: DETALLE DE LA BARRA DE ESTADO	44
FIGURA 10: MENÚ CONTEXTUAL DE LAS PESTAÑAS DE ESCENA	45
FIGURA 11: FIGURA DE REFERENCIA Y VCB	54
FIGURA 12: SKETCHUP PERMITE CAMBIAR EL TAMAÑO DEL MODELO	56
FIGURA 13: EJEMPLO DE MODELO SIMPLE Y MODELO COMPLEJO: AMBOS ESTÁN FORMADOS ÚNICAMENTE POR ARISTAS Y POR CARAS	57
FIGURA 14: AJUSTES DE ARISTA	58
FIGURA 15: IMAGEN CON LAS ARISTAS VISIBLES	58
FIGURA 16: MISMA IMAGEN CON LAS ARISTAS OCULTAS	59
FIGURA 17: EJEMPLO DE EXTRUSIONES SOBRE CARAS DIVIDIDAS	60
FIGURA 18: CRUZAR DOS ARISTAS NO LAS DIVIDE AUTOMÁTICAMENTE	60
FIGURA 19: CUADRO DE DIÁLOGO DE MATERIALES	61
FIGURA 20: APLICAMOS UNA TEXTURA A UNA SUPERFICIE	62
FIGURA 21: LA TEXTURA CUBRE LA SUPERFICIE FORMANDO UN MOSAICO	62
FIGURA 22: ALFILERES PARA MANIPULAR TEXTURAS	65
FIGURA 23: ALFILERES	66
FIGURA 24: EJEMPLOS DE ESTILOS	67
FIGURA 25: INFERENCIAS DE PUNTOS	68
FIGURA 26: INFERENCIAS DE LÍNEAS	69
FIGURA 27: CUADRO DE DIÁLOGO CREAR COMPONENTE	72
FIGURA 28: EJEMPLO DE ESQUEMA DE UN MODELO	73
FIGURA 29: GESTOR DE CAPAS	74
FIGURA 30: EJEMPLO DE CAPAS EN UN PROGRAMA 2D	74
FIGURA 31: DISTINTOS FORMATOS DE ENTRADA/SALIDA	75
FIGURA 32: CÓDECS	86
FIGURA 33: EJEMPLO DE RENDERING FOTO REALISTA REALIZADO CON ARTLANTIS	93
FIGURA 34: EJEMPLO DE RENDERING NO FOTORREALISTA REALIZADO CON BLENDER	94
FIGURA 35: TOMAR FOTOGRAFÍAS DESDE TODOS LOS ÁNGULOS	102
FIGURA 36: IMPORTAR VISTA DE GOOGLE EARTH EN SKETCHUP	103
FIGURA 37: ARRANCAR GOOGLE EARTH Y BUSCAR EL EDIFICIO QUE SE DESEA MODELAR	104
FIGURA 38: ARRANCAR SKETCHUP (AUTOMÁTICAMENTE SE CREARÁ UN NUEVO DOCUMENTO EN BLANCO) E IMPORTAR LA VISTA DE GOOGLE EARTH EN EL MENÚ: “HERRAMIENTAS” > “GOOGLE EARTH” > “OBTENER VISTA ACTUAL”	104
FIGURA 39: SITUAMOS LOS EJES Y DIBUJAMOS EL CONTORNO DEL EDIFICIO SOBRE LA IMAGEN	106
FIGURA 40: LEVANTAMOS EL EDIFICIO CON LA HERRAMIENTA DE EMPUJAR/TIRAR	106
FIGURA 41: PUERTA EXTERIOR	107
FIGURA 42: DETALLE DE UNA VENTANA DEL TEJADO	108
FIGURA 43: MOLDURA DEL TEJADO	108

FIGURA 44: PINÁCULO.	109
FIGURA 45: COLUMNAS DE LA PUERTA TRASERA EXTERIOR.....	109
FIGURA 46: CORONAMIENTO.....	110
FIGURA 47: FACHADA PRINCIPAL.	110
FIGURA 48: DETALLE DEL PATIO INTERIOR.	111
FIGURA 49: PLATAFORMA.	111
FIGURA 50: TEXTURA FACHADA	113
FIGURA 51: FACHADA SIN TEXTURAS.	114
FIGURA 52: RESULTADO DE APLICAR LA TEXTURA A LA FACHADA.	115
FIGURA 53: VERSIÓN FINAL DEL MODELO DEL EDIFICIO SABATINI	117
FIGURA 54: VERSIÓN FINAL DEL MODELO DEL TELÉGRAFO ÓPTICO	118
FIGURA 55: EL EDIFICIO A DEFENDER.....	123
FIGURA 56: TORRETA LÁSER	124
FIGURA 57: TORRETA CAÑÓN	124
FIGURA 58: OVNI ENEMIGO	125
FIGURA 59: PANTALLA INICIAL	126
FIGURA 60: TORRE SELECCIONADA Y SUS ATRIBUTOS.....	126
FIGURA 61: ASPECTO DEL JUEGO EN GAME MAKER	130
FIGURA 62: INICIO DEL JUEGO, A LOS MANDOS DE UN X-WING.....	134
FIGURA 63: MODELO DE X-WING.....	135
FIGURA 64: MODELO DE TIE FIGHTER.....	135
FIGURA 65: OBJETOS DISPONIBLES EN 3D RAD.....	139
FIGURA 66: VIDEOJUEGO EDUCATIVO	141
FIGURA 67: EJEMPLO DE VIDEOJUEGO SENCILLO.....	153
FIGURA 68: CELESTIA	154

1: INTRODUCCIÓN

Google SketchUp es un programa que permite crear, compartir y presentar modelos 3D de forma fácil, rápida y eficiente.

SketchUp permite modelar cualquier objeto en tres dimensiones y, una vez finalizado el modelo, permite exportar una imagen, visualizarlo en Google Earth, compartirlo a través de la galería 3D (sketchup.google.com/3dwarehouse), hacer una película o imprimir una vista del modelo.

SketchUp fue desarrollado originalmente por la compañía @Last Software en 1999 y su primera versión fue lanzada al mercado en agosto del 2000. El objetivo principal fue crear una herramienta de modelado 3D genérica, más intuitiva, sencilla y accesible que las existentes en aquella época.

SketchUp obtuvo un éxito inmediato debido principalmente a su curva de aprendizaje mucho menos inclinada que la de otros programas de diseño 3D. SketchUp está dotado de un sencillo conjunto de herramientas, un sistema de dibujo guiado y una intuitiva interfaz de usuario que hacen que aprender a usar SketchUp sea mucho más fácil, rápido e intuitivo que aprender a usar otros programas de modelado 3D, a menudo basados en complejos juegos de comandos.

El desarrollo de un plug-in para Google Earth provocó que Google se interesase por el proyecto SketchUp. Tras varios contactos, Google adquirió @Last Software el 14 de Marzo del año 2006 y con ella los derechos de desarrollo de SketchUp.

El 27 de Abril del 2006, Google anuncia Google SketchUp, una versión de SketchUp que se puede descargar de forma gratuita (antes de la adquisición por Google una copia de SketchUp costaba 495 \$).

A día de hoy, Google SketchUp es utilizado en hogares, colegios, universidades y oficinas de todo el mundo, tanto por profesionales como por aficionados, se puede descargar de forma gratuita en seis idiomas y tiene más de 12.500 usuarios registrados.

En resumen, Google SketchUp es un software fácil de utilizar y extremadamente potente que permite crear fácilmente formas en 3D. Es una herramienta creativa con múltiples posibilidades: creación de simulaciones, de prototipos, de diseños, de visualizaciones...

Este proyecto constará de tres fases: primero se realizará un estudio del programa analizando sus fortalezas y sus debilidades y comparándolo con otros programas de diseño en 3D. En una segunda fase se realizarán dos modelos 3D: uno de ellos será un edificio de la universidad, el edificio Sabatini, situado en la Escuela Politécnica Superior de la universidad Carlos III de Madrid; el otro será un telégrafo óptico de Mathé, situado en el término municipal de Collado Mediano. Finalmente, se desarrollarán tres videojuegos utilizando para ello modelos de SketchUp. Uno de ellos será un videojuego educativo, objetivo principal de este proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2: OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este capítulo se describirán los objetivos del proyecto, que deberán alcanzarse en los capítulos 4, 5 Y 6 respectivamente: la realización de un estudio de la herramienta, el desarrollo de los modelos 3D y el desarrollo de videojuegos utilizando modelos de SketchUp. Respecto al estudio de la herramienta, describiremos qué es lo que buscamos averiguar con dicho estudio y a que profundidad lo llevaremos a cabo. Respecto a los modelos, contaremos las razones por las que realizamos dichos modelos y cuáles son los requisitos que deben cumplir para ser considerados válidos. Respecto al desarrollo de los videojuegos, contaremos qué objetivos se persiguen al utilizar modelos de SketchUp en el desarrollo de videojuegos.

CAPÍTULO 3: ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este capítulo se describirá el estado de la tecnología en el momento en el que se realizó este proyecto: cuál es la última versión disponible de SketchUp, qué novedades incorpora y qué libros y artículos se han escrito sobre el tema. También describiremos el resto de aplicaciones de la familia SketchUp, así como otros programas utilizados en el proyecto. Este capítulo pretende ser una breve introducción para alguien que quiera introducirse en el mundo de Google SketchUp.

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA GOOGLE SKETCHUP

En este capítulo pasamos a estudiar la herramienta en profundidad: describiremos los diferentes tipos de software de modelado 3D existentes, profundizaremos en las características de SketchUp: qué es lo que puede hacer y cómo hacerlo, qué es lo que no puede hacer, qué otros programas similares hay en el mercado y lo que ofrecen respecto a SketchUp.

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE MODELOS 3D

En este capítulo describiremos el proceso de desarrollo de modelos 3D con Google SketchUp. Concretamente realizaremos un modelo 3D del Edificio Sabatini, situado en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid y otro de un telégrafo óptico de Mathé, situado en el término municipal de Collado Mediano. Describiremos cuáles son los problemas que se nos han planteado durante la realización de los modelos y las soluciones que hemos aplicado para resolverlos.

CAPÍTULO 6: DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS UTILIZANDO MODELOS DE GOOGLE SKETCHUP

En este capítulo describiremos el proceso de desarrollo de videojuegos utilizando modelos de Google SketchUp describiendo todas las ventajas y posibilidades que ofrecen. Concretamente, desarrollaremos tres videojuegos a modo de ejemplo: un videojuego 2D, y dos videojuegos 3D, uno de ellos educativo.

CAPÍTULO 7: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este capítulo se expondrán los resultados y las conclusiones obtenidas tanto en el estudio de la herramienta como en el desarrollo de los modelos y de los videojuegos. También expondremos los puntos fuertes y los débiles de Google SketchUp.

CAPÍTULO 8: FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

En este capítulo se expondrán futuras líneas de trabajo, así como posibles ampliaciones o mejoras del proyecto. También se darán ideas para proyectos alternativos con otras herramientas similares a SketchUp.

2: OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este capítulo se van a describir los objetivos del proyecto. Qué es lo que se busca con el proyecto en general y con cada una de sus partes por separado.

El proyecto consta de tres partes y en cada una de estas partes tendremos que cumplir unos objetivos concretos que nos guiarán hacia el objetivo final, que es el de la aplicación de Google SketchUp al desarrollo de videojuegos, en concreto al desarrollo de videojuegos educativos.

La primera parte consistirá en realizar un estudio de la herramienta para saber qué podemos esperar de ella y aprender cómo deberemos utilizarla para sacarle el máximo partido en las fases posteriores del proyecto.

La segunda parte consistirá en la realización de dos modelo 3D para Google Earth. Esto nos permitirá conocer mejor la herramienta, aplicar en la práctica lo aprendido en el estudio y valorar cuanto tiempo real necesitamos de media para crear un modelo. También nos permitirá confirmar o desmentir todas las conclusiones sacadas del estudio de la herramienta.

El objetivo final será aplicar Google SketchUp al ámbito educativo y de ocio mediante la realización de varios videojuegos. En concreto se desarrollarán tres videojuegos y uno de ellos será un videojuego educativo. Todos los videojuegos deberán desarrollarse con herramientas gratuitas.

A continuación pasaremos a contar en detalle los objetivos que se intentarán conseguir en cada una de las partes del proyecto:

2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA

El objetivo principal del estudio de la herramienta es el de conocer las funcionalidades principales de Google SketchUp previamente la realización de los modelos, para así trabajar con SketchUp de manera más eficiente durante la segunda parte del proyecto. Esto incluye averiguar qué es lo que Google SketchUp puede hacer (y como hacerlo) y qué es lo que no puede hacer. Cuáles son sus fortalezas y cuáles son sus debilidades y realizar una comparación con otras herramientas de diseño 3D existentes en el mercado.

No nos vamos a detener en exponer los detalles de cada comando, menú, opción, etc. Para conocer estos detalles se puede recurrir a la ayuda de SketchUp o a cualquiera de los libros de la [bibliografía](#). Buscamos averiguar qué puede hacerse con SketchUp y cómo hacerlo, así como sus puntos fuertes y débiles.

En resumen, con el estudio de la herramienta buscaremos dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tareas puede hacer Google SketchUp y cuáles no puede hacer?
- Respecto a las tareas que no puede hacer: ¿Necesitaremos estas funcionalidades no implementadas por SketchUp? y si es así ¿Qué alternativas tenemos para conseguirlas?
- ¿Qué nivel de integración ofrece con otras herramientas?, ¿Qué opciones de importación/exportación desde/hacia otras aplicaciones nos ofrece? Esto será de vital importancia a la hora de elegir la aplicación con la que desarrollaremos los videojuegos.
- Respecto a lo que puede hacer: ¿Cómo se hacen utilizando SketchUp? ¿hay otras formas mejores de hacerlo recurriendo a otras aplicaciones?
- ¿Cuáles son sus fortalezas y cuáles sus debilidades?
- ¿Existen otras herramientas que se adapten mejor a nuestras necesidades? ¿Qué ventajas nos aporta frente a otras herramientas similares? ¿Qué desventajas?
- ¿Cuáles son las limitaciones de los modelos realizados con SketchUp? ¿a que tipos de videojuegos se adaptan mejor?

2.2 OBJETIVOS DEL DESARROLLO DE MODELOS

Con el desarrollo de los modelos buscamos confirmar o revocar de primera mano todo lo aprendido en el estudio de la herramienta. Es decir, confirmar mediante la práctica lo aprendido en la teoría y coger soltura en el uso de la herramienta de forma práctica.

Adicionalmente, el segundo modelo nos servirá para valorar de forma más realista cuanto tiempo real necesitamos de media para crear un modelo 3D utilizando SketchUp, una vez hayamos cogido soltura en el manejo de la herramienta. Al ser la primera vez que manejamos la herramienta, los tiempos empleados en realizar el primer modelo no son representativos en general del tiempo que se tarda en desarrollar un modelo con SketchUp. Por esta razón realizaremos un segundo modelo para poder valorar este tiempo de forma más realista.

El primer objetivo en esta fase será el elegir qué tipo de modelo queremos crear de entre todas las posibilidades que nos ofrece SketchUp.

En 3D Warehouse [13] es posible encontrar básicamente tres tipos de modelos de edificios:

- Modelos simples, sin texturas. Tienen la ventaja de que se cargan rápidamente y que son relativamente sencillos de realizar, por lo que podríamos modelar una ciudad entera en muy poco tiempo. A su vez tienen la desventaja de ser poco realistas.
- Modelos “tallados”. Son modelos complejos en los que no se utilizan fotografías para las texturas y los detalles se hacen “a mano” con las herramientas del programa. Estos modelos tienen un gran número de polígonos y tardan mucho en cargarse y su realismo suele ser menor al de los modelos texturizados con fotografías. Son los más difíciles de realizar.
- Modelos con texturas fotográficas. Este es el tipo de modelo que realizaremos. Tienen la ventaja de ser más ligeros que los modelos tallados y a su vez suelen ser más realistas. Este es el tipo de modelo que se utiliza para Google Earth.

Nota: La complejidad se basa en el número de polígonos del modelo. Los modelos más complejos se procesan con mayor lentitud en Google Earth. El indicador de complejidad en 3D Warehouse está basado en el número de polígonos del mismo. Un gran número de polígonos, indicado como "Complejo" en la escala de complejidad, consumirá gran parte de los recursos del ordenador y puede causar que Google Earth funcione más lentamente mientras se esté mostrando el modelo.

En nuestro caso, hemos elegido realizar modelos con texturas fotográficas para Google Earth, por las siguientes razones:

- Es el ejemplo típico de utilización de SketchUp.
- Nos ofrece la posibilidad de trabajar con otros programas como Google Earth y comprobar de primera mano su integración con SketchUp.
- Los modelos para Google Earth tienen que cumplir unas determinadas características para ser incluidos en la capa “Lo mejor de la Galería 3D” de Google. Esto nos permitirá valorar objetivamente la calidad de nuestro modelo

En concreto, hemos elegido realizar dos modelos para Google Earth: uno de ellos será el modelo del Edificio Sabatini porque, en nuestra opinión, es el edificio más representativo de la Escuela Politécnica Superior, el más fácilmente reconocible y además es un edificio histórico del municipio de Leganés. Además, su situación facilita la toma de fotografías, necesarias para la elaboración de texturas, en comparación con el resto de edificios. El otro modelo elegido es un telégrafo óptico de Mathé, situado en el término municipal de Collado Mediano y que ha sido recientemente restaurado. Este segundo modelo nos permitirá valorar cuanto tiempo necesitamos para desarrollar modelos, una vez hemos cogido soltura en el manejo de la herramienta.

Para esta fase del proyecto el objetivo principal será que nuestros modelos sean aceptados en la capa de Google Earth, si se cumple este objetivo podremos dar los modelos por aceptables. Adicionalmente, compararemos los tiempos empleados en ambos modelos para comprobar si estos se reducen notablemente en el segundo modelo.

Una vez hayamos desarrollado los modelos, además de confirmar o desmentir lo aprendido en el estudio tendremos que responder las siguientes preguntas:

- ¿Han sido aceptados los modelos en la capa “Lo mejor de la galería 3D” de Google Earth? Y si no es así ¿Por qué?, ¿Qué puede hacerse para mejorar los modelos?
- ¿Es aceptable el resultado obtenido en relación con el esfuerzo invertido?
- ¿Cuáles han sido las dificultades encontradas?, ¿Cómo las hemos solucionado?
- ¿Cuáles han sido las ventajas y facilidades que nos ha aportado SketchUp?
- ¿Se podrían haber obtenido iguales o mejores resultados con otras herramientas?
- ¿Se ha conseguido una soltura suficiente en el manejo de la herramienta?
- ¿Es menor el tiempo empleado en el segundo modelo respecto al primero?

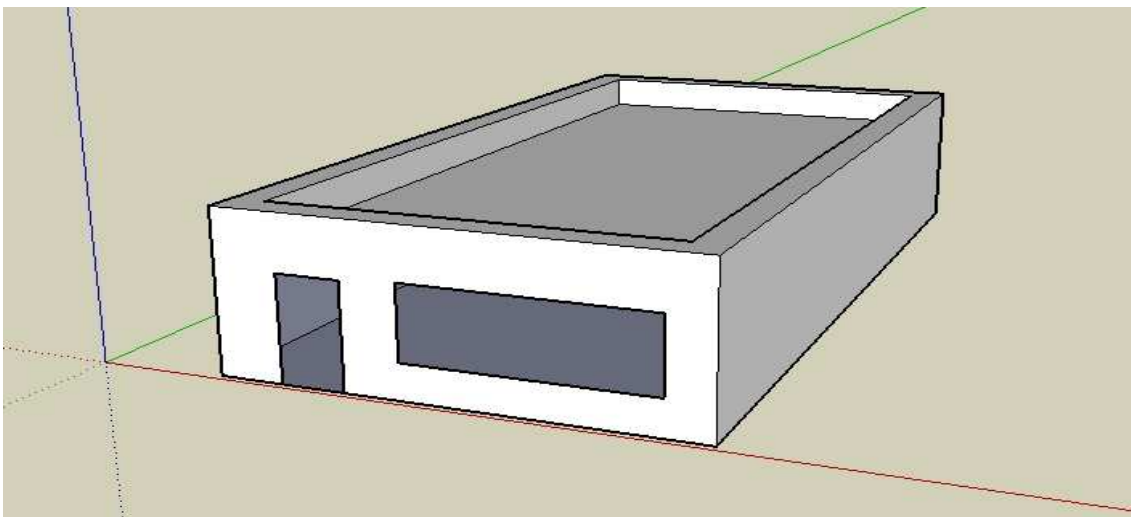


Figura 1: Ejemplo de modelo Simple sin texturas.



Figura 2: Ejemplo de modelo normal, con texturas fotográficas.

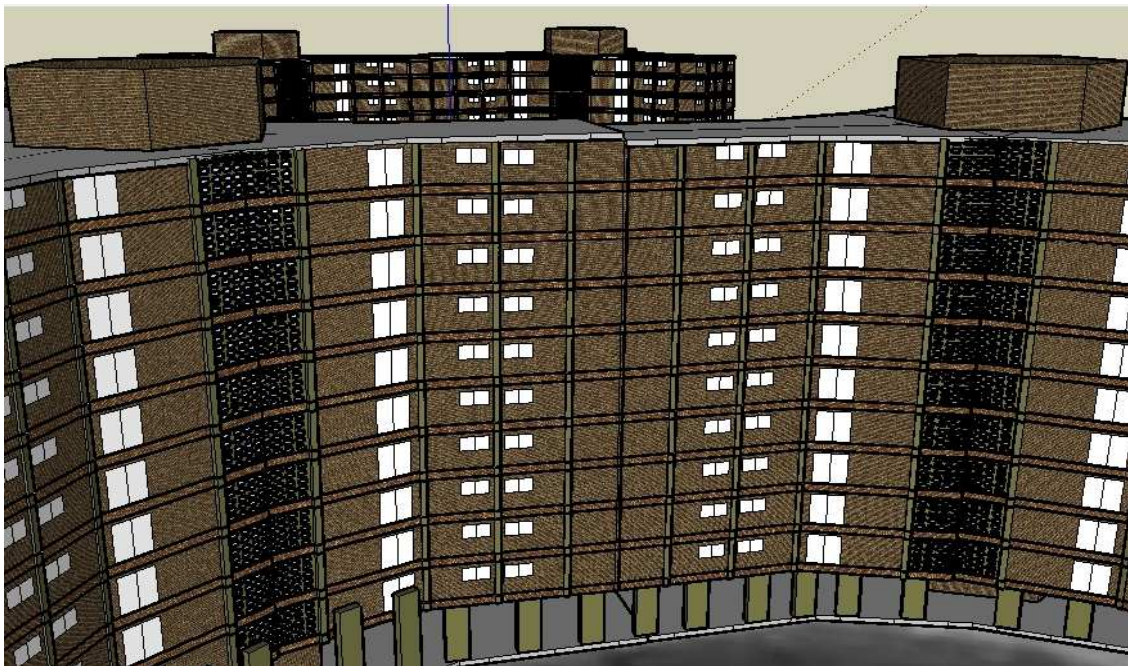


Figura 3: Ejemplo de modelo complejo, los detalles están realizados a mano sin utilizar fotografías.

2.3 OBJETIVOS DE LOS VIDEOJUEGOS

En esta sección aplicaremos todo lo que hemos aprendido en secciones anteriores en la realización de tres videojuegos, uno de ellos educativo.

Lo que se busca es encontrar una fórmula que permita desarrollar fácil y rápidamente videojuegos tanto 2D como 3D, poniendo especial énfasis en el desarrollo de videojuegos educativos. La idea es que cualquier persona interesada pueda desarrollar su propio videojuego de la forma más rápida y fácil posible, sin necesidad de tener conocimientos específicos en el campo del desarrollo de videojuegos.

Para ello intentaremos trasladar las dos características principales de SketchUp (rapidez y facilidad de uso) al mundo de la creación de videojuegos: dado que la ventaja de SketchUp es la de crear modelos de forma rápida y fácil, se buscará que el desarrollo de videojuegos sea también rápido y fácil para no desaprovechar las ventajas obtenidas al desarrollar los modelos con SketchUp.

Adicionalmente, se estudiará cómo utilizar SketchUp en las diferentes fases de desarrollo de videojuegos.

Todo esto se resume en los siguientes objetivos que deberemos ir alcanzando a lo largo del desarrollo de esta parte final del proyecto:

- El primer objetivo será encontrar una idea para los videojuegos:
 - ¿Sobre qué tema vamos a hacer los videojuegos?, ¿Por que?
 - ¿Qué tipo de videojuegos pueden hacerse basándose en modelos de SketchUp? ¿Qué tipos de videojuegos se adaptan mejor a los modelos de SketchUp?
 - ¿Será suficiente con modelos de SketchUp o será necesario utilizar otros tipos de modelos?
 - ¿Cómo vamos a utilizar SketchUp en el desarrollo del videojuego? ¿Para diseñar los personajes principales, para diseñar los escenarios, para crear animaciones...?

- El siguiente paso será encontrar las aplicaciones adecuadas para desarrollar nuestros videojuegos:
 - Deberá ser una herramienta gratuita y si es posible intentaremos utilizar software libre.
 - Deberá ofrecernos un alto nivel de integración con Google SketchUp.
 - Las dos grandes ventajas de SketchUp son su rapidez y facilidad de uso. La aplicación con la que desarrollemos el videojuego deberá cumplir también estas dos condiciones.
 - Para explorar todas las posibilidades vamos a desarrollar videojuegos en 2D y en 3D, tendremos que buscar las herramientas más adecuadas a cada caso.
 - Deberá ofrecernos la posibilidad de distribuir nuestro juego de forma fácil y gratuita, por ejemplo, creando ficheros auto-ejecutables independientes de la aplicación en cuestión.

- El último paso será desarrollar el videojuego: Los objetivos en este caso dependerán en gran medida del tipo de aplicación que se utilice para la creación del videojuego así como del hecho de que el videojuego se desarrolle en 2D o 3D. Como norma general podemos decir que se buscará obtener resultados lo más profesionales posibles pero sin sacrificar la facilidad y la rapidez en el proceso de creación, lo cual es el objetivo principal.

3: ESTADO DE LA CUESTIÓN

Años antes de la aparición de SketchUp, los programas de diseño 3D no estaban orientados al público en general:

Por una parte requerían un gran esfuerzo de aprendizaje: dominar una de estas herramientas podía requerir años asistiendo a centros especializados.

Por otra parte el software era excesivamente caro, sólo los profesionales accedían a estas herramientas debido a su alto coste.

La importancia de SketchUp en el campo del modelado 3D y la clave de su éxito ha sido ofrecer un producto que funciona de manera mucho más intuitiva que sus predecesores y que dispone de una versión totalmente gratuita, eliminando así los dos factores que alejaban el campo del modelado 3D del gran público.

3.1 COMO OBTENER GOOGLE SKETCHUP

SketchUp está disponible en dos versiones, una versión gratuita para usuarios particulares y una versión de pago para usuarios profesionales (versión PRO) [3].

Ambas versiones, así como el resto de productos de la familia SketchUp (de los que hablaremos posteriormente en este mismo capítulo), pueden descargarse de Internet en la dirección:

<http://sketchup.google.com/download/>.

La última versión disponible es la versión 6, liberada el 11 de enero de 2007.

SketchUp funciona en los sistemas operativos Windows y Mac Os X.

3.2 REQUISITOS DEL SISTEMA PARA GOOGLE SKETCHUP

Windows (Versión actual: 6.0.515)

- Microsoft Windows® 2000, XP o Vista.
- Es necesario el entorno .NET Framework 1.1
- Tarjeta de vídeo totalmente compatible con OpenGL. Asegúrate de que utilizas la última versión del controlador de la tarjeta.
- Dispositivo señalador compatible con Windows
- Microsoft® Internet Explorer 6.0 o superior
- Windows® Media Player o QuickTime 5.0 y un navegador de Internet para el tutorial multimedia

Requisitos de hardware mínimos para Microsoft Windows® 2000 y las ediciones XP Home o Professional:

- Procesador Pentium® III a 600 MHz
- 128 Mb de RAM
- 128 Mb de espacio disponible en el disco duro

Requisitos de hardware mínimos para Microsoft Windows® Vista:

- Procesador a 800 MHz para Vista Home Basic. Procesador a 1 GHz para otras versiones de Vista.
- 512 Mb de RAM para Vista Home Basic. 1 Gb de RAM para otras versiones de Vista.
- 15 Gb de espacio disponible en el disco duro.

Configuración recomendada:

- Procesador Pentium® 4 a 2 GHz o superior
- 2 Gb de RAM
- 500 Mb de espacio disponible en el disco duro. 15 Gb para Vista.
- Tarjeta de vídeo 3D con 512 Mb de memoria dedicada.
- Ratón de tres botones con rueda de desplazamiento

Mac (Versión actual: 6.0.512)

- Mac OS X® 10.3.9 o superior. Mac OS X® 10.5 (Leopard) no es compatible en estos momentos.
- QuickTime 5.0 y un navegador de Internet para los tutoriales multimedia
- Tarjeta de vídeo totalmente compatible con OpenGL. Asegúrate de que utilizas la última versión del controlador de la tarjeta.
- Safari
- Boot Camp y Parallels no son entornos compatibles.

Requisitos de hardware mínimos:

- PowerPC™ G4 a 1 GHz
- 512 Mb de RAM
- 160 Mb de espacio disponible en el disco duro

3.3 VERSIÓN GRATUITA vs VERSIÓN PROFESIONAL

La versión profesional incluye herramientas para trabajar con otros programas y para crear presentaciones profesionales a partir de los modelos.

SketchUp Pro proporciona la funcionalidad extra necesaria para exportar el trabajo a programas de CAD, de renderizado o a otras aplicaciones profesionales. SketchUp Pro 6 también incluye LayOut, un programa que permite crear presentaciones completas (tanto en papel como en formato digital) a partir de los modelos de SketchUp.

Google SketchUp Pro puede adquirirse en <http://sketchup.google.com/gsu6/buy.html>.

Será necesario Google SketchUp Pro si se desea:

- Exportar modelos a los formatos de archivo 3DS, DWG, DXF, OBJ, XSI, VRML y FBX,
- Utilizar las herramientas de LayOut para crear presentaciones basadas en pantallas y páginas de los modelos,
- Recibir asistencia técnica gratuita por correo electrónico durante dos años tras la compra.

ASISTENCIA TÉCNICA

Los usuarios de Google SketchUp (gratuito) y Google SketchUp Pro tienen a su disposición distintos niveles de asistencia técnica:

Asistencia Técnica para Google SketchUp (Gratuito):

- Utilizar el índice de la guía del usuario online para encontrar un tema.
- Buscar en la base de conocimientos para encontrar un tema.
- Publicar una pregunta en el foro de usuarios.

Visitar el Centro de Asistencia online haciendo click en la opción "Centro de Asistencia online" en el menú "Ayuda" ("Ayuda > Centro de Asistencia online").

Asistencia Técnica para Google SketchUp Pro:

Además de las opciones de ayuda de Google SketchUp (gratuito), los usuarios de Google SketchUp Pro pueden solicitar ayuda para la instalación y configuración por correo electrónico en el Centro de Asistencia online (es necesario disponer de un número de serie).

3.4 FUNCIONES DE GOOGLE SKETCHUP

Vamos a ofrecer un breve resumen de las principales funciones de Google SketchUp [3].

3.4.1 FUNCIONES NUEVAS EN LA VERSIÓN 6

Crear modelos a partir de fotografías

Esta función permite crear modelos 3D a partir de fotografías del objeto real que se desea modelar.

Adaptar modelos a fotografías

Esta función permite preparar una vista de un modelo existente para adaptarla al punto de vista de una fotografía (perspectiva, etc.). Por ejemplo, permite situar el modelo de un edificio sobre una fotografía tomada en su futuro emplazamiento.

Aplicar estilos

SketchUp cuenta con una serie de estilos que, aplicados un modelo, cambian los colores del fondo, de las aristas y de las caras según el estilo elegido (acuarela, lápiz, carboncillo, boceto...).

Marcas de agua

Nos permite añadir marcas de agua a los modelos de SketchUp: detrás, debajo como refuerzos subyacentes o encima como láminas superpuestas. Las marcas de agua pueden utilizarse para introducir logotipos, crear el fondo del cielo o dar la sensación de que el modelo ha sido dibujado sobre una superficie texturizada, como por ejemplo, papel de acuarela.

Efecto niebla

Es posible crear un efecto de niebla para añadir intensidad y matices al modelo.

Texto 3D

Esta función permite crear objetos 3D a partir de una línea de texto así como definir el tipo de objeto que creará SketchUp: contornos vectoriales sencillos, superficies 2D con relleno o letras 3D completamente extrudidas.

3.4.2 FUNCIONES COMUNES A AMBAS VERSIONES

Aristas y caras

Todos los modelos de SketchUp están formados únicamente por estos dos elementos: aristas y caras. Las aristas son líneas rectas y las caras son formas bidimensionales que se crean cuando varias aristas forman un bucle plano. Por ejemplo, una cara rectangular está limitada por cuatro aristas unidas entre sí por ángulos rectos.

Empujar/Tirar

Esta herramienta nos permite extrudir cualquier superficie plana hasta convertirla en una forma tridimensional.

Precisión

Podemos configurar las unidades de longitud y de ángulo que deseemos utilizar, tanto el formato (arquitectura, ingeniería, decimal, fraccionario) como la precisión (hasta 6 decimales).

Sígueme

Esta herramienta nos permite crear formas 3D extrudiendo las superficies bidireccionales por rutas predeterminadas (por ejemplo, si se desea diseñar una tubería curva, hay que extrudir un círculo a lo largo de una línea con forma de L). "Sígueme" también sirve para redondear bordes (filetes) en algunos elementos como barandillas, muebles y aparatos electrónicos.

Cubo de pintura

El "Cubo de pintura" de SketchUp sirve para pintar el modelo con materiales como colores y texturas. SketchUp incluye una biblioteca de texturas fotográficas y permite utilizar texturas creadas por terceros.

Grupos y componentes

Un grupo es una colección de entidades que se agrupan para formar una única entidad. Por su parte, los componentes son como los grupos pero con algunas características extra, la principal de ellas es que las copias de los componentes están vinculadas entre sí, lo que significa que al hacer cambios en una de ellas se reflejarán en todas las demás con el mismo nombre.

Sombras

SketchUp cuenta con un motor de sombras en tiempo real que permite realizar estudios precisos de cómo afectarán el sol y las sombras a un modelo, según la fecha y la hora.

Secciones Interactivas

Esta herramienta nos permite realizar secciones en nuestro modelo. Será útil para, por ejemplo, crear vistas ortográficas (como croquis) o para exportar las figuras geométricas a programas de CAD.

Escenas y animaciones

Las escenas permiten guardar las vistas precisas del modelo para que sea posible volver a ellas después. Para crear una animación sólo hay que crear unas cuantas escenas y SketchUp se moverá automáticamente de escena en escena añadiendo suaves transiciones. También es posible exportar las animaciones como películas independientes: se pueden generar archivos con formato AVI en equipos Windows, y con formato Quicktime MOV en equipos Mac.

Navegación por los modelos

SketchUp nos permite situar la cámara en cualquier punto del modelo, girarla para mirar en cualquier dirección o incluso activar la herramienta "Caminar" para comenzar a explorar la creación a pie, subiendo y bajando escaleras y rampas, igual que en los videojuegos.

Dimensiones y etiquetas

Las herramientas "Dimensión" y "Etiqueta" se utilizan para añadir dimensiones, anotaciones y otros detalles al modelo. Una vez aplicadas, las dimensiones de SketchUp son dinámicas, lo que significa que se escalan automáticamente con el modelo.

El Instructor

El cuadro de diálogo "Instructor" proporciona ayuda en función del contexto en el que se esté. Dependiendo de la herramienta que esté activa, el instructor mostrará instrucciones paso a paso, animaciones o cualquier otra información relevante.

Capas y Esquemas

Las capas se utilizan para controlar la visibilidad de los diferentes elementos que forman un modelo. Podemos asignar un elemento a una capa y cuando mostremos/ocultemos la capa automáticamente se mostrarán/ocultarán todos los elementos asignados a esa capa. El esquema de SketchUp es un cuadro de diálogo que muestra una lista desplegable con todos los grupos y componentes del modelo. Es posible utilizar el Esquema para organizar el orden jerárquico de estos elementos y para controlar su visibilidad sin tener que escharbar en el modelo para encontrarlos.

Caja de arena

Las herramientas de la caja de arena permiten crear, optimizar y alterar el terreno en 3D.

Importar archivos DXF, DWG y 3DS

Es posible importar archivos en formato DXF, DWG y 3DS.

Importar imágenes

SketchUp permite importar imágenes en formato JPG, TIFF, PNG y PDF. Es posible utilizar estas imágenes de forma independiente (como si fueran carteles), o pegarlas en superficies para crear modelos con texturas fotográficas.

Exportar a formato TIFF, JPEG y PNG

SketchUp permite exportar imágenes raster de hasta 10.000 píxeles.

3.4.3 FUNCIONES ESPECÍFICAS DE LA VERSIÓN PROFESIONAL

Exportar DXF y DWG

Es posible exportar a otros programas de CAD utilizando los formatos DXF y DWG. Las figuras geométricas exportadas conservan su escala 1:1 y las capas también se mantienen.

Exportar a formato PDF y EPS.

Es posible exportar a programas de imágenes vectoriales como Illustrator y Frenad utilizando los formatos PDF y EPS.

Exportar a los formatos 3DS, OBJ, XSI, FBX, VRML y DAE.

Nos permite exportar a prácticamente cualquier programa de modelado 3D.

LayOut

Una herramienta que permite crear presentaciones de varias páginas en dos dimensiones a partir de modelos SketchUp. Se trata de un programa totalmente independiente de SketchUp.

3.5 OTROS PRODUCTOS DE LA FAMILIA GOOGLE SKETCHUP

En este apartado vamos a describir otros programas que están directamente relacionados con Google SketchUp [3].

3.5.1 GALERÍA 3D DE GOOGLE (3D WAREHOUSE)

La Galería 3D Warehouse [13] es un almacén de modelos tridimensionales creados con Google SketchUp. Podemos utilizar todos estos modelos como creamos conveniente o podemos subir nuestros propios modelos para compartirlos con el resto de usuarios de SketchUp.

En la Galería 3D de Google hay dos tipos de modelos en 3D: con referencias geográficas y sin ellas. La capa "Lo mejor de la Galería 3D" de Google Earth es una muestra de los modelos con referencias geográficas de mayor calidad. Si el modelo con referencias geográficas se selecciona para esta capa podrá verse en Google Earth.

Modelos con referencias geográficas

Un modelo con referencias geográficas es un edificio u otro objeto del mundo real que se ha ubicado de manera precisa en Google Earth y que se ha publicado en la Galería 3D.

Modelos sin referencias geográficas

Los modelos sin referencias geográficas son simplemente modelos en 3D que no se han ubicado en Google Earth. Los ejemplos van desde elementos del entorno de un modelo (por ejemplo, árboles y personas) hasta arte abstracto.

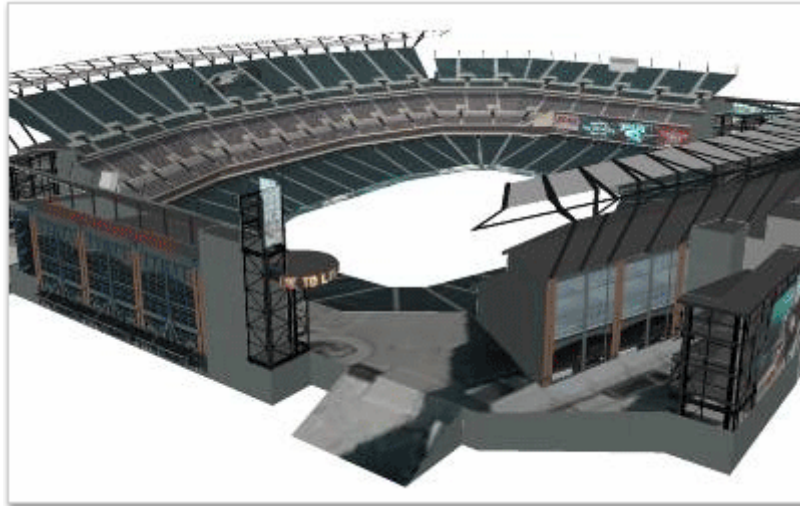


Figura 4: Ejemplo de modelo georeferenciado.



Figura 5: Ejemplo de modelo no georeferenciado

3.5.2 GOOGLE EARTH

Google Earth es un programa creado por la empresa Keyhole Inc., que permite visualizar imágenes en 3D del planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google. Estos elementos permiten al usuario navegar libremente por cualquier lugar de la Tierra, observar detalladamente todos sus territorios y desplegar sobre estos, de manera simultánea, basándose en datos y fotografías reales, diversos tipos de información geográfica (topográfica, hidrográfica, demográfica, histórica y cultural, entre otros). Existen tres versiones de Google Earth: Google Earth, Google Earth Plus y Google Earth Pro.

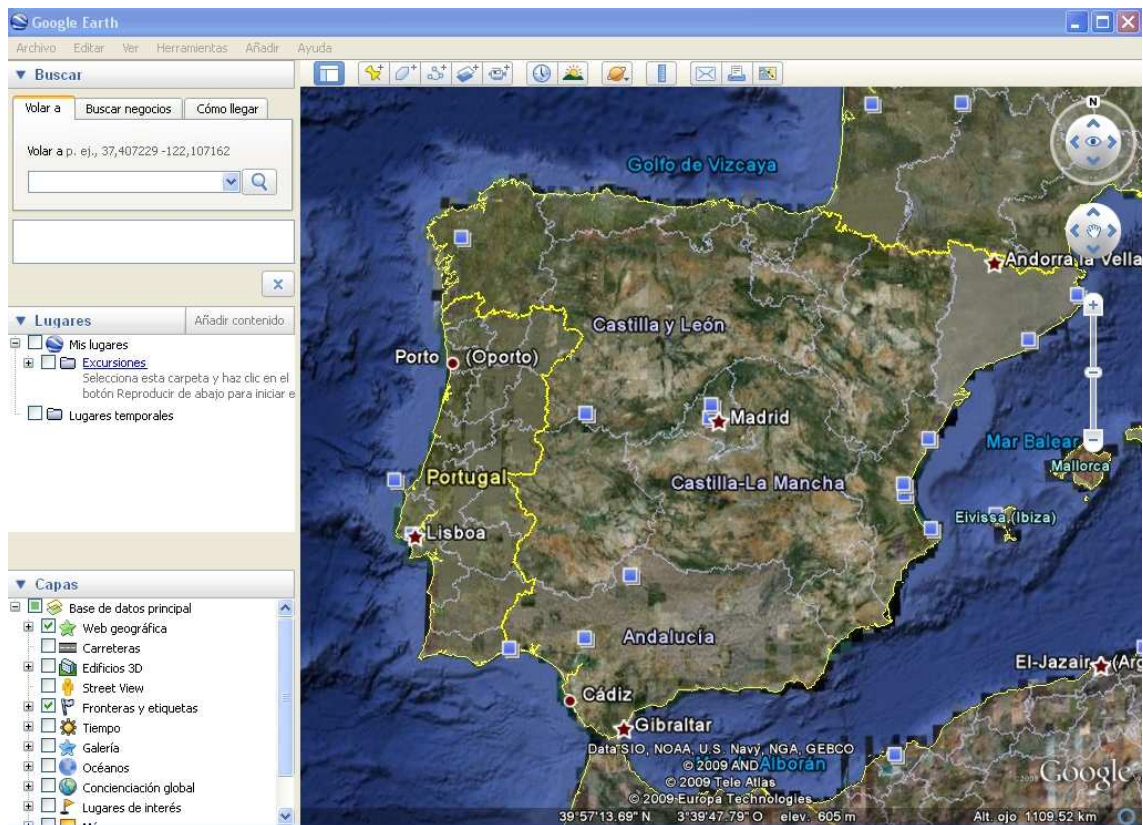


Figura 6: Google Earth

MODELADO PARA GOOGLE EARTH

Google Earth es un entorno online, por lo que su rendimiento mejora cuando se tiene en cuenta esta característica al crear los modelos. Un modelo bien construido se cargará rápidamente y para ello los modelos de Google Earth deben cumplir ciertos requisitos:

- Mantener la precisión en la escala y la localización.
- Llevar el foco sobre detalles importantes y que permitan la identificación.
- Mostrar detalles pequeños e intrincados por medio de las texturas de fotos.
- Usar un número bajo de polígonos: Empleo de una cantidad mínima de aristas y caras con el fin de limitar el tamaño de archivo y aumentar el rendimiento del equipo.
- Pequeño tamaño del archivo resultante: Los modelos deben tener un peso menor de 10MB para poder cargarse a la Galería 3D.

Todos los modelos georreferenciados se someten a un proceso de revisión interna antes de incluirse en la capa “Lo mejor de la Galería 3D” de Google Earth.

Si se desea que el modelo sea incluido en la capa “Lo mejor de la Galería 3D” de Google Earth, deberá cumplir con los siguientes requisitos adicionales:

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN LA CAPA “LO MEJOR DE LA GALERÍA 3D”:

- Modelar edificios que existan en el mundo real.
- Utilizar fotografías para las texturas.
- Modelar de manera eficaz. Cuanto menor sea el número de polígonos, mejor.
- Ubicar (con referencias geográficas) el edificio de manera precisa en Google Earth.
- Asegurarse de que el modelo esté sujeto al terreno en la instantánea de Google Earth utilizando el botón "Cambiar terreno" en Google SketchUp.
- No hacer nuevas copias de modelos existentes. En su lugar se aconseja mejorar los modelos existentes.
- No incluir nada en el modelo que no exista en el mundo real (eso incluye anuncios y filigranas).
- Incluir una descripción útil e interesante del edificio.

La figura 7 muestra la relación existente entre las diferentes aplicaciones de la familia Google [2].

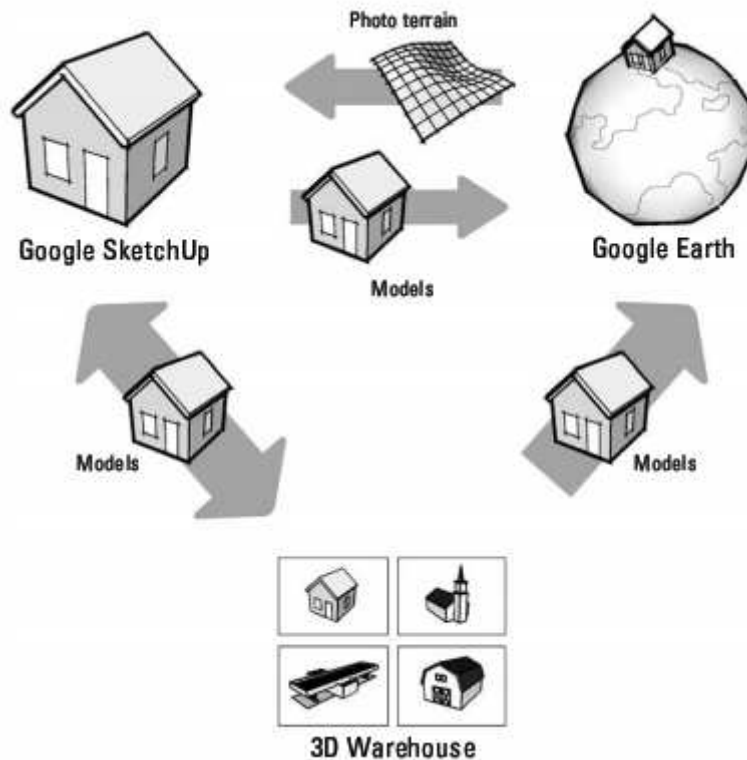


Figura 7: Aplicaciones de la familia Google SketchUp

- Una vez creado un modelo en Google SketchUp es posible compartirlo en 3D Warehouse o en Google Earth. Para ser incluido en la capa “Lo mejor de la galería 3D” de Google Earth un modelo deberá cumplir los requisitos mencionados anteriormente.
- Es posible utilizar Google Earth para obtener una fotografía aérea del edificio que se desea modelar y tomarla como punto de partida para crear el modelo. Esta fotografía también servirá para situar el modelo en las coordenadas correctas. En el capítulo 4 se explicarán con mayor detalle las diferentes posibilidades que ofrece Google SketchUp para crear los modelos.
- Los modelos de 3D Warehouse pueden visualizarse en Google SketchUp y algunos de ellos, en Google Earth. También es posible descargar modelos de 3D Warehouse para utilizarlos en otro modelo o simplemente para aprender de ellos o para buscar inspiración.

3.5.3 LAYOUT

Layout es una herramienta independiente de SketchUp que sirve para crear documentos y presentaciones a partir de los modelos de SketchUp. LayOut permite situar, organizar, titular y comentar modelos de SketchUp, fotografías y otros elementos de dibujo para realizar gráficos de presentación y documentación de diseño para su impresión o visualización en pantalla. Layout se incluye en la versión profesional de SketchUp 6.

3.5.4 SKETCHUP VIEWER

Este visor gratuito permite ver e imprimir modelos de SketchUp, pero no editarlos. Dado que no incluye herramientas para editar los modelos, el visor de SketchUp es mucho más fácil de usar para aquellas personas que no conozcan SketchUp. Los modelos vistos con el visor también están protegidos contra cambios accidentales, para que el destinatario vea exactamente lo que el autor quiere que se vea.

3.5.5 COMPLEMENTOS DE SKETCHUP

Los complementos sirven, entre otras cosas, para que SketchUp sea compatible con otros programas. Es posible utilizar los complementos para ampliar las funciones de SketchUp haciéndolo más compatible con otras herramientas de software.

3.5.6 SCRIPTS RUBY

Pequeños programas gratuitos que añaden más funciones a SketchUp [6].

Ruby es un lenguaje de programación que cualquiera puede utilizar para programar complementos (es decir, scripts) para Google SketchUp. Una vez instalados, los scripts de Ruby añaden herramientas, simplifican las tareas de varios pasos y en general, mejoran la forma de trabajar con SketchUp. Además es posible utilizar los scripts de Ruby creados por otros usuarios.

API de Ruby para SketchUp

Este API servirá para programar herramientas personalizadas y también para hacer solicitudes e influir en los modelos de SketchUp. Los scripts creados se distribuirán libremente y funcionarán tanto en la versión gratuita como en la versión profesional de Google SketchUp. El API de Ruby de SketchUp es de uso gratuito.

Kit de desarrollo de software de SketchUp (SDK)

El SDK contiene:

- bibliotecas en C++ para leer y escribir archivos de SketchUp,
- ejemplos,
- el ensamblador de Ruby,
- documentación donde se explica cómo utilizar el SDK y cómo programar un módulo de exportación personalizado para SketchUp Pro.

3.5.7 PAQUETES EXTRA

Componentes y materiales adicionales de SketchUp, totalmente gratuitos.

Componentes

Los componentes de estos paquetes extra son modelos prediseñados en SketchUp de objetos tales como muebles, coches y árboles. Es posible utilizarlos en otros modelos y añadir detalles. En el cuadro de diálogo “Componentes” de SketchUp se encuentra un pequeño muestrario de componentes, aunque estos paquetes extra contienen muchos más [3].

Biblioteca de componentes	N.º de elementos
Arquitectura	723
Construcción	797
Cine y teatro	107
Paisajismo	583
Personas	166
Símbolos	26
Transporte	48

Tabla 1: Biblioteca de Componentes

Materiales

En los paquetes extra de SketchUp se encuentran cientos de materiales que será posible aplicar al modelo.

Biblioteca de materiales	N.º de elementos
Paquete extra de materiales	626

Tabla 2: Biblioteca de Materiales

3.6 APRENDIZAJE DE SKETCHUP

TUTORIALES EN VÍDEO

Google ha creado varios tutoriales en vídeo [4] para facilitar el aprendizaje de las herramientas y procedimientos de dibujo de SketchUp. Es posible acceder a estos tutoriales mediante la opción "Tutoriales en vídeo" del menú "Ayuda" ("Ayuda > Tutoriales en vídeo"). Debes estar conectado a Internet para acceder a estos tutoriales.

Estos tutoriales en vídeo también se reproducen directamente desde el equipo si el CD-ROM de SketchUp se encuentra en la unidad. Otra opción es visualizarlos directamente en la página Web de Google SketchUp o bien descargarlos en el disco duro para garantizar que se reproduzcan sin problemas, desde <http://sketchup.google.es/training/>.

Aunque estos tutoriales están en inglés, no es imprescindible entender las explicaciones para aprender de ellos debido a la gran cantidad de información visual que ofrecen, por lo que serán de utilidad a cualquier persona.

Actualmente existen los siguientes tutoriales en vídeo:

- **Usuarios nuevos de Google SketchUp:** El mejor lugar para iniciarse en SketchUp. 28 vídeos disponibles.
- **Usuarios familiarizados con Google SketchUp:** Para los que ya utilizan SketchUp pero necesitan unas cuantas instrucciones específicas. 6 vídeos disponibles.
- **Expertos en Google SketchUp:** Para cuando tengas un problema complejo o necesites un flujo de trabajo especializado. 4 vídeos disponibles.
- **Creación de modelos para Google Earth:** Para optimizar los modelos para utilizarlos en Google Earth. 14 vídeos disponibles.
- **Creación de presentaciones con Layout:** Cómo ampliar tu flujo de trabajo con la impresión y el diseño de presentaciones. 6 vídeos disponibles.

Por lo tanto, en total tenemos 58 vídeos disponibles con unas duraciones aproximadas que van desde los 30s de duración del vídeo que nos muestra como usar los colores para caras pequeñas o zonas del modelo difíciles de fotografiar, a los casi 9 minutos del vídeo que nos muestra las formas de utilizar SketchUp con archivos CAD.

Adicionalmente, se anuncian próximos vídeos de temas como: secciones, más allá de lo básico, escenas, bloqueo de inferencias, customizando Layout, imágenes y texto y plantillas y álbumes de recortes.

TUTORIALES DE AUTOAPRENDIZAJE

Google también ha creado varios tutoriales de autoaprendizaje [5] para aprender a usar SketchUp. Es posible acceder a estos tutoriales mediante la opción "Tutoriales de autoaprendizaje" del menú "Ayuda" ("Ayuda > Tutoriales de autoaprendizaje"). Debes estar conectado a Internet para acceder a estos tutoriales.

Los tutoriales también están colgados como una colección en la galería de Google SketchUp llamada "Self-paced Tutorials" y es posible acceder a ellos en la dirección: <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>.

Todos los tutoriales de autoaprendizaje son archivos de SketchUp que se han preparado en inglés. Los tutoriales son archivos SKP, que te guían paso a paso (utilizando escenas) en los conceptos de modelado en SketchUp.

Actualmente existen 6 tutoriales disponibles:

- Introduction to SketchUp
- Start a Drawing, Part 1
- Start a Drawing, Part 2
- Start a Drawing, Part 3
- Breaking Edges
- Colors and materials

Aparte de estos tutoriales, existen otros creados por los propios usuarios y que igualmente pueden encontrarse en la propia galería de Google SketchUp 3D warehouse.

GUÍA DEL USUARIO ONLINE

La guía del usuario online [3] contiene un apartado de conceptos para usuarios que trabajen por primera vez con tres dimensiones o con SketchUp. Está pensada para que se lea siguiendo el orden correcto antes de usar SketchUp por primera vez. Debes estar conectado a Internet para acceder a la guía.

MENÚS

Se puede acceder a la mayoría de los comandos de SketchUp con los botones de las herramientas y a través de los menús desplegables.

INSTRUCTOR

Hay que activar el cuadro de diálogo "Instructor" ("Ventana > Instructor") para ver información relacionada con la herramienta seleccionada.

GUÍA DE REFERENCIA

La guía de referencia rápida de SketchUp, disponible en el menú "Ayuda" de SketchUp y en la Web sketchup.google.com, contiene una lista de todas las herramientas de la barra y de las combinaciones de teclas para activarlas. Hay que hacer click en la opción "Ayuda > Guía de referencia" para ver la guía de referencia.

BARRA DE ESTADO

La barra de estado, situada en la parte inferior del área de dibujo de SketchUp, muestra sugerencias acerca de la herramienta activa, incluyendo funciones especiales a las que se accede mediante métodos abreviados.

FORO DE USUARIOS

Los foros de SketchUp son una excelente vía para establecer contacto con la comunidad de usuarios de SketchUp. Estos foros ofrecen un marco único para obtener ayuda, proponer características nuevas, dar consejos y compartir modelos. Se encuentran haciendo click en la opción "Comunidad de usuarios de SketchUp" desde el menú "Ayuda" ("Ayuda > Comunidad de usuarios de SketchUp"). Hay que estar conectado a Internet para acceder a los foros de usuarios.

Centros de formación autorizados Google

Si se desea ir un poco más allá en nuestra formación, Los centros de formación autorizados Google proporcionan formación e instrucción sobre los productos de Google a gente de todo el mundo.

La lista de los centros se encuentra en la página:

<http://sketchup.google.com/intl/es/training/atc.html>

El centro de formación autorizado por Google en España es:

Íscar Software de Arquitectura S.L. (**Valladolid**).

E-mail: info@iscarnet.com

Web site: www.iscarnet.com

ARTÍCULOS SOBRE GOOGLE SKETCHUP

Recientemente se han escrito muchos artículos sobre Google SketchUp, algunos de los más interesantes son:

- **“Google SketchUp for Aquarium Applications”**, por Shane Graber, publicado en el *Advanced Aquarist's Online Magazine* en Junio de 2008, habla de la utilización de SketchUp para modelar acuarios y sus componentes.
- **“What is Google SketchUp?”**, por Lucinda Watrous, publicado en Bright Hub (www.brighthub.com) el 26 de Septiembre de 2008, muestra una pequeña introducción a Google SketchUp.
- **“5 Reasons to Use Google Sketch-Up”**, por Lucinda Watrous, publicado en Bright Hub (www.brighthub.com) el 24 de Septiembre de 2008, muestra cinco razones para utilizar Google SketchUp.
- **“Free Energy Modeling for Google Sketchup!”**, por Bridgette Steffen, publicado en inhabitat (www.inhabitat.com) el 15 de Septiembre de 2008, trata sobre un plugin gratuito ofrecido por [Integrated Environmental Solutions](#) (IES) que permite analizar la eficiencia energética de nuestro edificio (aprovechamiento de la luz solar, flujo de aire, emisiones de dióxido de carbono, etc.).
- **“How to install Google SketchUp 6 for Windows in Ubuntu Linux with Wine”**, publicado en www.howtodude.net muestra como instalar Sketchup en Linux utilizando wine.
- **“Designing for Ponoko Laser Cutting with SketchUp and Inkscape (a study in cubes)”**, publicado el 19 de Julio de 2008 en <http://www.instructables.com>. *Ponoko* es una plataforma online que facilita a diseñadores crear, fabricar y vender sus productos customizados en todo el mundo. *Inkscape* es un editor de gráficos vectoriales de código abierto, con capacidades similares a Illustrator, Freehand, CorelDraw o Xara X, usando el estándar de la [W3C](#): el formato de archivo [Scalable Vector Graphics](#) (SVG). Este artículo nos muestra como realizar diseños reales utilizando tecnología láser y las aplicaciones mencionadas anteriormente.

Adicionalmente, en la página de ayuda de SketchUp:

(www.sketchup.google.com/support)

Es posible encontrar una serie de artículos que tratan sobre temas técnicos, como por ejemplo:

- ¿Cuáles son los requisitos de hardware y software para SketchUp?
- ¿Qué es necesario saber acerca de Google SketchUp y Windows Vista?
- ¿Cómo sitúo un modelo de SketchUp en Google Earth?

3.7 OTRAS APLICACIONES ÚTILES

En este apartado se van a describir otras aplicaciones que se han utilizado en la elaboración del proyecto. En concreto, las aplicaciones que se han utilizado para manipular las imágenes de las texturas del modelo.

GIMP

GIMP (*GNU Image Manipulation Program*) [10] es un programa de edición de imágenes, tanto dibujos como fotografías. Es un programa libre y gratuito, englobado en el proyecto GNU y disponible bajo dicha licencia.

Gimp posee varias herramientas de selección (rectangular, esférica, lazo manual, varita mágica, por color), tijeras inteligentes, herramientas de pintado como pincel, brocha, aerógrafo, relleno, texturas, etc. Posee herramientas de modificación de escala, de inclinación, de deformación, clonado en perspectiva o brocha de curado (para corregir pequeños defectos). Posee también herramientas de manipulación de texto. Dispone también de muchas herramientas o filtros para la manipulación de los colores y el aspecto de las imágenes, como enfoque y desenfoque, eliminación o adición de manchas, sombras, mapeado de colores, etc. También posee un menú con un catálogo de efectos y tratamientos de las imágenes.

En este proyecto se ha utilizado el Gimp para trabajar con las fotografías del edificio antes de aplicarlas como texturas. En concreto se ha utilizado para las siguientes tareas:

- Corrección de la perspectiva de las fotografías.
- Corrección de parámetros de las fotografías: iluminación, contraste, brillo, etc.
- Extracción de detalles de las fotografías para ser utilizados en las texturas, utilizando la herramienta “recortar”.
- Ajustar el tamaño de las fotografías (reducir el número de píxeles) y la calidad, para que las imágenes tuviesen un tamaño razonable y se cargasen de manera eficiente en el modelo.

Existen otras alternativas a este programa, como por ejemplo el Adobe Photoshop, pero se ha preferido utilizar Gimp por ser una herramienta libre y gratuita, como se ha mencionado anteriormente.

GOOGLE PICASA

Google picasa es un programa que permite [11]:

- **Organizar** y ver toda tu colección de fotografías en un solo lugar.
- **Editar** fotografías, recortarlas, eliminar ojos rojos y más.
- **Crear** collages y presentaciones de diapositivas impactantes.
- **Compartir en línea** con parientes y amigos a través de los Álbumes Web de Picasa.

Se ha utilizado Picasa para organizar las fotografías del modelo y para editarlas antes de aplicarlas como texturas.

HERRAMIENTAS GRATUITAS PARA LA CREACIÓN DE VIDEOJUEGOS

GAME MAKER

Game Maker [7] [8] es una herramienta RAD (Rapid Application Development), basada en un lenguaje de programación interpretado y un paquete de desarrollo de software (SDK) para desarrollar videojuegos, creado por el profesor Mark Overmars, y orientado a usuarios noveles o con pocas nociones de programación. El programa es gratuito, aunque existe una versión comercial ampliada con características adicionales.

Tuvo su origen en los años 90, cuando Mark Overmars empezó a crear una herramienta de animación para ayudar a sus estudiantes. Con el tiempo su proyecto se convirtió en una herramienta de desarrollo de videojuegos. En 29 de mayo del 2005 salió la versión 6.1 y actualmente se encuentra en la versión 7.0

Game Maker usa su propio lenguaje de programación, el GML (Game Maker Language), con el que se pueden conseguir impresionantes juegos, pues aunque el Game Maker está diseñado para la creación de juegos en 2 dimensiones, usando el GML se pueden conseguir juegos 3D increíbles tales como un FPS (First Person Shooter).

El desarrollo de un juego es realmente simple, al basarse en el manejo de:

- Recursos (gráficos, sonidos, fondos, etc.), que se asignan a objetos.
- Eventos (presionar una tecla, mover el ratón, etc.), a través de los que se ejecutan comandos.
- Objetos, sobre los que se actúa en el juego.

Las acciones del juego se pueden programar de dos formas distintas:

- El interfaz "Drag & Drop" ("arrastrar y soltar"): el programador arrastra unas especies de cajas a una lista, esas "cajas" realizan cierta acción. Se gana en facilidad de manejo, a cambio de una menor flexibilidad.
- El lenguaje GML (Game Maker Language): lenguaje de programación propio de Game Maker, más potente, con el que se puede acceder a todas las funciones y posibilidades de Game Maker.

El estilo de programación de GML es muy "relajado", ya que mezcla elementos de Delphi, C++, y otros lenguajes. Así, el programa trata indistintamente:

Líneas terminadas con punto y coma (";") o no.

Bloques de código delimitados con begin y end o con llaves ("{" y "}"). Además, se incluyen instrucciones de control de flujo como switch, break, for, etc.

El compilador de Game Maker no compila realmente los ejecutables, sino que une el código a interpretar a su propio intérprete para formar los ejecutables de los juegos. Por ello, no resulta muy eficiente para grandes proyectos. En versiones recientes se puede compilar el código GML a código máquina al cargar el juego (Just in Time) justo antes de ejecutar. Overmars ha confirmado que no piensa compilar jamás el GML.

En la versión 6.1 se utiliza Direct3D para los gráficos, lo que los hace más lentos, aunque con más posibilidades, que en la versión 5.3a, que utilizaba DirectDraw. También hay soporte para DLLs hechas en C++, Delphi y Pascal, y se pueden crear juegos 3D u online, entre otras funcionalidades.

3D RAD

3D Rad Free [9] es un programa para crear tus propios juegos en 3D. Es gratis y está basado en controlar, mediante scripts básicos, la evolución de objetos independientes colocados en un espacio virtual usando un poderoso editor.

3D Rad Free cuenta con una buena colección de objetos inteligentes con los que será posible crear un mundo virtual en 3D. Es posible hacer que varios objetos interactúen entre ellos de manera intuitiva y divertida, e incluso es posible grabar los objetos de manera independiente en un fichero para luego poder introducirlos en un juego.

3D Rad permite importar modelos desde Google SketchUp mediante un plugin gratuito. 3D Rad puede descargarse gratuitamente de la Web:

<http://www.3drad.com/subscribe.htm>

4: ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA GOOGLE SKETCHUP

El primer paso del proyecto fue la realización de un estudio de la herramienta con la que posteriormente trabajaríamos en la realización del modelo, para así conocer sus capacidades y trabajar con ella de manera más eficiente.

Como se ha señalado nos centraremos en analizar los tipos de software de modelado 3D, mostrar las características de SketchUp, qué es lo que puede y lo que no puede hacer, analizar sus puntos fuertes y débiles y exponer algunas de las alternativas a SketchUp disponibles en el mercado.

4.1 TIPOS DE SOFTWARE DE MODELADO 3D

Vamos a empezar el estudio con una breve clasificación de los tipos de software de modelado 3D y sus principales características [2].

Según la filosofía de modelado.

A) Basados en superficies

En este tipo de programas todo se construye a partir de superficies “infinitamente delgadas” llamadas caras. Es como si construyéramos los objetos con papel. Este tipo de programas se caracterizan por ser buenos para construir objetos de manera rápida. Google SketchUp pertenece a esta categoría de programas.

B) Basados en sólidos

En este tipo de programas los objetos son macizos. Siguiendo con la comparación anterior, sería como construir objetos con arcilla en lugar de con papel.

Este tipo de programas se caracterizan por ser buenos para, una vez creado el modelo, ser capaces de realizar cálculos precisos sobre ellos, como por ejemplo calcular el volumen o el peso del objeto. Un ejemplo de este tipo de programas sería el SolidWorks. Este tipo de programas es muy utilizado en arquitectura e ingeniería para calcular piezas de maquinarias.

Según la matemática que utilizan.

A) Basados en polígonos

Utilizan líneas rectas y superficies planas para construir los modelos. No existen las curvas sino que estas se aproximan mediante líneas rectas. Google SketchUp pertenece a esta categoría de programas.

B) Basados en curvas

Este tipo de software utiliza directamente curvas. Tiene la ventaja de ser más realista pero a costa de añadir una mayor carga computacional.

En definitiva se trata de mantener un compromiso entre el realismo y la carga computacional que conlleva.

Hay que destacar que no hay un tipo de programa mejor o peor sino que depende de las preferencias del diseñador, del objeto que se quiera diseñar y de lo que se quiera hacer con el modelo una vez construido.

4.2 LO QUE GOOGLE SKETCHUP PUEDE HACER

A continuación mostraremos las funcionalidades principales de Google SketchUp [1] [2] [3], es decir, qué es lo que es posible esperar de él. SketchUp es un programa enfocado principalmente a realizar modelos 3D de forma sencilla, eficiente y rápida.

4.2.1 INICIAR UN MODELO DE MUY DIVERSAS FORMAS

Con Google SketchUp es posible diseñar un modelo de muy diversas formas. El diseñador tiene total libertad para elegir como desarrollar su modelo y su elección dependerá de varios factores como pueden ser: objetivos del modelo (No es lo mismo diseñar un modelo para Google Earth que para un concurso de arquitectura), tiempo disponible, conocimientos del desarrollador, etc.

A) COMENZAR EL DISEÑO PARTIENDO DE CERO

Cuando se lanza Google SketchUp por primera vez, lo único que aparece en pantalla son los ejes de coordenadas y la figura de una persona cuyo tamaño es posible tomar como referencia o bien es posible eliminarla para dejar el espacio libre para el modelo. A partir de aquí es posible modelar cualquier objeto imaginable.

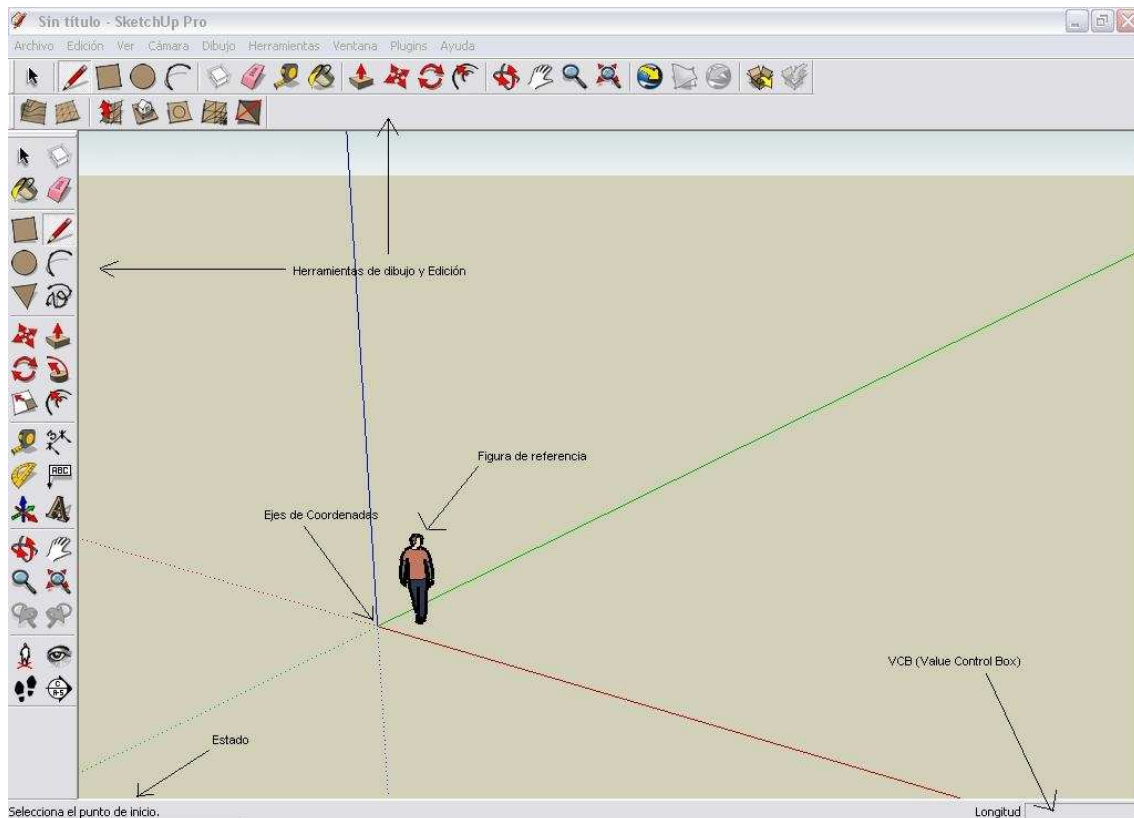


Figura 8: Pantalla inicial de Google SketchUp

La interfaz de usuario de SketchUp está diseñada para que su uso resulte lo más sencillo posible. Los elementos principales de la interfaz de SketchUp son la barra de título, los menús, la barra de herramientas, el área de dibujo, la barra de estado y el cuadro de control de valores (VCB – Value Control Box).

Barra de título

La barra de título (en la parte superior de SketchUp) contiene los controles estándares de Microsoft Windows (cerrar, minimizar y maximizar) a la derecha, y el nombre del archivo abierto. Al iniciar SketchUp, se muestra un área de dibujo en blanco. En la barra de título aparece "Sin título" como nombre del archivo abierto, lo que indica que el documento aún no se ha guardado.

Menús

Los menús aparecen bajo la barra de título. La mayoría de herramientas, comandos y ajustes de SketchUp están disponibles en estos menús. Los menús que aparecen de forma predeterminada son: "Archivo", "Edición", "Ver", "Cámara", "Dibujar", "Herramientas", "Ventana" y "Ayuda".

Barras de Herramientas

Las barras de herramientas, que aparecen bajo los menús y en el lado izquierdo de la aplicación, contienen un conjunto de herramientas y controles definidos por el usuario. La visibilidad de la barra de herramientas puede activarse o desactivarse con la opción "Ver > Barras de herramientas".

Área de dibujo

El área de dibujo es el lugar donde se crea el modelo. El espacio 3D del área de dibujo se identifica visualmente mediante los ejes de dibujo.

Barra de estado

La barra de estado es el área gris rectangular situada en la parte inferior del área de dibujo.



Figura 9: Detalle de la barra de Estado.

El lado izquierdo de la barra de estado muestra notas acerca de las herramientas de dibujo que se utilizan, incluyendo funciones especiales a las que se puede acceder mediante métodos abreviados. La barra de estado muestra opciones avanzadas de cada herramienta.

Cuadro de control de valores (VCB)

El cuadro de control de valores está situado en la parte derecha de la barra de estado. El VCB muestra la información de las dimensiones mientras se dibuja. También es posible utilizar el VCB para introducir valores y manipular las entidades seleccionadas, por ejemplo, al definir las dimensiones de un elemento nuevo.

Control de tamaño de la ventana

A la derecha del VCB se encuentra el control de tamaño de la ventana, que permite modificar las dimensiones del área de dibujo.

Pestañas de escena

Hacer click en una pestaña de escena para pasar de una escena del archivo a otra. Estas pestañas se añaden cuando se crea una escena utilizando el "Gestor de escenas".

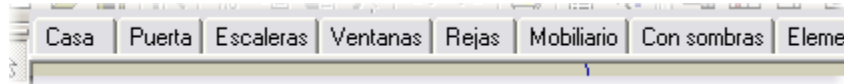


Figura 10: Menú contextual de las pestañas de escena

Las pestañas de escena disponen de sus propios menús contextuales. Hacer un click contextual en una pestaña para acceder al menú contextual correspondiente.

Mover izquierda/Mover derecha

Las opciones de menú "Mover izquierda" y "Mover derecha" se utilizan para cambiar la posición de una escena en la secuencia.

Añadir

La opción "Añadir" se utiliza para agregar una escena nueva al archivo actual.

Actualizar

La opción "Actualizar" se utiliza para refrescar una escena si se han realizado cambios.

Eliminar

La opción "Eliminar" se utiliza para borrar la escena seleccionada.

Reproducir animación

La opción "Reproducir animación" inicia una animación. Consulta el tema "Escenas y animaciones" para obtener más información.

Gestor de escenas

La opción "Gestor de escenas" abre el cuadro de diálogo del mismo nombre.

B) COMENZAR EL DISEÑO A PARTIR DE UNA FOTOGRAFÍA

Se puede utilizar Google SketchUp para construir un modelo a partir de una fotografía del objeto que se desea modelar. Para modelar a partir de fotografías se utiliza la funcionalidad Photo Match (adaptar fotografía) incluida en la versión 6 de SketchUp. Photo Match permite hacer dos cosas principalmente:

- Construir un modelo a partir de una fotografía: Si se dispone de una o varias fotografías del objeto que se desea modelar, esta herramienta facilitará la construcción del modelo a partir de dichas fotografías.
- Adaptar un modelo 3D existente al contexto de una fotografía: si se ha creado el modelo de un edificio que se desea construir y se dispone de una fotografía del lugar donde el edificio será construido, es posible utilizar Photo Match para situar la cámara de SketchUp en el lugar exacto en el que estaba la cámara real cuando se tomó la foto. A continuación será posible crear una imagen compuesta que muestre como se verá nuestro edificio en su contexto, una vez construido.

Photo Match sólo funciona con fotografías de objetos que tengan, al menos, un par de caras situadas en ángulo recto una respecto a la otra. Si el objeto que se desea modelar es completamente esférico, curvado o incluso triangular, Photo Match no funcionará. En realidad, Photo Match es más un procedimiento que una herramienta ya que requiere realizar pequeñas tareas previas, de modelado, etc.

SketchUp permite crear diseños de edificios o estructuras utilizando una escala real (una escala 1:1, en la que una unidad de medida en SketchUp representa esa unidad de medida en la realidad). Sin embargo, las fotografías digitales no emplean una escala 1:1. Por lo tanto, para crear un modelo 3D a partir de una fotografía (o adaptar un modelo de SketchUp existente a la escala de una fotografía), hay que calibrar la cámara de SketchUp de forma que se adapte a la posición y a la longitud focal de la cámara digital utilizada para tomar la fotografía en cuestión. La adaptación de fotografías consta de 4 pasos:

1. Tomar fotografías digitales de un edificio o estructura.
2. Adaptar una fotografía. La adaptación de una fotografía incluye la carga de una fotografía digital y la calibración de la cámara de SketchUp a la posición y longitud focal de la cámara utilizada para tomar la fotografía (se trata de ajustar los criterios exactos que se emplearon para tomar la fotografía para poder dibujar la imagen). También es posible ajustar la escala del edificio o estructura mientras adaptas la fotografía, o simplemente cambiar el tamaño de todo el modelo cuando lo hayas dibujado.
3. Iniciar una sesión de dibujo sobre la imagen. Una vez duplicadas la posición y la longitud focal de la cámara utilizada para tomar la fotografía, ya será posible dibujar sobre la imagen en SketchUp. SketchUp pasa a un modo de dibujo en 2D después de adaptar una fotografía (2D porque se dibuja en una fotografía en dos dimensiones que debe orientarse a un ángulo de cámara concreto).
4. Repetir los pasos 2 y 3 con otras fotografías del edificio o estructura, si es necesario.

CREACIÓN DE UN MODELO 3D A PARTIR DE UNA FOTOGRAFÍA ADAPTADA

Adaptar una fotografía para crear un modelo 3D a partir de una o más fotografías de un edificio o estructura. Las fotografías más indicadas para su adaptación son de estructuras y edificios con líneas paralelas, como la parte superior e inferior de una ventana cuadrada. Para crear un modelo 3D adaptado a un edificio o estructura real:

1. Tomar fotografías digitales del edificio o estructura.
2. Seleccionar la opción "**Adaptar nueva** fotografía" en el menú "Cámara". Aparece el cuadro de diálogo "Seleccionar archivo de imagen de fondo".
3. Acceder a la primera fotografía del conjunto de fotografías del edificio o estructura.
4. Hacer click en la primera fotografía del conjunto de fotografías del edificio o estructura para seleccionarla.
5. Hacer click en el botón "Abrir". La fotografía aparecerá en el área de dibujo con su propia escena en SketchUp. Además, se activará una sesión para adaptar una fotografía en la que debes calibrar la cámara de SketchUp para replicar la posición y la longitud focal de la cámara utilizada para tomar la fotografía. Se verán las palabras "Adaptar fotografía" en la parte superior izquierda del área de dibujo. Por último, aparece el cuadro de diálogo "Adaptar fotografía".
6. Hacer click y mantener pulsado el botón del ratón en el origen. El cursor adquiere la forma de una mano.
7. Mover el cursor a un punto de origen diferente en la fotografía en el que se unan tres ejes, por ejemplo en la esquina inferior de un edificio. El origen utilizado depende de la fotografía:
 - En fotografías de interiores, en las que paredes, techos y suelos de una habitación se unen en una esquina, el origen suele encontrarse en la esquina inferior en la que coinciden estos elementos.
 - En fotografías tomadas desde un punto de vista panorámico elevado, el origen sería la esquina superior del edificio, intersección de las paredes y el tejado.
 - En fotografías tomadas desde un punto de vista a nivel de suelo, el origen sería la esquina inferior, intersección de las paredes y el suelo.
8. Soltar el botón del ratón. El origen quedará definido.
9. Hacer click en un asidero de la barra del eje rojo. El cursor adquiere la forma de una mano.

10. Mover el cursor hacia el punto de inicio de una posición de la fotografía que represente una línea paralela al eje rojo.
11. Soltar el botón del ratón.
12. Hacer click en el otro asidero de la barra del eje rojo. El cursor adquiere la forma de una mano.
13. Mover el cursor hacia el punto final de una posición de la fotografía que represente una línea paralela al eje rojo.
14. Soltar el botón del ratón. La primera barra del eje se alinea al eje rojo.
15. Repetir los pasos del 9 al 14 en las tres barras de los ejes restantes (una roja y dos verdes).
16. Hacer un click contextual para activar el menú contextual de la sesión para adaptar una fotografía.
17. Seleccionar "Finalizado". Se situará en una sesión de dibujo sobre la imagen. Este modo, a diferencia del modo de dibujo estándar de SketchUp, es un modo de dibujo 2D. Se verán las palabras "Dibujar sobre imagen" en la parte superior izquierda del área de dibujo.
18. Dibujar sobre la fotografía utilizando las herramientas de dibujo de SketchUp.
19. Repetir los pasos del 2 al 12 con otros lados (fotografías) del edificio hasta finalizar el edificio o estructura.

ADAPTACIÓN DE UN MODELO 3D EXISTENTE AL CONTEXTO DE UNA FOTOGRAFÍA

Como se ha comentado anteriormente, Google SketchUp permite adaptar una fotografía para superponer un modelo 3D existente al contexto de la fotografía. Para adaptar un modelo 3D al contexto de una fotografía:

1. Tomar una fotografía digital de la ubicación en la que se situará el edificio. Cabe la posibilidad de que haya otro edificio en la ubicación en la que se situará el modelo.

2. Seleccionar la opción "Abrir" en el menú "Archivo". Aparece el cuadro de diálogo "Abrir".
3. Acceder al modelo y Seleccionarlo.
5. Hacer click en "Abrir". El modelo aparece en el área de dibujo.
6. Seleccionar la opción "Adaptar nueva fotografía" en el menú "Cámara". Aparece el cuadro de diálogo "Seleccionar archivo de imagen de fondo".
7. Acceder a la fotografía en la que se desea situar el edificio o estructura.
8. Hacer click en la fotografía para seleccionarla.
9. Hacer click en "Abrir". La fotografía aparece en el área de dibujo de SketchUp, en una escena independiente. Además, se activará una sesión para adaptar una fotografía en la que debes calibrar la cámara de SketchUp para replicar la posición y la longitud focal de la cámara utilizadas para tomar la fotografía. Se verán las palabras "Adaptar fotografía" en la parte superior izquierda del área de dibujo. Por último, aparece el cuadro de diálogo "Adaptar fotografía".
10. Hacer click y mantener pulsado el botón del ratón en el origen. El cursor adquiere la forma de una mano.
11. Mover el cursor a un punto de origen diferente en la fotografía en el que se unan tres ejes, por ejemplo en la esquina inferior de un edificio.
12. Soltar el botón del ratón. El origen quedará definido.
13. Desmarcar la casilla "Modelo" del cuadro de diálogo "Adaptar fotografía". El modelo quedará oculto.
14. Hacer click en un asidero de la barra del eje rojo. El cursor adquiere la forma de una mano.
15. Mover el cursor hacia el punto de inicio de una posición de la fotografía que represente una línea paralela al eje rojo.
16. Soltar el botón del ratón.
17. Hacer click en el otro asidero de la barra del eje rojo. El cursor adquiere la forma de una mano.
18. Mover el cursor hacia el punto final de una posición de la fotografía que represente una línea paralela al eje rojo.
19. Soltar el botón del ratón. La primera barra del eje se alinea al eje rojo.
20. Repetir los pasos del 9 al 14 en las tres barras de los ejes restantes (una roja y dos verdes).

21. Marcar la casilla "Modelo" del cuadro de diálogo "Adaptar fotografía". El modelo vuelve a aparecer, orientado correctamente a la fotografía (pero es muy probable que no tenga su misma escala).
22. Hacer click y mantener pulsado el botón del ratón en un eje. El cursor adquiere la forma de dos flechas opuestas.
23. Mover el cursor hacia arriba o hacia abajo del eje para ajustar la escala del modelo. La escala del modelo se ajusta a la fotografía.
24. (opcional) Si la fotografía incluye un edificio representado ahora por el modelo, hacer click en el botón "Proyectar texturas desde foto" en el cuadro de diálogo "Adaptar fotografía" para proyectarlo.
25. Hacer un click contextual para activar el menú contextual de la sesión para adaptar una fotografía.
26. Seleccionar "Finalizado". Te situará en una sesión de dibujo sobre la imagen. Este modo, a diferencia del modo de dibujo estándar de SketchUp, es un modo de dibujo 2D. Se verán las palabras "Dibujar sobre imagen" en la parte superior izquierda del área de dibujo.

EDICIÓN DE UNA SESIÓN PARA ADAPTAR UNA FOTOGRAFÍA

Es posible editar una fotografía adaptada anteriormente de dos formas, que son:

- Seleccionar la fotografía que se esté adaptando desde el submenú "Cámara > Editar fotografía adaptada".
- Hacer un click contextual en la pestaña "Escena" de la fotografía que se esté adaptando y seleccionar "Editar fotografía adaptada".

TOMAR FOTOGRAFÍAS DIGITALES ADECUADAS PARA ADAPTARLAS CON SKETCHUP

El éxito de la adaptación de fotografías depende en gran medida de la calidad de las fotografías tomadas del edificio o estructura. A continuación mostramos una serie de sugerencias a la hora de tomar las fotografías:

- "Dibujar sobre imagen" funciona mejor en fotografías de estructuras en las que predominen los ángulos rectos y que se hayan tomado con un ángulo aproximado de 45 grados desde una esquina.
- Las imágenes no deben estar distorsionadas y su resolución debe ser "razonablemente" alta.

- En fotografías realizadas con cámaras con lente de gran angular, es habitual la aparición de la denominada distorsión de barril, que debería eliminarse con la ayuda de un producto de otro fabricante antes de emplear las imágenes en SketchUp. Todas las cámaras producen en cierta medida esta distorsión, que normalmente es mayor en los bordes de la imagen; para ello, disponemos de una sencilla herramienta para compensar este efecto visualmente.
- Imágenes recortadas (o expandidas). Una imagen recortada, o expandida para disponer de espacio en blanco a su alrededor, no tiene el "centro de la proyección" en el punto central de la imagen. "Dibujar sobre imagen" necesita que el punto al que enfoque la cámara se encuentre en el centro de la imagen. Aunque parezca posible utilizar una imagen de tales características, las líneas verticales no suelen estar bien alineadas en la imagen y el resultado no será satisfactorio.
- Imágenes deformadas. No son compatibles las imágenes deformadas de forma manual mediante un programa de procesamiento de imágenes o una cámara especial. Por ejemplo, algunas cámaras utilizadas en fotografías arquitectónicas se ajustan para obtener una distorsión de perspectiva vertical, inclinando el plano de la cámara. La fotografía resultante es una imagen similar a la obtenida en el modo "Perspectiva de dos puntos".
- Imágenes unidas (por ejemplo, imágenes panorámicas). Estas imágenes suelen deformarse excesivamente y tienen varios puntos de fuga para cada eje.
- Modelos sin ángulo recto. "Dibujar sobre imagen" se basa en los ejes rojo, verde y azul de SketchUp y limita la mayoría de los dibujos a los planos de eje. Cuantas más referencias de ángulos rectos existan en la imagen original, mejores resultados se obtendrán. "Dibujar sobre imagen" también encuentra dificultades en: Puntos de fuga ubicados en el infinito. Esto ocurre en dos situaciones comunes. Una perspectiva de un punto, por ejemplo una imagen que esté mirando por un pasillo, resultará difícil de alinear porque sólo es posible ajustar un punto de fuga y los otros dos están demasiado lejos. Asimismo, una imagen tomada con un teleobjetivo de larga distancia (o una imagen satélite o aérea) no tiene puntos de fuga demasiado útiles y será difícil alinearla.
- Imágenes con resolución extremadamente alta. Las imágenes se integran en el archivo .skp y se duplican si se convierten en un material. Esto ocurre en tamaños de modelo grandes. No hay ningún control de la resolución en el proceso de exportación, lo cual puede ser un problema al exportar a Google Earth, por ejemplo.
- Primer plano recargado. Si existen árboles y otros objetos en primer plano que bloqueen la vista del edificio, puede resultar difícil realizar un dibujo de la parte superior de la imagen.

C) COMENZAR EL MODELO A PARTIR DE FICHEROS

Es posible utilizar Google SketchUp para importar imágenes y ficheros CAD (Computer-Aided Drawing) de tal forma que es posible utilizarlos como punto de partida para nuestro propio modelo. Es posible importar diferentes tipos de archivos 2D y 3D mediante la opción "Archivo > Importar". La versión profesional de SketchUp permite importar/exportar a una gran variedad de formatos.

- Imágenes 2D:
 - JPEG (.jpg)
 - Portable Network Graphics (.png)
 - Tagged Image File (.tif)
 - Targa File (*.tga)
 - Windows Bitmap (.bmp)

- Modelos e información 3D:
 - SketchUp (.skp).
 - Terreno de Google Earth. *Nota:* Es posible obtener la imagen actual (una instantánea en blanco y negro) de la imagen del terreno que aparece en Google Earth haciendo click en el botón "Obtener vista actual". Se importan dos versiones de la imagen del terreno: en 2D y en 3D, y es posible pasar de una a otra haciendo click en el botón "Cambiar terreno". Las imágenes del terreno se utilizan únicamente como referencia y no se incluyen cuando se coloca el modelo en Google Earth. La imagen incluye una referencia a la latitud y longitud de la ubicación en Google Earth para que también se pueda utilizar para estudios de sombras. Google Earth no exporta sus propios edificios 3D (los que se muestran al seleccionar la capa "Edificios 3D" en Google Earth). Dicha información se otorga bajo licencia y no puede ser redistribuida; por ese motivo no es posible importar los edificios en SketchUp.
 - 3DS (.3ds). *Nota:* Si se desea que una importación 3DS incluya las texturas, se deben guardar los archivos de texturas antes de la importación en la misma carpeta que el archivo 3DS.
 - ACAD (.dwg, .dxf)
 - DEM (.dem, .ddf)

D) COMENZAR A MODELAR UTILIZANDO GOOGLE EARTH

Es posible utilizar Google Earth para tomar una fotografía aérea del edificio que se desea modelar y utilizarla como punto de partida para desarrollar el modelo. También es posible utilizar Google Earth para Georreferenciar nuestro edificio, situándolo en las coordenadas correctas y para obtener texturas para el tejado [4].

4.2.2 TRABAJAR DE FORMA PRECISA O DE FORMA “LIBRE”

Google SketchUp permite crear modelos completamente precisos desde el principio (hasta con 6 decimales de precisión), o bien permite diseñar el modelo “a ojo” y posteriormente, si se desea, es posible redimensionarlo para que se ajuste a unas medidas determinadas. Adicionalmente, al arrancar Google SketchUp se muestra la figura de una persona cuyo tamaño es posible tomar como referencia visual para el modelo o bien eliminarla sin más.

El elemento que permite trabajar de forma precisa en SketchUp es la pequeña caja de texto que aparece en la parte inferior derecha de la pantalla. Esta caja es la caja de control de valores o VCB (del inglés Value Control Box) y se puede utilizar para multitud de tareas:

- Hacer una línea con una longitud determinada.
- Dibujar un rectángulo de un determinado tamaño.
- Empujar/tirar de una cara una determinada distancia.
- Cambiar el número de lados de un polígono.
- Mover algo una distancia determinada.
- Rotar algo un número de grados determinado.
- Hacer un número determinado de copias de algo.
- Dividir una línea en un número determinado de segmentos.
- Cambiar el campo de visión (cuanto es posible ver).

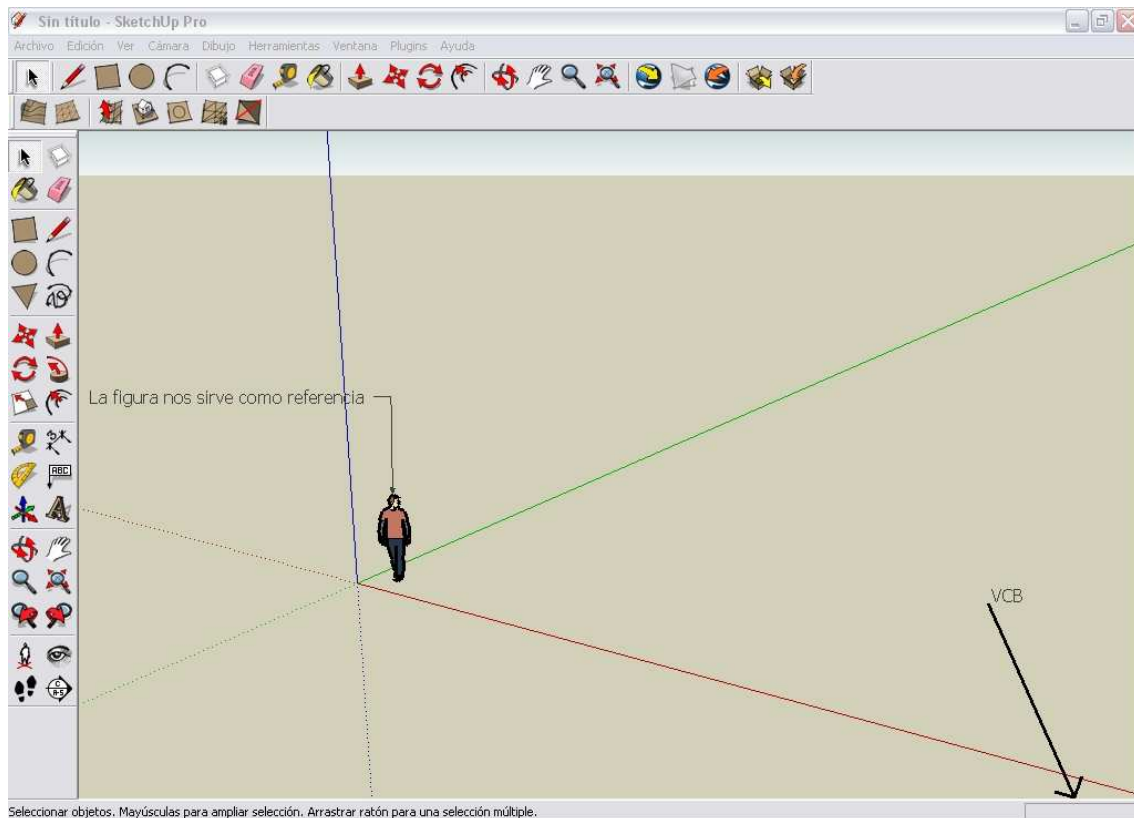


Figura 11: Figura de referencia y VCB

SOBRE LA VCB:

- No hace falta hacer click en la VCB para introducir un número en ella: La VCB siempre está a la escucha. Basta con teclear el valor y este aparecerá de forma automática en la VCB sin necesidad de hacer click en ella.
- La VCB es sensible al contexto en el que se esté utilizando: la VCB controlará un parámetro determinado del dibujo en función de lo que estemos haciendo en ese instante: si se está dibujando una línea la VCB sabe que el valor introducido es la longitud, si se está rotando sabe que lo que estamos introduciendo es el ángulo, etc.
- Es posible decidir en cada momento las unidades por defecto para los datos introducidos para la VCB: si la unidad por defecto es el metro (En el menú Ventana > Información del modelo, es posible elegir las unidades por defecto) y se desea crear una arista de 10m basta con teclear 10 en la VCB. Si por el contrario la unidad por defecto es el metro y se desea crear una línea de 10 centímetros habrá que teclear 10cm. Es decir, es posible sobrescribir las unidades por defecto tecleando en la VCB la unidad que se deseen utilizar.

- En ocasiones la VCB puede realizar más de una tarea: en determinadas circunstancias es posible cambiar el modo de operación de la VCB tecleando una unidad después de un número. Por ejemplo, si estamos dibujando un círculo y tecleamos 10 le estamos diciendo a la VCB que se desea un círculo de radio 10. Pero si tecleamos 10s le estamos diciendo que se desea un “círculo” de 6 aristas (un hexágono). Finalmente, si tecleamos 6, presionamos Intro y luego tecleamos 6s le estamos pidiendo un hexágono de radio 6.
- Es posible utilizar la VCB durante una operación: en la mayoría de casos es posible utilizar la VCB para ser preciso mientras se utilizan las herramientas de SketchUp.
- También es posible utilizar la VCB después de una operación: Completa la operación en curso (por ejemplo dibujar una línea) y, antes de hacer nada más, teclea la dimensión deseada y pulsa enter: aquello que dibujaste cambiará de tamaño de acuerdo a los valores introducidos por la VCB.

REDIMENSIONAR EL MODELO COMPLETO

Tal y como se ha comentado anteriormente, SketchUp permite redimensionar el modelo al completo de la siguiente forma [4]:

Supongamos que hemos dibujado un objeto sin preocuparnos de su tamaño y al terminar decidimos que el objeto debe tener unas medidas determinadas: la herramienta de medir nos permitirá redimensionar el modelo.

1. Seleccionar la herramienta en el menú: Herramientas > Medir.
2. Asegurarse de que la herramienta esté en modo medida presionando ctrl Hasta que desaparezca el signo ‘+’ del cursor.
3. Seleccionar la medida cuyo valor se desea cambiar haciendo click una vez para empezar a medir y haciendo click de nuevo para parar.
4. Teclear las unidades que se desea que tenga la medida seleccionada y presionar Enter. SketchUp preguntará si se desea cambiar el tamaño del modelo. Hacer click en Si para cambiar el tamaño del modelo.

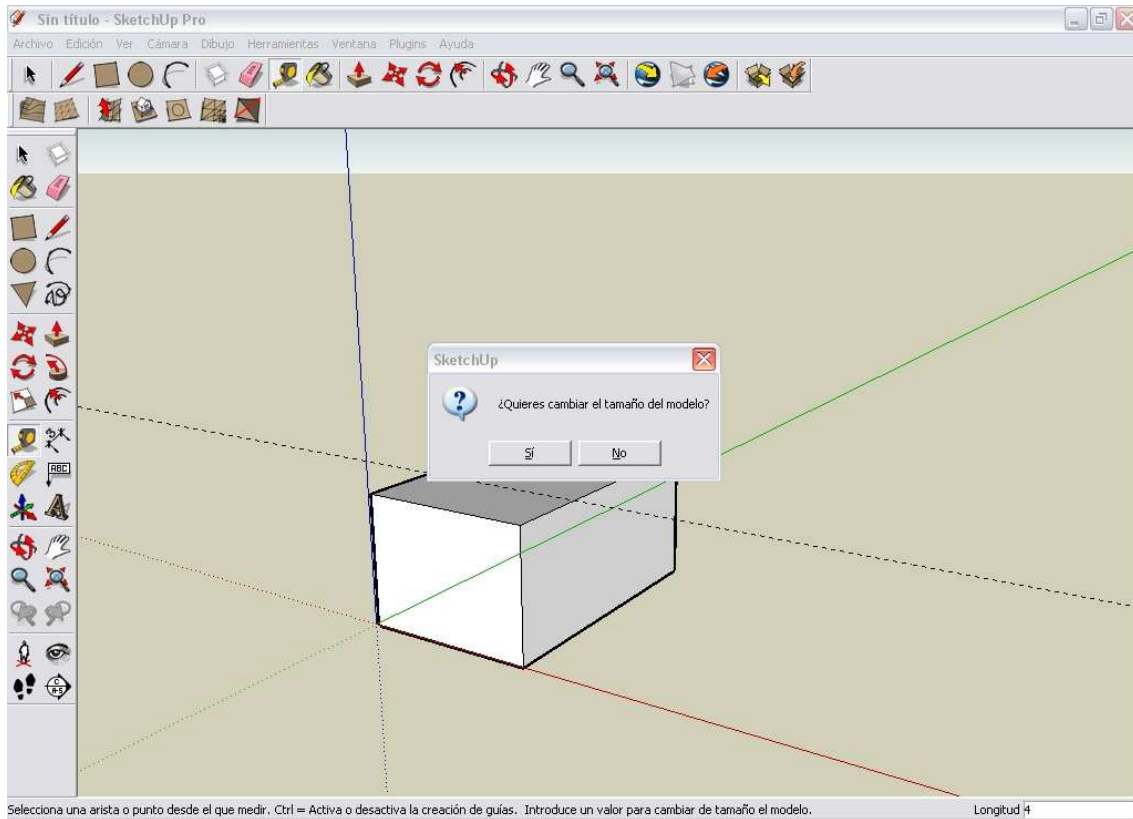


Figura 12: SketchUp permite cambiar el tamaño del modelo.

4.2.3 MODELAR CUALQUIER OBJETO QUE SE PUEDA IMAGINAR

En google SketchUp todo son aristas y caras (superficies 2D limitadas por aristas), lo que hagamos con ellas es cosa nuestra. Es posible modelar objetos del mundo real, como edificios, vehículos, muebles, etc. O bien objetos imaginarios, pero tanto si el modelo es simple como si es complejo, estará formado de aristas y caras. Se llama geometría del modelo al conjunto de las aristas y las caras del modelo.

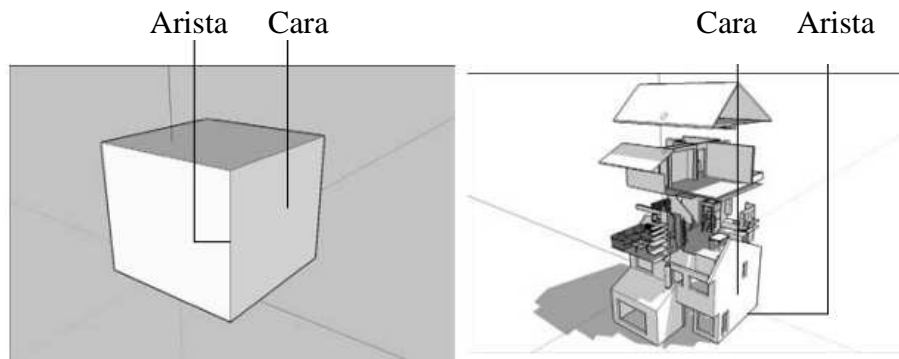


Figura 13: Ejemplo de modelo simple y modelo complejo: ambos están formados únicamente por aristas y por caras.

SOBRE LAS ARISTAS Y LAS CARAS

Las entidades de cara son entidades de aspecto plano que se combinan para formar geometrías en 3D en un modelo de SketchUp. Se crean caras de forma automática cuando tres o más líneas o aristas de intersección están en el mismo plano (un espacio plano infinito 2D).

Cuando se elimina una cara, las aristas que la forman se mantienen. En cambio, las caras automáticamente desaparecen si se elimina alguna de las aristas que forman su contorno. SketchUp crea aristas y caras nuevas utilizando la función de Auto plegado si se altera una de las aristas de una cara de forma que ya no esté en el mismo plano.

Las caras se dibujan con las herramientas Línea, Arco, Mano Alzada, Rectángulo, Círculo o Polígono [4] [5].

Algunos puntos que conviene destacar sobre las aristas y las caras:

- Las aristas son siempre rectas: No existen los arcos ni los círculos como tal sino que estos están formados por líneas rectas.
- Las aristas no tienen espesor: No hay que preocuparse de la anchura que tienen las aristas en el modelo pues no tienen espesor. Dependiendo de la vista que seleccionemos del modelo puede parecer que diferentes aristas tienen diferentes anchuras, pero la realidad es que las aristas no tienen una anchura asociada propiamente dicha sino que lo que cambia es la anchura con la que la arista se muestra, es un efecto puramente visual.

Nota: Es posible cambiar la anchura con la que se muestran las aristas en el menú Ventana > Estilos > Editar > Ajustes de Arista.



Figura 14: Ajustes de arista.

- No ver una arista no significa que la arista no exista: Las aristas pueden ocultarse por diversas razones, por ejemplo para hacer el modelo más realista.

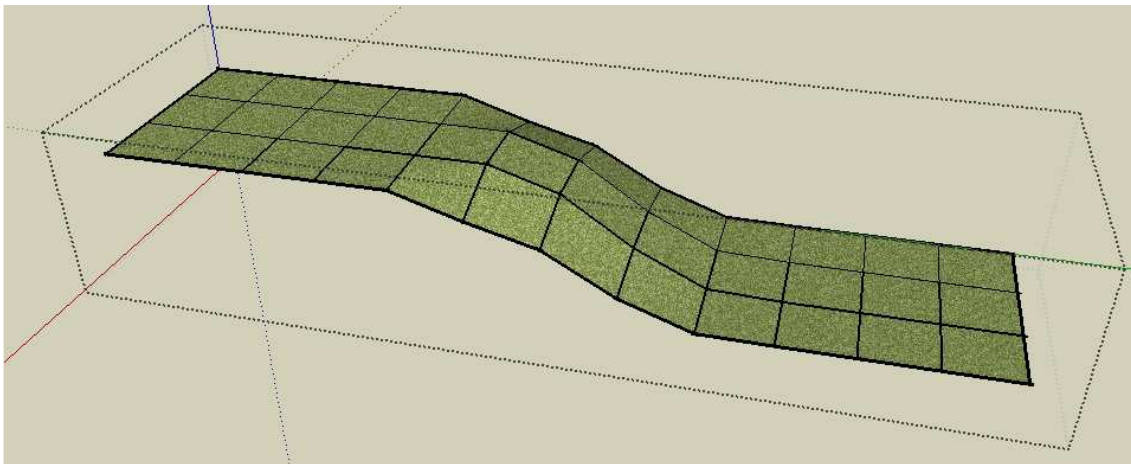


Figura 15: imagen con las aristas visibles

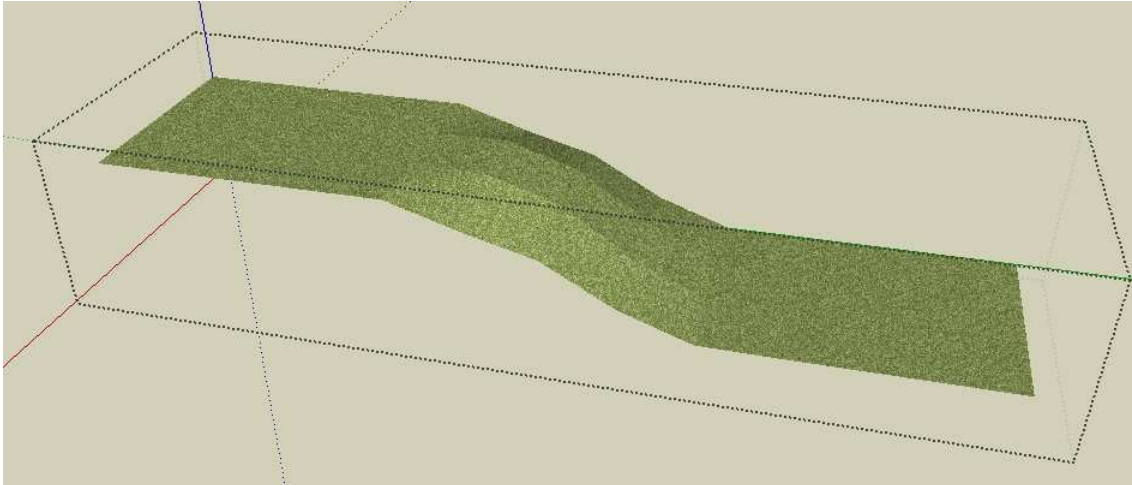


Figura 16: misma imagen con las aristas ocultas

- Las caras tampoco tienen espesor: son infinitamente estrechas. Para construir una cara con espesor, por ejemplo un muro, hay que utilizar dos caras puestas en paralelo a la distancia convenida.
- No se puede construir una cara sin aristas: Para construir una cara son necesarias al menos tres aristas coplanarias formando un triángulo. En otras palabras es posible decir que una cara está definida por las aristas que la rodean y todas esas aristas deben estar obligatoriamente en el mismo plano. Esto es muy importante pues, si las aristas no son coplanarias, SketchUp no creará automáticamente la cara para esas aristas.
- Las caras son siempre llanas: En SketchUp no existen las superficies curvas ya que estas están formadas por caras planas. En las figuras 10 y 11 es posible ver como una superficie que parece curva está formada realmente por superficies planas.
- SketchUp crea caras de forma automática siempre que es posible: No existe una herramienta específica para crear caras, siempre que dibujemos tres o más aristas coplanarias cerradas SketchUp creará la cara correspondiente de forma automática.
- No se puede evitar que SketchUp cree las caras de forma automática pero si que es posible borrarlas: Hay que destacar que SketchUp creará las caras tanto si estas son necesarias como si no lo son, por lo que deberemos estar pendientes para eliminar estas caras superfluas que no se desea que aparezcan en el modelo.
- Si se borra una de las aristas que forma una cara, la cara desaparecerá: Por ejemplo, si en un cubo borro una de sus aristas desaparecerán las dos caras que son definidas por esa arista. Esto es debido a que es imposible tener una cara sin tener todas sus aristas, tal y como se dijo anteriormente.

- Re-dibuja una de las aristas para hacer reaparecer una cara perdida: Si tenemos tres o más aristas coplanarias cerradas con su cara correspondiente y borramos la cara. Para hacer reaparecer la cara no tenemos más que re-dibujar una de las aristas y SketchUp volverá a crear la cara de forma automática.
- Dibujar una arista cruzando completamente una cara dividirá la cara en dos. Lo mismo ocurre si se dibuja un conjunto cerrado de aristas (por ejemplo, un rectángulo) en una cara: se crearán dos caras, una dentro de otra. Una vez divididas las caras es posible utilizar la herramienta de Empujar/Tirar para extrudir una de ellas.

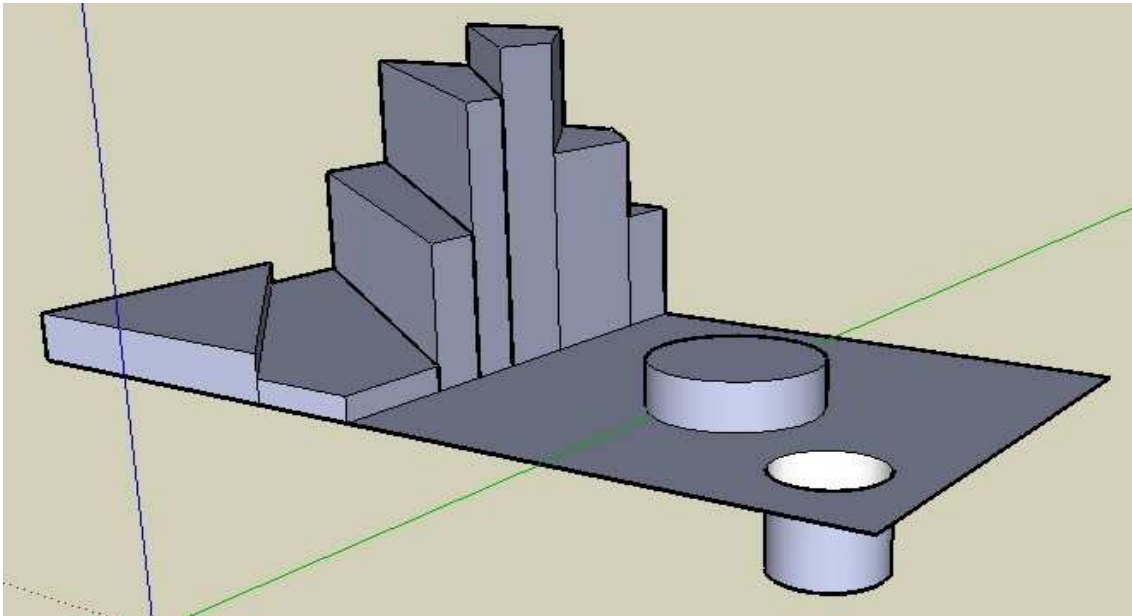


Figura 17: Ejemplo de extrusiones sobre caras divididas

- Dibujar una arista que cruce con otra no divide automáticamente las aristas: Si quiero dividir una arista en dos lo que tengo que hacer es re-dibujar uno de los segmentos. En la Figura 18 es posible verlo gráficamente: en el primer dibujo trazamos una arista que divide la cara en dos. En el segundo dibujo trazamos una segunda arista cruzando a la primera, la primera no se divide y, más importante aún, la cara tampoco se divide. En el tercer dibujo vemos que para dividir la arista y la cara tenemos que re-dibujar la arista original entre el punto A y el B.

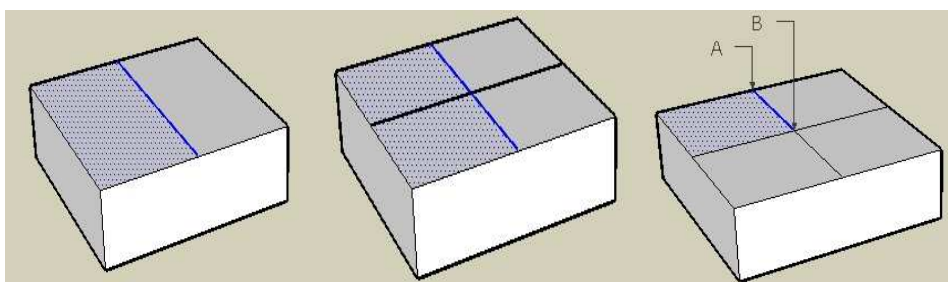


Figura 18: Cruzar dos aristas no las divide automáticamente.

4.2.4 PINTAR LAS SUPERFICIES DEL MODELO CON COLORES Y/O TEXTURAS

Si se desea añadir color y/o texturas al modelo hay dos herramientas que habrá que utilizar: El cuadro de diálogo de materiales y el cubo de pintura [4] [5].

1. EL CUADRO DE DIÁLOGO DE MATERIALES



Figura 19: cuadro de diálogo de materiales

Es posible abrirlo en el menú Ventana > Materiales. Hay dos tipos de materiales que es posible aplicar en las caras del modelo:

- Colores sólidos. No se permiten los gradientes.
- Texturas: En SketchUp una textura es una imagen (una fotografía) con la que es posible cubrir las caras del modelo. Las texturas cubren las caras formando un mosaico: se repite la textura horizontal y verticalmente cuantas veces sea necesario hasta cubrir la superficie por completo. Vamos a explicarlo gráficamente con un ejemplo: En la figura aplicamos la textura a una superficie, en la siguiente figura vemos como la textura se copia vertical y horizontalmente el número de veces necesario para cubrir la cara por completo.

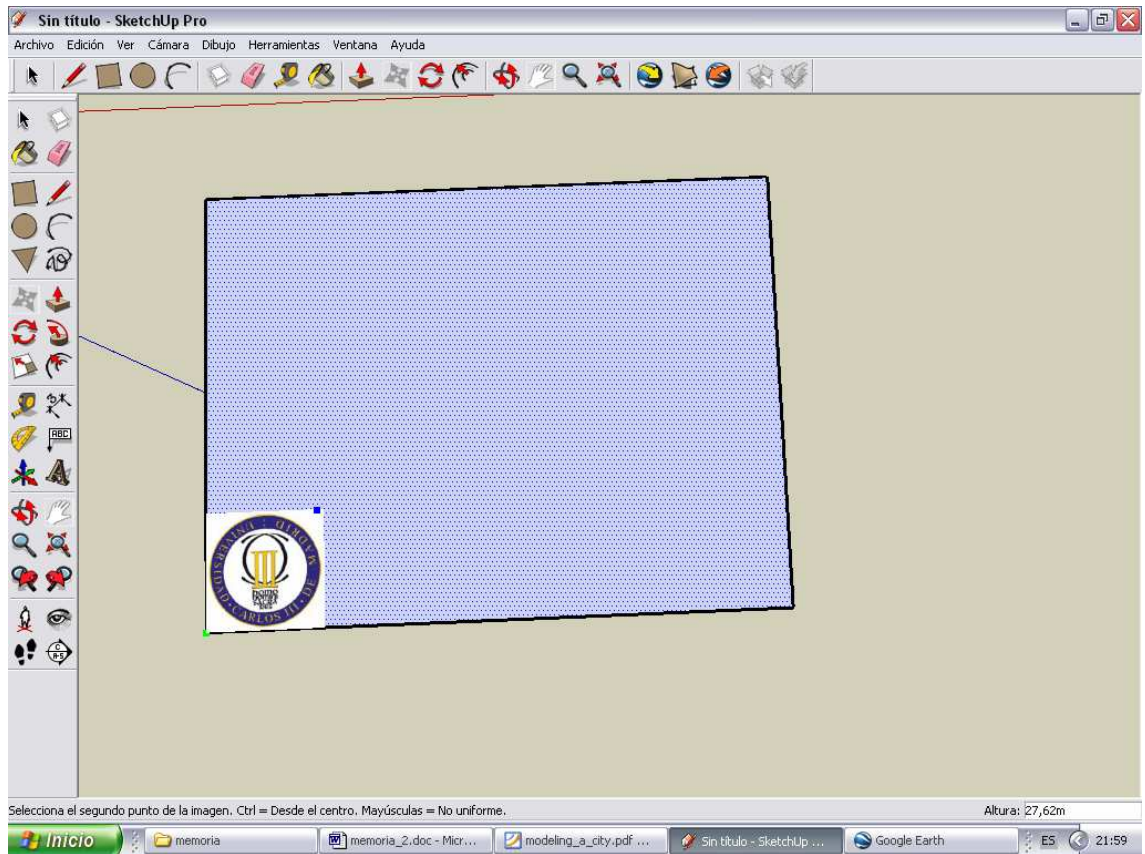


Figura 20: Aplicamos una textura a una superficie.

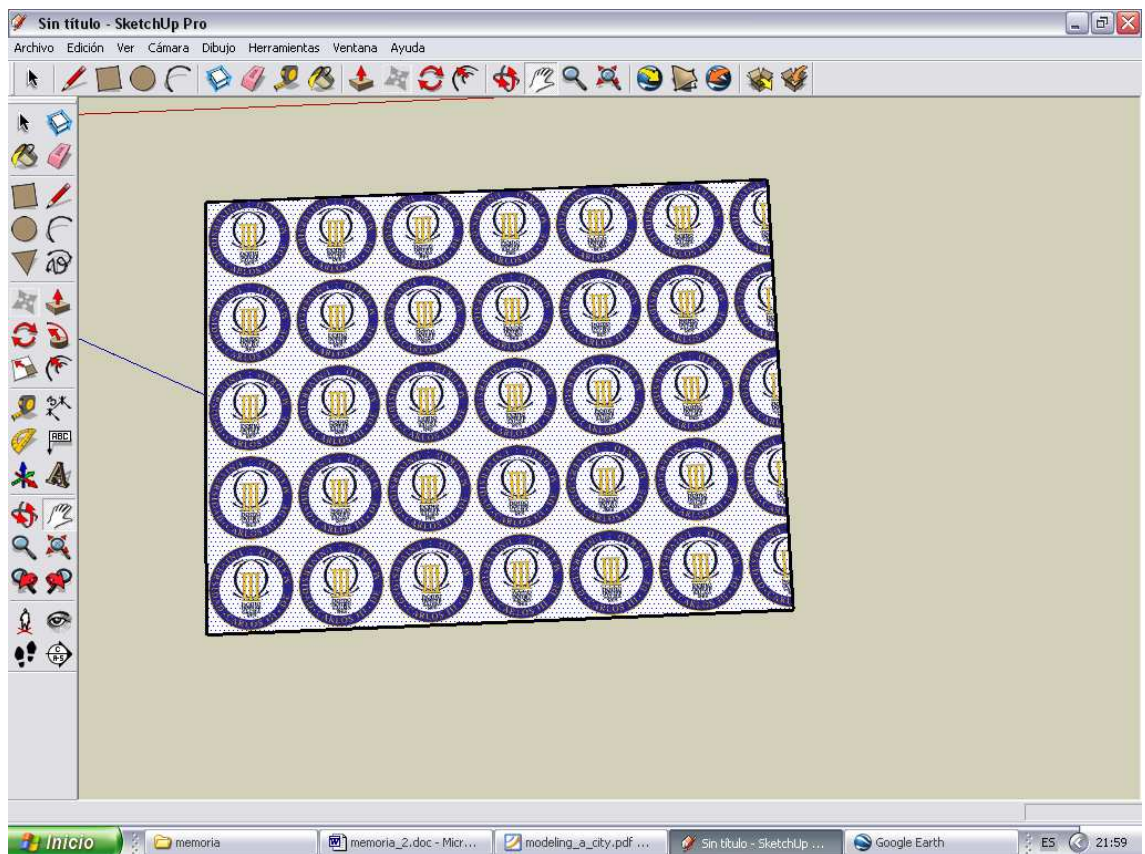


Figura 21: La textura cubre la superficie formando un mosaico.

SketchUp viene con un pack de texturas listas para ser utilizadas. También pueden descargarse más de manera totalmente gratuita en la dirección:

<http://sketchup.google.com/bonuspacks.html>

Si con todas estas texturas no es suficiente es posible comprar más o bien crear texturas propias.

SOBRE LOS MATERIALES Y LAS TEXTURAS

- Los materiales pueden hacerse translúcidos: En el menú Ventana > Materiales > Editar > Opacidad es posible cambiar la opacidad del material para hacerlo más o menos transparente.
- Las texturas pueden tener áreas transparentes: Si echamos un vistazo a los materiales será posible ver que algunos de ellos tienen zonas pintadas de negro. Estas zonas son áreas de transparencia y cuando se pinte una cara con ellas será posible ver a través de las zonas pintadas de negro.
- Es posible editar los materiales o crear materiales propios.

COMO APLICAR TEXTURAS A UNA CARA

1. Archivo > importar.
2. Seleccionar la imagen que se desea utilizar como textura.
3. Seleccionar la opción “utilizar como textura”.
4. Abrir la imagen. Esto activa la herramienta para aplicar texturas y carga en el cursor la textura a importar.
5. Hacer el primer click en la esquina inferior izquierda de la superficie en la que se desea aplicar la textura.
6. Hacer el segundo click cerca de la esquina superior derecha.

Por defecto, SketchUp repite la textura sobre la superficie formando un mosaico, tal y como se explicó anteriormente. Normalmente, para que la textura quede correctamente situada, habrá que editarla.

La herramienta de editar permite mover, escalar, rotar, cizallar y distorsionar nuestra textura.

1. Con la herramienta de selección hacer click en la cara con la textura que se desea editar.
2. Seleccionar en el menú: Edición > cara > textura > situar. Otra opción más rápida es seleccionar haciendo click con el botón derecho: textura > situar.

3. Editar la textura.

A partir de aquí hay dos grupos de herramientas para trabajar con las texturas:

1. Haciendo click con el botón derecho en la textura tenemos las siguientes opciones:

- Finalizado: hemos terminado de editar la textura.
- Restaurar
- Dar la vuelta (izquierda/derecha, arriba/abajo)
- Rotar (90°, 180°, 270°)

2. Alfileres para situar materiales

La herramienta "Situación de textura" utiliza alfileres para manipular los materiales. Estos alfileres pueden moverse o arrastrarse. Moviéndolos, simplemente se desplazan a otra posición en el material. Si se arrastran, el material sufre algún tipo de alteración, por ejemplo en el tamaño o la inclinación.

La herramienta "Situación de textura" tiene dos modalidades: alfileres fijos y alfileres libres.

A) MANIPULACIÓN DE UN MATERIAL EN MODALIDAD DE ALFILERES FIJOS

La modalidad de alfileres fijos permite reproducir a escala una textura, inclinarla o distorsionarla, bloqueando o "fijando" uno o varios alfileres. Esta modalidad es adecuada para materiales que se apilan en sucesión, como las texturas de ladrillos o tejas.

Para manipular un material en la modalidad de alfileres fijos:

1. Hacer un click contextual en el material para ver el menú contextual correspondiente.
2. Elegir la opción "Situación" en el submenú "Textura". Una matriz de líneas punteadas muestra las divisiones del material. El cursor adquiere forma de mano y se muestran cuatro alfileres.
3. Hacer un click contextual en el material.
4. Seleccionar la opción "Alfileres fijos" si no aparece ya marcada. Aparecen unos iconos de colores cerca de cada alfiler; cada icono representa una operación distinta.

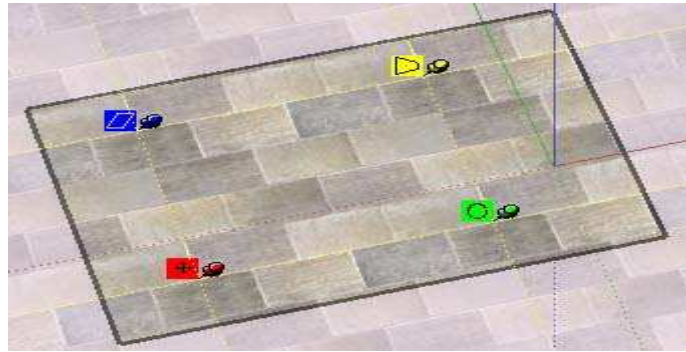





Figura 22: Alfileres para manipular texturas.


5. Manipular el material haciendo click y arrastrando alguno de los alfileres. Consulta en este mismo tema las opciones de la modalidad de alfileres fijos para obtener más información.
6. Cuando se termine de modificar la textura, hacer click con el botón derecho y elegir "Finalizado", o simplemente hacer click fuera de la textura para salir de la herramienta "Situación de textura".

OPCIONES DE LA MODALIDAD DE ALFILERES FIJOS

 Icono y alfiler "Mover": arrastra (mantener pulsado) el icono "Mover" o el alfiler para cambiar la posición de la textura. Cuando se termine de modificar la textura, hacer un click contextual y seleccionar "Finalizado", o hacer click fuera de la textura para cerrarla. Otra opción es pulsar la tecla Retorno o Intro.

 Icono y alfiler "Escala/rotación": permite ajustar la escala del material y rotarlo en cualquier ángulo basándose en la posición fija del alfiler que se desplaza. Arrastrando el cursor más cerca o más lejos del alfiler de base se ajusta la escala del material. Arrastrando el icono del alfiler en torno al alfiler de base el material gira. Se crea una línea discontinua en forma de arco en la dirección de rotación del material. Si se mantiene el cursor sobre el arco discontinuo el material girará, pero no se modificará la escala.

 Icono y alfiler "Escala/inclinación": permite inclinar el material al mismo tiempo que se modifica la escala. Obsérvese que los dos alfileres inferiores permanecen fijos durante esta operación.

 Icono y alfiler "Distorsionar": se utiliza para efectuar una corrección de la perspectiva en el material. Esta función es útil para aplicar fotografías a una geometría.

B) MANIPULACIÓN DE UN MATERIAL EN MODALIDAD DE ALFILERES LIBRES

En la modalidad libre, los alfileres no están fijados unos a otros, sino que pueden arrastrarse a cualquier punto para distorsionar el material. La modalidad de alfileres libres es adecuada para la distorsión de fotografías. Para manipular un material utilizando la modalidad de alfileres libres:

1. Hacer un click contextual en el material para ver el menú contextual correspondiente.
2. Elegir la opción "Situación" en el submenú "Textura". Una matriz de líneas punteadas muestra las divisiones del material. El cursor adquiere forma de mano y se muestran cuatro alfileres.
3. Hacer un click contextual en el material.
4. Seleccionar la opción "Alfileres libres" si aparece marcada. Aparecen cuatro alfileres.

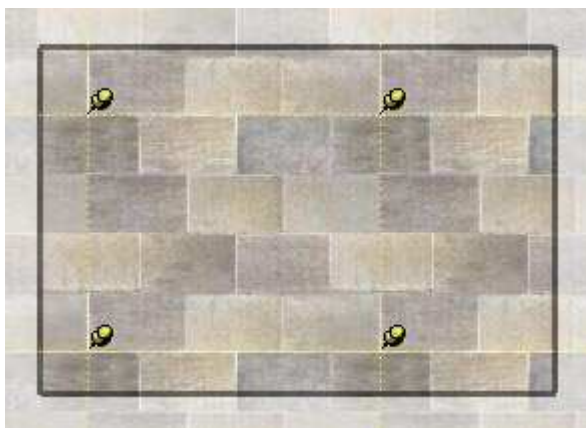


Figura 23: alfileres

5. Manipular el material haciendo click y arrastrando alguno de los alfileres.
6. Cuando se finalice, hacer click con el botón derecho y elige "Finalizado", o simplemente hacer click fuera de la textura para salir de la herramienta "Situación textura".

2. LA HERRAMIENTA DE PINTAR: EL CUBO DE PINTURA



Al activarla se abre automáticamente el cuadro de diálogo de materiales.

- Se llena el cubo de pintura haciendo click en el material con el que se desea pintar y a continuación hacer click en la cara que se desea pintar.
- Presionando Alt se cambia a la herramienta de recogida de muestras: con esta herramienta es posible hacer click en una cara del modelo para llenar la cubeta con el material de esa cara.
- Presionando Mayúsculas se pintan todas las caras similares a aquella en la que hacemos click.

4.2.5 APLICAR ESTILOS AL MODELO

Los estilos permiten cambiar la apariencia del modelo. SketchUp viene con una librería de estilos predeterminados pero también es posible crearte tus propios estilos.

Para aplicar un estilo hay que seguir los siguientes pasos [4] [5]:

1. Ir al menú Ventana > Estilos.
2. Ir a la pestaña seleccionar y hacer click en el estilo que se desea aplicar.

SketchUp es una herramienta enfocada al rendering no fotorrealista por lo que los estilos están basados en dibujos a mano, bocetos, acuarelas, etc. Más que en el foto realismo.

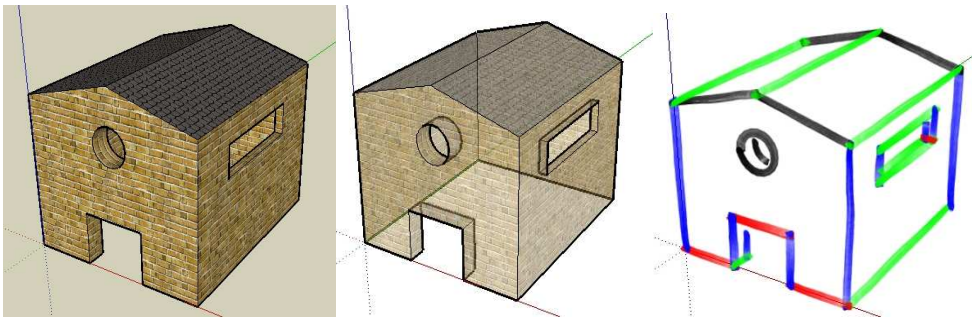


Figura 24: Ejemplos de estilos

4.2.6 TRABAJAR UTILIZANDO LAS INFERENCIAS

Al mover el cursor mientras dibujamos el modelo es posible ver como aparecen en la pantalla todo tipo de marcas como puntos de colores, líneas punteadas, etc. Se trata del motor de inferencias de SketchUp. El motor permite trabajar en un espacio 3D utilizando una pantalla y un dispositivo de entrada 2D. Este mecanismo ayuda a dibujar con una gran precisión, infiriendo puntos a partir de otros puntos y ofreciendo indicaciones visuales mientras se trabaja y su único propósito es el ayudar a construir el modelo [4].

TIPOS DE INFERENCIA

Existen tres tipos de inferencia: de puntos, de líneas y de planos.

A) INFERENCIAS DE PUNTOS

- Punto final: la inferencia verde de punto final identifica el extremo de una entidad de línea o una entidad de arco.
- Punto medio: la inferencia cian de punto medio indica el punto medio de una línea o arista.
- Intersección: la inferencia negra de intersección indica el punto exacto de intersección de una línea con otra o con una cara.
- En la cara: la inferencia azul identifica un punto situado sobre una entidad de cara.
- En la arista: la inferencia roja en la arista identifica un punto situado en una arista.
- Equidistante en la arista: la inferencia "Equidistante en la arista" señala un punto equidistante cuando una línea magenta aparece entre dos aristas conectadas.
- Semicircunferencia: la inferencia de semicircunferencia aparece cuando se dibuja un arco para indicar el punto en el que se forma la semicircunferencia exacta.

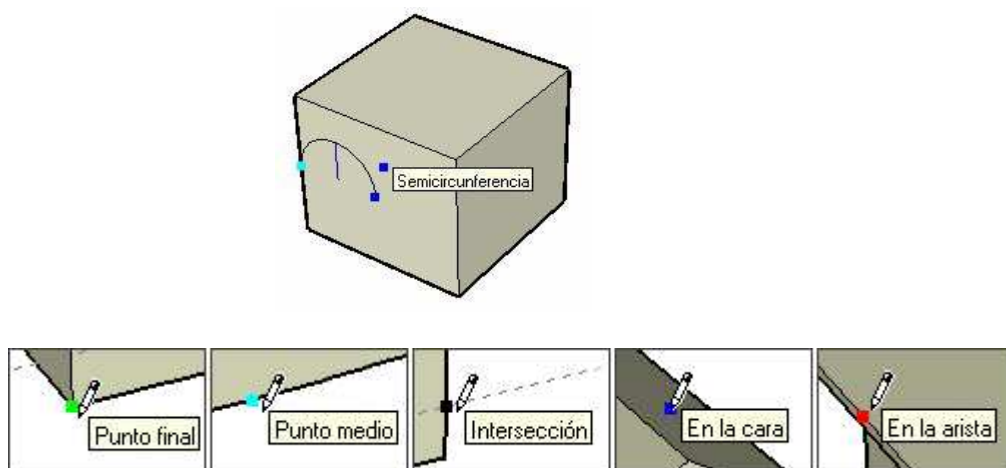


Figura 25: inferencias de puntos

B) INFERENCIAS DE LÍNEAS

Las inferencias de líneas se ajustan siguiendo líneas o direcciones en el espacio. Además de las notas de ayuda, este tipo de inferencias muestra a veces líneas discontinuas temporales mientras se está dibujando.

- En el eje: la inferencia en el eje indica la alineación con uno de los ejes de dibujo. La línea continua se dibuja en el color asociado al eje correspondiente (rojo, verde o azul).
- Desde el punto: la inferencia desde el punto indica una alineación desde un punto siguiendo las direcciones de los ejes de dibujo. La línea de puntos se dibuja en el color del eje correspondiente (rojo, verde o azul).
- Perpendicular: la línea perpendicular magenta indica una alineación perpendicular a un eje.
- Paralela: la línea paralela magenta indica una alineación en paralelo a una arista.
- Tangente en el vértice: cuando se dibuja desde el punto final de una entidad de arco utilizando la herramienta "Arco".

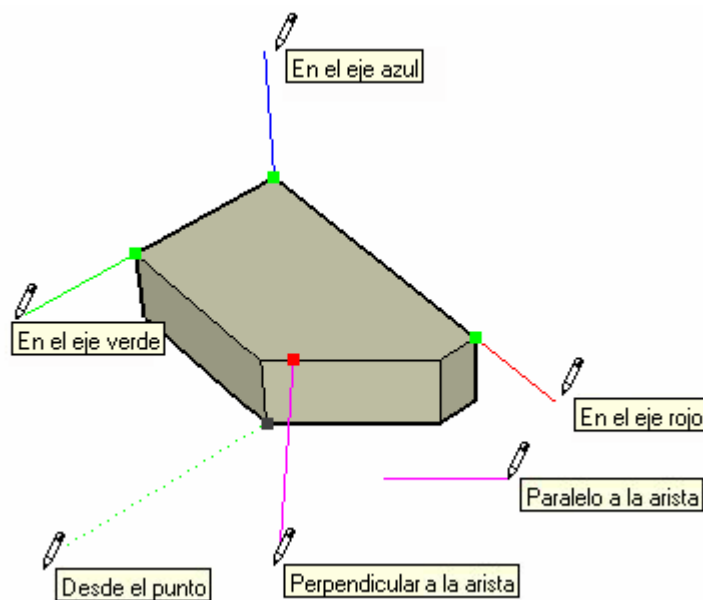


Figura 26: Inferencias de líneas

C) INFERENCIAS DE PLANOS

Una inferencia de plano se ajusta a un plano en el espacio.

- Planos de dibujo: SketchUp se ajusta a los planos definidos por los ejes de dibujo y por la vista seleccionada, cuando no puede ajustarse a la geometría del área de dibujo. Por ejemplo, SketchUp dibujará sobre el plano del suelo si éste es el punto de vista.
- En la cara: la inferencia azul en la cara identifica un punto situado en una cara.

4.2.7 MANTENER ORGANIZADO EL MODELO

SketchUp permite agrupar objetos de tal manera que resulte más sencillo trabajar con ellos y con el modelo en general. Una vez agrupados los objetos será posible darles un nombre, ocultarlos o incluso bloquearlos con el fin de asegurarse de que el modelo no va a sufrir daños accidentales.

Hay cuatro herramientas que permitirán mantener el modelo organizado: grupos, componentes, esquema y capas.

1. GRUPOS

Crear un grupo es como mantener pegada parte de la geometría del modelo. Aristas y caras que se mantienen pegadas y que actúan como mini-modelos dentro del modelo. Se utilizan grupos para trabajar más fácilmente con esas partes del modelo que necesitan mantenerse separadas del resto del modelo.

SketchUp está diseñado de tal manera que los objetos tienden a pegarse a otros objetos. Crear grupos es la forma de evitar que partes del modelo se peguen a otras a las que no deberían pegarse. En concreto, hay varias razones por las que querríamos crear grupos:

- La geometría agrupada no se pega a otras partes del modelo: por ejemplo, si creamos una casa y se desea poder ser capaces de quitar el tejado para acceder al interior de la casa, la solución es crear un grupo separado para el tejado.
- Utilizar grupos facilita trabajar con el modelo: se puede seleccionar toda la geometría de un grupo haciendo clic. Una vez con la herramienta de selección. Se pueden mover grupos y hacer copias con la herramienta de mover/copiar, etc.

- Es posible dar un nombre a los grupos: En el esquema (del cual hablaremos más adelante) es posible ver una lista de los grupos y componentes (de los cuales también hablaremos a continuación) presentes en el modelo. Si les hemos dado un nombre sabremos qué es exactamente lo que tenemos en el modelo.

COMO CREAR GRUPOS

1. Seleccionar la geometría con la que se desea formar el grupo.
2. Seleccionar el menú: edición > crear grupo.

COMO DESHACER GRUPOS

Hacer click con el botón derecho del ratón en el grupo y seleccionar la opción Explotar.

2. COMPONENTES

Los componentes son conjuntos de aristas y caras agrupadas que hacen más fácil y rápido trabajar con el modelo. Los componentes son como los grupos pero con algunas características extra que no tienen los grupos:

- Todo lo que es cierto para los grupos, lo es también para los componentes: Como ya se ha dicho, los componentes son grupos con algunas características especiales. No se pegan al resto del modelo, se les puede asignar un nombre y hacen posible seleccionar, mover, copiar, etc. fácilmente.
- Los componentes se actualizan automáticamente: si tenemos múltiples instancias de un componente, al cambiar una de ellas cambian todas automáticamente, lo cual supone un ahorro considerable de tiempo.
- Utilizar componentes ayuda a mantener un registro de las cantidades presentes en el modelo: Es posible utilizar el explorador de componentes para contar, sustituir y, en general, para gestionar todas las instancias de componentes existentes en el modelo. Por ejemplo, si creamos componentes con las ventanas, puertas, etc. Luego será posible controlar fácilmente cual es el número de puertas y ventanas del modelo y trabajar con ellas más fácilmente.
- Es posible hacer que los componentes abran sus propios huecos automáticamente: Por ejemplo es posible crear una ventana y configurar que esa ventana abra su propio hueco al ser colocada en cualquier superficie. Estos huecos son temporales y sólo pueden ser realizados en una única superficie.
- Es posible utilizar los componentes en otros modelos: Es posible crear una librería de componentes y utilizarla en cualquier modelo.

- Los componentes son muy útiles para crear modelos simétricos: sólo hay que trabajar en la mitad del modelo y la otra mitad se actualizará automáticamente.
- Los componentes hacen que los modelos sean más ligeros, ya que SketchUp sólo guarda información sobre uno de ellos. El fichero resultante será más ligero y el modelo se cargará más rápido.

COMO CREAR COMPONENTES

1. Seleccionar la geometría que se desea convertir en un componente.
2. Seleccionar en el menú: Edición > crear componente.
3. Dar al componente un nombre y una descripción.
4. Elegir las opciones de alineación del componente y el resto de opciones.
6. Hacer click en crear.



Figura 27: Cuadro de diálogo crear componente

3. EL ESQUEMA

El esquema se emplea para mostrar las jerarquías entre grupos y componentes en forma de árbol. Esta función es muy útil para moverse por modelos complejos, reestructurar la jerarquía del modelo, buscar copias de un componente en particular o cambiar el nombre de un grupo o componente. Es posible activar el cuadro de diálogo "Esquema" desde el menú "Ventana".

- El esquema ofrece una vista que refleja la jerarquía de los componentes y los grupos en el modelo.
- El esquema utiliza una combinación de iconos y texto para identificar el estado de los grupos y componentes de la jerarquía.
- El esquema puede utilizarse para reorganizar los grupos y componentes en la jerarquía. Por ejemplo, es posible llevar un grupo que esté escondido entre las carpetas de la jerarquía al primer nivel para editarlo así más cómodamente.
- El esquema incluye un campo de filtro que permite visualizar sólo los grupos o componentes que contengan un texto determinado. Esto ayuda a buscar componentes o grupos concretos.
- El esquema muestra los grupos por nombres y los componentes con una combinación de la definición y del nombre específico de la copia.



Figura 28: Ejemplo de esquema de un modelo

4. CAPAS

Las capas sirven para controlar la visibilidad del modelo. Situamos distintos objetos en distintas capas, damos un nombre a las capas y entonces las activamos o desactivamos para hacer los objetos en las capas visibles o invisibles respectivamente.

Las capas se diferencian de los grupos y componentes en que los objetos situados en diferentes capas no están despegados unos de otros, es decir, situar objetos en diferentes capas no provoca que estos estén despegados.

Una de las razones por las que Google SketchUp incorpora el concepto de capas es por mantener la compatibilidad con programas que trabajan con capas, como por ejemplo AutoCAD.

Las capas se gestionan mediante el Gestor de Capas. El "Gestor de capas" se utiliza para aplicar y gestionar las capas en el modelo. El "Gestor de capas" se activa desde el menú "Ventana".

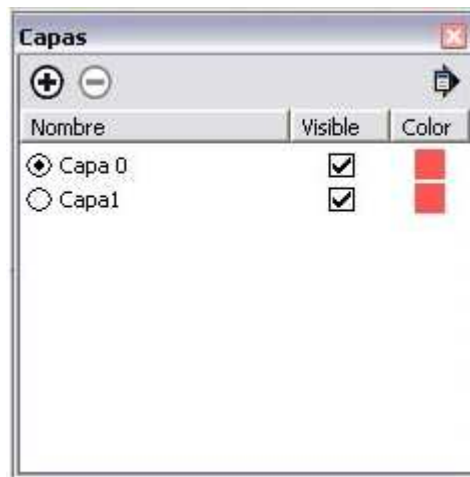


Figura 29: Gestor de capas.

En los programas 2D como Gimp o Photoshop las capas funcionan como una pila de transparencias colocadas en un determinado orden. Todo lo que esté en la cima está al frente, por delante de lo que está en las otras capas, y lo que está por debajo queda tapado por las capas superiores.



Figura 30: Ejemplo de capas en un programa 2D

SketchUp es un programa 3D, por lo que es imposible hacer que los objetos de las capas superiores aparezcan en frente de los de las capas inferiores. Por esta razón las capas en SketchUp funcionan de forma diferente que las capas en otros programas 2D. En SketchUp simplemente hacen los objetos visibles o invisibles.

La capa 0 no se puede borrar. Si se utiliza otra capa de dibujo todas las entidades creadas en ella quedarán invisibles al ocultar esa capa. Este no es el caso al ocultar la capa 0. Las entidades que estén en esa capa, pero dentro de un grupo o componente situado en otra capa, permanecerán visibles aunque se oculte la capa 0.

4.2.8 COMPARTIR NUESTROS MODELOS

Existen numerosas posibilidades para compartir nuestros modelos una vez creados:

- Imprimir vistas del modelo.
- Exportar imágenes a partir de vistas determinadas del modelo.
- Exportar películas: SketchUp permite crear animaciones con el modelo.
- Subir el modelo a 3D Warehouse [13], repositorio online de modelos de SketchUp.
- Subir el modelo a Google Earth en la capa “lo mejor de la galería 3D”.

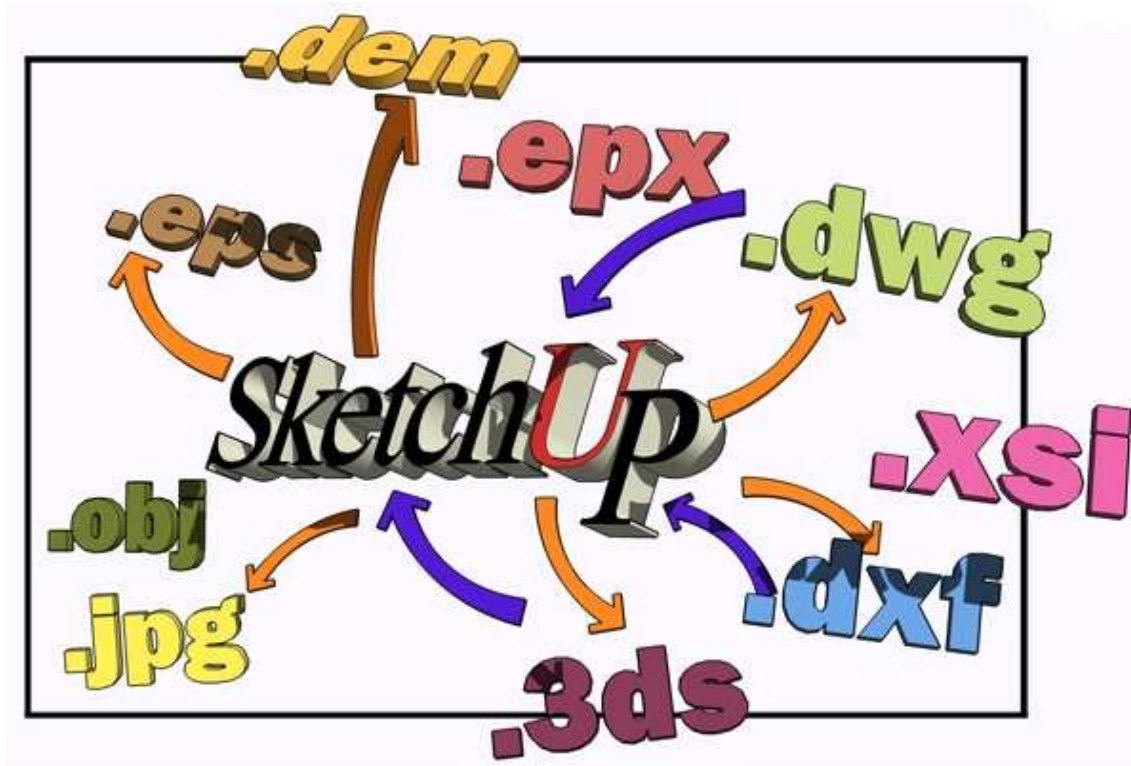


Figura 31: distintos formatos de entrada/salida

En la Galería 3D de Google: 3D Warehouse [13] hay dos tipos de modelos en 3D: con referencias geográficas y sin ellas. La capa "Lo mejor de la Galería 3D" de Google Earth es una muestra de los modelos con referencias geográficas de mayor calidad. Si el modelo con referencias geográficas se selecciona para esta capa, millones de usuarios de Google Earth lo verán.

A) VER EL MODELO EN GOOGLE EARTH

Después de haber construido el modelo en Google SketchUp, resulta sencillo exportarlo a Google Earth. Una vez exportado, será posible guardarlo en un fichero de Google Earth (.KMZ) y compartirlo con otras personas, por ejemplo, enviándolo por e-mail.

Para Exportar de Google SketchUp a Google Earth hay que seguir los siguientes pasos:

1. Menú herramientas > Google Earth > Colocar Modelo.
2. Si se decide cambiar algo, no hay más que hacerlo y volver a repetir el paso 1.

B) EXPORTAR EL MODELO COMO FICHERO KMZ

Se puede guardar un modelo de SketchUp como un fichero KMZ de Google Earth que posteriormente puede enviarse a otra persona. Cuando la otra persona ejecute el fichero, automáticamente se arrancara Google Earth (si la otra persona lo tiene instalado) y la cámara se desplazará hasta alcanzar la situación del modelo.

1. En Google Earth seleccionar el modelo haciendo click en la lista de "mis lugares".
2. En el menú Archivo > Guardar > Guardar lugar como.
3. Dar un nombre a la localización y guardarlo como fichero KMZ.

Ahora es posible enviar el fichero KMZ para compartir el modelo con otras personas.

También es posible exportar a fichero KMZ directamente desde SketchUp. Sin embargo es recomendable exportar primero a Google Earth para comprobar si el modelo se carga correctamente en Google Earth y si la vista resultante es de nuestro agrado.

Para exportar directamente desde SketchUp a formato KMZ:

1. Seleccionar "Archivo > Exportar > Modelo 3D". Aparece el cuadro de diálogo "Exportar modelo".
2. Introducir un nombre para el archivo exportado en el campo "Nombre de archivo".

3. Seleccionar el tipo de exportación KMZ en la lista desplegable "Tipo de exportación".
4. Hacer click en el botón "Exportar".

C) COMPARTIR EL MODELO EN 3D WAREHOUSE

Para subir un modelo a Google Earth y que todo el mundo pueda verlo, primero tenemos que enviarlo a la galería 3D de Google: 3D Warehouse [13].

3D Warehouse es una función de SketchUp que permite buscar, compartir y almacenar modelos en 3D. Cualquier persona puede buscar y descargar modelos de forma gratuita, pero para publicar los propios, es necesario que se identifique utilizando una cuenta de Google.

Los modelos de 3D Warehouse incluyen todo lo necesario para cualquier mundo en 3D: edificios, casas, puentes, estatuas, esculturas, sofás, coches, personas, animales y mucho más.

- Desde SketchUp, puede iniciar una búsqueda entre los miles de modelos almacenados en 3D Warehouse.
- Es posible descargar los modelos 3D para utilizarlos en otros modelos de SketchUp.
- Si el modelo cuenta con una ubicación en el planeta, también es posible descargarlo y verlo en Google Earth.
- Igualmente, es posible compartir sus modelos en 3D favoritos cargándolos desde SketchUp en 3D Warehouse.

3D Warehouse es una página Web y básicamente hay dos formas de acceder a ella:

- Desde SketchUp: en el menú Archivo > Galería 3D > Obtener Modelos...
- Utilizando un navegador Web, en la página:
<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/>

Si el modelo tiene una localización (es decir, si se ha diseñado sobre una imagen de terreno de Google Earth), hay algunas cosas que no deben olvidarse:

- Hay que asegurarse de activar el terreno en 3D y de colocar el modelo correctamente sobre el terreno; de lo contrario, el modelo podría acabar mostrándose total o parcialmente bajo la superficie en Google Earth.

- Orbitar hasta que se vea el modelo desde arriba.
- Se recomienda colocar el modelo en Google Earth para ver si se muestra correctamente antes de compartirlo a través de la Galería 3D.
- Sólo para usuarios de SketchUp Pro 5: devolver los ejes a la posición predeterminada antes de compartir el modelo en la Galería 3D; de lo contrario, el modelo no estará orientado correctamente al visualizarse en Google Earth.
- Si se desea que las texturas del modelo se muestren en Google Earth (opción disponible en Google Earth 4), compartir el modelo desde la última versión de Google SketchUp 6.

Para compartir el modelo en la galería 3D:

1. Cuando se haya acabado de crear un modelo en SketchUp hay que guardarlo.
2. Hacer click en "Archivo > Galería 3D > Compartir modelo".
3. En el navegador de la Galería 3D se abrirá la página de inicio de sesión de las cuentas de Google. Hay que iniciar sesión con una cuenta de Google.
4. En la página "Cargar en la Galería 3D", introducir un título y una descripción para el modelo.
5. También es posible añadir a los modelos la siguiente información:
 - Una dirección de un sitio Web que contenga información acerca del modelo.
 - Un logotipo para el modelo. Este logotipo también puede incluir un vínculo hacia un sitio Web que contenga más información acerca del modelo.
 - Etiquetas que ayuden a definir el modelo. Las etiquetas son palabras clave o frases separadas por comas que describen el modelo, como por ejemplo, "biblioteca", "edificio de piedra antiguo" o "estación de tren remodelada".
 - Opciones de configuración que permitan que el modelo se muestre en colecciones que lo contengan o que permitan a los usuarios de la Galería 3D ponerse en contacto con el autor del modelo en relación con éste.
6. También es posible ofrecer posibles traducciones para el título, descripción y la dirección Web del modelo.
7. Cuando se haya terminado de añadir información acerca del modelo, hacer click en "Subir".

D) IMPRIMIR EL MODELO

SketchUp permite imprimir los diseños utilizando cualquier impresora compatible con Windows. También permite imprimir a escala o imprimir un modelo en varias páginas, con lo que pueden obtenerse impresiones de gran tamaño utilizando una impresora normal.

IMPRESIÓN BÁSICA EN WINDOWS:

1. Seleccionar el tamaño del papel de la impresora en "Archivo > Configurar Impresión".
2. Configurar el tamaño de impresión y acceder a una vista previa seleccionando "Archivo > Vista preliminar".
3. Imprimir el modelo mediante la opción "Archivo > Imprimir".

IMPRESIÓN BÁSICA EN MAC:

1. Asegurarse de que la ventana de SketchUp contiene todo lo que se desea imprimir: SketchUp imprime exactamente lo que se ve en la ventana.
2. Abrir el menú File > Page Setup.
3. Escoger la impresora, el tamaño de papel y la orientación.
4. hacer click en OK.
5. Abrir el menú File > Document Setup.
6. Seleccionar "fit view to page" para ajustar la vista al papel.
7. hacer click en OK.
8. Hacer click en "print" para imprimir.

IMPRESIÓN DE ESCENAS DE SKETCHUP

La sección "Impresión de escenas de SketchUp" del cuadro de diálogo "Imprimir" permite elegir entre imprimir el modelo del área de dibujo activa o imprimir todos los modelos de todas las escenas del archivo.

IMPRESIÓN DE VARIAS HOJAS EN MOSAICO

Si la escala seleccionada es superior al tamaño del papel de la impresora o del plotter, puede imprimirse el modelo en varias hojas. Las hojas pueden pegarse luego para componer el modelo final a escala. La impresión en mosaico permitiría, por ejemplo, imprimir un modelo grande de tamaño B (28 x 43 cm) en una impresora con un papel más pequeño, de tamaño A (22 x 28 cm). También pueden imprimirse carteles que ocupen varias páginas.

La impresión en mosaico está disponible cuando se utilizan los campos de escala para imprimir un modelo con unas dimensiones superiores a las del papel de la impresora. También puede imprimirse una selección de páginas introduciendo la serie en los campos correspondientes. Las páginas se numeran de arriba a abajo empezando por la página superior izquierda.

Es posible ver una vista previa utilizando la opción "Vista preliminar" del menú "Archivo". Imprimir en varias páginas un dibujo de grandes dimensiones puede requerir buena parte de los recursos del equipo informático.

IMPRESIÓN A ESCALA

Para imprimir a escala utilizaremos la sección "Tamaño de impresión". Dicha sección se utiliza para ajustar el tamaño físico de la copia impresa:

- Ajustar a página: la opción "Ajustar a página" permite adaptar el tamaño del modelo para que quepa en una hoja. Esta opción debe estar desactivada para especificar otro tamaño o escala.
- Tamaño de página: los campos de tamaño de página se emplean para introducir un tamaño de página personalizado para la impresión.
- Escala: los campos de escala se utilizan para modificar la escala del modelo al imprimir. La primera medida ("En el modelo") corresponde al tamaño de la geometría que se exporta. La segunda medida ("En SketchUp") es el tamaño del objeto a escala real. Por ejemplo, para una escala 1:4, basta con indicar que 1cm en la impresión equivale a 4cm en SketchUp.
- No se puede imprimir a escala una imagen en perspectiva. Hay que asegurarse de que la perspectiva esté desactivada y utilizar una de las vistas estándar, en el submenú "Cámara > Estándar", para activar la opción de escala.
- Aunque la proyección paralela se utiliza para imprimir a escala, no todos los ángulos pueden medirse a una escala determinada. Esto se debe a que SketchUp utiliza el mantenimiento de la perspectiva, una técnica para acortar líneas y crear así efectos 3D sobre un soporte 2D como el papel.

E) EXPORTAR IMÁGENES 2D DEL MODELO

Una imagen digital puede representarse de dos formas: a través de una imagen de barrido (raster) o a través de una imagen vectorial (vector). La diferencia entre ambas está basada en la forma que tienen de almacenar la información.

RASTER

Las imágenes raster [2] están formadas por puntos llamados píxeles. Un fichero raster consiste en información sobre la localización y color de cada píxel. Cuando exportas un raster decides cuantos píxeles debe incluir, lo cual afecta directamente al tamaño con el que puede mostrarse la imagen.

SketchUp exporta imágenes raster en formatos TIFF, JPEG, PNG, BMP, TGA y EPIX [3].

- **JPEG (Joint Photographic Experts Group):** Los archivos de imagen JPEG son utilizados por un gran número de aplicaciones, plataformas y cámaras digitales. La característica más destacada del formato JPEG es su método de compresión, capaz de reducir el tamaño de los archivos a una fracción de lo que ocuparían en otros formatos. Este método de compresión hace que el formato JPEG resulte especialmente útil para el envío de imágenes (fotografías digitales, etc.) por correo electrónico o para su difusión en la Web. Conviene considerar el formato JPEG si la imagen contiene muchas áreas con texturas o pequeños detalles. La compresión JPEG funciona bien porque analiza la imagen, la divide en bloques y descarta la información que el ojo humano no percibe. No obstante, este porcentaje de compresión tan alto hace que las imágenes tengan menos calidad y muestren en ocasiones bloques de un patrón de color determinado (artefactos). De hecho, en el proceso de compresión de imágenes a JPEG se pierden datos, por lo que aunque la imagen se descomprima, el archivo no volverá a ser idéntico al original. El grado de la compresión JPEG puede ajustarse en "Archivo > Exportar > Gráfico 2D > Opciones" y a continuación en el regulador "Calidad de la imagen" en función de cada caso. Guardar varias veces una imagen JPEG puede hacer que se acumulen "artefactos". Trabaja con las imágenes raster originales en un formato sin pérdida de calidad, como PNG, y guarda como JPEG tan sólo el resultado final.
- **PNG (Portable Network Graphics):** El formato PNG se creó para una transmisión eficaz de las imágenes a través de la Web sin pérdida de datos. Al igual que JPEG, PNG utiliza un método de compresión, pero en este caso se trata de una variante sin pérdida de calidad que evita que se generen artefactos. Considera el uso del formato PNG en modelos que tengan áreas extensas de colores lisos y uniformes (como los modelos de SketchUp sin texturas).
- **TIFF (Tagged Image File Format):** El formato TIFF se suele utilizar para el intercambio de archivos entre distintas aplicaciones y plataformas (Mac y PC). Existen muchas versiones distintas del formato TIFF, por lo que es posible que este formato no sea tan universal como otros, por ejemplo, PNG y JPEG.

SketchUp es compatible con una amplia gama de formatos TIFF. Antes de exportar el archivo, conviene comprobar su compatibilidad con las otras aplicaciones. Los archivos raster de 1 bit o archivos TIFF con codificación gif no son compatibles con SketchUp. Por otro lado, aunque los formatos como PNG y JPEG pueden verse en cualquier navegador y, por tanto, pueden enviarse prácticamente a cualquier usuario, los archivos TIFF pueden requerir un software especial para poder abrirlos en algunos sistemas. TIFF se emplea sobre todo para la impresión con alta resolución desde aplicaciones de autoedición. SketchUp no es compatible con archivos TIFF a 1 bit por píxel. Las imágenes comprimidas utilizando RLE se ampliarán a tamaños no comprimidos una vez importadas en SketchUp.

- **BMP (Bitmap):** El formato de archivo BMP se creó para los sistemas operativos Microsoft Windows, principalmente como el formato que utiliza el portapapeles de Windows y para la visualización de imágenes (en especial como fondo de pantalla). BMP no usa compresión. Así, BMP puede ser un buen formato para crear archivos temporales que después puedan modificarse en otras aplicaciones. Sin embargo, el formato BMP tiende a crear archivos muy voluminosos, poco apropiados para su archivado, la difusión por Internet o el envío por correo electrónico.
- **TGA (Truevision Advanced raster Graphics Adapter o Targa):** Los archivos TGA fueron desarrollados por AT&T para las placas de vídeo Truevision, lo que introdujo la alta resolución y las prestaciones de color avanzadas en los primeros equipos informáticos personales. Hoy en día, todos los equipos incorporan prestaciones gráficas que superan con creces las de las primeras tarjetas Targa. No obstante, el formato TGA sigue utilizándose por su equilibrio entre una compresión sin pérdida de calidad, estabilidad y compatibilidad con los canales alfa.
- **Epix:** Epix es el formato nativo de Piranesi, una aplicación de diseño arquitectónico concebida para trabajar con imágenes generadas a partir de modelos 3D. El formato Epix es un tipo de formato híbrido raster ya que no guarda sólo la imagen visualizada, sino que incluye también información adicional del modelo 3D original. Esta información permite que las herramientas de dibujo de Piranesi puedan representar la imagen de forma inteligente. Los archivos Epix se componen de tres "canales":
 - **RGB:** el primero, conocido como canal RGB, contiene el color de cada píxel. Son los datos que se guardan normalmente en otros formatos de imágenes raster. (De hecho, los archivos Epix pueden leerse en la mayoría de los editores de imágenes como archivos TIFF).
 - **Profundidad:** el segundo, conocido como canal de profundidad, guarda la distancia de cada píxel desde el punto de visión. Esta información ayuda a Piranesi a interpretar la topología de la superficie que hay debajo de la imagen y permite aplicar texturas, cambiar la escala de los objetos, bloquear la orientación y muchas otras funciones que se basan en las superficies 3D del modelo.

- **Material:** el tercer canal almacena el material de cada píxel. Esto permite pintar una parte de la escena libremente, sin tener que preocuparse por no pintar otra parte inadvertidamente.

En general, Piranesi espera archivos Epix sólidos y sin texturas. Algunos de los modos de visualización de SketchUp, como el de alambre y el de líneas ocultas, no funcionan bien con Piranesi y aparecen desactivados durante la exportación para que el resultado incluya sólo imágenes sólidas. Otras funciones de SketchUp, como las aristas y las texturas, tampoco coinciden con los formatos que espera Piranesi, aunque en muchas ocasiones puedan ser deseables.

VECTOR

Las imágenes Vectorizadas [2] consisten en instrucciones escritas en código máquina. Este código se encarga de describir como dibujar la imagen a cualquier software que intente abrirla. La mayor ventaja de utilizar imágenes Vectorizadas respecto al formato raster es la escalabilidad: puede hacerse zoom sobre las imágenes vectorizadas sin afectar a la calidad de la imagen.

SketchUp soporta los formatos EPS, PDF, DWG y DXF [3]. Estos formatos resultan útiles para crear una serie de documentos de construcción en 2D, trazando una perspectiva en gran formato, o para importar en un programa de ilustración vectorial y retocar detalles.

- **EPS:** El formato EPS (Encapsulated PostScript) se basa en el lenguaje PostScript, un lenguaje de descripción de gráficos desarrollado por Adobe como estándar para la comunicación entre programas de diseño y dispositivos de impresión. El uso del formato EPS está muy extendido en las industrias del diseño gráfico y la edición.
- **PDF:** El formato PDF (Portable Document Format) de Adobe® es el estándar abierto para la distribución mundial de documentos electrónicos. El PDF conserva todos los tipos de letra, el formato, los gráficos y el color del documento original, con independencia de la aplicación y la plataforma en las que se creó el documento. Además, los archivos PDF son compactos y se pueden compartir, visualizar e imprimir exactamente como desee cualquier usuario que disponga del software gratuito Acrobat® Reader® de Adobe. Algunas características gráficas de SketchUp, como las texturas, las sombras, los fondos o las transparencias, no pueden exportarse en los formatos PDF o EPS.
- **DWG (archivo de dibujo AutoCAD):** El formato DWG fue creado por AutoDesk como formato de archivo de su programa AutoCAD. Existen muchas versiones distintas, como DWG r12, r2000 y r2004.
- **DXF (archivo de intercambio de datos):** DXF es un formato de archivo gráfico 2D compatible con la mayoría de las aplicaciones CAD para Macintosh y PC. AutoDesk creó DXF como un método para el intercambio de datos CAD entre su aplicación AutoCAD y otros programas de CAD.

IMÁGENES RASTER vs VECTOR

- Las imágenes de barrido o raster son más adecuadas para representar documentos de texto o imágenes reales.
- Las imágenes vectoriales son más adecuadas para representar planos técnicos y figuras geométricas.
- Las imágenes de barrido no son escalables sin pérdida de calidad, es decir, pierden calidad a medida que se va haciendo zoom sobre ellas, algo que no sucede con las imágenes vectoriales.
- Normalmente una imagen raster se crea con un digitalizador a partir de un original, mientras que una imagen vectorial se crea directamente desde una aplicación específica para ello.

F) EXPORTAR ESCENAS Y ANIMACIONES

ESCENAS

SketchUp permite crear distintas escenas al estilo de las clásicas diapositivas de un programa de presentaciones, cada una con unos ajustes distintos para el modelo (de punto de vista, efectos de sección, etc.). Estas escenas se pueden combinar y ejecutar en forma de secuencia como animación. El funcionamiento de la animación puede configurarse para aplicar una transición gradual entre los efectos en las distintas escenas, para generar una presentación dinámica.

Los archivos de SketchUp pueden contener una o varias escenas. Una escena está compuesta por un modelo y una serie de configuraciones específicas de escena, como el punto de vista, las sombras, el ajuste de visualización o el corte de sección. Por ejemplo, es posible ver un modelo con sombras de mañana en una escena y con sombras de tarde en otra. A continuación, es posible utilizar la función "Animación" de SketchUp para pasar de una escena a otra y ver la transición de las sombras a lo largo del día (lo que se denomina un estudio de sombras). Se pueden enlazar varias escenas, cada una con ajustes distintos, para crear un recorrido animado por el modelo. Hay que activar el "Gestor de escenas" desde el menú "Ventana" para añadir, eliminar y actualizar escenas.

ANIMACIONES

Las animaciones se emplean para generar transiciones graduales del modelo de un estado (en una escena) a otro (en otra escena distinta).

SketchUp incorpora controles para iniciar, interrumpir y detener una animación. Para reproducir una animación:

1. Seleccionar la opción "Ver > Animación > Reproducir". Aparecen los controles de animación y empiezan a mostrarse las escenas.
2. Pulsar el botón "Pausa" para interrumpir momentáneamente la animación.
3. Pulsar el botón "Detener" para detener la animación.

También es posible hacer un click contextual en una pestaña de escena y seleccionar "Reproducir animación" para iniciar la animación.

EXPORTACIÓN DE ANIMACIONES

Las animaciones pueden exportarse como archivos de animación de vídeo (archivos AVI) o como series de archivos de imagen, uno por cada fotograma por segundo de la presentación. Es posible exportar una animación mediante la opción "Exportar > Animación" del menú "Archivo".

Es posible utilizar esta función de exportación de animaciones cuando se desee entregar una presentación del modelo a un cliente que no disponga de SketchUp ni de SketchUp Viewer. También es posible exportar una animación de vídeo para su procesamiento posterior en un software de presentaciones.

SELECCIÓN DEL TIPO DE ANIMACIÓN

SketchUp permite exportar un archivo de animación de vídeo (como archivo AVI) o múltiples archivos de imagen.

- **Animaciones de vídeo en un archivo:** SketchUp permite exportar una animación en un único archivo de vídeo (archivos AVI). Estos archivos pueden reproducirse con cualquier software de vídeo compatible o incluirse en presentaciones profesionales utilizando otros programas. Para crear estos archivos, SketchUp usa componentes especiales de software de terceros denominados códecs (compresor/descompresor). Cada códec de SketchUp incorpora una técnica de compresión diseñada para un soporte concreto, como la reproducción de vídeo en Internet, por correo electrónico o en CD-ROM.

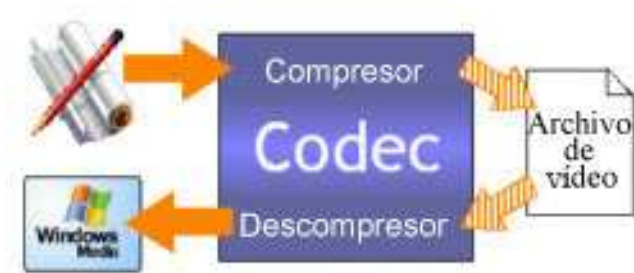


Figura 32: Códecs

- **Animaciones en archivos de imagen múltiples:** SketchUp también permite exportar animaciones como sucesiones de archivos de imagen. El número de archivos exportados dependerá de la frecuencia de cuadros de la presentación. Por ejemplo, una presentación de 5 minutos exportada a 10 cuadros por segundo dará lugar a 3.000 archivos (60 segundos x 5 minutos x 10 cuadros por segundo). Las animaciones formadas por una serie de archivos suelen utilizarse para importarlas y procesarlas en programas de animación de vídeo.

EXPORTACIÓN DE ANIMACIONES

Los archivos de animación pueden utilizarse para presentar el modelo sin necesidad de SketchUp. Estos archivos también se pueden importar en otros programas de presentaciones o de animación para retocar y mejorar las animaciones. Para exportar una animación como archivo de animación (o sucesión de archivos de imagen):

1. Seleccionar la opción "Archivo > Exportar > Animación". Aparece el cuadro de diálogo "Exportar animación".
2. Seleccionar el tipo de exportación en la lista desplegable.
3. Introducir el nombre del archivo o de la serie de archivos exportados. El módulo de exportación combina este nombre con un número de secuencia para cada archivo de imagen creado como parte de la animación. Por ejemplo, si se exporta una presentación de 1 minuto con el nombre miprese.jpg, a 10 cuadros por segundo, se generarán 600 archivos, con los nombres miprese0001.jpg, miprese0002.jpg, miprese0003.jpg y así hasta miprese0600.jpg.
4. Hacer click en el botón "Opciones". Aparece el cuadro de diálogo "Opciones de exportación de animaciones".
5. Modificar las opciones de exportación según sea necesario. Consultar la descripción de las opciones de exportación en este mismo tema para obtener más información.
6. Hacer click en el botón "Exportar" para exportar la presentación como animación.

G) EXPORTAR DATOS 3D A OTROS PROGRAMAS

Las opciones de exportación avanzadas sólo se encuentran en la versión profesional de SketchUp. Estos son los formatos 3D a los que la versión pro puede exportar [3]:

- **DAE (Collada)** SketchUp permite exportar los modelos como archivos DAE (Collada).
- **DWG/DXF:** SketchUp puede exportar geometrías 3D a varios formatos de AutoCAD: DWG r12, DWG r13, DWG r14, DWG r2000, DWG r2004, DXF r12, DXF r13, DXF r14, DXF r2000 y DXF r2004. SketchUp utiliza las bibliotecas estándares de importación y exportación de modelos de la OpenDWG Alliance para garantizar la máxima compatibilidad posible con AutoCAD.
- **3DS:** El formato 3DS es el nativo de la aplicación original 3D Studio de modelado y animación sobre DOS. Aunque superado en muchos aspectos, el formato 3DS todavía se utiliza bastante y ofrece una manera directa de exportar modelos de SketchUp sencillos a una amplia gama de programas para el diseño de modelos 3D. Dado que el formato 3DS respeta la asignación de materiales y texturas y la posición de la cámara, a menudo permite exportar ideas generadas en SketchUp con una fidelidad superior a la de los formatos diseñados para CAD.
- **OBJ:** El formato de archivo OBJ es un formato 3D creado por Wavefront para su producto Advanced Visualizer™. Estos archivos están basados en texto y son compatibles con geometrías de formas libres y poligonales. Un archivo .mtl complementario describe los materiales definidos en el archivo .obj.
- **XSI:** SketchUp permite exportar los modelos como archivos XSI ("Soft Image").
- **VRML:** VRML 2.0 ("Virtual Reality Modeling Language") es un formato de descripción de escenas/objetos en tres dimensiones que se utiliza a menudo para el intercambio de datos entre aplicaciones 3D y para su publicación en la Web. Los archivos VRML pueden almacenar geometrías de SketchUp en forma de aristas, caras, grupos, materiales y texturas, transparencia, vistas de cámara y luz.
- **FBX:** SketchUp permite exportar los modelos como archivos Kaydara (FBX).
- **KMZ:** El formato de archivo KMZ es una forma comprimida del lenguaje KML (Keyhole Markup Language) de Google Earth. Estos archivos pueden contener datos de posición (latitud y longitud) junto con otro tipo de información (como geometrías de SketchUp).

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EXPORTAR DATOS 3D

Existe tal variedad de formatos de ficheros, programas, versiones de programas, etc. Que resulta imposible describir procedimientos de exportación para todos los casos posibles. Sin embargo, es posible describir el siguiente procedimiento general [2]:

1. Seleccionar el menú Archivo > Exportar > Exportar modelo 3D.
2. Elegir el formato de la lista desplegable.
3. Escoger un nombre y una localización para el archivo.
4. Hacer click en el botón “opciones”.
5. Ajustar las opciones dependiendo del tipo de fichero y hacer click en OK.
6. Hacer click en el botón “exportar”.

H) CREAR PRESENTACIONES CON LAYOUT

LayOut, una función de Google SketchUp Pro 6, comprende un conjunto de herramientas que facilitan la creación de presentaciones de diseño que incluyen modelos de SketchUp.

LayOut ayuda a los diseñadores a preparar conjuntos de documentos para comunicar sus diseños. Usando sencillas herramientas de diseño los diseñadores pueden situar, organizar, poner título y comentar modelos de SketchUp, dibujos, fotografías y otros elementos de dibujo para realizar gráficos de presentación y de documentación. Desde LayOut, un diseñador puede crear portadas, folletos de pequeño formato y pases de diapositivas.

Para colocar un modelo de SketchUp en un documento de LayOut:

1. Abrir el menú "Archivo".
2. Hacer click en "Insertar".
3. Desplazarse hasta el archivo de SketchUp y seleccionarlo.
4. El modelo de SketchUp se coloca en un cuadro en el documento de LayOut.
5. Es posible manipular el cuadro como se haría con otro objeto de rectángulo en LayOut.

Es posible:

- Cambiar su posición en el documento, haciendo click y arrastrándolo.
- Ajustar sus dimensiones, haciendo click y arrastrando sus aristas y ángulos.
- Girarlo, haciendo click y arrastrando la brújula.
- Darle la vuelta, haciendo click en el cuadro con el botón derecho del ratón, pulsando "Dar la vuelta" y haciendo click en "De arriba a abajo" o "De izquierda a derecha".
- Organizarlo con respecto a otros objetos de la página, haciendo click con el botón derecho, seleccionando "Organizar" y luego haciendo click en "Traer al frente", "Poner en primer plano", "Retroceder un nivel" o "Enviar al fondo".
- Moverlo a la capa actual, haciendo click con el botón derecho del ratón y, a continuación, haciendo click en "Mover a la capa actual".

Cuando un modelo de SketchUp se encuentre en un documento de LayOut, también se puede cambiar su vista dentro del cuadro y ajustar los diferentes estilos de visualización:

- Hacer click con el botón derecho del ratón en el modelo para:
 - Activar o desactivar la perspectiva.
 - Modificar la escala. Selecciona "Escala" y, a continuación, una de las múltiples escalas estándar (si se selecciona una escala estándar, se desactiva de forma automática el modo de perspectiva).
 - Seleccionar las vistas estándar.
 - Activar o desactivar el modo de sombras o de rayos X.
 - Acceder a opciones de visualización adicionales, como:
 - "Alambre", "Líneas ocultas", "Sólido", "Sólido con texturas" y "Monocromo".
 - Efectos de arista: "Perfil", "Indicación de profundidad", "Extender", "Puntos finales" y "Alterar".
 - Cielo y suelo.
 - Activar o desactivar texto y geometrías auxiliares.

- Hacer click con el botón derecho del ratón en el modelo y selecciona "Editar vista en 3D". En el modo "Editar vista en 3D" es posible:
 - Utilizar el ratón para girar, desplazar y acercar o alejar el modelo, tal y como se haría en SketchUp.
 - Hacer click con el botón derecho del ratón en el modelo para acceder a las mismas opciones que aparecen al hacer click con el botón derecho en el modelo en modo normal y también para:
 - Seleccionar herramientas de visualización adicionales, como "Girar", "Caminar" y "Ventana de zoom".
 - Seleccionar páginas (también llamadas "escenas").

Si se tiene seleccionado el cuadro del modelo de SketchUp o se está en el modo "Editar vista en 3D", es posible realizar cambios de visualización, sombra y vista en el modelo con el inspector "Modelo de SketchUp" que incorpora algunas opciones adicionales que no están disponibles en los menús que aparecen al hacer click con el botón derecho del ratón. Para acceder al inspector:

1. Abrir el menú "Ventana".
2. Hacer click en "Modelo de SketchUp".
3. Para obtener más información acerca del uso del inspector, consultar la guía del usuario de LayOut.

4.2.9 SCRIPTS RUBY

SketchUp incluye una interfaz de programación de aplicaciones (API) para usuarios familiarizados con Ruby (o interesados en aprender) que deseen ampliar las funciones de SketchUp [6]. Esta interfaz permite crear herramientas, opciones de menú y otras macros, como generadores automáticos de componentes, que se incluirán en los menús de SketchUp. Además de la API, SketchUp incluye también una consola Ruby: un entorno para experimentar con los comandos o métodos de Ruby.

Ruby es el lenguaje de programación que se emplea en SketchUp. Puede usarse para automatizar prácticamente todo lo que puede hacerse de forma manual en SketchUp, lo cual puede incrementar enormemente la velocidad de trabajo. SketchUp incluye algunas utilidades y scripts de ejemplo en Ruby, aunque también es posible crear scripts propios.

No hace falta conocer el lenguaje Ruby (ni tampoco tener nociones generales de programación) para utilizar los scripts de Ruby creados por otros usuarios

ENCONTRAR SCRIPS RUBY CREADOS POR OTROS USUARIOS

En la Web <http://es.sketchup.com>, hacer click en "Descargas" y después en "Scripts Ruby". También es posible encontrar numerosos scripts Ruby creados por usuarios de SketchUp en el foro de SketchUp Pro: en la Web SketchUp.com, hacer click en "Asistencia" y, a continuación, en "Foros".

INSTALAR SCRIPTS RUBY

Para instalar un script Ruby, simplemente coloque el archivo del script Ruby en la carpeta adecuada y reinicie SketchUp. Los archivos de scripts Ruby tienen la siguiente extensión: .rb.

Windows. La ubicación predeterminada es:

- Google SketchUp (free): C:\Archivos de programa\Google\Google SketchUp\Plugins.
- SketchUp Pro 5: C:\Archivos de programa\@Last Software\SketchUp 5\Plugins.

Mac OS X: Macintosh HD/Librería/Application Support/SketchUp/Plugins.

Tras reiniciar SketchUp, los comandos del script se habrán añadido a los menús correspondientes. También puede ejecutar el script utilizando la consola Ruby (abra el menú "Ventana" y seleccione "Consola Ruby").

UTILIZAR LOS SCRIPTS RUBY

La ubicación de los controles del script de Ruby que se instalen dependen del propio script: a algunos se accede a través del sistema de menús, mientras que con otros hay que hacer click con el botón derecho en los elementos del modelo. Algunos scripts Ruby tienen sus propios cuadros de diálogo, mientras que otros no aparecen en ninguna parte de la interfaz de SketchUp, sino que son sólo scripts de referencia que amplían la funcionalidad de otros scripts. Los autores de scripts deberían explicar cómo utilizarlos.

4.3 LO QUE GOOGLE SKETCHUP NO PUEDE HACER

RENDERING FOTORREALISTA

Se llama render [1] [2] al proceso final de generar la imagen 2D o animación a partir de la escena creada. Generalmente se buscan imágenes de calidad fotorrealista, y para este fin se han desarrollado muchos métodos especiales. Las técnicas van desde las más sencillas, como el render de alambre (wireframe rendering), pasando por el render basado en polígonos, hasta las técnicas más modernas como el Scanline Rendering, el Raytracing o el Mapeado de fotones

El software de render puede simular efectos cinematográficos como el lens flare, la profundidad de campo, o el motion blur (desenfoque de movimiento). Estos artefactos son, en realidad, un producto de las imperfecciones mecánicas de la fotografía física, pero como el ojo humano está acostumbrado a su presencia, la simulación de dichos efectos aporta un elemento de realismo a la escena. Se han desarrollado técnicas con el propósito de simular otros efectos de origen natural, como la interacción de la luz con la atmósfera o el humo. Ejemplos de estas técnicas incluyen los sistemas de partículas que pueden simular lluvia, humo o fuego, el muestreo volumétrico para simular niebla, polvo y otros efectos atmosféricos, y las cáusticas para simular el efecto de la luz al atravesar superficies refractantes.

El proceso de render necesita una gran capacidad de cálculo, pues requiere simular gran cantidad de procesos físicos complejos.

Algunos programas de diseño 3D incluyen sus propios renders fotorrealistas, que permiten crear vistas del modelo que parecen fotografías. SketchUp, por el contrario, se centra en el **rendering no-fotorrealista (NPR)** que es una técnica que, en lugar de buscar imágenes lo más parecidas posibles a la realidad, busca realizar una interpretación artística de los elementos, aunque el resultado no se ajuste exactamente al modelo real. Ejemplos de técnicas NPR: acuarela, ilustración, grabado, etc.

SketchUp tiene una serie de estilos que pueden hacer que el modelo parezca “dibujado a mano”, pero no tiene ningún estilo que haga que el modelo parezca una fotografía real. Si se desea obtener vistas realistas del modelo habrá que utilizar herramientas de rendering externas.

Utilizando la herramienta exportar será posible renderizar nuestro fichero SKP resultante con alguno de los siguientes renderers. Todos ellos funcionan con la versión gratuita de Google SketchUp y fueron diseñados para ser utilizados con SketchUp, por lo que su manejo no es excesivamente complejo.

- **SU Podium** (www.suplugins.com): Funciona como plugin y permite crear vistas fotorrealistas dentro de SketchUp. Disponible para usuarios de Windows y Mac en la versión 1.5.
- **TurboSketch** (www.turbosketch.net). Similar a SU Podium. También permite crear vistas dentro de SketchUp y funciona tanto en Windows como en Mac.
- **Artlantis R** (www.artlantis.com). En lugar de funcionar como plugin dentro de SketchUp como los dos anteriores, es un programa aparte que funciona con otros muchos programas de modelado 3D. Posiblemente sea el más potente de los tres.

A continuación mostramos un ejemplo de rendering fotorrealista realizado con Artlantis y un ejemplo de rendering no fotorrealista realizado con Blender, que es un programa del que se habla en el apartado 4.4.



Figura 33: Ejemplo de rendering foto realista realizado con Artlantis

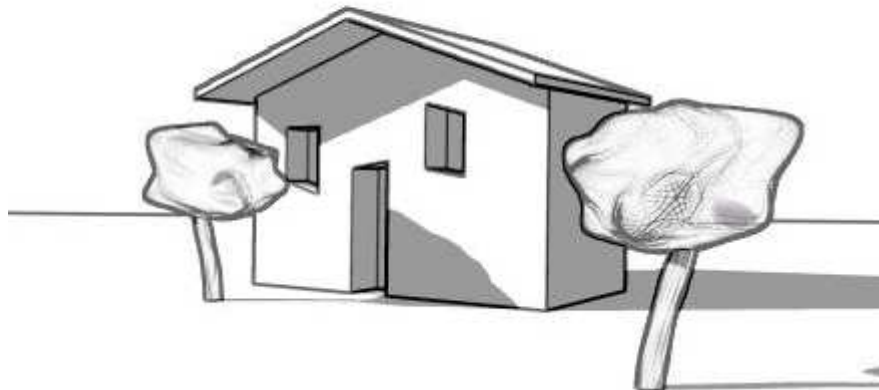


Figura 34: Ejemplo de rendering no fotorrealista realizado con Blender

ANIMACIONES

La animación [1] [2] es aquella técnica utilizada para dar sensación de movimiento a imágenes o dibujos. Para realizar animación existen numerosas técnicas que van más allá de los familiares dibujos animados. Los cuadros se pueden generar dibujando, pintando, o fotografiando los minúsculos cambios hechos repetidamente a un modelo de la realidad o a un modelo tridimensional virtual; también es posible animar objetos de la realidad y actores.

Aunque anteriormente se dijo que SketchUp permitía crear animaciones, es necesario aclarar este punto: las animaciones que permite SketchUp sólo incluyen mover la cámara alrededor del modelo, mostrar u ocultar capas, activar o desactivar sombras, etc. No se puede animar el propio modelo.

Sin embargo, utilizando la versión pro de SketchUp será posible exportar el modelo y utilizar otros programas para realizar estas animaciones, por ejemplo, Softimage (<http://www.softimage.com>).

BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

BIM es el acrónimo de Building Information Modeling (modelización de la información del edificio), un tipo de programa CAD que permite construir en lugar de dibujar [2].

Cuando definimos un proyecto con un programa BIM, normalmente trabajamos en planta, tal y como lo haríamos dibujando con el programa CAD habitual, pero definiendo los elementos (muros, ventanas, etc.) en lugar de dibujar líneas, obteniendo un modelo 3D de nuestro edificio. Las ventajas son claras: de forma automática obtenemos las fachadas y todas las secciones que consideramos oportunas.

Tan sólo debemos definir en qué punto se desea cortar y el programa se encargará de hacer el dibujo de la sección. Si hemos definido correctamente el proyecto, la mayoría de mediciones también se pueden obtener de forma automática.

La idea básica de dicha tecnología es proporcionar a todos los responsables del proyecto, desde diseñadores a constructores y gerentes, un mismo modelo actualizado para la toma de decisiones respecto al proyecto o diseño. Una vez hecha alguna modificación a los planos del mismo, ésta se actualiza en todas las vistas y secciones que involucren dicho cambio. Además permite prever los problemas constructivos más comunes en grandes proyectos como por ejemplo: la interferencia de sistemas de aire acondicionado con los de contra-incendio, cruce de vigas con conductos de agua, etc.

La tecnología BIM está implantada en los principales programas de CAD (Allplan, Archicad, Revit Architecture...).

SketchUp permite dibujar caras y aristas, pero no controla que es lo que estás dibujando. En otras palabras, no sabe si lo que estás dibujando es una viga, una ventana o una silla. Sin embargo, será posible utilizar programas BIM externos utilizando las funcionalidades de exportación/importación presentes en la versión profesional de SketchUp.

4.4 OTROS PROGRAMAS DE CAD y MODELADO 3D

Existen numerosos programas de CAD y modelado 3D en el mercado. Cada uno de ellos orientado a un público en particular y con unas funciones y objetivos concretos, por lo que resulta difícil realizar una comparativa entre ellos. Describiremos brevemente algunos de los más utilizados centrándonos en su relación con SketchUp.

ArchiCAD

Es un software de CAD completo, específico de arquitectura, interiorismo y construcción que funciona bajo el concepto del 'Edificio Virtual' (BIM).

SketchUp no es una alternativa real a ArchiCAD sino que se trata de programas complementarios. De hecho SketchUp está integrado con ArchiCAD 9 y existe una extensión gratuita de SketchUp para ArchiCAD.

Extensión SketchUp para ArchiCAD: Esta herramienta permite a los usuarios reutilizar automáticamente en ArchiCAD todos los datos de SketchUp posibles, sin necesidad de duplicar trabajo de forma manual. El Add-on SketchUp significa en términos actuales de diseño, un flujo de trabajo más suave desde el concepto puro de edificio hasta el modelo 3D. Ahora incluso estos conceptos previos de bocetaje, realizados en SketchUp e incorporados en el Entorno Inteligente del Edificio Virtual (BIM), donde los detalles pueden ser fácilmente añadidos y la interoperatividad de datos puede abrir el modelo a una gama de aplicaciones distintas. Puede ganar un proyecto con su claro concepto de diseño en SketchUp pero ahora, en ArchiCAD puede demostrar que su diseño es viable. Esta solución asegura una línea de transmisión de

datos sin fisuras desde conceptos de superficies y colores hasta materiales y objetos arquitectónicos inteligentes. En ArchiCAD el usuario encontrará muros, bloques y otros elementos inteligentes del mismo modo que fueron creados en SketchUp desde el principio.

Autodesk AutoCAD

Autodesk AutoCAD es un programa de diseño asistido por ordenador (CAD) para dibujo en 2D y 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

Las aplicaciones de este programa son múltiples, desde proyectos y presentaciones de ingeniería, hasta diseño de planos o maquetas de arquitectura. Mientras que ArchiCAD está centrado exclusivamente en el campo de la arquitectura, AutoCAD es un programa más generalista, que abarca campos como la mecánica, la topografía, la cartografía, etc.

Al igual que pasaba con ArchiCAD, SketchUp no es una alternativa a AutoCAD sino que ambos pueden utilizarse de forma complementaria.

AutoCAD utiliza el concepto de capas. Como AutoCAD es un programa muy extendido entre arquitectos, para mejorar la compatibilidad de SketchUp con AutoCAD se diseñó SketchUp de manera que también incorporara este concepto, por lo que es posible importar ficheros CAD en SketchUp (ACAD Files: *.dwg;*.Dxf). En concreto, con la versión 6 de SketchUp es posible importar/exportar ficheros de AutoCAD 2007, pero no archivos de AutoCAD 2008. Para trabajar con ficheros de AutoCAD 2008 en SketchUp habrá que guardarlos en AutoCAD como versiones anteriores.

SketchUp descarta automáticamente todas las entidades del archivo CAD importado que no tengan importancia 3D, por ejemplo, texto, acotaciones, patrones, logos, etc. Sin embargo, SketchUp no descarta las capas que guardan estas entidades, así que se pueden eliminar dichas capas del archivo CAD antes de la importación, o bien pueden eliminarse todas en SketchUp después de la importación.

Los objetos de AutoCAD no son compatibles directamente, pero existe un modo para poder utilizarlos. Ejemplos de estos objetos son puertas, ventanas, escaleras y líneas de contorno creadas en Autodesk Architectural Desktop o Autodesk Land Desktop. Para lograr que las entidades de estos objetos se puedan utilizar, puede explotarlas en la aplicación Desktop.

BLENDER

Blender [12] es un programa multiplataforma, dedicado especialmente al modelado y creación de gráficos tridimensionales. El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta. Actualmente se distribuye de forma libre y gratuita y es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, Linux, Solaris, FreeBSD e IRIX.

El campo de acción de Blender es mucho más amplio que el de Google SketchUp, pues puede utilizarse para realizar una amplia serie de tareas relacionadas con los gráficos en tres dimensiones. Sin embargo la tenemos en cuenta por ser una herramienta libre con la que se pueden realizar modelos 3D.

Incluye, entre otras herramientas, un modelador, un sistema de animación y un generador-aplicador de texturas. Algunas de sus características son:

- Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño de origen realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D, dependiendo del sistema operativo en el que se ejecuta.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS¹ y metaballs².
- Edición de audio y sincronización de video.
- Características interactivas para juegos como detección de colisiones, recreaciones dinámicas y lógica.
- Posibilidades de renderizado interno versátil e integración externa con potentes trazadores de rayos o "raytracer" libres como kerkythea o YafRay.
- Motor de juegos 3D integrado, con un sistema de ladrillos lógicos. Para más control se usa programación en lenguaje Python.
- Simulaciones dinámicas para softbodies, partículas y fluidos.
- Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes, al que se han agregado nuevas propiedades entre las opciones de shaders para lograr texturas realistas.

1: Metaball es el nombre de una técnica de gráficos realizada por ordenador para simular interacción orgánica entre diferentes objetos n-dimensionales (como gotas de mercurio mezclándose por su superficie) y fue inventado por Jim Blinn a principios de los años 1980.

2: NURBS. Acrónimo inglés de la expresión *Non Uniform Rational B-Splines*. Modelo matemático muy utilizado en los gráficos por ordenador para generar y representar curvas y superficies.

Importar en Blender modelos de SketchUp

1. Exportamos de SketchUp en formato kmz Google Earth 4.
2. Una vez exportado vamos a la carpeta donde grabamos el archivo y cambiamos la extensión de nuestro "archivo.kmz" a "archivo.zip".
3. Descomprimos este archivo, lo que nos dejará una carpeta "images" otra "models" y dos archivos. Dentro de la carpeta "models" estará el archivo "dae" del modelo y dentro de "images" estarán las texturas.
- 4- vamos a Blender e importamos el archivo como "Colada 1.4 (.dae)".

Importar en SketchUp modelos de Blender

1. Exportamos en blender, en el menú File>Export>3ds.
2. Importar el fichero resultante con SketchUp.

Wings3D

Wings 3D es un programa de modelado 3D de libre distribución y código abierto inspirado en otros programas similares, como Nendo y Mirai, ambos de Izware. Está disponible para la mayoría de plataformas, incluyendo Windows, Linux y Mac, utilizando el entorno de Erlang. Está diseñado para modelar y texturizar elementos formado con un número de polígonos menor.

Una de las principales características de Wings 3d, es su sencilla y agradable, a la vez que configurable interfaz, aunque carece del nivel de desarrollo y del soporte dado por la gran comunidad de usuarios de las que dispone Google SketchUp.

3DVIA SHAPE

3DVIA Shape es un sencillo entorno gratuito de diseño 3D con las herramientas básicas para modelar objetos con polígonos y publicarlos en Internet. Con 3DVIA Shape es posible modelar cualquier cosa mediante la típica técnica de subdivisión y extracción. Es posible crear una primitiva, dividirla en diferentes secciones, extraer las superficies que desees y deformar o desplazar vértices y ejes con facilidad. Una vez finalizado el modelo, 3DVIA Shape es posible publicarlo en tu propio espacio web que el programa proporciona gratuitamente.

Las características principales de 3DVIA SHAPE son:

- Construir modelos precisos con facilidad: Diseño de modelos 3D en las proporciones adecuadas. Utilizando los instrumentos de medida de 3DVIA SHAPE es posible medir el modelo según lo vamos creando.
- Remix: Es posible utilizar modelos pre-existentes en 3DVia.com como base para comenzar nuestro diseño o bien añadir modelos en nuestro escenario actual para crear un entorno completo en 3D.
- Pintar los modelos: es posible añadir color o texturas al modelo escogiendo entre los colores y texturas fotorrealísticas disponibles en 3DVIA Shape o bien creando nuestras propias texturas.
- Compartir nuestros modelos en la red: Es posible publicar nuestros modelos en 3DVIA.com una vez finalizados.
- El dúo 3DVIA SHAPE-Virtual Earth comparte el mismo espíritu que el dúo Google Earth-Google SketchUp de Google: Los usuarios crean modelos 3D y los suben a los respectivos mundos virtuales, formación online gratuita, comunidades de usuarios, compartición de modelos en Internet...

TRUESPACE

Truespace es un software de creación 3D de Microsoft que es posible realizar modelar, texturizar, animar y renderizar contenido 3D. Truespace permite trabajar tanto con imágenes y películas tradicionales como con contenido 3D. Igualmente te permitirá compartir el trabajo en los repositorios online y en Virtual Earth. Algunas de sus características son:

- Permite exportar tus creaciones para ser cargadas en motores de juegos, como por ejemplo XNA, y así poder desarrollar juegos para Windows o para la Xbox 360.
- Permite exportar tus creaciones directamente a Virtual Earth, el mundo virtual de Microsoft.
- Contiene un potente juego de herramientas de modelado 3D.
- Trabaja en tiempo real: Truespace permite renderizar una imagen en segundos en lugar de en horas, o una animación en minutos en lugar de en días.
- Permite crear sombras, refracciones en tiempo real, humo, agua, fuego, luz,...
- Editor UV mejorado: Permite seleccionar diferentes áreas del modelo que necesiten diferentes texturas y exportarlas a un editor 2D para crear allí las texturas necesarias.
- Objetos inteligentes: los Objetos pueden ser dotados de animaciones y comportamientos que se encapsulan dentro del propio objeto.
- Personajes: Dota a tus personajes de vida de manera sencilla con los esqueletos y las animaciones prediseñadas.
- Morphing: el morphing permite crear expresiones faciales para tus personajes.
- Físicas de movimiento.
- trueSpace permite conocer a otros artistas 3D en su comunidad online.

5: DESARROLLO DE MODELOS 3D

En este capítulo vamos a explicar cómo desarrollar modelos 3D para Google Earth [1] [2]. En particular vamos a desarrollar un modelo 3D del edificio Sabatini de la Universidad Carlos III de Madrid. Describiremos las diferentes fases en el desarrollo del modelo, los problemas que se presentan y las soluciones aplicadas en cada caso. Posteriormente, realizaremos el modelo 3D de un telégrafo óptico de Mathé siguiendo el mismo método y compararemos los tiempos empleados en desarrollar ambos modelos para comprobar si estos se reducen sensiblemente al coger soltura con la herramienta.

A continuación vamos a describir el procedimiento para crear el primero de los modelos, este procedimiento también se aplicará al telégrafo óptico.

5.1 SACAR FOTOGRAFÍAS DEL MODELO

Lo primero que hay que hacer es sacar muchas fotos del modelo, cuantas más mejor. Las directrices a seguir para tomar las fotografías del modelo son las siguientes [3]:

- No basta con tomar una foto de cada fachada. Es mejor realizar fotos desde todos los ángulos posibles. Incluye las esquinas.

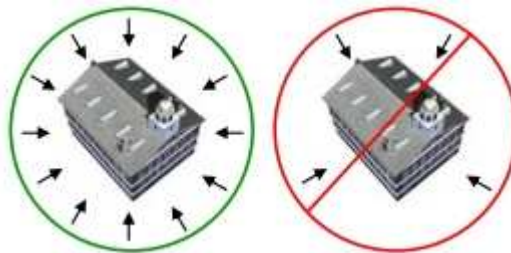


Figura 35: Tomar fotografías desde todos los ángulos.

- Si es posible, hay que tomar fotografías desde obstrucciones visuales, tales como árboles, personas, vehículos, etc.
- Hay que incluir el contexto del edificio, mostrando el edificio inserto en el área de su vecindad.
- Hay que fotografiar todos los detalles.
- Si el edificio tiene fachadas muy largas, se pueden tomar varias fotografías y unir las después con un editor de fotografías como el Gimp.

Es muy recomendable intentar tomar fotografías de las fachadas completas, es decir, abarcando cada fachada completa con una única fotografía, pues así nos ahorraremos el trabajo de tener que editar las fotografías para las texturas. En nuestro caso, esto no fue posible debido a la presencia de obstáculos (árboles, vallas, otros edificios, etc.) por lo que se tuvo que recurrir a otras soluciones tal y como se explica más adelante en este mismo capítulo.

Las fotografías tienen una doble misión: por un lado nos sirven como guía a la hora de modelar el edificio (de ahí la importancia de tomar fotografías de todos los detalles) y por otro nos sirven para crear las texturas que posteriormente aplicaremos a las superficies del modelo.

5.2 BUSCAR EL EDIFICIO EN GOOGLE EARTH E IMPORTAR LA VISTA EN SKETCHUP

Gráficamente, el procedimiento a seguir es el siguiente:

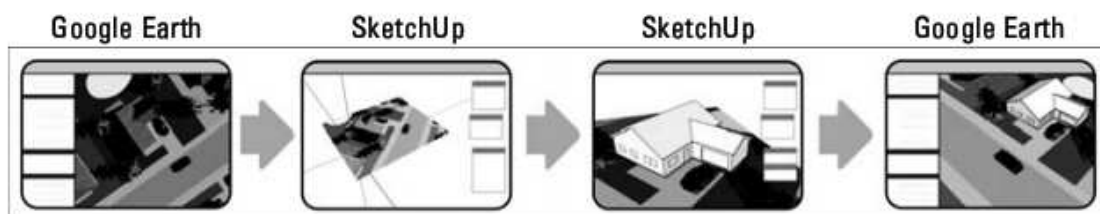


Figura 36: Importar Vista de Google Earth en SketchUp

1. Arrancar Google Earth.
2. En Google Earth buscar el edificio que se desea modelar.
3. Importar la vista de Google Earth en SketchUp.
4. Modelar el edificio en SketchUp sobre la imagen importada.
5. Desde SketchUp exportar el modelo a Google Earth.
6. Subir el modelo a 3D Warehouse marcando la opción: “listo para google Earth”.

Las dos imágenes siguientes ilustran el proceso: La primera imagen muestra la vista del edificio Sabatini que se desea importar. Antes de importar la vista hemos de asegurarnos de que la cámara de Google Earth está situada en posición vertical, es decir, que apunta al edificio desde arriba lo más verticalmente posible. La segunda imagen muestra la imagen importada en SketchUp. Que el terreno se muestre en blanco y negro no tiene importancia, pues cuando exportemos el modelo a Google Earth y el edificio esté situado en su contexto, el terreno se mostrará en color.

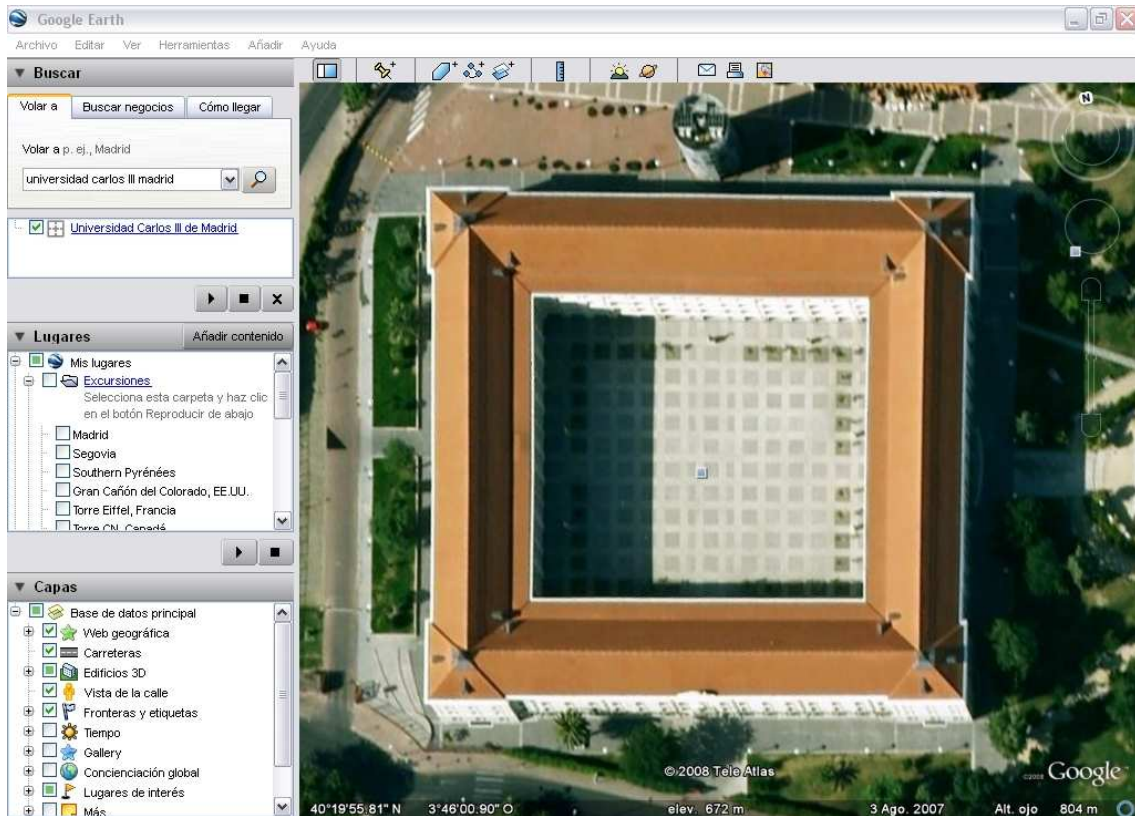


Figura 37: Arrancar Google Earth y buscar el edificio que se desea modelar

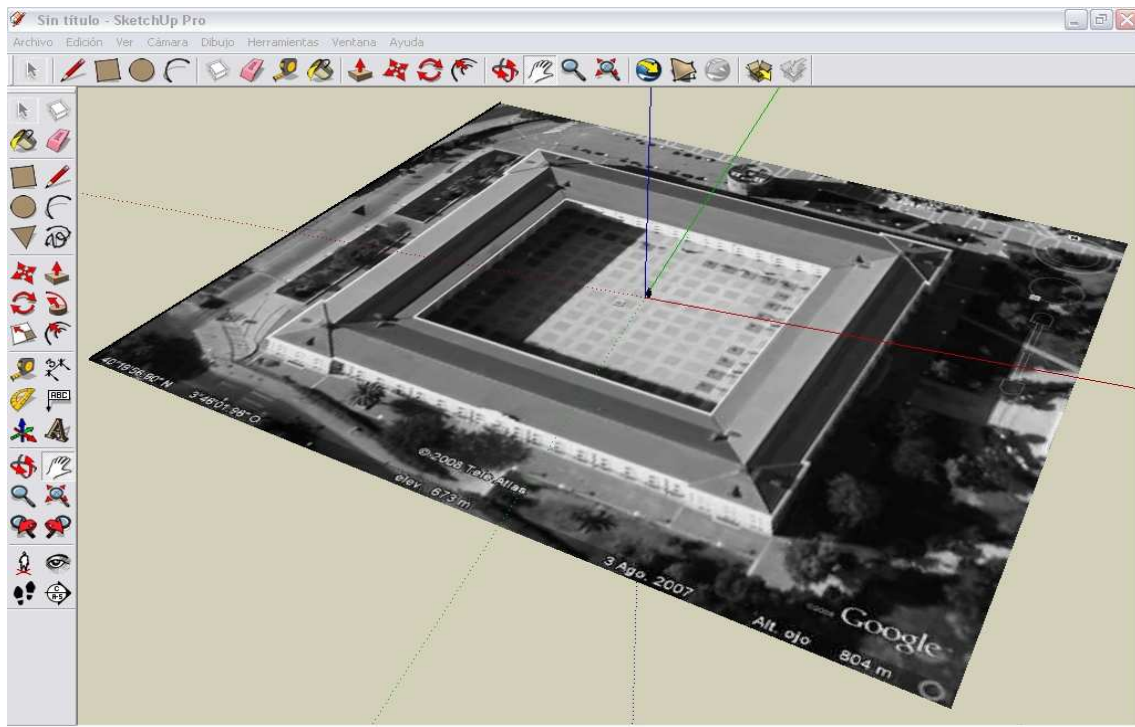


Figura 38: Arrancar SketchUp (automáticamente se creará un nuevo documento en blanco) e importar la vista de Google Earth en el menú: “Herramientas” > “Google Earth” > “obtener vista actual”.

5.3 CONSTRUIR EL MODELO A PARTIR DE LA IMAGEN IMPORTADA.

A partir de aquí, hay que crear el modelo con las herramientas disponibles en SketchUp, de la misma forma en la que construiríamos cualquier otro modelo, utilizando la imagen importada de Google Earth como referencia.

El primer problema planteado fue calcular la altura del edificio. Una de las ventajas de desarrollar el modelo directamente sobre la imagen importada de Google Earth es que no es necesario conocer las medidas de la planta del edificio, ya que lo dibujamos directamente sobre la imagen (es como si calcáramos la planta del edificio).

La solución adoptada fue calcular la altura a partir de la planta. Sacamos una foto de una fachada completa, medimos la planta del edificio utilizando la regla de Google Earth y sobre la fotografía, por proporcionalidad con la base, sacamos la altura.

Una vez resuelto este problema y utilizando las fotografías del edificio como modelo, creamos la estructura del edificio siguiendo las siguientes directrices:

- En general, mantener el tamaño en bytes del modelo lo más reducido posible. Esto permite que el modelo se cargue más rápidamente en Google Earth.
- Construir el modelo como un cascarón vacío. Posteriormente le aplicaremos las texturas fotográficas.
- Eliminar toda la geometría extra: caras o aristas que no tienen ningún propósito en el dibujo.
- Reducir en la medida de lo posible el número de caras o polígonos. Contra más sencillo sea el modelo mejor.
- Siempre que sea posible, dejar los detalles en manos de las texturas en lugar de modelarlos utilizando la geometría.

Adicionalmente, también utilizamos la fotografía aérea para las texturas del tejado (La imagen que se importa de Google Earth es en blanco y Negro, para utilizar la foto aérea de Google Earth como textura para el tejado realizamos una captura de pantalla). El procedimiento básico que seguimos para levantar el edificio a partir de la imagen importada de Google Earth es [4]:

1. Importar la imagen en SketchUp.
2. Situar los ejes de tal forma que el origen quede situado en una de las esquinas del edificio y los ejes queden alineados con las paredes, para facilitar el trabajo posterior.
3. Dibujar el contorno del edificio directamente sobre la imagen (como si calcáramos la imagen).
4. Levantar el edificio con la herramienta de empujar/tirar.

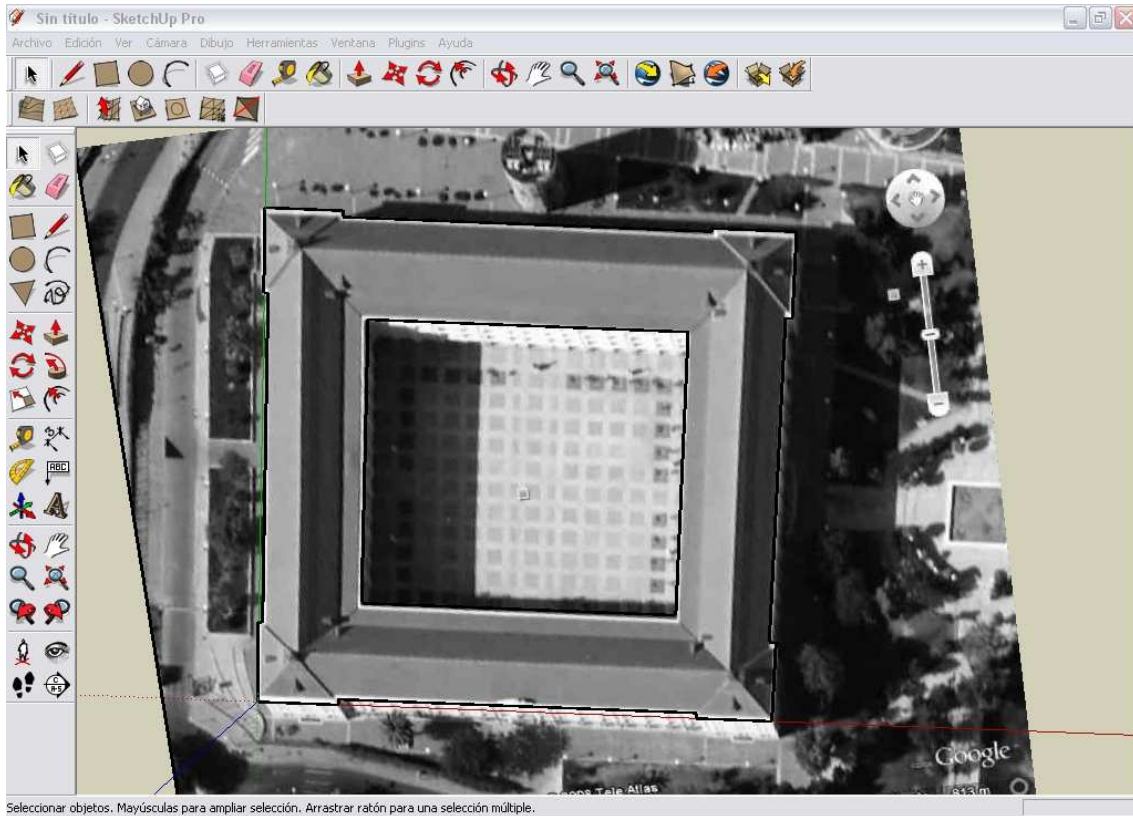


Figura 39: Situamos los ejes y dibujamos el contorno del edificio sobre la imagen

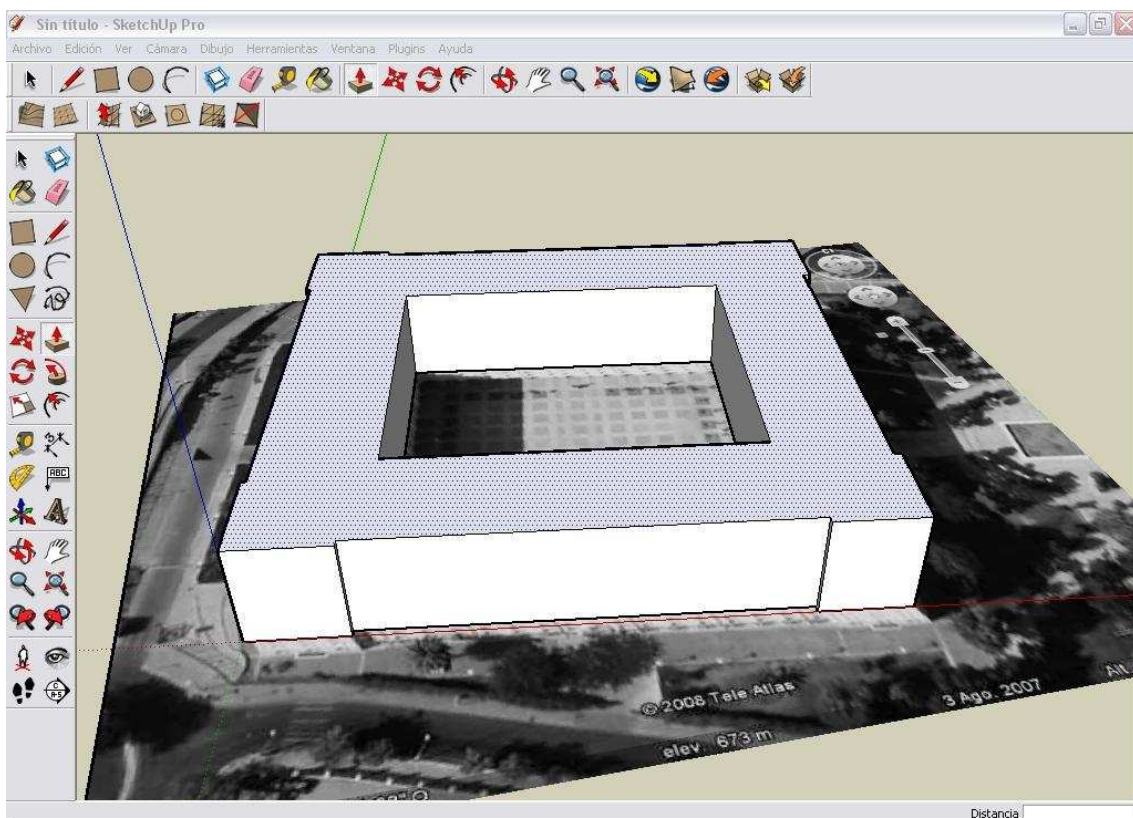


Figura 40: Levantamos el edificio con la herramienta de empujar/tirar

A partir de aquí no tenemos más que continuar modelando el edificio hasta obtener un armazón hueco al que posteriormente aplicaremos texturas fotográficas, tal y como se indica en el siguiente apartado.

A continuación vamos a mostrar varios detalles interesantes del edificio y a contar como se modelaron:

- Detalle de una de las puertas exteriores: Con la herramienta de dibujar línea marcamos el contorno de la puerta, a continuación aplicamos la textura a partir de una fotografía tomada de la puerta y finalmente con la herramienta de empujar/tirar creamos el hueco.



Figura 41: Puerta exterior.

- Ventanas del tejado: Son componentes creados utilizando rectángulos y la herramienta de empujar/tirar. El dibujo de la rejilla es una textura sacada de una fotografía de la rejilla real. El componente va empotrado en el tejado con la opción “reemplazar selección por componente” para que el componente se cree su propio hueco.

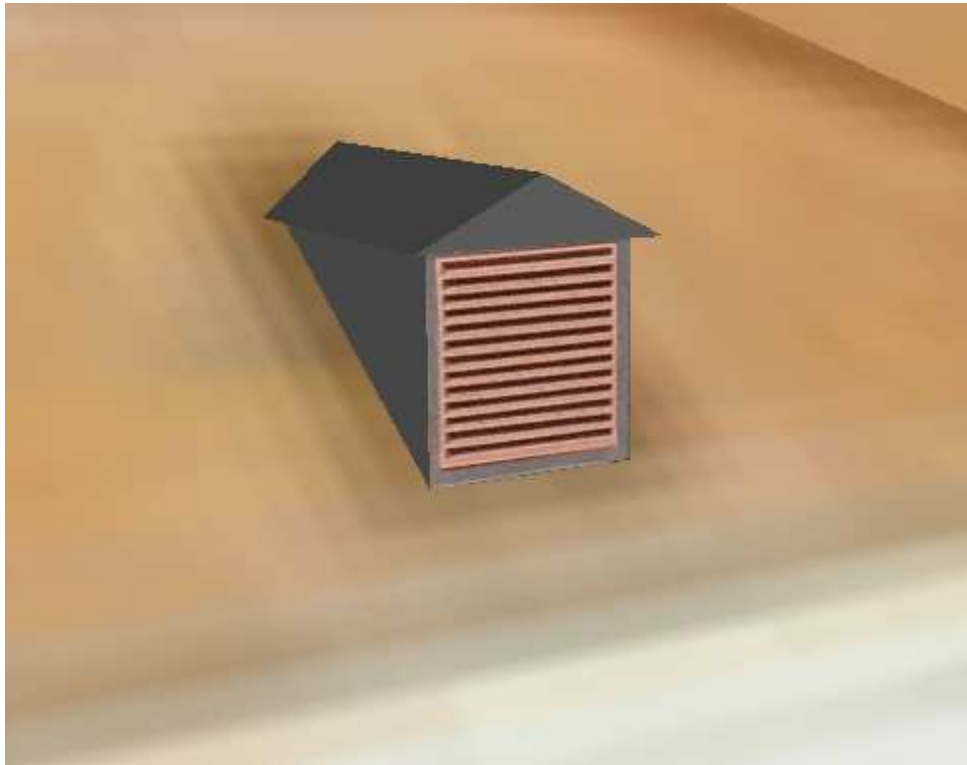


Figura 42: detalle de una ventana del tejado.

- Alero del tejado: primero creamos el alero con forma rectangular, sobre el rectángulo dibujamos el perfil escalonado y finalmente, con la herramienta de empujar/tirar eliminamos el borde exterior. La moldura está decorada con una textura sacada de una fotografía de la moldura real.



Figura 43: Moldura del tejado.

- Pináculo: Las ventanas son texturas sacadas de fotografías, el pararrayos es un cilindro.

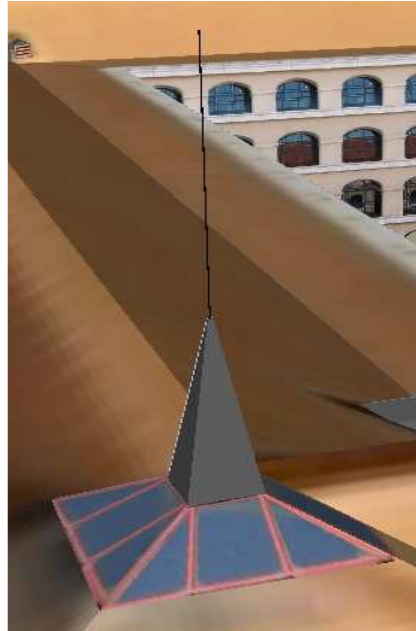


Figura 44: Pináculo.

- Columnas de la puerta exterior trasera: Las columnas son simples cilindros. Como en SketchUp no se puede aplicar una textura a una superficie curva directamente, primero aplicamos la textura a una cara plana y luego copiamos la textura a la columna utilizando las herramientas de “elegir muestra” y pintar.



Figura 45: Columnas de la puerta trasera exterior.

- coronamiento: Aplicamos una fotografía de la moldura a un rectángulo, dibujamos el contorno de la moldura y con la herramienta de empujar/tirar recortamos la moldura.



Figura 46: Coronamiento.



Figura 47: Fachada principal.

- Patio interior: Aplicamos una fotografía del patio a una cara plana, posteriormente dibujamos los contornos de las ventanas y los arcos y finalmente con la herramienta de empujar/tirar creamos los huecos.



Figura 48: detalle del patio interior.

- Debido al desnivel del terreno, para que el edificio se asentase correctamente se tuvo que añadir una pequeña plataforma.



Figura 49: Plataforma.

5.4 APLICAR TEXTURAS AL MODELO

Una vez hemos terminado de modelar el armazón de nuestro edificio, el siguiente paso es aplicar las texturas fotográficas al modelo [4] [5].

Antes de aplicar las fotografías como texturas es necesario procesarlas. Principalmente se trata de ajustar la calidad y la resolución de las fotografías, corregir la perspectiva, realizar recortes y ajustar parámetros como el brillo, contraste, etc.

- Las cámaras fotográficas digitales convencionales toman las fotografías con una resolución demasiado alta para ser utilizadas directamente en el modelo. Conviene procesar las fotografías para reducir la resolución y la calidad reduciendo de esta manera el tamaño del modelo. En general, las texturas deberían ser del mismo tamaño que la superficie en la cual se desea aplicarlas para evitar tener que estirarlas en exceso, o por el contrario, tener texturas demasiado pesadas.

- Hay que editar las fotografías:
 - Corregir parámetros como la iluminación, contraste, brillo, etc. Este ajuste es crítico si vamos a unir varias fotografías para componer la imagen de una fachada completa: si las imágenes tienen diferentes iluminaciones el resultado final no será realista.
 - Recortar las partes de la imagen que se desea aplicar como texturas. Esto facilita el aplicar las texturas al modelo y es más eficiente.
 - Si fuese necesario, corregir la perspectiva de las fotografías con las herramientas disponibles en procesadores de imágenes como el Gimp.
 - Si fuese necesario, unir varias fotografías para conseguir fachadas completas.

Hay dos elementos clave que hacen que unir varias fotografías en una no resulte fácil: La perspectiva y la iluminación. Al tomar varias fotografías de una fachada desde diferentes ángulos cambian la perspectiva y la iluminación. Al unir estas fotografías tenemos que tener cuidado en corregir la perspectiva y la iluminación de cada imagen para que el resultado sea convincente y no se note que se trata de varias imágenes distintas.

Hay que destacar que esta parte del proceso puede ser especialmente difícil si no se tiene soltura en el manejo de herramientas como el Gimp. De hecho, tomar unas buenas fotografías que apenas necesiten ser editadas puede ahorrarnos horas de trabajo editando las imágenes. En nuestro caso, no pudimos obtener fotografías de fachadas completas debido a la presencia de obstáculos como vallas, otros edificios, etc.

La primera solución que se intentó fue sacar varias fotografías de una fachada y unir las después con el Gimp [10] para obtener una única fotografía de la fachada completa, pero con esta solución no se obtuvo un resultado satisfactorio debido principalmente a los dos factores comentados anteriormente: la perspectiva y la iluminación. Por lo que se optó por una solución alternativa:

Tal y como se explicó en el apartado 4.2.4, en SketchUp las imágenes de materiales se distribuyen sobre las superficies formando un mosaico, de forma que el patrón se repite horizontal y verticalmente hasta cubrir toda la extensión de la entidad pintada. Aprovechando esta propiedad de las texturas y aprovechando la regularidad con la que se distribuyen los elementos en las fachadas (ventanas, balcones, etc....) conseguimos resolver el problema planteado.

Gráficamente, el proceso es el siguiente:

Aplicando esta textura:



Figura 50: Textura fachada

A esta fachada:

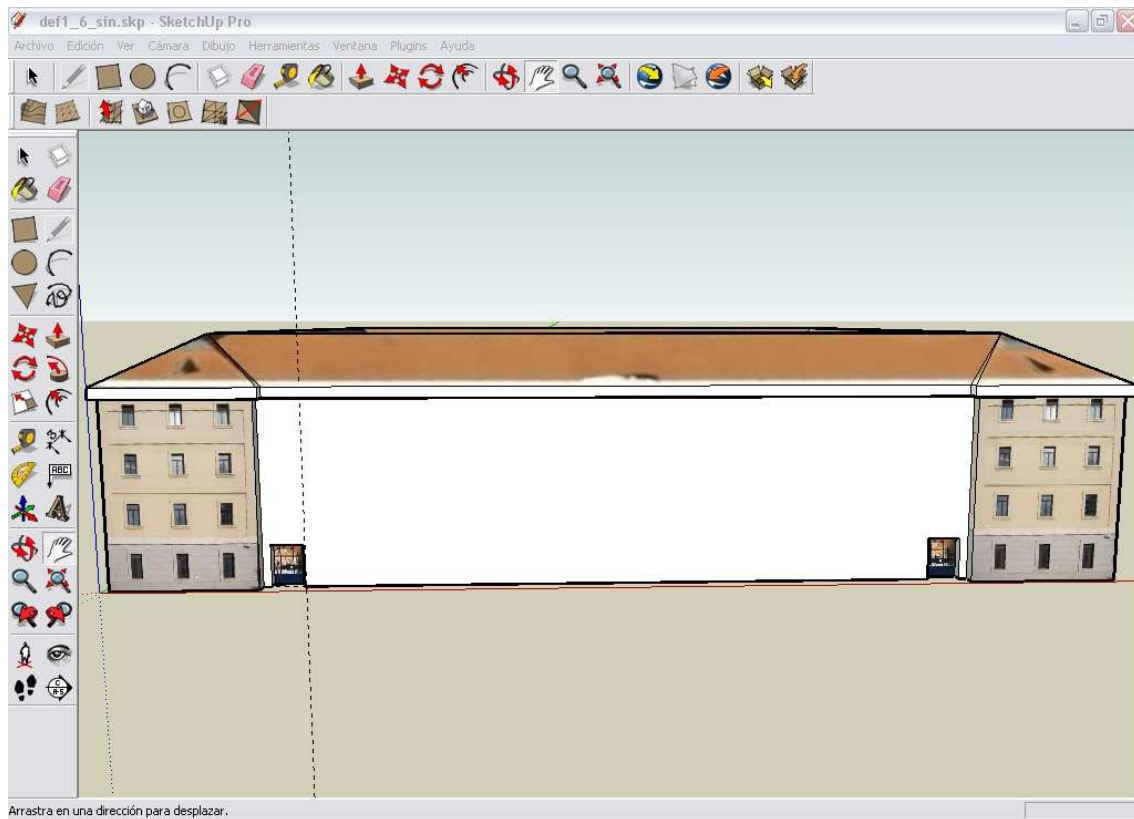


Figura 51: fachada sin texturas.

Colocando la textura de forma adecuada y utilizando la línea punteada que se muestra en la figura como guía, conseguimos cubrir toda la fachada sin necesidad de disponer de una fotografía de la fachada completa.

La textura la colocamos en la modalidad de alfileres libres y seleccionando la opción “proyectar textura”, para que al realizar extrusiones la textura se mantenga correctamente proyectada sobre la superficie y no se creen efectos extraños.

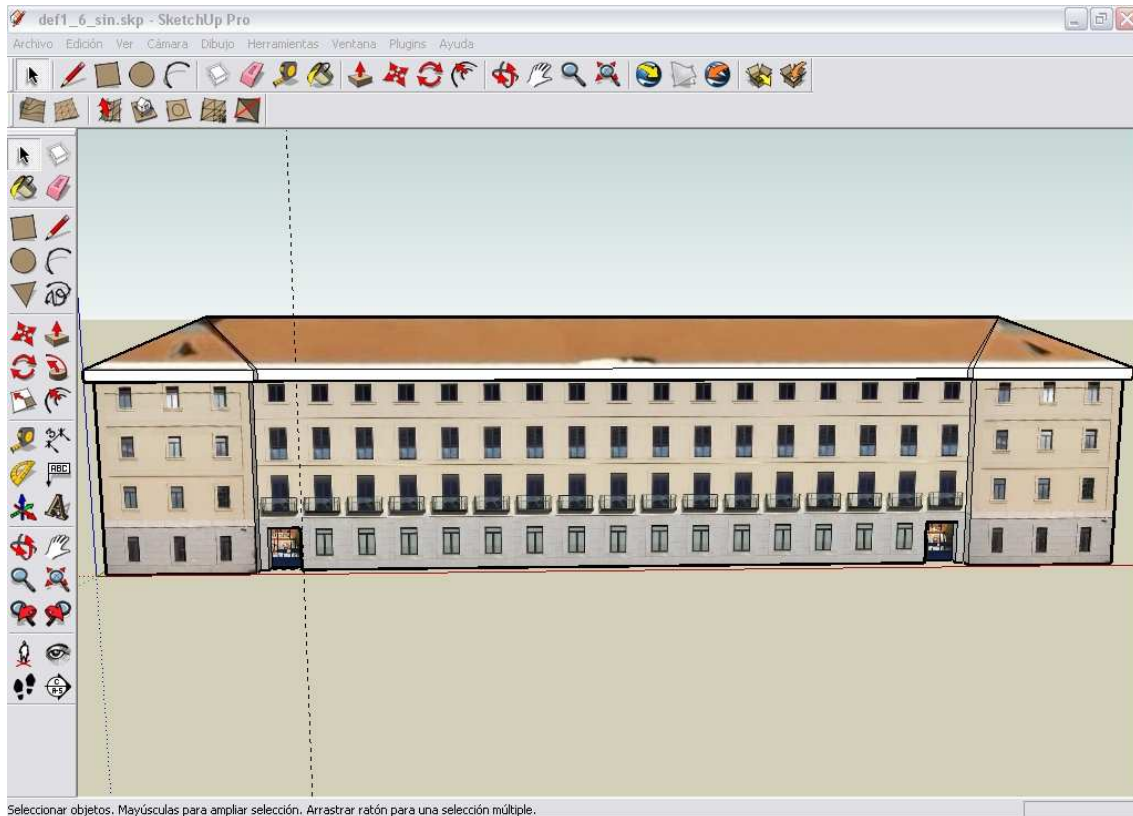


Figura 52: Resultado de aplicar la textura a la fachada.

5.5 RETOQUES FINALES Y COMPARTIR EL MODELO

Antes de subir el modelo a 3D Warehouse y a Google Earth es necesario realizar unos últimos retoques [3].

- Asegurarse de que el modelo está bien plantado sobre el terreno: Si el modelo queda flotando sobre el terreno o por el contrario queda hundido, no será aceptado para formar parte de la capa “lo mejor de la galería 3D” de Google Earth. En nuestro caso particular el terreno tiene un gran desnivel, por lo que hemos optado por construir una pequeña plataforma para el modelo para que este quede correctamente asentado sobre el terreno. Para asegurarnos de que el edificio está correctamente situado hay que activar y desactivar el terreno con el icono “Cambiar terreno” y desplazar el edificio en sentido vertical de manera que se sitúe sobre el suelo.
- Eliminar los elementos geométricos adicionales del interior y el exterior del edificio.
- Encender los elementos geométricos ocultos, Ver > Geometría oculta, y comprueba si hay líneas ocultas en exceso.

- Exportar el modelo a Google Earth para comprobar que se carga correctamente en el menú: Archivo > Exportar > Modelo 3D, y escoge Google Earth 4 (.kmz).
- Asegurarse de que el archivo de SketchUp tenga un tamaño menor a 10MB para que pueda cargarse correctamente a la Galería 3D.
- Modelar utilizando un número mínimo de caras (polígonos). En el menú: Ventana > Información del modelo > Estadísticas. Menos de 500 es el valor ideal para la mayoría de los edificios.
- Purgar el modelo para limpiarlo de texturas y componentes que no se utilicen. En el menú ventana > Información del modelo > Estadísticas > Purgar no usados.

Una vez realizadas estas comprobaciones es posible compartir el modelo, para ello:

- En SketchUp, ocultar líneas y perfiles para lograr una captura de pantalla más limpia. En el menú: Ver > Estilo de arista > quitar la marca de Mostrar aristas y Perfiles.
- Situar la vista de la pantalla de manera atractiva. Esta se convertirá en la captura de pantalla en la Galería 3D.
- Pulsar el botón “Compartir modelo”.
- Configurar una cuenta de Google y escoger un nombre de usuario.
- Completar la mayor cantidad posible de campos con información sobre el edificio que se ha modelado. Los datos útiles, tales como el nombre de la ciudad, el arquitecto, los materiales de construcción, entre otros facilitan la búsqueda de su edificio en la Galería 3D.
- Asegurarse de colocar una marca de verificación en la casilla “Listo para Google Earth”.
- Pulsar Cargar (Upload).

Después de cargar el modelo localizado geográficamente, se pondrá en camino hacia la capa “Lo mejor de la Galería 3D” de Google Earth. Aquí es donde se comprueba si el modelo ha alcanzado el nivel requerido. Los modelos no aparecerán en la capa de manera inmediata. Deben completar un proceso de revisión antes de que se puedan seleccionar. Se recomienda dejar pasar unos 30 días para que finalice el proceso.

El modelo está colgado en la dirección:

<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/details?mid=8a345825bef2a9fab62ee1e4d2fa6ce6>



Figura 53: Versión final del modelo del Edificio Sabatini

Una vez realizado este primer modelo, pasaremos a realizar un segundo modelo para comprobar si, una vez adquirida cierta soltura en el manejo de la herramienta, los tiempos de modelado se reducen sensiblemente, pues al ser este nuestro primer modelo los tiempos no son muy representativos del tiempo que se tarda, en general, en realizar un modelo con SketchUp.

El modelo en cuestión es el telégrafo óptico de Cabeza Mediana, conocido como Torre de Monterredondo, que se halla en el término municipal de Collado Mediano, muy cerca del límite con Moralarzal. Fue edificado en 1841 y formaba parte de una cadena de torres que mantenían contacto visual entre sí, mediante la cual se propagaban los mensajes de un punto a otro en un tiempo relativamente corto. En concreto, estaba integrado como la torre número 5 de la línea Madrid-Irún (Guipúzcoa), dentro del proyecto de telegrafía óptica de José María Mathé (1844-1857). La torre de Monterredondo fue restaurada en el verano de 2008.

Para desarrollar este segundo modelo utilizamos exactamente el mismo procedimiento que para modelar el edificio anterior, por lo que no lo vamos a repetir aquí. El modelo se encuentra en la galería 3D Warehouse [13]:

<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/details?mid=1f69c65e2ebc56282d83e181cdae60b3&prevstart=0>



Figura 54: Versión final del modelo del Telégrafo Óptico

Con la realización de este segundo modelo hemos podido comprobar que, utilizando directamente todas las técnicas y procedimientos aprendidos en el primer modelo, los tiempos de modelado se reducen drásticamente. La justificación de esta reducción de tiempos se fundamenta en que, con este segundo modelo, aplicamos directamente las técnicas aprendidas con el modelo anterior, evitamos cometer los mismos errores y no tenemos que investigar cómo realizar ciertas tareas ni que aplicaciones son mejores para realizar ciertos trabajos, sino que utilizamos la experiencia previa para realizar todas estas tareas directamente, de forma mecánica.

En el apartado de [resultados y conclusiones](#) se comenta en detalle la duración estimada de cada una de las tareas asociada a la creación de de los modelos: mientras que en el primer modelo tuvimos que invertir entre 60-70h, para realizar este segundo modelo fueron suficientes 10-15h, que aún teniendo en cuenta que se trata de edificios distintos, es una reducción considerable de tiempo: aunque el edificio Sabatini es más grande, el modelo del telégrafo es un modelo mucho más intrincado debido a los detalles de las escaleras y del propio telégrafo. De hecho, podemos comparar objetivamente ambos modelos: según la información que nos proporciona la galería 3D Warehouse ambos modelos son de complejidad “normal” (recordemos que, según el número de polígonos, un modelo puede ser sencillo, normal o complejo).

6: DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS UTILIZANDO MODELOS DE GOOGLE SKETCHUP

6.1 GOOGLE SKETCHUP Y LOS VIDEOJUEGOS

Podemos utilizar SketchUp como forma rápida de plasmar ideas en imágenes. Ya sea para hacer "mods" (modificaciones) en los juegos o para hacer prototipos rápidos, SketchUp es una herramienta útil para estudiar y presentar ideas en 3D.

Algunas de las ventajas de SketchUp, que podemos aplicar al campo de los videojuegos son las siguientes:

- SketchUp permite interactuar con los modelos en primera persona, es decir, es posible entrar en ellos, caminar y mirar alrededor.
- Desde la Galería 3D de Google, 3D Warehouse [13] será posible descargar cualquier modelo necesario para nuestro juego.
- Con SketchUp Pro podremos exportar los modelos para utilizarlos en otros programas. SketchUp Pro puede generar archivos 3DS, OBJ, FBX y Collada, entre muchos otros.
- Crear animaciones que formen parte de nuestros videojuegos.
- Guardar vistas preconfiguradas, para mostrarlas en las presentaciones de nuestros juegos.
- Conseguir imágenes aéreas y de terrenos de cualquier lugar en Google Earth,
- Aplicar materiales y colores a las superficies,
- Construir modelos de estructuras existentes a partir de fotografías.

En resumen, podemos decir que SketchUp es útil en prácticamente todas las fases que forman parte del diseño de un videojuego:

- Lo primero es buscar una idea, definir cómo se desea que sea el videojuego. SketchUp permitirá plasmar fácilmente nuestras ideas y compartirlas con otras personas. Con el será posible hacer fácilmente un primer esbozo del videojuego: los personajes, los escenarios, etc.

- Cuando ya se tiene una idea hay que programar el videojuego. Con SketchUp será posible desarrollar nuestros propios modelos para exportarlos a programas específicos de desarrollo de videojuegos, o bien utilizar los modelos que ya hay disponibles en la galería 3D de Google. Además será posible utilizarlo tanto para los personajes como para los escenarios y en general para cualquier objeto que forme parte de nuestro videojuego: vehículos, plantas, naves, edificios, escenarios, etc.
- También será útil a la hora de crear animaciones o películas que formen parte del videojuego. Por ejemplo, será posible crear pequeñas películas a modo de introducción para cuando se inicie el juego o cuando se alcance un nuevo nivel.
- Una vez finalizado el videojuego, será posible utilizarlo en el apartado promocional: portadas, carteles, pósters, demos, etc.

El primer objetivo en el desarrollo de los videojuegos es encontrar el tema, la idea en la que nos basaremos para crear los videojuegos.

Hemos hablado de que SketchUp es bueno modelando objetos formados por líneas rectas, tales como vehículos, edificios, etc. En consecuencia, hemos elegido videojuegos que se adapten a estas características para sacar el mayor partido de la herramienta.

También hemos hablado de que SketchUp no permite animar los modelos, por lo que se adapta mejor a videojuegos con personajes que requieran poca animación, tales como vehículos o edificios, frente a personajes que requieren una mayor animación, tales como personas o animales.

Nota: En todos los videojuegos se han utilizado animaciones generadas por los programas con los que se han desarrollado los videojuegos, tanto 2D como 3D. Con “personajes poco animados” nos referimos a que, en general, requiere un mayor nivel de animación hacer caminar a una persona que hacer volar a un avión.

Esto no ha hecho sino reforzar lo dicho en el apartado anterior: para sacar el mayor partido teníamos que utilizar modelos tales como vehículos, edificios, etc.:

- El videojuego 2D está creado utilizando edificios y naves: hay que defender la tierra de una invasión extraterrestre.
- Los videojuegos 3D están creados utilizando aeronaves y planetas: hay que pilotar una nave espacial y reconocer los planetas del sistema solar por su forma y nombre.

En este sentido podemos decir que trabajar con modelos de SketchUp ha condicionado notablemente el tema de los videojuegos. Sin embargo, esto tiene una parte positiva, y es que el desarrollo del videojuego se simplifica enormemente y se mejora su rendimiento, al no ser necesario realizar complejas animaciones.

Otra opción hubiera sido utilizar modelos de otros programas o utilizar programas externos para animar nuestros modelos, sin embargo estas ideas se han descartado por alejarse de la idea original del proyecto, que es la de crear videojuegos sencillos utilizando modelos de SketchUp. Además, podemos decir que utilizar este tipo de modelos no ha tenido ningún impacto negativo en la calidad de nuestros videojuegos: se obtienen mejores resultados finales utilizando modelos estáticos que realizando animaciones poco convincentes o animaciones pesadas tengan un impacto negativo en el rendimiento del videojuego.

El siguiente paso es encontrar las aplicaciones adecuadas para desarrollar nuestros videojuegos. Estas aplicaciones deberían integrarse perfectamente con SketchUp en cuanto a ofrecer la posibilidad de utilizar modelos de SketchUp y compartir su sencillez, facilidad de uso y gratitud. Esto llevó a un proceso de investigación con el objetivo de encontrar las herramientas adecuadas. Se probaron muchas aplicaciones y al final se decidió utilizar dos herramientas: Game Maker para los videojuegos 2D y 3D Rad para los videojuegos 3D.

En un primer momento se estudiaron varias herramientas libres y en concreto se pensó en Blender y su motor para la creación de videojuegos. Esta aplicación reúne todas las características requeridas pero su poco amigable interfaz hace que no resulte en absoluto fácil de utilizar para los nuevos usuarios, además se intentó sin éxito importar modelos de SketchUp, por lo que se descartó su uso. También se descartó el uso de complejas y costosas plataformas de creación de videojuegos por la misma razón.

6.2 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO 2D

El primer videojuego que desarrollaremos será un videojuego 2D basado en la idea de defender nuestra posición de los ataques enemigos.

Las razones para desarrollar un videojuego 2D, cuando los modelos de SketchUp son en 3D son varias:

- Los videojuegos 2D en general consumen menos recursos y son más fáciles y rápidos de programar que los videojuegos en 3D, esto puede ser una ventaja en los equipos menos potentes y para personas sin conocimientos específicos en la creación de videojuegos. Además, muchos juegos importantes, como Age of Empires, las series Command and Conquer y Diablo usan tecnología de sprites bidimensionales, aunque parecen tridimensionales.
- Pueden existir formatos de juegos más adecuados a los 2D que a los 3D, o puede no justificarse el uso de las 3D debido a la complejidad y la carga computacional que añaden respecto a las ventajas que aportan. Un ejemplo de esto podría ser un juego simple de preguntas y respuestas en el que no se hace necesario el uso de las 3D.
- SketchUp sigue siendo útil a la hora de desarrollar videojuegos 2D, prácticamente de la misma forma que lo es para los videojuegos 3D. De él será posible obtener los modelos para nuestro juego, animaciones, películas, sprites, etc.

Para este primer videojuego en 2D utilizaremos la aplicación Game Maker, de la cual ya hablamos en el apartado 3.7. Las razones por las que utilizamos esta aplicación son principalmente dos:

- Es una herramienta gratuita (existen dos versiones: una versión gratuita y una versión profesional de pago).
- Es una herramienta muy fácil de utilizar orientada a personas sin conocimientos específicos, pero a su vez ofrece un lenguaje de programación para que aquellos que tengan conocimientos avanzados puedan expresar todo su potencial.

En definitiva, podemos decir que comparte dos de las características principales de SketchUp: facilidad de uso y rapidez en la creación, por lo que se trata de un acompañante perfecto para ser utilizado conjuntamente con SketchUp.

6.2.1 OBJETIVO DEL JUEGO

El objetivo del juego es evitar que las naves enemigas alcancen nuestro edificio principal (fig 54). En concreto se trata de resistir el máximo número posible de oleadas enemigas.



Figura 55: El edificio a defender

Para cumplir nuestro objetivo tendremos a nuestra disposición dos tipos de torres de defensa: torres láser (fig 55) y torres de cañón (fig 56) que deberemos situar estratégicamente en el mapa. Construir las torres nos costará dinero, dinero que obtendremos cada vez que aniquilemos una nave alienígena. Además las torres pueden subirse de nivel incrementando así su potencial de ataque.



Figura 56: Torreta Láser

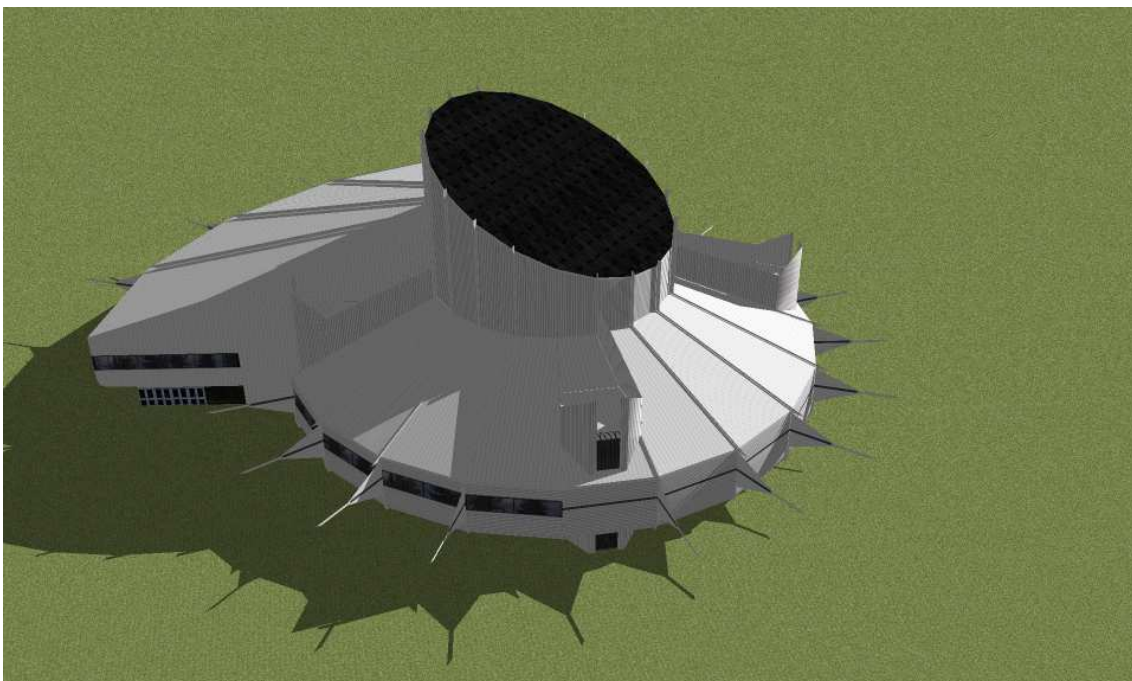


Figura 57: Torreta Cañón

En nuestro juego el enemigo proviene del espacio exterior: la tierra está siendo atacada por platillos volantes (fig 57) que llegan en oleadas. No debemos permitir que ninguna de estas naves alcance nuestro edificio principal: si tres naves enemigas logran alcanzarlo habremos sido derrotados.



Figura 58: Ovni Enemigo

6.2.2 MECÁNICA DEL JUEGO

Al arrancar el juego (fig 58) en la parte superior derecha de la pantalla aparece el edificio que debemos proteger, cuatro torres de defensa y dos caminos por los que los enemigos llegarán hacia el edificio principal.

En la parte superior central de la pantalla es posible observar el menú que nos proporciona la siguiente información: dinero que tenemos disponible (inicialmente 51), número de oleada enemiga, tiempo para la siguiente oleada, vidas restantes (inicialmente 3) y los dos botones para crear los dos tipos de torre que tenemos disponibles. Pasando el ratón por encima de estos botones será posible ver cuanto cuesta construir cada una de las torres.

Si seleccionamos cualquiera de las torres con el botón izquierdo del ratón (fig 59) aparecerá un círculo mostrando el rango de ataque de la torre. En el menú aparecerán las características de la torre seleccionada: nivel de la torre (0-5), ataque (puntos de vida), rango de ataque, tasa de disparo (disparos/s) y precio de venta de la torre (la mitad del precio de compra). Adicionalmente, en el menú aparecerán los botones correspondientes a vender la torre y mejorar la torre.



Figura 59: Pantalla inicial



Figura 60: Torre seleccionada y sus atributos

TORRES

Tenemos dos tipos de torres disponibles, torres láser y torres cañón, cada una con sus características:

TORRES LÁSER (NIVEL 0 – CARACTERÍSTICAS INICIALES)

```
Rango = 200;           // rango de disparo
Tasa = 3;              // tasa de disparo
Daño = 10;            // daño que infringe
Precio = 20;          // precio de la torre
```

TORRES CAÑÓN (NIVEL 0 – CARACTERÍSTICAS INICIALES)

```
Rango = 150;          // rango de disparo
Tasa = 2;             // tasa de disparo
Daño = 25;           // daño que infringe
Precio = 35;         // precio de la torre
```

Las torres pueden mejorarse hasta alcanzar el nivel 5 y el coste de cada mejora es función del precio de venta de la torre seleccionada (el precio de venta de la torre aumenta al aumentar su nivel):

```
Precio_de_la_mejora= floor(precio_torre_seleccionada*0.4);
```

Cada mejora provoca los siguientes cambios en los atributos de las torres:

```
Daño = round(daño*1.1);
Rango = round(rango*1.1);
Tasa = min(tasa*1.2,10);
Precio = round(precio*1.5);
```

Las características de las torres en cada nivel se resumen en las siguientes tablas:

LÁSER	0	1	2	3	4	5
RANGO (m)	200	220	242	266	293	322
TASA(disparos/s)	3	3.6	4.32	5.18	6.22	7.46
DAÑO (PV)	10	11	12	13	14	15
PRECIO VENTA	10	15	22	34	51	76
COSTE MEJORA	0	8	12	18	27	40

Tabla 3: Características torres láser

CAÑÓN	0	1	2	3	4	5
RANGO (m)	150	165	182	200	220	242
TASA(disparos/s)	2	2.4	2.88	3.46	4.15	4.98
DAÑO (PV)	25	28	31	34	37	41
PRECIO VENTA	17	26	39	58	88	132
COSTE MEJORA	0	14	20	31	46	70

Tabla 4: Características torres cañón

Las torres atacarán al enemigo automáticamente cuando este se encuentre dentro de su rango de disparo. Será posible colocar nuevas torres en cualquier posición exceptuando dentro del camino, dentro del menú o sobre otra torre.

OLEADAS ENEMIGAS

Los enemigos son platillos volantes que llegan en oleadas. Estas oleadas se producen automáticamente cada 20s o bien pulsando la barra espaciadora en cualquier momento del juego.

El número de enemigos en cada oleada aumenta con el número de oleada:

```
Número de enemigos en la oleada = 5+ numero_de_oleada;
```

Las naves enemigas sólo tienen un parámetro que es su salud, el número de puntos de vida de un enemigo también aumenta con el número de oleada según la siguiente ecuación:

```
Salud_enemigo= round(40+power(numero_de_ola,1.5)*10);
```

De tal forma que la salud de cada enemigo aumentará de la siguiente forma: 50 (1ª oleada), 68 (2ª oleada), 92 (3ª oleada), etc. En resumen, en cada oleada llegarán más enemigos y además estos serán más fuertes.

Además cada uno de los enemigos tomará de forma aleatoria uno de los dos caminos disponibles para alcanzar el objetivo. Por cada enemigo que alcance el templo se nos descontará una vida, como tenemos 3 vidas la partida finalizará cuando tres naves enemigas alcancen el templo antes de ser destruidas.

SISTEMA DE PUNTUACIÓN

La puntuación obtenida coincide con el número de oleadas enemigas resistidas. Cuando finalice el juego se mostrara un diálogo con las mejores puntuaciones y será posible almacenar la nuestra.

6.2.3 DISEÑO DEL JUEGO CON GAME MAKER

Los juegos creados con Game Maker [7] [8] se desarrollan en una o más habitaciones (rooms). Las habitaciones son planas, no 3D, pero pueden contener imágenes con apariencia 3D. En estas habitaciones es donde se colocan los objetos, los cuales es posible definir en el programa. Los objetos típicos son las paredes, objetos móviles, el personaje principal, enemigos, etc. Algunos objetos, como las paredes, sólo se encuentran ahí y no realizan ninguna acción. Otros, como el personaje principal, se moverán y reaccionarán a los comandos del jugador (teclado, ratón, joystick). Los objetos son los ingredientes más importantes de los juegos creados con el Game Maker.

Antes de nada, la mayoría de los objetos necesitan alguna imagen para hacerse visibles en la pantalla. Estas imágenes son llamadas sprites. Un sprite no siempre es una sola imagen sino una serie de ellas que se muestran una tras otra para crear una animación. De esta forma parece que el personaje camina, que una pelota rueda, que una nave explota, etc. Durante el juego el sprite de un objeto en particular puede cambiar. (Así el personaje puede verse diferente cuando camina a la izquierda o a la derecha). Es posible crear sprites en el propio Game Maker, cargarlos de algún archivo (GIFs animados por ejemplo) o como en nuestro caso, obtenerlos a partir de los modelos 3D de SketchUp mediante exportación de escenas 2D.

A los objetos les pueden ocurrir ciertas cosas. A estas cosas se les llama eventos. Los objetos pueden realizar ciertas acciones dependiendo del evento que ocurra. Hay una gran cantidad de eventos que pueden suceder y una gran cantidad de acciones diferentes que los objetos pueden realizar. Por ejemplo, hay un evento creación cuando el objeto es creado. (Para ser más precisos, cuando una instancia de un objeto es creada; puede haber múltiples instancias del mismo objeto). Por ejemplo, cuando un objeto pelota se crea, es posible darle alguna acción de movimiento para que empiece a moverse. Cuando dos objetos se encuentran se tiene el evento colisión. En tal caso es posible hacer que la pelota se detenga o que invierta su dirección. Es posible también reproducir un efecto de sonido. Para este propósito Game Maker permite definir sonidos. Cuando el jugador presiona una tecla en el teclado hay un evento teclado, y el objeto puede realizar la acción apropiada, como moverse en la dirección indicada. En resumen, para cada objeto que diseñes es posible indicarle acciones para varios eventos, de esta forma se define el comportamiento del objeto.

Una vez que se han definido los objetos es tiempo de definir las habitaciones en donde habitarán. Las habitaciones pueden ser empleadas como niveles en el juego o para mostrar diferentes lugares. Hay acciones para moverse de una habitación a otra. Las habitaciones deben tener primero un fondo. Este puede ser un simple color de relleno o una imagen. Tales imágenes pueden ser creadas en Game Maker o es posible cargarlas de algún archivo. Ahora es posible colocar tus objetos en la habitación.

Se pueden colocar múltiples instancias del mismo objeto en una habitación. Así, por ejemplo, es necesario definir sólo un objeto de pared y usarlo en muchos lugares. También es posible tener múltiples instancias de los mismos enemigos, mientras requieran del mismo comportamiento.

Al ejecutar el juego se mostrará la primera habitación y los objetos en ella tomarán vida por las acciones en sus eventos de creación. Empezarán a interactuar unos con otros debido a las acciones en sus eventos de colisión y pueden reaccionar a lo que haga el jugador usando las acciones en los eventos del teclado o del ratón.

En resumen, los siguientes elementos (comúnmente llamados recursos) tienen un papel crucial en el juego:

- Objetos (objects): que son las entidades verdaderas en el juego.
- Habitaciones (rooms): los lugares (niveles) en donde habitan los objetos.
- Sprites: imágenes (animadas) que se emplean para representar a los objetos.

- Sonidos (sounds): para emplearse en el juego, ya sea como música de fondo o como efectos.
- Fondos (backgrounds): las imágenes usadas como fondo para los cuartos.
- Trayectos (paths): Se pueden asignar ciertas trayectorias a las instancias. Utilizando los recursos de trayectoria (path) son defines una trayectoria, dibujándola. Una vez hecho esto es posible situar una acción en el evento Create del objeto para que este siga esa trayectoria en particular.
- Scripts: Game Maker posee un lenguaje de programación interno. Los scripts son piezas de código a los que les darás un nombre. Son mostrados en el árbol de recursos y pueden ser salvados a un archivo y cargarlos desde un archivo. Pueden ser usados para formar una librería que extienda las posibilidades de Game Maker.
- Fuentes: Cuando se desea dibujar texto en tu juego, por defecto este se muestra con la fuente Arial y un tamaño de 12 puntos. Para poner textos más trabajados, probablemente quieras utilizar diferentes Fuentes. Para crear Fuentes diferentes, debes crear recursos de Fuente.

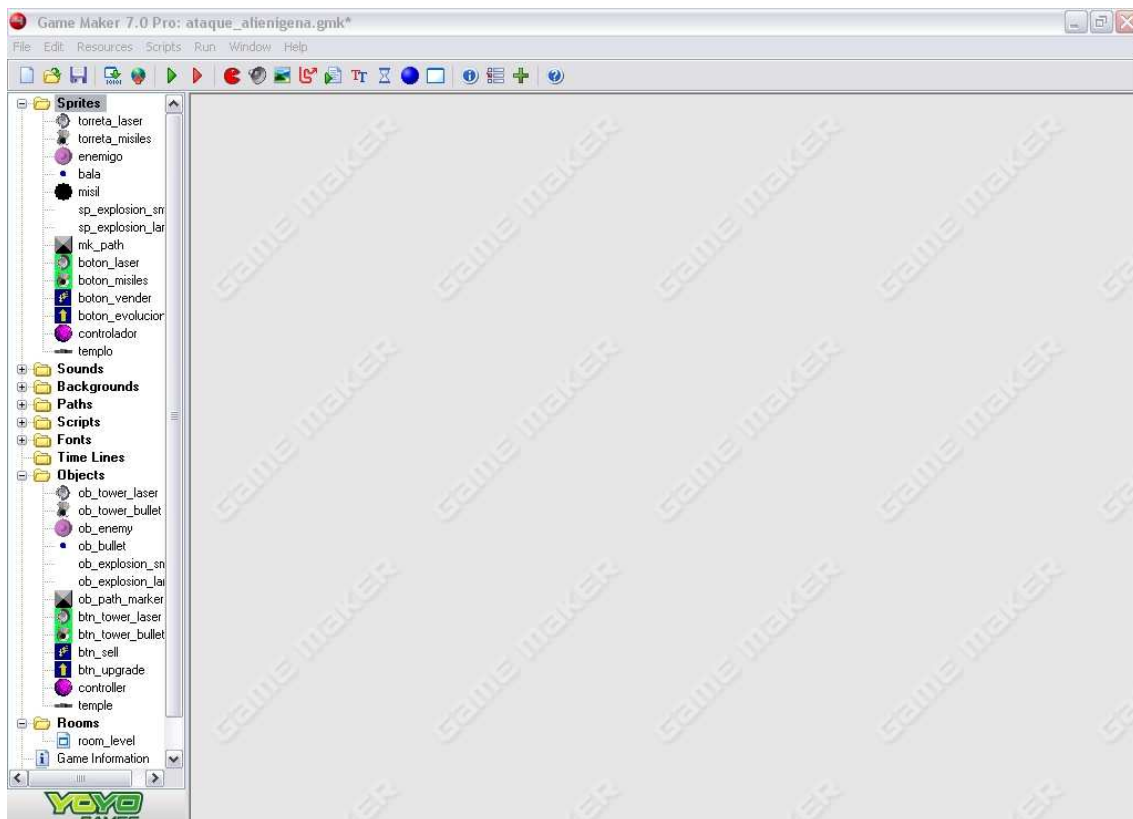


Figura 61: Aspecto del Juego en Game Maker

El primer paso en la creación del juego es construir los modelos de SketchUp que representarán los elementos principales del juego: los dos tipos de torretas de defensa (figs 55 y 56), el edificio principal (fig 54) y los platillos volantes enemigos (fig 57). Para ello se utilizan todas las herramientas y procedimientos de SketchUp que ya se han descrito en los capítulos anteriores.

Una vez conseguidos los modelos de SketchUp, los sprites para todos estos modelos se han obtenido exportando escenas 2D de estos modelos utilizando en SketchUp la opción exportar → gráfico 2D.

- Tenemos un sprite para el edificio principal y dos sprites para cada tipo de torreta. Esto se ha hecho así para conseguir la animación del punto de luz parpadeante que indica que la correcta está activa. Las animaciones no son más que una sucesión de sprites que game maker se encarga de mostrar de tal forma que se crea el efecto de animación.
- También tenemos dos sprites para las balas: el sprite “bala” es el que realmente se ve en el juego. Como el sprite bala es demasiado pequeño y las balas van a gran velocidad hay ocasiones en las que parece que las balas atraviesan a los enemigos. Para evitar esto, utilizamos un sprite de mayor tamaño como máscara para las balas, que es el que realmente se utiliza para detectar colisiones (el sprite “misil”). En resumen, el sprite bala proporciona la apariencia de las balas y el sprite misil es el que se utiliza para detectar las colisiones con los enemigos.
- Tenemos dos animaciones para las explosiones, una para cuando las balas impactan en los enemigos y otra mayor para cuando las naves enemigas finalmente son destruidas.
- Tenemos un sprite para marcar los dos caminos que siguen los enemigos. Este sprite no es visible en el juego, sino que se utiliza para detectar colisiones con las torres y de este modo evitar que las torres puedan ser construidas en los caminos.
- Tenemos un sprite para el controlador. El controlador es un objeto que almacena variables generales del juego (como por ejemplo el dinero, las vidas o la puntuación). Este sprite tampoco se muestra en el juego sino que en su lugar se pintan el menú del juego y las estadísticas de las torres cuando son seleccionadas.
- Finalmente tenemos dos sprites por cada botón, de tal forma que los botones cambian de color cuando se pasa el ratón por encima.

Respecto a los sonidos, tenemos sonidos para las explosiones, para los láseres, para los cañones, para el impacto de las balas y la música de fondo. Cada uno de estos sonidos es activado por el evento correspondiente (colisión de la bala con el enemigo, etc.).

El fondo de la habitación está formado por dos tipos de baldosa de 64x64 píxeles, uno para la hierba y otro para el camino.

Respecto a los caminos, se han definido dos caminos hasta el edificio principal con la ayuda de los sprites correspondientes para evitar que las torres se construyan sobre ellos. Los enemigos tomarán aleatoriamente uno u otro camino.

Respecto a los scripts, tenemos un único script que controla las oleadas enemigas. En concreto se encarga de calcular el tiempo hasta la siguiente ola y el número de enemigos presentes en cada ola.

Respecto a las fuentes, hemos creado un par de fuentes para mejorar la estética del juego.

Respecto a los objetos, tenemos múltiples objetos representando a todos los elementos que interactúan en el juego. Cabe destacar lo siguiente sobre los objetos de nuestro juego:

- Todo objeto puede poseer un objeto padre. Cuando un objeto posee un objeto padre, este hereda las características del mismo (funciona de manera similar a la herencia en java). Dicho de otra manera, el objeto es una especie de variante del objeto padre. En nuestro caso las torres de cañón son hijas de las torres láser, haciendo esto sólo habrá que definir los atributos en la torre padre y la hija los heredará. Lo mismo pasa con los botones, todos heredan del botón “crear torre láser”.
- El objeto controlador es un objeto genérico cuya misión es controlar características generales del juego, como puedan ser el número de vidas, la puntuación, etc.
- Hay objetos como el edificio principal o el marcador de camino que no realizan ninguna acción, sólo se utilizan para detectar colisiones con ellos.

Nuestro juego se desarrolla en una única habitación, creada utilizando las baldosas de 64x64 comentadas con anterioridad.

Finalmente, cuando el juego termina porque nos hemos quedado sin vidas, se muestra un diálogo con las mejores puntuaciones y nos da la posibilidad de almacenar la nuestra entre ellas.

Todo el juego ha sido desarrollado con la versión gratuita de Game Maker, sin embargo hay una funcionalidad que sólo está disponible en la versión profesional y que permite mostrar una película en respuesta a un evento. Aprovechando esta funcionalidad, hemos creado una sencilla animación utilizando Google SketchUp para ser utilizada como introducción al juego.

La animación simula un viaje a bordo de una de las naves enemigas en su ataque al edificio principal y consiste en un simple desplazamiento de la cámara en un escenario formado por los modelos de SketchUp utilizados para el juego.

Para que la película tenga más interés, una vez creada con SketchUp se le han añadido un par de pistas de audio utilizando el programa Windows Movie Maker y ha sido incluida en el juego a modo de introducción.

6.3 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO 3D

En este apartado desarrollaremos un juego en 3D utilizando 3D Rad, un software gratuito (30-day trial) de creación de juegos 3D que puede descargarse de la página <http://www.3drad.com/>.

Las razones para escoger esta aplicación son básicamente las mismas que tuvimos para escoger game maker:

- Es gratuito (30-day trial).
- Es fácil de utilizar.
- Tiene un plug-in gratuito para importar modelos de Google SketchUp. Además, si nos damos una vuelta por su página Web veremos que ponen especial énfasis en la creación de juegos utilizando modelos de SketchUp. Por lo tanto, esta parece una aplicación perfecta para lo que nos proponemos hacer.

6.3.1 OBJETIVO DEL JUEGO

En este caso vamos a crear un simple simulador de vuelo inspirado en el mundo de Star Wars. El objetivo del juego será pilotar una de las dos naves espaciales que tendremos a nuestra disposición: un X Wing o un Tie Fighter.

6.3.2 MECÁNICA DEL JUEGO

El juego comienza con el jugador a los mandos de un X-Wing listo para despegar de su base planetaria. El jugador podrá escoger entre pilotar esta nave rebelde o pilotar un Tie fighter del imperio.

Las dos naves pueden pilotarse a la vez, pero no simultáneamente. Es decir, es posible despegar con el X-Wing y cambiarnos al Tie Figher en cualquier momento, el X-Wing seguirá volando con los controles tal y como se dejaron ajustados la última vez que se pilotó. Para cambiar de nave en cualquier instante del juego no tenemos más que pulsar el botón correspondiente al emblema imperial (para pilotar el Tie) o al emblema rebelde (para pilotar el X-Wing).

En cualquier momento será posible pulsar la tecla de Enter para resetear el juego.

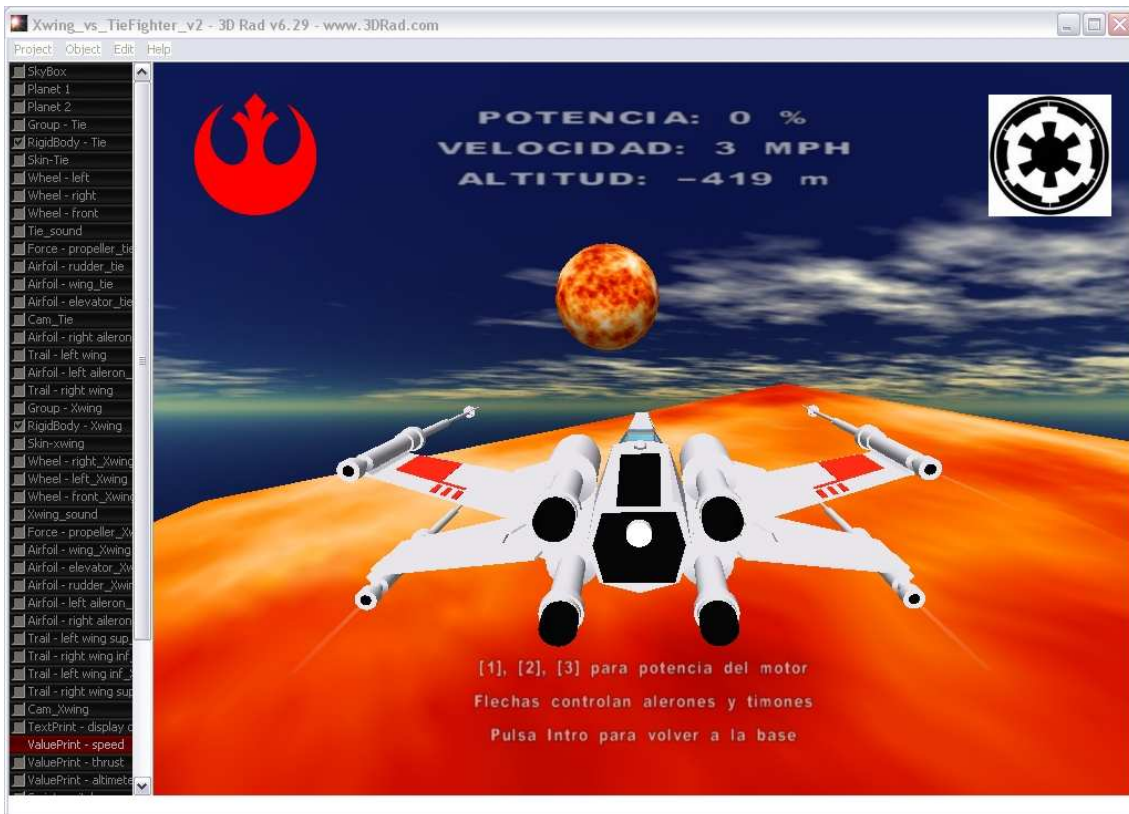


Figura 62: Inicio del juego, a los mandos de un X-Wing

6.3.3 DISEÑO DEL JUEGO CON 3D RAD

En 3D RAD [9] creas tus juegos combinando componentes inteligentes (llamados objetos) y definiendo el tipo de relación que tienen entre ellos (ver fig 64).

El primer paso, como en el caso anterior, es construir los modelos con SketchUp. El resultado final puede verse en las figuras 62 y 63. Una vez tenemos los modelos finalizados en SketchUp procedemos a exportarlos utilizando el plug-in gratuito de 3D Rad. Con este plug-in tenemos las opciones de exportar el modelo como skinMesh, como rigidBody o como fichero directX genérico. En nuestro caso elegimos exportar como objeto “Skin Mesh” (que explicaremos a continuación) y los modelos quedan listos para ser utilizados en el juego como cualquier otro objeto.

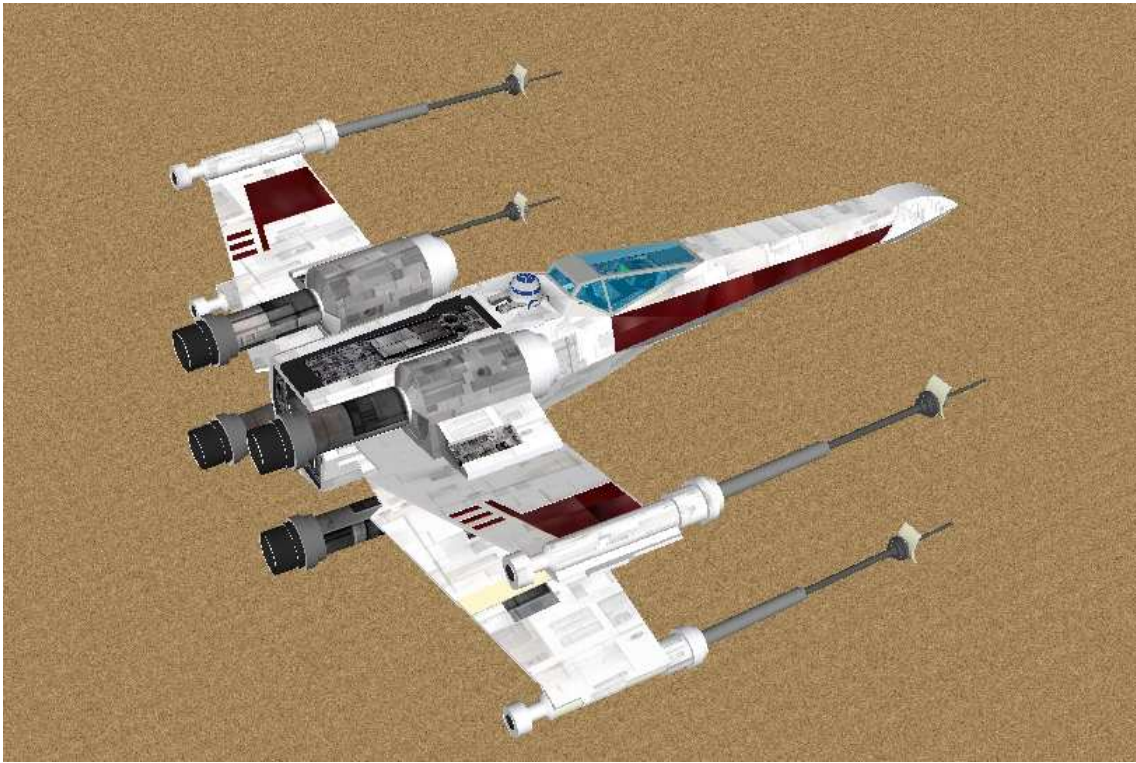


Figura 63: Modelo de X-WING

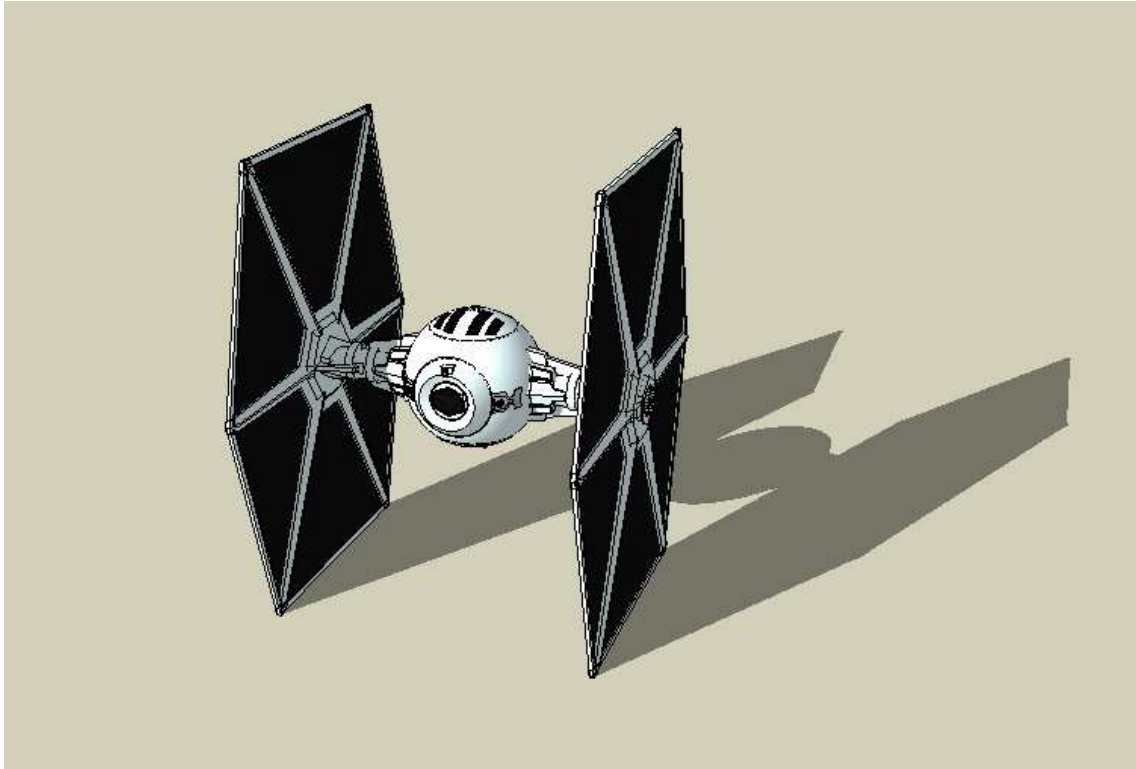


Figura 64: Modelo de Tie Fighter

Para construir el juego en 3D rad, utilizamos básicamente los siguientes tipos de objetos [9]:

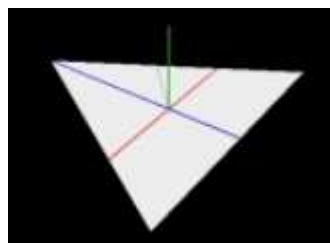
- Objetos tipo “rigid body” para construir el armazón de las aeronaves: sólidos customizables que soportan detección de colisiones y simulación de la física. Los dos planetas sobre los que están situadas las aeronaves inicialmente también son objetos rigid body.



- Objetos tipo “skin mesh” exportados de nuestros modelos de SketchUp para darles la apariencia exterior: son objetos 3D customizables que soportan distintos tipos de animaciones, efectos visuales y técnicas de rendering.



- Objetos tipo “airfold”, que serán las alas de las aeronaves, son los objetos que proporcionarán sustentación al aparato: estos objetos pueden utilizarse para aplicar fuerzas aerodinámicas a cualquier objeto que soporte simulación de la física (por ejemplo, rigid body). Colocar uno de estos objetos en posición horizontal (paralelo al suelo, tal y como se ve en la imagen) permite ascender y descender, colocar otro en posición vertical formando un ángulo de 90° con el anterior permite girar a izquierda y derecha, colocar uno en cada ala en posición horizontal nos proporcionará la sustentación necesaria para que el aparato vuele.



- Objetos de tipo “force” como motor de las naves para proporcionar la fuerza impulsora: estos objetos permiten aplicar de forma visual fuerzas a cualquier objeto 3D que tenga soporte para la física.



- 2 Objetos tipo “camchase” para proporcionar las dos cámaras del juego: la que sigue al X-Wing y la que sigue al Tie fighter. Esta cámara persigue a cualquier objeto al que la fijes.



Los botones con los emblemas de la república y el imperio son sprites que tienen activada la detección del evento “ratón sobre el sprite” de tal forma que al pulsar cualquiera de los dos botones se muestra la cámara de la nave correspondiente y se desactiva la de la otra nave.



Para detectar los eventos de pulsación del teclado utilizamos objetos de tipo “eventOnInput”: este objeto permite realizar una acción en respuesta a un evento de entrada por periférico (teclado, joystick, etc). En nuestro caso tenemos un objeto de este tipo por cada tecla que utilizamos en el juego: [1] = motor 0%, [2] = motor 50%, [3] = motor 100%, [Enter] = reset juego.



Para mostrar valores por pantalla (velocidad, potencia del motor y altitud) utilizamos objetos de tipo valuePrint: este objeto permite mostrar valores por pantalla.

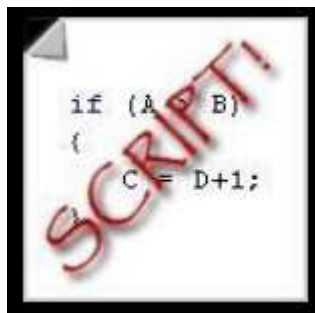


Para mostrar texto por pantalla (instrucciones del juego, etc) utilizamos objetos de tipo textPrint.



Finalmente, utilizamos tres objetos tipo script para controlar el altímetro, la velocidad y los cambios de cámara al pulsar los sprites. Estos objetos no son más que scripts creados en un lenguaje similar a C y la API de referencia puede encontrarse en la página:

http://www.3drad.com/Script_reference.htm.



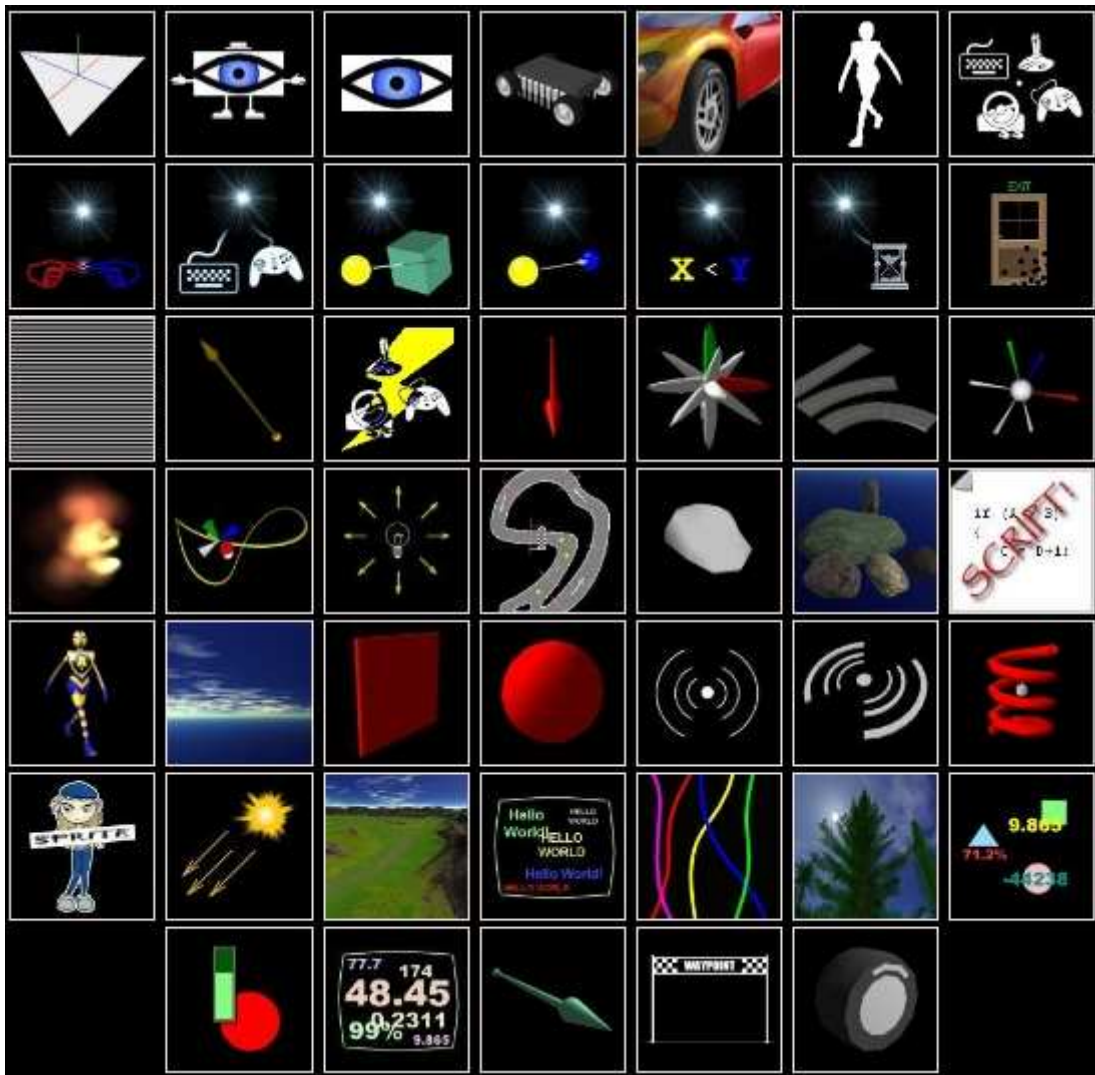


Figura 65: Objetos disponibles en 3D RAD

6.3.4 INSTRUCCIONES PARA INSTALAR LOS JUEGOS CREADOS CON 3D RAD

La versión gratuita de 3D Rad, al contrario que la de Game Maker, no permite crear un ejecutable para compartir nuestro juego sin la necesidad de utilizar 3D Rad. Por ello, para jugar a los videojuegos primero hay que instalar la versión gratuita de 3D Rad que puede descargarse de la página: <http://www.3drad.com> y que se adjunta a esta memoria. A continuación vamos a la carpeta donde está instalado el programa (por ejemplo en C:\Archivos de programa\3D Rad) y realizar los siguientes cambios:

- Copiar en la carpeta C:\Archivos de programa\3D Rad\3DRad_res\projects los ficheros: Xwing_vs_TieFighter_v2.3dr y planetarium_fly.3dr que se adjuntan a la memoria.

- Sustituimos las siguientes carpetas:

C:\Archivos de programa\3D Rad\3DRad_res\objects\Sprite
C:\Archivos de programa\3D Rad\3DRad_res\objects\SoundEffect
C:\Archivos de programa\3D Rad\3DRad_res\objects\SoundSource
C:\Archivos de programa\3D Rad\3DRad_res\objects\SkinMesh

6.4 DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO 3D

6.4.1 OBJETIVO DEL JUEGO

El objetivo de este juego es el de estudiar los planetas que forman el sistema solar. El jugador se encontrará a los mandos de una nave espacial rodeado por todos los planetas que forman el sistema solar y deberá tocarlos en el orden adecuado según su distancia al sol. Para ayudar al jugador, se indicará en cada momento cual es el siguiente planeta que debe tocar.

Este juego ayudará a memorizar los nombres de los planetas así como a conocerlos por su tamaño relativo y forma (color, etc.).

6.4.2 MECÁNICA DEL JUEGO

Al iniciar el juego el jugador se encuentra a los mandos de una nave espacial rodeada por los ocho planetas del sistema solar. El jugador debe seguir las instrucciones y maniobrar la nave para chocar con los planetas en el orden indicado. Si el jugador choca correctamente con un planeta, el planeta desaparece y se le indica al jugador el siguiente planeta con el que debe chocar. Si el jugador logra chocar contra todos los planetas en el orden adecuado el juego finaliza y se muestra al jugador el tiempo que ha tardado en completar la partida, si el jugador falla, el juego se detiene y el jugador deberá reiniciar la partida pulsando intro. Se podrá pulsar el botón de intro en cualquier momento para resetear el juego.

La nave se maneja utilizando el teclado:

- [1], [2], [3] motor al 0%, 50% y 100% respectivamente.
- Flechas controlan la dirección de la aeronave.
- Intro resetea el juego.



Figura 66: Videojuego educativo

6.4.3 DISEÑO DEL JUEGO CON 3D RAD

Como utilizamos el mismo software que con el juego anterior, seguimos el mismo procedimiento que se explicó en el apartado 5.4.3, por lo que no lo vamos a repetir aquí y pasaremos a comentar las particularidades de este juego respecto al anterior.

La nave tiene la particularidad de que puede maniobrar con el motor parado [potencia al 0%] para facilitar el manejo de la nave. La razón es que en el juego anterior el desafío era pilotar correctamente la nave, mientras que en este juego el desafío no es el pilotaje sino localizar los planetas correctamente.

En este juego aparte de tener scripts similares a los del juego anterior para controlar la nave, tenemos los siguientes objetos:

- Los planetas se han diseñado utilizando objetos de tipo skinMesh (exportados de SketchUp) asociados a objetos tipo rigidBody para el control de las colisiones con la nave.
- Objetos tipo eventOnContact para detectar las colisiones de la nave con los planetas. Estos objetos permiten realizar acciones cuando dos objetos determinados entran en contacto. Tenemos un objeto de este tipo por cada planeta.



- Un objeto de tipo eventTimer para controlar cuanto tiempo tarda el jugador en completar el juego. El timer se detiene cuando el jugador colisiona con Neptuno y muestra por pantalla el tiempo que ha tardado en finalizar.
- Los diversos mensajes que se muestran durante el juego indicando cual es el siguiente planeta a tocar son objetos de tipo textPrint. Estos objetos se muestran u ocultan durante el juego en respuesta a determinados eventos.
- El corazón del juego es un script (controla orden) que se encarga de la funcionalidad principal: controla los eventos de colisión, controla que el orden de choque es el adecuado, muestra u oculta planetas y mensajes según sea necesario y reproduce los diversos sonidos.

Hay que destacar que al diseñar este videojuego en 3D Rad se han presentado algunos problemas de rendimiento, tanto al diseñarlo como a la hora de jugar: ralentización de movimientos, bloqueo, etc. Esto nos ha hecho apreciar la notable diferencia entre diseñar un juego 2D y uno 3D: en el caso de las 2D el rendimiento nunca fue un problema mientras que en las 3D se podía apreciar claramente el aumento en el consumo de recursos al aumentar el número de elementos en el juego. Para evitar estos problemas se tuvo que adaptar el diseño inicial eliminando todos los elementos superfluos: la música ambiental y todos los efectos sonoros que no fuesen estrictamente necesarios fueron eliminados, el propio fondo del juego se dejó como fondo plano negro y los elementos del juego quedaron reducidos a la nave protagonista y los ocho planetas del sistema solar. Para añadir más elementos al juego posiblemente tendríamos que recurrir a utilizar una máquina más potente (*).

(*) Nota: para el desarrollo del proyecto se ha utilizado un PC con un procesador Intel Pentium 4 a 2,4GHz, 1GB de memoria RAM y Windows XP.

7: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Después de haber estudiado la herramienta y haber trabajado con ella, vamos a exponer los resultados y las conclusiones a las que hemos llegado.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDOS DEL ESTUDIO DE LA HERRAMIENTA

Google SketchUp es una herramienta de modelado 3D que permite realizar modelos de forma rápida y eficiente sin necesidad de tener conocimientos especiales de dibujo técnico. No ofrece tantas funcionalidades como otros programas disponibles, que presumen de poder hacer todo tipo de tareas: desde modelos 3D pasando por morphing, animaciones, rendering, etc. Pero en el campo de modelado 3D resulta una aplicación muy potente y muy fácil de usar.

Lo primero que llama la atención al trabajar con Google SketchUp es su facilidad de uso y su poco pronunciada curva de aprendizaje. Tras dedicar unos pocos minutos a visualizar los video-tutoriales es posible comenzar a utilizar la herramienta de forma eficiente desde el primer momento. Esto sería imposible con otras herramientas que se probaron durante el desarrollo del proyecto, como por ejemplo Blender: su interfaz poco amigable hace necesario un periodo de aprendizaje previo al uso eficiente de la herramienta.

El estudio de la herramienta pudo realizarse prácticamente en su totalidad usando como únicas referencias los video-tutoriales y la ayuda de SketchUp, y salvo en contadas ocasiones no fue necesario recurrir a otro tipo de materiales de ayuda. Para dudas puntuales pudimos encontrar abundante documentación en la red y en las numerosas comunidades de usuarios de SketchUp. La escasez de material no fue un problema en ningún momento.

También fue de gran ayuda recurrir a los modelos almacenados en la galería de Google SketchUp “3D Warehouse” [13] para estudiarlos y aprender de ellos. Así se pudo analizar de primera mano como están creados los mejores modelos para Google Earth y ayudó a que nuestro propio modelo fuera aceptado en esta capa.

Como conclusión podemos decir que no ha sido necesario un largo periodo de aprendizaje para manejar SketchUp de manera eficiente y que con los materiales de aprendizaje que nos ofrece Google ha sido más que suficiente para adquirir todos los conocimientos necesarios. Cuando en algún momento se ha necesitado alguna ayuda puntual se ha encontrado abundante documentación y material disponible sobre el tema.

Para completar el estudio hemos empleado un tiempo aproximado de 56h, distribuido en las siguientes tareas:

- Buscar bibliografía, tutoriales, descarga e instalación del programa (16h).
- Realizar el estudio propiamente dicho: visualización de los tutoriales, estudio de los manuales, practicar con la herramienta, etc. (40h).

Como hemos utilizado la versión gratuita de SketchUp y los tutoriales gratuitos ofrecidos por Google, el coste de esta parte del proyecto ha sido nulo.

Los conocimientos obtenidos durante este estudio han sido principalmente conocimientos sobre diseño 3D y sobre el software Google SketchUp, algunos de ellos son:

- Equipo necesario para trabajar con un software 3D.
- Tipos de software existentes y para que tareas se utiliza cada uno: basados en superficies, basados en sólidos, orientados a polígonos, orientados a curvas, específicos de arquitectura (ArchiCAD), de propósito general (SketchUp), etc.
- Formatos y tipos de imágenes 2D y 3D: .jpeg, .bmp, .skp, .3ds, .dwg, .dxf, píxel, raster, etc.
- Conocimientos básicos de dibujo técnico: alzado, planta, escala, etc.
- Conocimientos propios del manejo de Google SketchUp: herramientas, funcionalidades, etc.

A continuación pasamos a detallar los puntos fuertes y débiles de Google SketchUp:

PUNTOS FUERTES

- Herramienta eficiente de modelado 3D: como ya hemos dicho, SketchUp no ofrece tantas funciones como otros programas, pero es una gran herramienta para modelar en 3D de forma fácil, rápida y eficiente.
- Curva de aprendizaje prácticamente plana (entendida como la cantidad de esfuerzo requerido en aprender a utilizar la herramienta). Prácticamente cualquier persona que tenga unos mínimos conocimientos de informática puede desarrollar un modelo en un par de horas.
- Gran cantidad de material docente disponible de forma gratuita: tal y como se detalló en el apartado 3.6 tenemos una amplia variedad de tutoriales, vídeos didácticos, guías, etc. Ofrecidos por Google de gratuita.
- Versión gratuita y versión profesional: se ofrece al usuario amateur una versión gratuita completamente funcional (lo cual ha sido un factor clave para el éxito

del programa) y al usuario profesional una versión con capacidades avanzadas de importación/exportación de ficheros.

- Gran comunidad de usuarios online: Google SketchUp cuenta con una enorme comunidad de usuarios que permite relacionarnos con otros desarrolladores, compartir nuestros modelos en la galería 3D Warehouse, solicitar ayuda, compartir nuestras experiencias con el programa, etc.
- Ampliable mediante scripts Ruby: tal y como se explicó en el apartado 4.2.9 es posible utilizar scripts Ruby para añadir funcionalidades extra a Google SketchUp. Además no es necesario saber programar para utilizar los scripts creados por otros usuarios.
- Modelar cualquier objeto, real o imaginario: Hay otros programas, como por ejemplo ArchiCAD, que están especializados en el mundo de la arquitectura. Con Google SketchUp es posible modelar cualquier objeto que conciba nuestra imaginación, sea este real o imaginario.
- Situar nuestros modelos en Google Earth: SketchUp permite modelar un objeto del mundo real (no tiene porque ser un edificio, puede ser, por ejemplo, una estatua) y situarla en sus coordenadas reales en Google Earth, de tal forma que todos los usuarios la vean.
- Compatibilidad con otros programas: Hemos dicho que Google SketchUp no permite realizar tareas como el renderizado fotorrealista o animaciones del modelo. Sin embargo, utilizando la versión profesional si que será posible importar y exportar en una gran variedad de formatos, de tal forma que será posible realizar todas esas tareas que SketchUp no puede hacer utilizando programas externos. Adicionalmente, SketchUp está integrado con otros programas, como por ejemplo con ArchiCad, mediante la Extensión de SketchUp para ArchiCAD, de la que ya hablamos en la sección 4.1.4.

PUNTOS DÉBILES

- No es posible realizar algunas tareas que sí ofrecen otros programas de modelado 3D y de las que ya se ha hablado anteriormente: rendering, animaciones del modelo, edificio inteligente (BIM), morphing, juegos, etc. Para realizar todas estas tareas habrá que recurrir a otros programas externos.
- Trabajar con superficies: Como ya se dijo en el apartado 4.1 Google SketchUp trabaja con superficies. Aunque tiene sus ventajas, esto puede crear ciertos problemas que se pueden resumir en dos: problemas al seccionar, por no ser los objetos macizos, y problemas al exportar a otros programas que trabajen con sólidos en lugar de con superficies.

- Realismo: Google Sketchup es un programa de rendering no-fotorrealista (NPR). Como se dijo en el apartado 4.3 esta técnica se centra en la expresión artística más que en el realismo. Para conseguir imágenes fotorrealistas habrá que recurrir a programas externos.
- Por ser un programa basado en polígonos no es muy bueno trabajando con curvas, ya que estas no existen sino que se aproximan utilizando líneas rectas.

A modo de resumen vamos a incluir una tabla comparando SketchUp frente a algunas de sus alternativas más conocidas. Para realizar la comparación tomamos como indicadores aquellas características más relevantes para nuestro proyecto y las valoramos de acuerdo a una escala de: bien, mal y regular.

Programa	Gratuito	Galerías de modelos y componentes.	Nivel de soporte: tutoriales, documentación, etc. (gratuitos)	Facilidad de Uso/Curva de Aprendizaje	Comunidades de usuarios, grupos, foros, etc.	Importación	Exportación
SketchUp Free	SI	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	REGULAR
SketchUp Pro	NO	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
Blender	SI	REGULAR	BIEN	MAL	BIEN	BIEN	BIEN
3DVIA Shape	SI	BIEN	BIEN	BIEN	REGULAR	BIEN	MAL
Wings3D	SI	REGULAR	BIEN	REGULAR	REGULAR	BIEN	BIEN
AutoCAD	NO	MAL	REGULAR	MAL	BIEN	BIEN	BIEN
ArchiCAD	NO	MAL	REGULAR	MAL	BIEN	BIEN	BIEN

Tabla 5: SketchUp vs otros programas

Por lo tanto podemos concluir que SketchUp es el programa que mejor se adapta a las necesidades de nuestro proyecto: tiene una versión gratuita, nos permite crear modelos 3D de forma rápida y sencilla, tiene una curva de aprendizaje muy poco pronunciada y una interfaz intuitiva, está respaldado por una amplia comunidad de usuarios y pone a nuestra disposición todos los modelos disponibles en su galería 3D Warehouse para utilizarlos como queramos.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDOS DEL DESARROLLO DE LOS MODELO 3D

Con los conocimientos adquiridos durante el estudio de la herramienta fue fácil comenzar a trabajar con Google SketchUp desde el primer momento. Su interfaz sencilla e intuitiva permite conseguir soltura en el manejo de la herramienta rápidamente.

La primera dificultad encontrada en el primero de los modelos, el del edificio Sabatini, radica en conseguir unas buenas fotografías, debido principalmente a la presencia de obstáculos arquitectónicos. De hecho, se podría decir que el proceso de tomar las fotografías y procesarlas, dejándolas listas para ser aplicadas en nuestro modelo, ha sido sin duda la tarea más dificultosa en esta fase del proyecto. En parte, esta dificultad se ha debido a una falta de experiencia y conocimientos en el manejo de programas de edición de imágenes como el Gimp.

Una vez obtenidas unas buenas imágenes, construir el modelo y decorarlo con ellas ha sido una tarea relativamente sencilla. Esta técnica nos ha permitido compensar la falta de foto realismo de SketchUp obteniendo unos resultados notables, por lo que no ha sido necesario recurrir a renderizadores externos ni a otro tipo de herramientas externas (La única herramienta externa utilizada en esta fase del proyecto ha sido el Gimp para preparar las fotografías para ser utilizadas como texturas).

La principal dificultad del segundo modelo, el del telégrafo óptico, ha sido la de modelar el propio telégrafo óptico, ya que se trata de una herramienta compleja, formada principalmente por varillas, cilindros, esferas, etc. (recordemos que en SketchUp no existen las curvas sino se aproximan mediante líneas rectas). Esta dificultad compensa la diferencia de tamaño entre ambos modelos y nos permite comparar razonablemente los tiempos de modelado.

Otra dificultad encontrada en ambos modelos deriva del hecho de no disponer de los planos de los edificios por lo que desconocemos las medidas exactas de los edificios. En el caso del primer modelo, las medidas de la planta pudieron calcularse utilizando la regla de Google Earth y de ellas pudimos derivar las medidas del alzado utilizando sencillos cálculos matemáticos. El resultado obtenido con esta técnica fue satisfactorio. En el caso del telégrafo, aunque no disponíamos de los planos de esa torre en concreto, pudimos averiguar que todas las torres utilizadas para este fin eran idénticas y seguían el estándar fijado por Mathé, de 7 metros de lado y 12 de alto.

El resto de dificultades encontradas tienen que ver con los requisitos exigidos para que nuestros modelos sean aceptados en Google Earth (de estos requisitos se habla en el capítulo [3.5.2 GOOGLE EARTH](#)), el principal de ellos es que el modelo sea lo menos complejos posible. Para cumplir con estos requisitos hemos reducido el número de polígonos al máximo y hemos procesado las imágenes para que el modelo resultante tuviese el menor tamaño posible.

Durante todo el proyecto hemos trabajado con la versión gratuita de Google SketchUp. La única ventaja que ofrece la versión profesional es la de ofrecer funcionalidades avanzadas de exportación/importación que no han sido necesarias para nuestro proyecto, pues sólo hemos tenido que exportar escenas 2D y animaciones para nuestro juego 2D y para exportar nuestros modelos en 3D hemos utilizado el plug-in gratuito de 3D Rad, luego el coste ha sido nulo en este apartado (y en el resto del proyecto).

Una vez creados los modelos, subirlos a la galería “3D Warehouse” y visualizarlos en Google Earth han sido tareas sencillas. Hemos encontrado que la integración entre Google SketchUp y Google Earth es perfecta.

Finalmente, nuestro modelo del Sabatini ha sido aceptado en la capa “Lo mejor de la galería 3D de Google Earth” por lo que podemos decir que hemos cumplido los objetivos que se marcaron con este modelo. Sin embargo, aunque haya sido aceptado para la capa, sin duda es mejorable, sobre todo en lo referente a la toma y procesado de fotografías del edificio: contando con una cámara de gran angular podrían tomarse fotografías de las fachadas completas, reduciendo drásticamente la complejidad del procesado previo de las imágenes y aumentando el realismo del modelo. Salvo en este detalle, no achacable a SketchUp, podemos decir que los resultados obtenidos con

nuestro modelo han sido muy satisfactorios y el realismo alcanzado ha sido bastante alto.

Con el modelo del telégrafo hemos reducido considerablemente el tiempo de modelado respecto al modelo del edificio Sabatini. Además, este modelo también ha sido aceptado en la capa “Lo mejor de la galería 3D de Google Earth”, por lo que consideramos que hemos cumplido los dos objetivos principales: reducir el tiempo de modelado respecto al primer modelo y que el modelo también fuese aceptado en la capa. Adicionalmente, hemos podido verificar que la curva de aprendizaje de SketchUp es prácticamente plana (entendida como la cantidad de esfuerzo requerido en aprender a utilizar la herramienta) y que se trata de una herramienta fácil de utilizar y eficiente.

Respecto a los modelos de SketchUp en general, podemos concluir que SketchUp es bueno para desarrollar modelos formados por líneas rectas: edificios, vehículos, etc. Pero no lo es tanto para desarrollar modelos formados por curvas: animales, personas, plantas, etc.

En resumen, podemos decir que trabajando con la herramienta de forma práctica hemos podido confirmar de primera mano todas las características analizadas durante el estudio de la herramienta, hemos adquirido los conocimientos suficientes para trabajar con ella de forma eficiente, hemos ganado en soltura en su manejo y finalmente hemos obtenido muy buenos resultados en muy poco tiempo.

Para desarrollar esta parte del proyecto se ha utilizado exclusivamente software gratuito y una cámara fotográfica digital para realizar las fotografías de los modelos, por lo que el coste de esta parte del proyecto ha sido nulo. Podemos estimar el tiempo total empleado en la construcción del modelo del edificio Sabatini en 66h, repartido en las siguientes tareas:

- Tomar fotografías del modelo (2h).
- Procesar las fotografías para adaptarlas como texturas utilizando herramientas de procesado de imágenes como el Gimp (24h).
- construir el modelo propiamente dicho con SketchUp (40h).

Para la construcción del modelo del telégrafo hemos empleado en total 13h, repartido en las siguientes tareas:

- Tomar fotografías del modelo (1h).
- Procesar las fotografías para adaptarlas como texturas utilizando herramientas de procesado de imágenes (2h).
- construir el modelo propiamente dicho con SketchUp (10h).

La reducción de tiempos se justifica de la siguiente manera:

Respecto al tiempo en tomar fotografías del modelo, se trata de un edificio mucho más pequeño y regular, por lo que no son necesarias tantas fotografías.

Respecto al tiempo de procesamiento de imágenes, por un lado tenemos menos imágenes que procesar y por otro, al aprender a utilizar de forma eficiente la herramienta de texturas de SketchUp con el primer modelo hemos descubierto que se trata de una herramienta muy potente que no necesita que las fotografías estén perfectamente procesadas, recortadas, etc. Es decir, que basta con adaptar la resolución y recortarlas de manera rudimentaria, la herramienta se encarga de que las fotos queden perfectamente colocadas como texturas. En resumen, no hace falta un procesamiento de imágenes tan detallado como hicimos con el primer modelo. Adicionalmente, al ser un edificio más pequeño, no hemos tenido los problemas que se nos plantearon con el primer edificio y hemos podido tomar fotografías de las fachadas completas, no siendo necesario recomponer las imágenes (una de las tareas más problemáticas del modelo del edificio Sabatini).

Finalmente, respecto al tiempo de modelado, el 90% del tiempo de modelado del edificio del telégrafo se ha dedicado a modelar el propio telégrafo. Para modelar el telégrafo hemos utilizado directamente técnicas aprendidas con el primer modelo, como por ejemplo realizar múltiples copias equidistantes, utilizar esferas, cilindros, etc. Si hubiésemos tenido que investigar previamente como realizar todas estas tareas, los tiempos de modelado habrían aumentado considerablemente acercándose a los empleados en el primer modelo del Sabatini.

Los conocimientos adquiridos durante esta parte del proyecto son los siguientes:

- Nociones de fotografía digital: resoluciones, píxeles, tamaños de imagen adecuadas para modelar, como tomar las fotografías para facilitar la labor de modelado, perspectiva, ángulos de cámara, etc.
- Conocimientos en el manejo de programas de procesamiento de fotografías (Gimp): corregir la perspectiva, corregir parámetros de la imagen (brillo, contraste, etc.), realizar transformaciones simples (recortar, pegar, unir imágenes, etc.)
- Nociones prácticas de modelado 3D: aplicar texturas, modelado eficiente (reducir el número de polígonos), requisitos de los modelos para Google Earth, manejo de SketchUp en general, etc.
- Adicionalmente, realizando el modelo del telégrafo óptico hemos obtenido algunas nociones básicas sobre la historia de este instrumento y su funcionamiento.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDOS DEL DESARROLLO DE VIDEOJUEGOS

El primer paso en el desarrollo de los videojuegos fue estudiar e investigar como realizarlos, que herramientas utilizar, como utilizarlas, etc. Los requisitos principales para estas herramientas fueron tres: que se tratara de herramientas gratuitas, que fueran relativamente fáciles de utilizar y que estuviesen bien integradas con SketchUp. Podemos decir que con las dos aplicaciones utilizadas hemos cumplido razonablemente los requisitos planteados.

Algunas de las ventajas de crear nuestros propios videojuegos:

- Podemos crear juegos ajustados exactamente a nuestros requerimientos o gustos personales.
- El proceso de creación del videojuego es en si mismo un proceso educativo y que reporta una mayor satisfacción personal que utilizar videojuegos realizados por otras personas.
- Podemos crear todos los videojuegos que queramos de forma gratuita, e incluso si los juegos son lo suficientemente buenos podemos llegar a comercializarlos.

En el caso de la aplicación Game Maker las principales ventajas que ofrece son:

- Permite crear juegos 2D de forma fácil y rápida.
- Ofrece múltiples posibilidades al programador: es posible hacer prácticamente todo lo que puede hacerse en un juego: desde lo más sencillo como mover objetos hasta lo más avanzado como crear todo tipo de efectos visuales, trabajar con partículas, etc.
- Útil tanto para novatos como para los más expertos: es posible realizar todo el juego sin tener que escribir una sola línea de código, pero también ofrece un lenguaje propio de programación (Game Maker Lenguaje - GML) para que los usuarios más avanzados puedan expresar todo su potencial.
- La versión gratuita no tiene limitaciones de tiempo y permite crear un fichero auto-ejecutable (.exe) para nuestro juego.

Respecto a los inconvenientes:

- orientado a juegos en dos dimensiones, aunque dispone de algunas funciones para crear gráficos 3D.
- Funcionalidad completa sólo en la versión de pago.
- Sólo disponible para Windows

En el caso de 3D Rad, es posible destacar las siguientes ventajas:

- Permite crear juegos en 3D de forma muy fácil y rápida.
- Muy buena integración con Google SketchUp mediante su plug-in gratuito.

Respecto a los inconvenientes:

- es una herramienta mucho más limitada que Game Maker.
- la versión gratuita sólo está disponible por un periodo de prueba de 30 días, además con esta versión no será posible crear un fichero auto-ejecutable para compartir nuestro juego.
- Consume muchos más recursos que Game Maker.
- Sólo disponible para Windows.

Adicionalmente, durante el transcurso del proyecto se han identificado dos diferencias fundamentales entre los videojuegos 2D y los videojuegos 3D.

- Requisitos del sistema: Los videojuegos en 2D presentan una menor carga computacional respecto a los videojuegos 3D. Esta diferencia es apreciable tanto al jugar como al desarrollar el juego.
- Dificultad en la programación: aunque con las herramientas actuales se ha facilitado enormemente la tarea de crear videojuegos en 3D, sigue siendo mucho más fácil crear videojuegos en 2D.

El siguiente paso fue el desarrollo de los videojuegos propiamente dichos con las herramientas elegidas: 3D Rad y Game Maker. Aunque ambas herramientas disponen de sus propios lenguajes de programación, están pensadas para que el usuario no tenga que recurrir a ellos (aunque para realizar ciertas tareas tuvimos que recurrir a escribir el correspondiente código). Los tutoriales y recursos gratuitos que se ofrecen en las páginas Web de ambos programas fueron suficientes para aprender a manejar las herramientas con solvencia y la integración de las aplicaciones con SketchUp fue correcta y no se presentó ningún problema al exportar los modelos.

Los videojuegos desarrollados no pueden compararse con los videojuegos profesionales disponibles en el mercado, el objetivo de este proyecto es el de ofrecer una fórmula para crear videojuegos de forma rápida, sencilla y gratuita, de tal forma que alguien sin conocimientos específicos de programación sea capaz de desarrollar sus propios videojuegos. Por ello nos centraremos únicamente en comparar nuestros juegos con otros juegos similares gratuitos disponibles en Internet.

Para intentar medir de manera objetiva la calidad de nuestros videojuegos hemos buscado en Internet dos ejemplos “extremos” - por un lado el videojuego más simple que hemos encontrado y por el otro el más complejo - y hemos comparado nuestro juego con ellos basándonos principalmente en dos parámetros: el aspecto técnico (básicamente a nivel de gráficos) y el aspecto argumental (complejidad argumental, grado de elaboración del juego, etc.). Para hacer la comparación vamos a centrarnos exclusivamente en el videojuego educativo, que es en el que hemos invertido más tiempo y esfuerzo.

El primero ejemplo se trata de un juego extremadamente sencillo, ofrecido por la junta de Castilla y León, en el que debemos ordenar los planetas de mayor a menor tamaño. El juego puede encontrarse en la dirección:

<http://www.educa.jcyl.es/educacyl/cm/gallery/Recursos%20Boecillo/universo/index.html>



Figura 67: Ejemplo de videojuego sencillo

El segundo ejemplo, más que de un videojuego, se trata de un complejo simulador espacial llamado Celestia que puede encontrarse en la dirección:

<http://www.shatters.net/celestia/index.html>.

Celestia es un software planetario gratuito, de libre distribución bajo licencia GNU, desarrollado por Chris Laurel y por el grupo de Código Abierto de Celestia, que nos posibilita explorar el Universo en tres dimensiones, simular viajes a través de nuestro sistema solar, viajar a más de 100.000 estrellas de la vía láctea o incluso fuera de nuestra galaxia. Celestia viene con un catálogo grande de estrellas, de galaxias, de planetas, de lunas, de asteroides, de cometas, y de naves espaciales.



Figura 68: Celestia

A nivel gráfico podemos concluir que nuestro juego está claramente más cerca del segundo ejemplo que del primero: no llega al nivel de realismo de Celestia pero se encuentra razonablemente cerca. Por lo tanto, en este apartado podemos considerar que el resultado obtenido es notable y no desmerece al de otros videojuegos similares gratuitos que podamos encontrar en Internet.

A nivel argumental nuestro juego se encuentra más cerca de la simplicidad del primero que del segundo ejemplo. Esto no es de extrañar si tenemos en cuenta que el objetivo del proyecto es el de elaborar un videojuego sencillo de manera rápida y en ningún momento hemos buscado elaborar un juego de complejidad comparable al Celestia. Además se trata de un apartado fácilmente mejorable y que no requiere de herramientas adicionales, basta con dedicarle el tiempo suficiente al desarrollo del videojuego en cuestión hasta llegar a la complejidad deseada. Por lo tanto, podemos decir que los resultados obtenidos en este apartado cumplen con los objetivos iniciales planteados.

A nivel global podemos concluir que los resultados obtenidos son totalmente satisfactorios y cumplen completamente con los objetivos que se plantearon inicialmente. Por lo tanto, utilizar modelos de SketchUp para la realización de videojuegos se muestra como una de las alternativas más eficientes, ya que nos permite sacar el máximo partido al tiempo y esfuerzo invertidos.

Aspectos mejorables de los videojuegos:

- Los modelos de SketchUp utilizados podrían haber sido renderizados con alguna herramienta externa, como Su podium, para aumentar su realismo.
- Podrían haberse creado animaciones de los modelos para aumentar el realismo de los movimientos.
- Para los juegos creados con 3D Rad, comprar la versión profesional para poder crear los ejecutables independientes supondría un coste de 130\$ (USD).
- A nivel argumental podemos mejorar el juego haciéndolo más complejo y divertido: añadir niveles de dificultad, nuevas misiones, etc.

Para crear los videojuegos hemos utilizado exclusivamente software gratuito, por lo que el coste en dinero ha sido nulo. Podemos estimar el coste en tiempo para realizar esta parte del proyecto en aproximadamente 150h, distribuidas en las siguientes tareas:

- Realizar el estudio preliminar: Cómo se desarrolla un videojuego, qué aplicaciones se utilizan, qué aplicaciones nos conviene utilizar, etc. (20h).
- Planificación de los videojuegos: cuántos videojuegos crear, sobre qué temática, bocetos, diseños preliminares, etc. (8h).
- Desarrollo de los modelos con SketchUp y obtención de los recursos para los videojuegos (20h).
- Desarrollo de los videojuegos propiamente dichos con 3D Rad y Game Maker (100h).

Conocimientos adquiridos durante esta fase del proyecto:

- Fases en el desarrollo de un videojuego:
 - Concepción.
 - Diseño.
 - Planificación.
 - Pruebas.
 - Mantenimiento.

- Tecnologías utilizadas en el desarrollo de videojuegos:
 - Lenguaje de Programación: C++, Java, C#, ActionScript, Visual Basic, etc.
 - IDE (Entorno de Desarrollo Integrado): integra el editor, compilador y depurador: Eclipse, Visual Studio, Code Warrior, Borland, etc.
 - Lenguajes de Script: java, javascript, python, ruby.
 - API: conjuntos de librerías para la creación de videojuegos: DirectX (3D Rad y Game Maker están basados en esta API), OpenGL.
 - Motor Grafico: se apoyan en las APIs aportando un mayor nivel de abstracción, pero la barrera no está clara (Renderware, Ogre3d, CrystalSpace, etc.).
 - Motor de Videojuego: Generalmente un motor grafico y un API, listos para empezar a trabajar en el videojuego con las funcionalidades usuales: Renderware, Quake Engine, Torque Game Engine, etc.
 - Paquete 3D: paquetes completos para el desarrollo de videojuegos que incluyen modeladores, animadores, etc.: 3D Max, Maya, Blender, 3D Rad, Game Maker.

- Programación de videojuegos: Animaciones, scripting, colisiones, física del juego, etc.

Finalmente, a modo de resumen, vamos a incluir en una tabla todos los costes asociados al proyecto. Dado que el coste monetario ha sido nulo, sólo vamos a incluir los costes en tiempo:

Tarea	Coste en horas
Estudio de la Herramienta	
Buscar bibliografía, tutoriales, descarga e instalación del programa	16
Realizar el estudio propiamente dicho	40
Total	56
Construcción del modelo del edificio Sabatini	
Tomar fotografías del modelo	2
Procesar las fotografías	24
construir el modelo propiamente dicho con SketchUp	40
Total	66
Construcción del modelo del Telégrafo Óptico	
Tomar fotografías del modelo	1
Procesar las fotografías	2
construir el modelo propiamente dicho con SketchUp	10
Total	13
Desarrollo de los videojuegos	
estudio preeliminar	20
Planificación de los videojuegos	8
Desarrollo de los modelos y obtención de los recursos	20
Desarrollo de los videojuegos propiamente dichos	100
Total	150

Tabla 6: Resumen costes del proyecto

8: FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Algunas ideas para futuras líneas de trabajo o proyectos que pueden llevarse a cabo:

- Mejorar los modelos aumentando su realismo y/o reduciendo el número de polígonos. Google recomienda a aquellos usuarios que se vean capaces de mejorar un modelo a mejorar el modelo existente y no crear un modelo nuevo.
- Modelar el resto de edificios de la Universidad y subirlos a Google Earth. En el verano del 2008 se celebró el concurso internacional “Model Your Campus”, para participar en el sólo tenías que modelar los edificios del campus de tu centro en Google SketchUp, crear una georeferencia de ellos en Google Earth y subirlos a la Galería 3D de Google para inmortalizar tu obra en Internet. Los ganadores recibieron un Apple iPod Touch, una consola Nintendo Wii y una camiseta y gorra de Google. Podría valorarse la posibilidad de participar en concursos similares.
- Modelar los mismos edificios con otro programa de modelado 3D y comparar los resultados y características de ambos programas.
- Realizar este mismo proyecto, pero utilizando el dúo Truespace + Virtual Earth de Microsoft en lugar de el dúo Google SketchUp + Google Earth de Google y comparar los resultados.
- Utilizar programas externos para realizar sobre el modelo todas aquellas operaciones que Google SketchUp por si solo no puede hacer: rendering fotorrealista, animaciones reales del modelo, etc.
- Los videojuegos pueden ser mejorados de muchas formas: por ejemplo, para el juego 2D (ataque alienígena) es posible crear nuevos tipos de torres de defensa, crear niveles de juego, crear más tipos de naves alienígenas, etc. El simulador de vuelo puede mejorarse añadiendo otros tipos de aeronaves, misiones, permitiendo dos jugadores simultáneamente, etc. El videojuego educativo puede mejorarse creando un sistema para almacenar la puntuación de cada usuario.
- Trabajar con la API de Ruby para crear todo tipo de extensiones para SketchUp, las posibilidades son infinitas: crear drivers para manejar SketchUp utilizando todo tipo de periféricos externos, crear un estimador de costes que multiplique automáticamente la superficie de un material por su coste...

- Desarrollar una versión de SketchUp accesible a personas con discapacidades físicas implementando una lupa, etc.
- Crear un sistema de gestión de scripts de Ruby: el sistema estaría formado por un repositorio online de scripts de Ruby y por gestores locales que se conecten al repositorio para descargar nuevos scripts y actualizaciones de manera automática. La idea es que funcione de manera similar al gestor de paquetes Synaptic de las distribuciones Debian GNU/Linux.
- Añadir soporte para audio en SketchUp, de tal forma que podamos utilizarlo para las animaciones, presentaciones, etc.
- Integrar SketchUp con Google Wave, la nueva herramienta de comunicación de Google.
- Utilizar el plugin SketchyPhysics (<http://code.google.com/p/sketchyphysics/>) que implementa un motor de físicas, para generar alguna aplicación docente orientada a la física o incluso algún juego sencillo.
- Crear un entorno de programación integrado en SketchUp para scripts de Ruby, que permita programar, ejecutar, hacer debug, etc. Simplificando la tarea de desarrollar scripts de Ruby para SketchUp (similar a la extensión Chickenfoot de Firefox).
- Crear una red social centrada en SketchUp, donde cada usuario tenga un perfil con sus modelos, animaciones, etc. E integre las funciones típicas de este tipo de redes: foros, mensajería instantánea, grupos temáticos, concursos, etc.
- Desarrollar una extensión que permita crear animaciones más complejas que las simples transiciones entre escenas. Por ejemplo, implementar un sistema de animación simple utilizando la técnica de stop motion (fotograma a fotograma).

- SketchUp tiene un motor de sombras en tiempo real que nos permite estudiar como afectará el sol a nuestro modelo en un instante determinado. Podemos tomarlo como modelo para crear un motor de iluminación artificial que nos permita estudiar como situar los puntos de luz en nuestro edificio para conseguir una iluminación óptima, es decir, dónde tenemos que colocar los puntos de luz, cuántos tendremos que colocar, etc.
- Crear una extensión que nos permita integrar SketchUp con programas de gestión de proyectos, como el Microsoft Project u Openproj. Es decir, que una vez creado el modelo nos permita gestionar los aspectos básicos de su construcción: duraciones, costes, tareas, materiales, etc.

9. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA SOBRE GOOGLE SKETCHUP

- [1] Google SketchUp and SketchUp Pro Bible. Kelly L. Murdock (Dec 10, 2008).
- [2] Google SketchUp for Dummies. Aidan Chopra (Sep 24, 2007).
- [3] Guía de usuario de Google SketchUp (©Google inc. 2007) disponible versión online en: <http://sketchup.google.com/support/?hl=es>
- [4] Tutoriales en vídeo de Google SketchUp
<http://sketchup.google.com/intl/es/training/>
- [5] Tutoriales de autoaprendizaje de Google SketchUp
<http://sketchup.google.com/intl/es/training/spt.html>
- [6] SketchUp C++ SDK (API Ruby)
<http://code.google.com/intl/es/apis/sketchup/docs/downloadsdksubmit.html>

BIBLIOGRAFÍA SOBRE GAME MAKER

- [7] Designing Games with Game Maker v7.0 (Mark Overmars) Disponible en la ayuda de Game Maker.
- [8] The Game Maker's Apprentice (Technology in Action). Jacob Habgood y Mark Overmars (2006).

BIBLIOGRAFÍA SOBRE 3D RAD

- [9] Documentación online de 3D Rad, disponible en:
<http://www.3drad.com/documentation.htm>.

OTROS RECURSOS

- [10] Manual de Gimp <http://www.gimp.org.es/modules/downloadse/>
- [11] Manual de Google Picasa
<http://picasa.google.com/support/bin/topic.py?hl=es&topic=14609>
- [12] Blender, descarga y tutoriales: <http://www.blender.org/>
- [13] 3D Warehouse: <http://sketchup.google.com/3dwarehouse/> Galería 3D de Google