



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM



Trabajo Terminal

“YÓOK’OL KAB BAAK: Mundo Palenque”

Que para cumplir con la opción de titulación curricular en la carrera de

“Ingeniería en Sistemas Computacionales”

Presentan

*Aguirre Dorantes Juan Antonio
Arriaga Fuentes Aline Denisse*

Directores

M. en C. Gabriela de Jesús López Ruiz

M. en C. Chadwick Carreto Arellano

México D.F. a 4 de Diciembre del 2011



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

No. Registro: 12-01-0030

Serie: amarilla

Diciembre 2011

Documento técnico

“YÓOK’OL KAB BAAK: Mundo Palenque”

Presentan

*Aguirre Dorantes Juan Antonio¹
Arriaga Fuentes Aline Denisse²*

Directores

*M. en C. Gabriela de Jesús López Ruiz
M. en C. Chadwick Carreto Arellano*

RESUMEN

Se tiene la necesidad de poder reconstruir parte de la Zona Arqueológica de Palenque, Chiapas, recreándolas en el periodo Clásico, esto es para que las personas puedan conocer más sobre la historia de México y poder ver cómo eran los templos cuando fueron construidos, y poder entrar en zonas que en la actualidad ya están restringidas para evitar su deterioro.

Se plantea crear una aplicación en donde el usuario pueda viajar a Palenque, Chiapas y pueda hacer un recorrido Libre por la zona arqueológica, por medio de un avatar que se podrá mover para adelante, hacia atrás; esta aplicación estará en el Sistema Operativo de Windows.

Palabras clave – Graficación, Representación lógica, Mundo Virtual

¹ antonio_aguirre17@hotmail.com

² denisse.arriaga@hotmail.com



**ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN INTEGRAL E INSTITUCIONAL**



COMISION ACADEMICA DE TRABAJO TERMINAL

México D.F. a 8 de Diciembre del 2011

**ING. APOLINAR FCO. CRUZ LÁZARO
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA
DE TRABAJO TERMINAL
PRESENTE**

Por medio del presente, informo que los alumnos que integran el **TRABAJO TERMINAL 12-01-0030** titulado **“YÓOK’OL KAB BAAK: Mundo Palenque”** concluyeron satisfactoriamente su trabajo.

El Empastado del Reporte Técnico Final y el Disco Compacto (CD) fueron revisados ampliamente por un servidor y corregidos, cubriendo el alcance y el objetivo planteados en el protocolo final y de acuerdo a los requisitos establecidos por la Comisión que usted preside.

ATENTAMENTE

M. en C. Gabriela de Jesús López Ruiz

Directora

ADVERTENCIA

“Este informe contiene información desarrollada por la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional a partir de datos y documentos con derecho de propiedad y por lo tanto su uso quedar restringido a las aplicaciones que explícitamente se convengan.”

La aplicación no convenida exime a la escuela su responsabilidad técnica y da lugar a las consecuencias legales que para tal efecto se determinen.

Información adicional sobre este reporte técnico podrá obtenerse en:

En La Subdirección Académica de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, situada en Av. Juan de Dios Bátiz s/n
Teléfono: 57296000 Extensión 52000

Agradecimientos

Quiero expresar mis agradecimientos a todas las personas que me apoyaron en el desarrollo de mi proyecto terminal. A mis padres y hermanos por siempre estar en momentos difíciles, y apoyarme con el amor y cariño que siempre me han dado.

A mis directores por su apoyo y confianza en mi trabajo, y su capacidad para guiar mis ideas que ha sido un aporte invaluable, no solamente en este proyecto terminal, si no en mi formación como un ingeniero en sistemas.

A mi compañero Juan Antonio Aguirre Dorantes por acompañarme en este proyecto que a pesar de las dificultades presentadas desde el principio, apporto sus conocimientos y paciencia para que el proyecto saliera bien.

Denisse Arriaga

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de darme una carrera, y todo el apoyo para terminarla, por darme la fuerza necesaria para terminar la carrera, a mi mamá que me dio ánimos en los momentos más pesados y difíciles, a mi hermano por ser un latoso que siempre preguntaba por mi carrera.

A mis amigos que estuvieron conmigo en la carrera: Jacob, Luis Alberto, Leobardo, Elisa, David; los jugadores de ping-pong que me dieron con que entretenerme en la carrera.

Pero la mejor amiga de la escuela y mi compañera de TT es Denisse fue la mejor amiga que pude tener en la escuela y que gracias a Dios pudimos terminar nuestro Trabajo Terminal con éxito.

Quiero agradecer a los profesores que marcaron mi estancia en la carrera como lo fueron: Antonio Barranco, Jorge Silva (Calculo), Israel Toledo, Nidia Cortez; y en especial a mi Directora Gabriela por ser más que una maestra, e incluirme en este proyecto, gracias por conocerme.

Por último a mi Novia Chitzell por apoyarme en toda la elaboración de este proyecto, con su apoyo logre llegar hasta el final y estar en todas las presentaciones y nunca defraudarme, gracias por estar conmigo.

Antonio Aguirre



INDICE



CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCIÓN	14
1.2 GENERALIDADES	14
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 JUSTIFICACIÓN	15
1.6 ESTADO DEL ARTE	17
1.7 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 1	18

CAPITULO 2 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

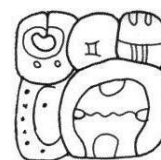
2.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA	19
2.2 ESQUEMA FÍSICO DEL SISTEMA	19
2.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA	19
2.3.1 ARQUITECTURA POR CAPAS	20
2.4 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA	20
2.5 TIPO DE SISTEMA	21
2.5.1 FREEWARE	21
2.6 PARADIGMA	22
2.6.1 PARADIGMA ORIENTADO A OBJETOS	22
2.7 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 3	22

CAPITULO 3 MARCO TEÓRICO

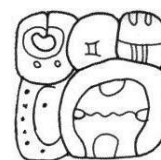
3.1 MARCO TEÓRICO	23
3.2 HISTORIA, ARQUEOLOGÍA DE PALENQUE CHIAPAS, GEOMETRÍA MAYA ASTRONOMÍA Y CREENCIAS	23
3.3 MUNDOS VIRTUALES	24
3.4 LAS TEORÍAS DE VON BERTALANFFY	25
3.5 ALGORITMOS DE COLISIÓN	26
3.6 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 3	27

CAPITULO 4 METODOLOGÍA

4.1 METODOLOGÍA	28
------------------------	-----------



4.2 MODELO CASCADA	28
4.3 ETAPAS DEL MODELO DE CASCADA	29
4.4 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 4	29
CAPITULO 5 ANÁLISIS	
5.1 ANÁLISIS	30
5.2 HERRAMIENTAS	30
5.2.1 HERRAMIENTAS DE MODELADO	30
5.2.1.1 <i>Blender</i>	30
5.2.1.1.1 Características	31
5.2.1.2 <i>Google Sketch Up</i>	32
5.2.1.2.1 Características	32
5.2.1.3 <i>3D Studio Max</i>	33
5.2.1.3.1 Características	33
5.2.2 MOTOR DE JUEGO	35
5.2.2.1 <i>Panda 3D</i>	35
5.2.2.1.1 Características	35
5.2.2.2 <i>Open GL</i>	35
5.2.2.2.1 Características	36
5.2.2.3 <i>Java Open GL</i>	36
5.2.2.3.1 Características	36
5.2.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	38
5.2.3.1 <i>Python</i>	38
5.2.3.1.1 Características	38
5.2.3.2 <i>C++</i>	38
5.2.3.2.1 Características	38
5.2.3.3 <i>Java</i>	39
5.2.3.3.1 Características	39
5.2.4 GIMP	41
5.2.4.1 <i>Características</i>	41
5.2.5 AUTOCAD	42
5.2.5.1 <i>Características</i>	42
5.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	43
5.3.1 FACTIBILIDAD OPERACIONAL	43
5.3.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA	43
5.3.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA	44
5.4 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	44
5.4.1 REQUERIMIENTOS	44
5.4.1.1 <i>Funcionales</i>	44
5.4.1.2 <i>No funcionales</i>	44
5.5 ANÁLISIS DE COSTOS	45
5.6 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 5	46



CAPITULO 6 DISEÑO

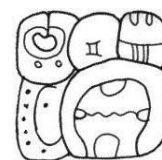
6.1 DISEÑO	47
6.2 ALGORITMO DE DETECCIÓN DE COLISIÓN	47
6.2.1 ALGORITMO COLLISION TRAVERSER	47
6.2.2 COLLISION HANDLER QUEUE	48
6.3 UML	48
6.3.1 DIAGRAMAS DE CASO DE USO	49
6.3.1.1 Elementos Básicos	49
6.3.1.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema	50
6.3.1.3 Descripción de los Casos de Uso	51
6.3.1.3.1 Iniciar Visita Virtual	51
6.3.1.3.2 Ejecutar Software	52
6.3.1.3.3 Mostrar Pantalla de Menú	52
6.3.1.3.4 Cargar Recursos	53
6.3.1.3.5 Realiza Visita Virtual	53
6.3.1.3.6 Girar Cámara	54
6.3.1.3.7 Desplazar la Cámara	55
6.3.1.3.8 Ver Información	56
6.3.1.3.9 Información Audio	57
6.3.1.3.10 Información Texto	57
6.3.1.3.11 Cambiar de Vista	58
6.3.1.3.12 Vista Panorámica	59
6.3.1.3.12 Vista Primera Persona	59
6.3.2 DIAGRAMA DE PAQUETES	60
6.3.2.1 Diagrama de Paquetes del Sistema	60
6.3.3 DIAGRAMAS DE CLASES	60
6.3.2.1 Elementos	61
6.3.2.2 Diagrama de Clases del Sistema	62
6.3.3 DIAGRAMAS DE SECUENCIAS	63
6.3.3.1 Iniciar Aplicación	63
6.3.3.2 Mostrar Pantalla de inicio	64
6.3.3.3 Girar	65
6.3.3.4 Moverse	66
6.3.3.5 Consultar Información	67
6.3.3.6 Vista Aérea	68
6.5 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 6	68
CAPITULO 7 DESARROLLO	
7.1 DESARROLLO	69
7.2 CONJUNTO DE LAS CRUCES	69
7.2.1 TEMPLO DEL SOL	70
7.2.2 TEMPLO DE LA CRUZ	71



7.2.3 TEMPLO DE LA CRUZ FOLIADA	71
7.2.4 TEMPLO XIV	72
7.2.5 TEMPLO XV	73
7.3 TEMPLO DE LA INSCRIPCIONES	73
7.4 GRUPO NORTE	74
7.5 TEMPLO CONDE	75
7.6 MAPEO DE 2D A 3D	76
7.7 MODELADO EN BLENDER	78
7.8 TEXTURIZACIÓN DE LOS MODELOS	82
7.9 ESPECIFICACIONES DEL MODELADO	86
7.10 MOTOR DE JUEGO	86
7.11 PROGRAMACIÓN EN PYTHON	88
7.11.1 CLASE LIBRE	88
7.11.2 CLASE APLICACIÓN	93
7.12 REFERENCIAS DEL CAPÍTULO 7	94
CAPITULO 8 PRUEBAS	
8.1 PRUEBAS	95
CAPITULO 9 CONCLUSIONES	
9.1 CONCLUSIONES	96
9.2 TRABAJO FUTURO	97
CONCEPTOS RELACIONADOS CON MUNDO VIRTUAL	98
CONCEPTOS TRIDIMENSIONALES	99
TIPOS DE MODELADOS	100



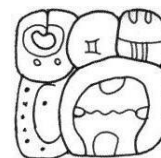
TABLA DE ILUSTRACIONES



<i>Ilustración 1</i> Arquitectura Física del Sistema	19
<i>Ilustración 2</i> Arquitectura detallada del Sistema	20
<i>Ilustración 3</i> Diagrama de Bloques del Modelo de Cascada	29
<i>Ilustración 4</i> Modelado en Blender	31
<i>Ilustración 5</i> Modelo hecho en Google Sketch Up	32
<i>Ilustración 6</i> Modelado en 3D Studio Max	33
<i>Ilustración 7</i> Aplicación GIMP	41
<i>Ilustración 8</i> Diseño en Auto CAD	42
<i>Ilustración 9</i> Diagrama de Paquetes del sistema	60
<i>Ilustración 10</i> Diagrama de Clases	62
<i>Ilustración 11</i> Diagrama de Secuencia Iniciar Aplicación	63
<i>Ilustración 12</i> Diagrama de Secuencia de Mostrar Pantalla de Inicio	64
<i>Ilustración 13</i> Diagrama de Secuencia de Girar	65
<i>Ilustración 14</i> Diagrama de Secuencia de Moverse	66
<i>Ilustración 15</i> Diagrama de Secuencia de Consultar Aplicación	67
<i>Ilustración 16</i> Diagrama de Secuencia de Vista Panorámica	68
<i>Ilustración 17</i> Palenque	70
<i>Ilustración 18</i> Templo del Sol	70
<i>Ilustración 19</i> Templo de la Cruz	71
<i>Ilustración 20</i> Templo de la Cruz Foliada	72
<i>Ilustración 21</i> Templo XIV	73
<i>Ilustración 22</i> Templo XV	73
<i>Ilustración 23</i> Templo de las Inscripciones	74
<i>Ilustración 24</i> Grupo Norte	75
<i>Ilustración 25</i> Templo del Conde	76
<i>Ilustración 26</i> Mapa de la Zona Arqueológica de Palenque hecho en AutoCAD	77
<i>Ilustración 27</i> Plano del Templo de la Cruz Foliada en forma isométrica	78
<i>Ilustración 28</i> Plano importado desde AutoCAD del Templo de Cruz Foliada	79
<i>Ilustración 29</i> Creación de Vértices y Caras	80
<i>Ilustración 30</i> Extrucción de la estructura para darle altura	80
<i>Ilustración 31</i> Modelo del Techo de la Cruz Foliada	81
<i>Ilustración 32</i> Modelo de la Crestería del Templo de la Cruz Foliada	82
<i>Ilustración 33</i> Selección de los Polígonos a Texturizar	83
<i>Ilustración 34</i> Texturización de la Cruz Foliada con Unwrapping	83
<i>Ilustración 35</i> Texturizado de los muros de la Cruz Foliada	84
<i>Ilustración 36</i> Texturización de los muros Interiores y Adoratorio	85
<i>Ilustración 37</i> Texturización del Techo y Crestería	85
<i>Ilustración 38</i> Texturización de la Crestería	86
<i>Ilustración 39</i> Exportación del Modelo Con Chicken Export	87
<i>Ilustración 40</i> Modelo En Panda View	87
<i>Ilustración 41</i> Programa Ejecutado en Python	88
<i>Ilustración 42</i> Librerías de Panda a Utilizar	89
<i>Ilustración 43</i> Recorrido Libre	90
<i>Ilustración 44</i> Teclas que se Utilizan para mover al Actor	90
<i>Ilustración 45</i> Vista Panorámica	92
<i>Ilustración 46</i> Pantalla de Información	92
<i>Ilustración 47</i> Librerías que se utilizan en la Interfaz	93
<i>Ilustración 48</i> Interfaz de la Aplicación	93



INDICE DE TABLAS



<i>Tabla 1 Estado del Arte</i>	18
<i>Tabla 2 Características de YÓOK'OL KAB BAAK</i>	18
<i>Tabla 3 Comparación entre el paradigma Orientado a Objetos y el Estructurado</i>	22
<i>Tabla 4 Tabla Comparativa de la Metodologías</i>	28
<i>Tabla 5 Características de las Herramientas de Modelado</i>	34
<i>Tabla 6 Características de Motores de Juego</i>	37
<i>Tabla 7 Equipo a Utilizar</i>	43
<i>Tabla 8 Requerimientos Funcionales</i>	44
<i>Tabla 9 Requerimientos No Funcionales</i>	44
<i>Tabla 10 Descripción de Casos de Uso Iniciar Visita Virtual</i>	51
<i>Tabla 11 Descripción del Caso de Uso Ejecutar Software</i>	52
<i>Tabla 12 Descripción del Caso de Uso Mostrar Pantalla de Menú</i>	52
<i>Tabla 13 Descripción del Caso de Uso Cargar Recursos</i>	53
<i>Tabla 14 Descripción del Caso de Uso Realizar Visita Virtual</i>	54
<i>Tabla 15 Descripción del Caso de Uso de Girar Cámara</i>	54
<i>Tabla 16 Descripción del Caso de Uso Ver Información</i>	56
<i>Tabla 17 Descripción del Caso de Uso Información de Audio</i>	57
<i>Tabla 18 Descripción del Caso de Uso Información Texto</i>	57
<i>Tabla 19 Descripción del Caso de Uso Cambiar de Vista</i>	58
<i>Tabla 20 Descripción del Caso de Uso Vista Panorámica</i>	59
<i>Tabla 21 Descripción del Caso de Uso Vista Primera Persona</i>	59
<i>Tabla 22 Especificación de los modelos</i>	86
<i>Tabla 23 Tabla con los comando permitidos en la Visita Virtual</i>	91



Capítulo 1

INTRODUCCIÓN



1.1 Introducción

Las zonas arqueológicas de nuestro país cada vez están en un estado más grande de deterioro, con lo cual imposibilita poder visitar todas las zonas y lugares, ya que se tienen que restringir el acceso para poderles dar un mantenimiento, este es el caso de la zona arqueológica de Palenque, que está ubicada en el estado de Chiapas, en donde por el mismo turismo el deterioro de los templos es más grande, gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y motivados por el restablecimiento de la zona arqueológica, queremos hacer la reconstrucción de la zona de Palenque con 8 estructuras en el tiempo Clásico en donde fueron construidas y tuvieron su máximo esplendor.

En el capítulo 1 abordaremos una introducción de que es lo que consiste el trabajo de la reconstrucción de la ciudad de Palenque, así como una breve explicación de la civilización de los Mayas y la Ciudad de Palenque, también se ve el planteamiento del problemas, sus objetivos y la justificación del porque queremos realizar este proyecto, también se ve el estado del arte y los trabajos anteriores a este y cuáles son las características que tenemos en nuestro proyecto.

En la segunda unidad se

1.2 Generalidades

La ciudad Maya de Palenque, ubicado en el estado de Chiapas, México; es uno de los sitios más importantes de esta cultura por su acervo arquitectónico, por la geometría Maya aplicada en cada una de sus edificaciones, la aplicación de la astronomía y porque se trata de un nicho que por sí solo refleja todo lo que fue la cultura Maya en su esplendor [1].

A pesar de que esta zona arqueológica es considerada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1987, un gran número de personas no tiene la oportunidad de realizar un visita física, es por ello que se propone un mundo virtual en 3D, en donde se puedan observar la majestuosidad de las edificaciones, y al mismo tiempo aprender sobre su historia de una forma cómoda, fácil, autodidacta y amigable.



1.3 Planteamiento del Problema

Seguir con la reconstrucción de la zona arqueológica de Palenque de los trabajos anteriores *BAAK* y *BEJ BAAK*, con 8 estructuras en la época Clásica para tener una mejor perspectiva de cómo eran antes los templos, y poder visualizar zonas en las que hoy en día no se puede tener acceso.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar la representación de un mundo virtual con modelado en 3D de 8 estructuras principales de la zona arqueológica de Palenque ubicada en el Estado de Chiapas y continuar el desarrollo de los trabajos anteriores *Baak* y *Bej Baak*.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Modelar parte de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas (Templo Cruz Foliada, Templo de la Cruz, Templo del Sol, Templo XIV, Templo XV, Templo del Conde, Templo de las Inscripciones y Grupo Norte), realizando la representación de un mundo virtual mediante el modelado en 3D y algoritmos de detección de colisiones.
- Implementar un mapeo en segunda dimensión (2D) del escenario en 3D que permita desplazarse en este último a través de comandos sobre el mapa.
- Reunir el material audio-visual, que será incluido en la visita.
- Conocer sobre la cultura Maya y la arqueología de Palenque-Chiapas.
- Dominar el software a ocupar (Blender, Python, Panda 3D).
- Realizar la documentación correspondiente al análisis, diseño, desarrollo.

1.5 Justificación

Debido a la riqueza arqueológica de Palenque en el Estado de Chiapas nace la idea de reconstruir la estructuración del Mundo Virtual apreciando la geometría Maya que se empleó, así como la astronomía empleada para tales estructuras; de tal forma que el visitante pueda conocer e interactuar con el entorno.

Para lograr la reconstrucción de los 8 templos de la zona arqueológica se reunirá material obtenido por la arqueóloga Rosalba Nieto Calleja del Instituto Nacional de Antropología e Historia el cual contiene planos de la zona arqueológica en formato .dwg



(AutoCAD), texturas de dichas estructuras como adoratorios, crestería y glifos; así creando un modelado en 3D y texturización, el cual se realizara en Blender 2.49, a su vez se utilizara un motor de juego llamado Panda3D 1.7.2 el cual nos proporcionara las librerías necesarias para crear nuestro mundo virtual ayudándonos con el lenguaje de programación Python; se puede implementar en cualquier sistema operativo, pero por falta de tiempo solo se implementara en Windows.

En esta aplicación el usuario podrá interactuar con el mundo virtual mediante un avatar el cual se podrá mover de forma libre (hacia adelante, hacia atrás, girar a la izquierda, girar a la derecha) y a su vez mediante un algoritmo de colisiones no podrá sobrepasar las estructuras, también tendrá dos tipos de vista: vista en tercera persona y una vista aérea con lo que es necesario aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y aplicando algunas materias como:

- Inteligencia Artificial. Ayudará para que los avatares no colisiones entre ellos así como no colisionar con el entorno.
- Graficación. Se utilizaran mallas para representar en 3D cada estructura como su entorno.
- Programación Visual. Se utiliza para poder interactuar con el sistema de modelado y el lenguaje de programación.

También se utilizará varios temas adquiridos en la carrera como:

Las teorías de Von Bertalanffy sirven para mostrar los diferentes enfoques en el estudio de los sistemas [2].

- Teoría de conjuntos.
- Teoría del juego.
- Teoría de los gráficos.
- Teoría de la decisión.
- Teoría de las colas.
- Teoría de la información.
- Teoría de comportamiento.
- Teoría de autómatas.

A lo largo del recorrido el visitante podrá adquirir conocimientos importantes acerca de la región como la descripción de cada edificación, resolviendo de esta manera el problema de la falta de difusión del sitio arqueológico. En cuanto al nombre de nuestro trabajo terminal, escogimos “YÓOK'OL KAB BAAK” porque viene de la traducción Maya “Mundo Palenque” ya que la visita es una invitación turística a las ruinas de palenque.



1.6 Estado del Arte

La importancia que tiene la ciudad Maya de Palenque es indiscutible, y esta importancia ha sido causa de que se hayan realizado una gran cantidad de investigaciones y proyectos de este lugar, en su mayoría basados en la reconstrucción de la zona arqueológica.

YÓOK'OL KAB BAAK

Se trata de una representación de un mundo virtual de la zona arqueológica de Palenque Chiapas, utilizando programas de propósito específico para generar el ambiente gráfico como Blender, Panda 3D y utilizando paquetes de programación general que proporcionan una biblioteca de funciones gráficas como Python. Se observará una texturización lo más semejante a la real en las edificaciones del mundo virtual así como su entorno.

Algunos de los proyectos relacionados con nuestro trabajo terminal son los siguientes:

- **Chiapas Virtual**

Se trata de una visita virtual a los principales sitios turísticos de Chiapas, entre ellos Palenque, basada en fotografías de 360° y de una navegación por medio de mouse dando clic en los botones de avance para ir a cualquier lugar que circunde la posición actual y que además cuente también con su fotografía propia.

- **arsVIRTUAL**

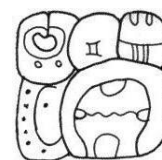
Es un programa desarrollado por la “Fundación Telefónica” sobre Teotihuacán, por tratarse de una visita a un sitio arqueológico. Se trata de una aplicación más parecida a la nuestra ya que en este caso se hace uso del modelado en tercera dimensión.

- **Teopantli**

Se trata de una vista virtual al Museo del Templo Mayor en la Ciudad de México, proyecto presentado como Trabajo Terminal en la Escuela Superior de Cómputo. Está disponible como una aplicación Web en la página oficial del Museo. Se observan texturas con cierto grado de elaboración y la introducción de música de fondo para acompañar el trayecto del visitante.

- **VirtualCan**

Elaborado en la Escuela Superior de Cómputo y se trata de una visita virtual a la zona arqueológica de Teotihuacán. Existen dos tipos de visita: guiada y libre, a través de las cuales se pueden visualizar 3 estructuras principales: La Ciudadela, La Pirámide del Sol, y la Pirámide de la Luna. Es evidente la falta de texturas a través de la visita; utiliza Blender y VRML como herramientas de modelado.



En la TABLA1 se muestra los programas que tienen que ver con trabajos similares al nuestro.

Sistema	Lugar	Año	Tipo de Visita	Características	Implementación	Licencia
TEOPANTLI	Museo del Templo Mayor	2005	Libre	Aplicación Web, Modelado en 3D	INAH	Libre
Chiapas Virtual	Palenque	2006	Libre	Fotografía en 360°	Gobierno del Estado de Chiapas	Libre
arsVIRTUAL	Teotihuacán	2007	Libre	Modelado en 3D	Fundación telefónica	Libre
VirtualCan	Teotihuacán	2007	Libre y Guiada	Aplicación Web, Modelado en 3D	No tiene	Libre
BAAK	Palenque	2008	Libre	Modelado en 3D	No tiene	Libre
Bejbaak	Palenque	2009	Libre y Guiada	Modelado en 3D	No tiene	Libre

Tabla 1 Estado del Arte

Para después poner las características que va a tener nuestro programa que es YÓOK'OL KAB BAAK se muestran en la TABLA 2.

Características
Interfaz de la zona arqueológica
Vista en primera persona
Recorrido con dispositivos de entrada (teclado)
Vista panorámica
Recorrido Libre
Los movimientos serán controlados por el usuario
Información histórica en texto o audio
Sonidos ambientales

Tabla 2 Características de YÓOK'OL KAB BAAK

1.7 Referencias del Capítulo 1

- [1] <http://www.historiacultural.com/2010/01/cultura-maya-precolombina-mesoamerica.html>
- [2] <http://suang.com.ar/web/wp-content/uploads/2009/07/tgsbertalanffy.pdf>



Capítulo 2

DEFINICION DEL SISTEMA



2.1 Definición del Sistema

Para poder definir el sistema tenemos que saber cómo va a estar compuesto de manera lógica, cuál va a ser su arquitectura y que paradigma es el que va a utilizar.

2.2 Esquema Físico del Sistema

En la ILUSTRACION 1 se muestra el diagrama físico del sistema que consiste en que el usuario podrá acceder a la aplicación YÓOK'OL KAB BAAK mediante los dispositivos de entrada (teclado) y podrá apreciar la majestuosidad de Palenque Chiapas así como su información en el dispositivo de salida.



Ilustración 1 Arquitectura Física del Sistema

2.3 Arquitectura del Sistema

La arquitectura del software es el diseño de más alto nivel en donde especifica la forma en la que va a ser diseñado el sistema; Es el diseño detallado de cómo se debe diseñar implementar y ensamblar. Una arquitectura de software desarrolla un modelo mental de cómo debe funcionar la aplicación, el resultado depende de la aplicación pero puede beneficiarse con arquitecturas que otros han desarrollado [1].



2.3.1 Arquitectura por Capas

La programación por capas es un estilo de programación en el que el objetivo primordial es la separación de la lógica de negocios de la lógica de diseño; un ejemplo básico de esto consiste en separar la capa de datos de la capa de presentación al usuario.

La ventaja principal de este estilo es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, sólo se ataca al nivel requerido sin tener que revisar entre código mezclado. [2]

En la ILUSTRACION 2 Se muestra la arquitectura detallada del sistema que consiste en la forma en que se va a desarrollar YÓOK'OL KAB BAAK:

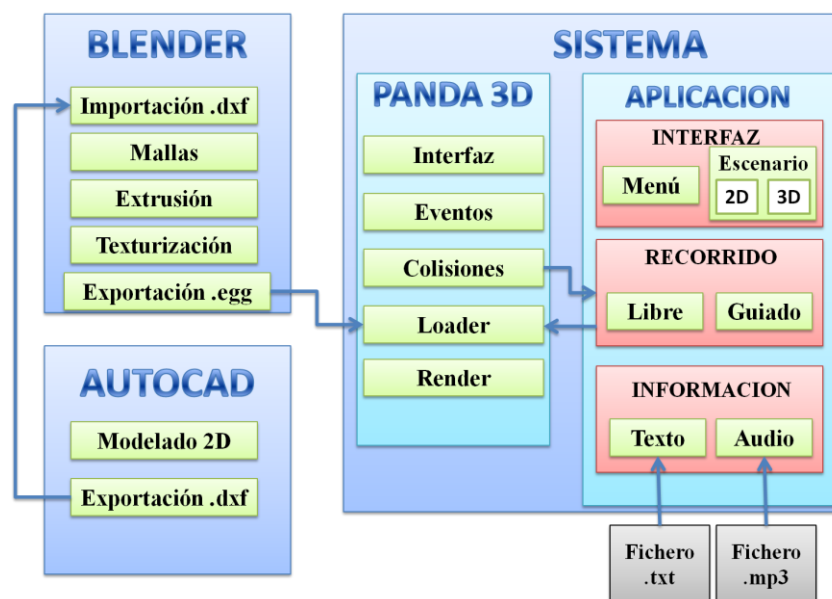


Ilustración 2 Arquitectura detallada del Sistema

2.4 Delimitación del Sistema

- El modelo, a partir del cual se representara un mundo virtual de la Zona arqueológica de Palenque Chiapas en su estado actual.
- Se han elegido 8 estructuras principales para ser modeladas:
 - ❖ Templo de la Cruz.
 - ❖ Templo del Sol.
 - ❖ Templo Cruz Foliada.
 - ❖ Templo XIV.
 - ❖ Templo XV.
 - ❖ Templo del Conde.



- ❖ Grupo Norte.
- ❖ Templo de las Inscripciones.
 - El sistema contara con sonidos lo más parecido a los reales de la zona.
 - El sistema contara con música Maya.
 - Contará con información de las edificaciones.
 - El sistema tendrá texturas cercanas a las reales para darle más realismo al mundo virtual.

2.5 Tipo de Sistema

El software de aplicación está diseñado y escrito para realizar tareas específicas personales, empresariales o científicas como el procesamiento de nóminas, la administración de los recursos humanos o el control de inventarios. Todas éstas aplicación es procesan datos y generan información para el usuario [3].

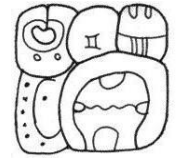
Está diseñado para facilitar al usuario la realización de un determinado tipo de trabajo.

Posee ciertas características que le diferencia de un sistema operativo, de una utilidad y de un lenguaje. Suele resultar una solución informática para la automatización de ciertas tareas complicadas como puede ser la contabilidad o la gestión de un almacén. Ciertas aplicaciones desarrolladas suelen ofrecer una gran potencia ya que están exclusivamente diseñadas para resolver un problema específico. Otros, llamados paquetes integrados de software, ofrecen menos potencia pero a cambio incluyen varias aplicaciones, como un programa procesador de textos, de hoja de cálculo y de base de datos.

El software de aplicación permite a los usuarios llevar a cabo una o varias tareas más específicas, en cualquier campo de actividad susceptible de ser automatizado o asistido, con especial énfasis en los negocios, también podemos decir que el software de aplicación son aquellos que nos ayudan a la elaboración de una determinada tarea, este tipo de software es diseñado para facilitar al usuario en la realización de un determinado tipo de trabajo.

2.5.1 Freeware

Freeware es un software de computadora que se distribuye sin cargo. A veces se incluye el código fuente, pero no es lo usual. El Freeware suele incluir una licencia de uso, que permite su redistribución pero con algunas restricciones, como no modificar la aplicación en sí, ni venderla, y dar cuenta de su autor. Programa computacional cuyo costo económico para el usuario final es cero, independiente de las condiciones de distribución y uso que tenga. Este tipo de software la mayoría son utilerías para realizar cierta tarea como el programa WinRar, el cual nos sirve para la compresión de un archivo.



2.6 Paradigma

Es un modelo o patrón en cualquier disciplina científica u otro contexto epistemológico.

El término tiene también una concepción en el campo de la psicología refiriéndose a acepciones de ideas, pensamientos, creencias incorporadas generalmente durante nuestra primera etapa de vida que se aceptan como verdaderas o falsas sin ponerlas a prueba de un nuevo análisis[4].

2.6.1 Paradigma Orientado a Objetos

Escogimos el paradigma orientado a objetos por medio de esta TABLA 3 comparativa con el paradigma estructurado [5].

Paradigma Clásico	Paradigma Orientado a Objetos
1.- Fase de Requisitos	1.- Flujo de Trabajo de los requisitos.
2.- Fase de Análisis (Especificaciones)	2.- Flujo de Trabajo del análisis orientado a objetos
3.- Fase de Diseño	3.- Flujo de Trabajo de Diseño orientado a objetos
4.- Fase de Implementación.	4.- Flujo de Trabajo de la Implementación orientada a objetos
5.- Mantenimiento pos entrega.	5.- Mantenimiento pos entrega.
6.- Retiro.	6.- Retiro.

Tabla 3 Comparación entre el paradigma Orientado a Objetos y el Estructurado

2.7 Referencias del Capítulo 3

- [1] Ingeniería de Software Una perspectiva orientada a objetos, Braude Alfaomega pág. 250
- [2] Ingeniería de Software Una perspectiva orientada a objetos, Braude Alfaomega
- [3] Ingeniería de Software, Ian Sommerville, Pearson Addison Wesley 7° Edición págs. 109-111
- [4] Ingeniería de Software Clásica y Orientada a Objetos, Stephen R. Schach, McGraw Hill 6° Edición pág. 23
- [5] Ingeniería de Software Una perspectiva orientada a objetos, Braude Alfaomega pág. 278



Capítulo 3

MARCO TEORICO



3.1 Marco Teórico

En esta unidad se conocerá todos los temas que se necesitan saber para entender más a fondo este proyecto, así como también como se tiene planeado desarrollarlo para que cualquier persona al leerlo pueda entender la ideología que nosotros tenemos para llevarlo a cabo.

3.2 Historia, arqueología de Palenque Chiapas, geometría Maya Astronomía y creencias

Palenque se localiza al norte del estado de Chiapas, en la zona conocida como Tierras Bajas del Sur. En su momento, gracias a su privilegiada posición, controló varios pueblos de sus alrededores. Para el Clásico Tardío (600-900 d.C.) es uno de los centros más importantes de la región [1].

Durante su momento de esplendor, Palenque fue el centro rector de una parte considerable de la cuenca del Usumacinta, con una dinastía gobernante que trazo su ascendencia hasta llegar a señores míticos, quizá tan remotos como los Olmecas.

Las inscripciones de los templos de Palenque registran la historia del sitio, incluyendo la del famoso gobernante K'inich Hanab Pakal (Escudo de Rostro Solar).

Al parecer, las actividades constructivas en Palenque cesaron alrededor del 783 d.C., mientras que las rituales concluyeron hacia el 810 d.C. Para después del 900 d.C., la ciudad se hallaba en completo abandono.

El área descubierta hasta 2005 abarca 2,5 km², pero se estima que sólo se ha explorado menos de un 10% de la superficie total que alcanzó la ciudad, permaneciendo aún más de mil estructuras cubiertas por la selva. En 1981, Palenque fue designada "Zona Protegida". La Unesco la declaró Patrimonio de la Humanidad en 1987.

Algunas de las estructuras Principales de las ruinas de Palenque son:

- Templo de las inscripciones.
- El Palacio.
- Conjunto de las Cruces:
 - ❖ Templo de la Cruz.
 - ❖ Templo del Sol.
 - ❖ Templo de la Cruz Foliada.



- Acueducto.
- Templo del León.
- Templo del Conde

La geometría se encuentra presente en las distintas facetas de la actividad diaria de los mayas, tal como: diseño de sus ciudades, las formas de sus edificios, cerámica y tejidos. Todas las ciudades se encuentran distribuidas de forma geométrica, basándose en la posición de las estrellas y el sol. Las plazas se encontraban en el centro y alrededor las casas, las primeras filas las ocupaban los jefes o altos cargos y las siguientes los campesinos.

En la tradición oral, los sacerdotes, difunden que mucho de su conocimiento viene del maíz. Es del fruto del maíz de dónde deriva la forma de sus templos, de los granos surgen las escalinatas. También del maíz obtienen otros conocimientos, por ejemplo: del período del cultivo y de sus diferentes etapas como: la siembra, la calza, la limpia, etc., surgen así muchas de las cuentas del calendario.

Los códices en la astronomía Maya muy pequeños que han sido elasticidad sabida al testimonio de la gran profundidad y amplitud de su conocimiento: En astronomía, mencionar solos datos, calculaban el año solar con el gran precisión: En el año 2.500 la CA lo calculaba en 365.24249 días. En el año 1.000 la C.C. la calculaba en 365.2421954 días. En el momento que, la NASA la calcula en 365.242128 días (es anotar que utilizan a la NASA un reloj atómico). La cosa anterior es un indicador no sólo de su conocimiento astronómico pero también de sus avances en las matemáticas.

La gran mayoría de los templos Mayas, son tetraedros truncados, prismas de base rectangular, en algunos casos cilindros circulares [2].

3.3 Mundos Virtuales

El mundo virtual es una simulación de mundos o entornos; sirven desde hace años para la enseñanza. Existen ya programas que mediante cámaras de video y software permiten crear "Puertas virtuales" [3].

Los mundos virtuales son una forma fácil, divertida e interactiva de ver un espacio en todas las direcciones con sólo mover el ratón y/o teclado, por medio de las "fotografías panorámicas esféricas", que permiten observar el espacio fotografiado en 360°x180°.

Eso significa a todo alrededor más arriba y abajo, como si se estuviese en el lugar.

Los mundos virtuales o tours virtuales, se convierten en las secciones más visitadas de cualquier página web, debido al gran atractivo visual y alto nivel de interactividad.



Aumentan notablemente la permanencia del usuario en la página, y en consecuencia, su atracción e interés por el lugar fotografiado. El usuario percibe el espacio esférico con una vista totalmente verosímil y natural, tal como es en la realidad desde cualquier computadora con acceso a Internet. Este es el gran atractivo, el de convidar al navegante con la posibilidad de realizar una visita virtual al lugar, con la sensación de estar allí.

Los mundos virtuales son la mejor forma de promocionar sectores como el turismo y el comercio con unos resultados atractivos y altamente efectivos. Las visitas virtuales interactivas dan además la libertad al visitante de moverse entre los distintos espacios, ampliar detalles, mapas de situación y otras muchas características siendo fácilmente integrable en cualquier página web.

Mundos virtuales son también llamados mundos digitales y simulación de mundos. Hay muchos tipos diferentes de mundos virtuales, sin embargo hay seis características todas ellas tienen en común:

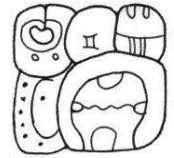
- **Espacio compartido:** El mundo permite a muchos usuarios participar a la vez.
- **Interfaz gráfica de usuario:** El mundo representa visualmente el espacio, que van en estilo 2D de "caricatura" a las imágenes más entornos inmersivos 3D.
- **Inmediatez:** La interacción tiene lugar en tiempo real.
- **Interactividad:** El mundo permite a los usuarios a modificar, desarrollar, construir, o enviar contenido personalizado.
- **Persistencia:** La existencia del mundo sigue independientemente de si son los usuarios individuales los que aparecen como conectados.
- **Socialización y comunidad:** El mundo permite y alienta la formación en el mundo de los grupos sociales como los equipos, los gremios, clubes, círculos, de casa, barrios, etc.

3.4 Las teorías de Von Bertalanffy

Las teorías de Von Bertalanffy sirven para mostrar los diferentes enfoques en el estudio de los sistemas.

La teoría "clásica" de los sistemas aplica matemáticas clásicas, o sea el cálculo infinitesimal. Aspira a enunciar principios aplicables a sistemas en general o a subclases definidas, a proporcionar técnicas para su investigación y descripción, y aplicar éstas a casos concretos. En virtud de la generalidad de tal descripción, puede afirmarse que algunas propiedades formales serán aplicables a cualquier entidad o sistema (abierto, jerárquico, etc.), aun cuando sus particulares naturaleza, partes, relaciones, etc. se desconozcan o no se investiguen [5].

Los objetivos originales de la Teoría General de Sistemas son los siguientes:



- Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos.
- Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

Teoría de conjuntos: Las propiedades formales generales de sistemas: Sistemas cerrados y abiertos, etc. Pueden ser axiomatizadas en términos de teoría de los conjuntos.

Este enfoque es comparable con las formulaciones más burdas y más especiales de la teoría clásica de los sistemas. Teoría de los gráficos.

Teoría del juego: Se ocupa del comportamiento de los jugadores racionales a fin de obtener ganancias máximas y pérdidas mínimas gracias a estrategias apropiadas contra el otro jugador.

Teoría de los gráficos: El sistema consiste en subunidades con ciertas condiciones de frontera, entre las cuales se dan procesos de transporte. Estos sistemas pueden tener una estructura catenaria o mamilar (Cadena de compartimientos o compartimiento central en comunicación con múltiples periféricos).

Teoría de la decisión: Se ocupa de la elección de probabilidades racionales dentro de las decisiones humanas, de acuerdo con una situación determinada, y sus posibles consecuencias.

Teoría de las colas: Se ocupa de la optimización de disposiciones en condición de apiñamiento.

Teoría de la información: Se basa en que la información sirva de medida de organización.

3.5 Algoritmos de colisión

Conseguir que unos modelos geométricos con una representación gráfica conozcan las posiciones relativas de unos respecto de otros es bastante costoso en términos computacionales. En aplicaciones de tiempo real es necesario que se detecten colisiones entre objetos en una pequeña fracción de tiempo, siendo esta tarea normalmente compartida con otros aspectos, como la visualización, o con determinados cálculos asociados a la aplicación, cálculos que deben ser realizados entre frames [6].

La disciplina llamada Detección de Colisiones (DC) se encarga de obtener en algunos casos una medida de la cercanía de esos modelos, y en otros de determinar simplemente si dos o más de estos se encuentran en colisión.



El objetivo principal de los algoritmos de detección de colisión es calcular las interacciones geométricas entre los objetos, sin importar el número y complejidad que los objetos puedan tener.

Algunos algoritmos de detección de colisión 3D son:

- Punto/poliedro
- Esfera/poliedro
- Poliedro-poliedro
- Collision Traverser
- Collision Handler Queue

3.6 Referencias del Capítulo 3

- [1] <http://www.matematicaparatodos.com/varios/mayas02.pdf>
- [2] <http://centros5.pntic.mec.es/sierrami/dematesna/demates67/opciones/investigaciones%20matematicas%200607/matematicas%20mayas/matematicas%20mayas.html>
- [3] <http://www.mundosvirtuales.net/>
- [4] <http://pci.unalmzl.edu.co/Tesis/cesarcardona.pdf>
- [5] <http://suang.com.ar/web/wp-content/uploads/2009/07/tgsbertalanffy.pdf>
- [6] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/msp/ramirez_o_md/capitulo1.pdf



Capítulo 4

METODOLOGIA



4.1 Metodología

La metodología son los pasos a seguir para lograr algo, es el que método que se utilizara para desarrollar este sistema, existen varios tipos de metodologías por ejemplo: cascada, exponencial, xp, espiral, etc.

4.2 Modelo Cascada

La metodología que se va utilizar es el “Modelo en Cascada” mismo que proporciona las siguientes ventajas:

- Este trabajo terminal puede tener más desarrollos a futuro, puesto que quedan muchas otras estructuras de Palenque por incluir en la visita.
- La documentación se produce en cada fase.
- El modelo es similar a otros modelos del proceso de ingeniería.
- Es realizado de una manera lineal.

Modelo en cascada sugiere un enfoque sistemático, secuencial hacia un desarrollo del software, que se inicia con la especificación de requerimientos del cliente y que continúa con la planeación, el modelado, la construcción y el despliegue para culminar en el soporte del software terminado [1].

Analizando algunas de las metodologías más utilizadas por la ingeniería del software, obtuvimos la siguiente TABLA 4.

Metodología	Ventajas	Desventajas
Cascada	Los requisitos quedan bien definidos desde el principio. Se puede definir un tiempo para cada etapa	El cliente no ve el producto en funcionamiento hasta el final del proceso El regreso a etapas anteriores provoca un gran costo.
Espiral	Es conveniente cuando tenemos proyectos complejos, donde el problema no está bien definido y con lleva una serie de riesgos	El tiempo de realización se define por el número de giros y no se sabe con exactitud cuántos serán.
Prototipado	El sistema final puede salir de un prototipo Funciona para requisitos que no están bien definidos	El tiempo que requiere es impreciso por qué no se sabe cuántos prototipos se requerirán para llegar a la solución

Tabla 4 Tabla Comparativa de la Metodologías



4.3 Etapas del Modelo de Cascada

- **Análisis y definición de requerimientos.** Los servicios, restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios.
- **Diseño del sistema y del software.** El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistema hardware y software.
- **Implementación y prueba de unidades.** Durante esta etapa, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas.
- **Integración y prueba del sistema.** Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software.
- **Funcionamiento y mantenimiento.** Por lo general, esta es la fase más larga del ciclo de vida. El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico.

En la ILUSTRACION 3 se muestra el diagrama de bloques del modelo elegido.



Ilustración 3 Diagrama de Bloques del Modelo de Cascada

4.4 Referencias del Capítulo 4

- [1] <http://www.mitecnologico.com/Main/ModeloDeCascada>



Capítulo 5

ANÁLISIS



5.1 Análisis

Antes de que el diseño y la construcción de un sistema basado en computadora puedan comenzar, es necesario entender las necesidades. Esto se logra realizando una serie de tareas de ingeniería de requisitos. Mismas que conducen a comprender cuál será el impacto del software, que es lo que el sistema requiere y como interactuarán los usuarios finales con el software.

Elegir Blender, Panda 3D y Python como herramientas de desarrollo es consecuencia de analizar y deliberar en varios ámbitos, los que se consideraron más importantes fueron los siguientes:

- Se trata de 3 herramientas multiplataforma, lo que de manera inmediata le da portabilidad a nuestro sistema.
- Las 3 son herramientas libres, por lo que el costo del sistema se minimiza al utilizarlas.
- Se trata de 3 herramientas que son frecuentemente utilizadas y han demostrado tener buen funcionamiento.
- Se trata de 3 herramientas que se utilizaron en los proyectos anteriores *Baak* y *Bej Baak*.

5.2 Herramientas

5.2.1 Herramientas de Modelado

Las herramientas de modelado son programas de propósito específico para la creación de contenidos en 3D como animaciones, simulaciones dinámicas, etc.

5.2.1.1 Blender

Blender es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, animación y creación de gráficos tridimensionales.

Tiene una muy peculiar interfaz gráfica de usuario, que se critica como poco intuitiva, pues no se basa en el sistema clásico de ventanas; pero tiene a su vez ventajas importantes sobre éstas, como la configuración personalizada de la distribución de los menús y vistas de cámara [1].



5.2.1.1.1 Características

- 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.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, NURBS, metaballs.
- Junto a las herramientas de animación se incluyen cinemática inversa, deformaciones por armadura o cuadrícula, vértices de carga y partículas estáticas y dinámicas.
- 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, YafRay o Yafrid.4
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Blender acepta formatos gráficos como TGA, JPG, Iris, SGI, o TIFF. También puede leer ficheros Inventor.
- 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.
- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- 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.

En la ILUSTRACION 4 se muestra un modelo hecho en Blender



Ilustración 4 Modelado en Blender



5.2.1.2 Google Sketch Up

SketchUp es un programa informático de diseño y modelaje en 3D para entornos arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado y publicado por Google [2].

5.2.1.2.1 Características

- SketchUp fue diseñado con el objetivo de que pudiera usarse de una manera intuitiva y flexible.
- Incluye en sus recursos un tutorial en vídeo para ir aprendiendo paso a paso cómo se puede ir diseñando y modelando el propio ambiente.
- SketchUp permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante.
- Incluye una galería de objetos, texturas e imágenes listas para descargar.

La ILUSTRACION 5 Muestra un modelo hecho en Google Sketch Up.



Ilustración 5 Modelo hecho en Google Sketch Up



5.2.1.3 3D Studio Max



Es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado por Autodesk, en concreto la división Autodesk Media & Entertainment (anteriormente Discreet).

3ds Max es uno de los programas de animación 3D más utilizados. Dispone de una sólida capacidad de edición, una omnipresente arquitectura de plugins y una larga tradición en plataformas Microsoft Windows.

3ds Max es utilizado en mayor medida por los desarrolladores de videojuegos, aunque también en el desarrollo de proyectos de animación como películas o anuncios de televisión, efectos especiales y en arquitectura [3].

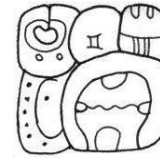
5.2.1.3.1 Características

- Proporcionan modelos potentes, integrado 3D, animación, renderizado y composición de herramientas que permiten a los artistas y diseñadores a la rampa más rápidamente para la producción.
- La cuota de dos versiones de la tecnología de núcleo y características, pero ofrecen experiencias diferenciadas y conjuntos de herramientas especializadas para los desarrolladores de juegos, artistas de efectos visuales y diseñadores gráficos, por una parte, y los arquitectos, diseñadores, ingenieros y especialistas en visualización por el otro.

La ILUSTRACION 6 muestra un modelo hecho en 3D Studio Max.



4 3D Studio Max
Ilustración 6 Modelado en 3D Studio Max



Nombre	Descripción	Versión Actual	S.O	Licencia	Compatibilidad con Panda 3D	Consumo de recursos
Blender	Usado para creación de gráficos tridimensionales con un eficaz generador y aplicador de texturas, contiene herramientas de animación, edición de audio y sincronización de video. Tiene aceptación de formatos gráficos como TGA, JPG, TIFF entre otros.	2.49	Multiplataforma	BSD	100%	Utiliza sus propios recursos gráficos lo que reduce notoriamente el consumo de recursos y espacio en el disco duro.
Google SketchUp	Programa informático de diseño y modelaje en 3D para entornos arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, GIS, videojuegos o películas. Permite conceptualizar rápidamente volúmenes y formas arquitectónicas de un espacio.	8	Windows y Mac	Privado	No tiene compatibilidad	La cantidad de recursos que consume es de acuerdo a la complejidad de lo que se esté realizando
3D Studio Max	Permite crear gráficos y animación en 3D, utilizado en la mayoría de las veces para la creación de videojuegos y animación de películas. Dispone una arquitectura de plugins.	10.0	Windows(2000,X P,vista)	Privado	No tiene compatibilidad	Los recursos que consume son altos por la calidad de imágenes y animaciones que se pueden crear

Tabla 5 Características de las Herramientas de Modelado



5.2.2 Motor de Juego

Un motor de juego es un conjunto de componentes reutilizables, es toda aquella lógica de juegos que se desarrolla para posteriormente esta misma poderla aplicarla en los juegos ,proyectos, que queramos, un motor de juego básicamente incluye renderizado para gráficos 2D y 3D, un motor de la física o de detección de colisión (choque y respuesta), el sonido, secuencias de comandos, animación, la inteligencia artificial, la creación de redes, streaming, memoria Gestión, threading, y una escena gráfica [4].

5.2.2.1 Panda 3D

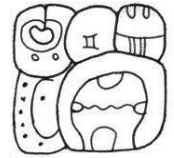
Panda3D es un motor de videojuegos que incluye gráficos, audio, E/S, detección de colisiones, así como otras características relevantes para la creación de juegos en 3D. El lenguaje de programación de videojuegos para el que fue destinado Panda3D es Python. El motor en sí mismo está escrito en C++, y utiliza un generador empaquetador automático para exponer la completa funcionalidad del motor en una interfaz de Python. Este enfoque da al programador las ventajas del desarrollo en Python, como el desarrollo rápido o la gestión avanzada de memoria, pero mantiene el rendimiento de un lenguaje compilado en el núcleo del motor. Por ejemplo, el motor es integrado con el recolector de basura de Python, y las estructuras del motor son manejadas automáticamente [5].

5.2.2.1.1 Características

- Panda3D es un motor gráfico de escenas 2D. Esto significa que el mundo virtual es inicialmente un espacio cartesiano vacío en el cual el programador de videojuegos inserta los modelos en 3D.
- Panda 3D no distingue entre modelos 3D grandes o pequeños.
- Provee de operadores de alto nivel, como la carga de modelos, ejecución de animaciones, detección de colisiones, etc.

5.2.2.2 Open GL

OpenGL (Open Graphics Library) es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan gráficos 2D y 3D. La interfaz consiste en más de 250 funciones diferentes que pueden usarse para dibujar escenas tridimensionales complejas a partir de primitivas geométricas simples, tales como puntos, líneas y triángulos. Fue desarrollada originalmente por Silicon Graphics Inc. (SGI) [6].



5.2.2.2.1 Características

- El funcionamiento básico de OpenGL consiste en aceptar primitivas tales como puntos, líneas y polígonos, y convertirlas en píxeles.
- La mayor parte de los comandos de OpenGL bien emiten primitivas a la pipeline gráfica o bien configuran cómo la pipeline procesa dichas primitivas.
- OpenGL es una API basada en procedimientos de bajo nivel que requiere que el programador dicte los pasos exactos necesarios para renderizar una escena.
- El diseño de bajo nivel de OpenGL requiere que los programadores conozcan en profundidad la pipeline gráfica, a cambio de darles libertad para implementar algoritmos gráficos novedosos.

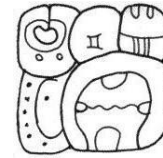
5.2.2.3 Java Open GL

Es un contenedor de la colección que permite a OpenGL para ser utilizado en el lenguaje de programación Java. Originalmente fue desarrollado por Kenneth Bradley Russell y John Christopher Kline, y fue desarrollado por la Sun Microsystems Game Technology Group. Desde 2010, ha sido independiente de código abierto del proyecto bajo una licencia BSD.

JOGL permite el acceso a la mayoría de características disponibles para C programas de idiomas, con la notable excepción de la ventana del sistema de llamadas relacionadas en OpenGL Utility Toolkit (GLUT), como Java tiene sus propios sistemas de ventanas, Abstract Window Toolkit (AWT), Swing , y algunas extensiones [7].

5.2.2.3.1 Características

- Se accede a través de JOGL Java Native Interface (JNI) llamadas. Como tal, el sistema subyacente debe ser compatible con OpenGL para JOGL a trabajar.
- Sólo expone los procedimientos de la API OpenGL a través de métodos de algunas clases, en lugar de tratar de asignar funciones de OpenGL en la programación orientada a objeto paradigma. De hecho, la mayor parte del código de JOGL es autogenerado a partir de los archivos de cabecera C OpenGL a través de una herramienta de conversión llamado GlueGen, que fue programada específicamente para facilitar la creación de JOGL.
- El procedimiento y la máquina de estados de OpenGL naturaleza es incompatible con el método típico de la programación en Java, que es molesto para muchos programadores.
- La asignación directa de la API OpenGL C a los métodos de Java hace que la conversión de aplicaciones C existentes y ejemplos de código mucho más simple.



Nombre	Descripción	Versión Actual	S.O.	Licencia	Nivel de Programación	Compatibilidad con Blender	Consumo de Recursos
Panda 3D	Es un motor de videojuegos que incluye gráficos, audio, E/S, detección de colisiones, así como otras características relevantes para la creación de juegos en 3D.	Panda 1.7.0	Multiplataforma	Licencia BSD	Alto	100 %	Depende directamente de la complejidad del mallado de los modelos
OpenGL	Es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan gráficos 2D y 3D.	OpenGL 4.1.0	Multiplataforma	Diversas	Bajo	Compatible, excepto que no exporta texturas	En realidad las imágenes se pueden visualizar con un retraso mínimo, pero ocupan el hardware para acelerar gráficos.
Java OpenGL	Es un contenedor de la colección que permite a OpenGL para ser utilizado en el lenguaje de programación Java	1.1.1	Plataforma-Cruz	Licencia BSD	Medio	Compatible, excepto que no exporta texturas	El consumo de recursos es moderado, depende del IDE a utilizar y de los gráficos y que se estarán manejando.

Tabla 6 Características de Motores de Juego



5.2.3 Lenguaje de Programación

5.2.3.1 Python

Python es un lenguaje de programación Multiparadigma. Esto significa que más que forzar a los programadores a adoptar un estilo particular de programación, permite varios estilos: programación orientada a objetos, programación estructurada y programación funcional. Otros muchos paradigmas más están soportados mediante el uso de extensiones [8].

5.2.3.1.1 Características

- Python usa tipo de dato dinámico y reference counting para el manejo de memoria.
- Resolución dinámica de nombres, lo que enlaza un método y un nombre de variable durante la ejecución del programa (también llamado ligadura dinámica de métodos).
- Los módulos se pueden escribir fácilmente en C o C++.
- Python puede utilizarse como un lenguaje de extensión para módulos y aplicaciones que necesitan de una interfaz programable.

5.2.3.2 C++

C++ es un lenguaje de programación diseñado a mediados de los años 1980 por Bjarne Stroustrup. La intención de su creación fue el extender al exitoso lenguaje de programación C con mecanismos que permitan la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido [9].

5.2.3.2.1 Características

- C++ es un lenguaje de programación Multiparadigma.
- Redefine los operadores (sobrecarga de operadores), y de poder crear nuevos tipos que se comporten como tipos fundamentales.
- El C++ mantiene las ventajas del C en cuanto a riqueza de operadores y expresiones, flexibilidad, concisión y eficiencia.

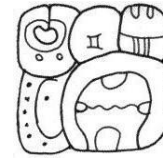


5.2.3.3 Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria [10].

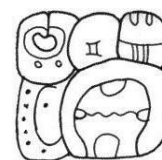
5.2.3.3.1 Características

- Las aplicaciones Java están típicamente compiladas en un bytecode, aunque la compilación en código máquina nativo también es posible.
- En el tiempo de ejecución, el bytecode es normalmente interpretado o compilado a código nativo para la ejecución, aunque la ejecución directa por hardware del bytecode por un procesador Java también es posible.
- Encapsulación.
- Herencia.
- Polimorfismo.
- Enlace dinámico.



Nombre	Descripción	Versión Actual	S.O.	Licencia	Nivel de Programación	Compatibilidad con Blender
Python	Es un lenguaje de programación Multiparadigma. Esto significa que más que forzar a los programadores a adoptar un estilo particular de programación,	3.1.2 / 2.7	Multiplataforma	Licencia BSD	Alto	100 %
C++	C++ es un lenguaje imperativo orientado a objetos derivado del C.	C++ 0x	Multiplataforma	Licencia BSD	Medio	Compatible
Java	Java es un lenguaje de programación orientado a objetos	Java SE 6	Multiplataforma	Licencia BSD	Alto	Compatible

Tabla 7 Características de Lenguajes de Programación



5.2.4 Gimp

GIMP (GNU Image Manipulation Program) es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits de dibujos y fotografías. Es un programa libre y gratuito. Está englobado en el proyecto GNU y disponible bajo la Licencia pública general de GNU.

Es el programa de manipulación de gráficos disponible en más sistemas operativos, como ser, Unix, GNU/Linux, Windows, Mac OS X, entre otros, además se incluye en muchas distribuciones GNU/Linux [11].

5.2.4.1 Características

- GIMP ha ido soportando nuevos formatos, sus herramientas son más potentes, además funciona con extensiones o plugins y scripts.
- GIMP permite el tratado de imágenes en capas, para poder modificar cada objeto de la imagen en forma totalmente independiente a las demás capas en la imagen, también pueden subirse o bajarse de nivel las capas para facilitar el trabajo en la imagen, la imagen final puede guardarse en el formato xcf de GIMP que soporta capas, o en un formato plano sin capas, que puede ser png, bmp, gif, jpg, etc.
- Con GIMP es posible producir imágenes de manera totalmente no interactiva y realizar un procesamiento por lotes que cambien el color o conviertan imágenes.

En la ILUSTRACION 7 se muestra la interfaz de Gimp.

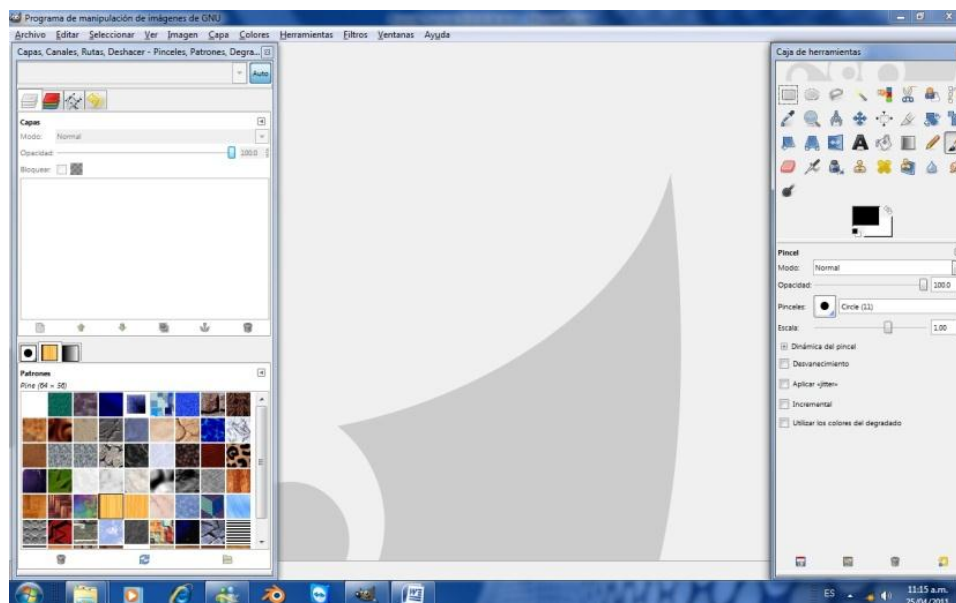
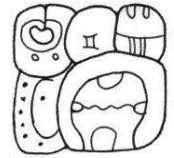


Ilustración 7 Aplicación GIMP



5.2.5 AutoCAD

Autodesk AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk [12].

5.2.5.1 Características

- Gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo.
- La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado.
- Procesa imágenes de tipo vectorial, aunque admite incorporar archivos de tipo fotográfico o mapa de bits, donde se dibujan figuras básicas o primitivas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.), y mediante herramientas de edición se crean gráficos más complejos.
- El programa permite organizar los objetos por medio de capas o estratos, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color y grafismo. El dibujo de objetos seriados se gestiona mediante el uso de bloques, posibilitando la definición y modificación única de múltiples objetos repetidos.
- Parte del programa AutoCAD está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas.
- La extensión del archivo de AutoCAD es .dwg, aunque permite exportar en otros formatos (el más conocido es el .dxf).
- El formato .dxf permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD, reservándose AutoCAD el formato .dwg para sí mismo.
- El formato .dxf puede editarse con un procesador de texto básico, por lo que se puede decir que es abierto.

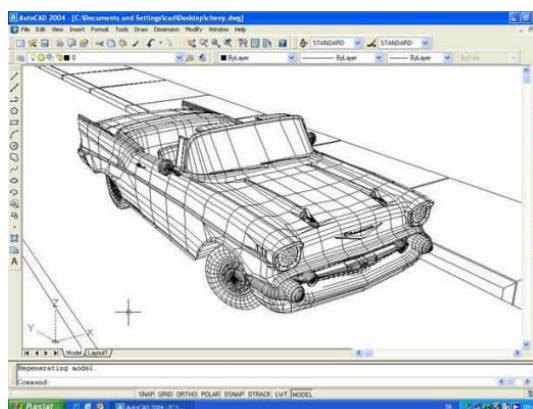
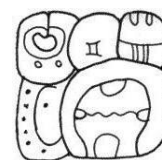


Ilustración 8 Diseño en Auto CAD



5.3 Estudio de Factibilidad

5.3.1 Factibilidad Operacional

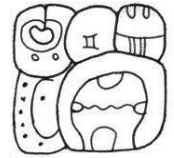
El sistema está dirigido al público en general interesado en conocer, involucrarse y aprender acerca del sitio arqueológico de Palenque, Chiapas. Por lo que un usuario del sistema es una persona interesada en este tema que evidentemente no presentará rechazo al mismo, adicionalmente la visita virtual pretende ser de manejo sencillo e intuitivo para usuarios inexpertos, lo que implica que no deben aprender nada nuevo para poder utilizarlo.

5.3.2 Factibilidad Técnica

Tomando en cuenta las herramientas ya justificadas para el desarrollo del sistema, se cuenta con versiones adecuadas y vigentes para cada una de ellas. Además, los integrantes del grupo de trabajo se tienen las herramientas suficientes para utilizarlas y obtener el mejor provecho en beneficio del desarrollo de la visita virtual. En cuanto a hardware se refiere, se cuenta con los equipos tecnológicamente adecuados para utilizar dicho software y realizar las pruebas necesarias en los prototipos del sistema y para la ejecución del producto final.

Equipo que se utilizará para el desarrollo del Trabajo				
Nombre	Procesador	Memoria RAM	Tarjeta Grafica	Disco Duro
Toshiba Harman/Kardon	Genuine IntelT2130 1.86GHz 1.87GHz	2 GB	128 MB	120 GB
Toshiba NB200	Intel Atom CPU N280 1.67 GHz	1 GB	128 MB	120 GB
Mac BookPro 7.1	Intel Core 2 Duo 2.4 GHZ 2.4 GHz	4 GB	256 MB	256 GB

Tabla 7 Equipo a Utilizar



5.3.3 Factibilidad Económica

De acuerdo con el análisis y elección de herramientas a utilizar para el desarrollo de este sistema, podemos notar que todas cuentan con una licencia libre, es decir, sin costo alguno por lo que es factible la realización del sistema.

Por estos tres estudios se concluye un proyecto perfectamente viable en lo que a tecnología, capacidades, tiempo y dinero se refiere. Con lo que podemos decir que el proyecto está en condiciones de seguir adelante.

5.4 Especificación de Requerimientos

5.4.1 Requerimientos

5.4.1.1 Funcionales

Requerimientos funcionales	
RF 1	Visualizar menú
RF2	Iniciar Visita
RF3	Visualización de Información

Tabla 8 Requerimientos Funcionales

5.4.1.2 No funcionales

Requerimientos no funcionales	
RNF 1	Interfaz de la zona arqueológica con perspectiva en primera persona
RNF2	Vista Aérea
RNF3	Pedir información tanto modo audio como texto
RNF4	Interfaz en Python
RNF5	El sistema será controlado por teclado
RNF6	Ambientación música maya y de la naturaleza
RNF7	Full Screen Windowed

Tabla 9 Requerimientos No Funcionales



5.5 Análisis de Costos

Tecnologías utilizadas

Blender	\$0.00
Panda 3D	\$0.00
Python	\$0.00
TOTAL	\$0.00

Insumos

Internet	\$2,268.00
Electricidad	\$1,500.00
TOTAL	\$3,768.00

El sueldo del personal está calculado por los 18 meses de trabajo con un salario de \$10,000 al mes.

Sueldos de personal

Sueldo de personal	\$360,000.00
TOTAL	\$360,000.00

Costos Adicionales por Desarrollo

Diseño en AutoCAD 2010	\$ 580.00 la hora
Horas invertidas	12
TOTAL	\$6960.00

Diseño en Blender

Modelado	\$935.00 por hora
Horas invertidas	28
TOTAL	\$26180.00

Extrucción	\$623.00 por hora
Horas invertidas	40
TOTAL	\$24920.00

Texturización	\$450.00 por hora
Horas invertidas	56
TOTAL	\$25200.00

Programación en Python	\$534.00 por hora
Horas invertidas	336
TOTAL	\$180000.00

Desarrollo en Panda3d	\$15000.00
-----------------------	-------------------



COSTO DEL SISTEMA

\$616828

5.6 Referencias del Capítulo 5

- [1] http://www.freewebs.com/marquitux/GVFX/INTRO_2_3.7.1.pdf
- [2] <http://sketchup.google.es/download.html>
- [3] <http://www.unav.es/SI/servicios/manuales/3DStudiomax.pdf>
- [4] <http://programacionentretenida.wordpress.com/2008/04/22/motores-de-juegos/>
- [5] <http://www.panda3d.org/manual/pdfs/QuickReference.pdf>
- [6] <http://www.salle.url.edu/~oscarg/resources/openGLTutorialSpanish.pdf>
- [7] <http://jogamp.org/jogl/www/ts1361.pdf>
- [8] <http://es.tldp.org/Tutoriales/Python/tut.pdf>
- [9] <http://mat21.etsii.upm.es/ayudainf/aprendainf/Cpp/manualcpp.pdf>
- [10] <http://www.unav.es/SI/manuales/Java/indice.html#1.2.>
- [11] <http://docs.gimp.org/quickreference/gimp-keys-es.pdf>



Capítulo 6

DISEÑO



6.1 Diseño

El diseño de software establece una filosofía general que guía el trabajo del diseño que debe ejecutarse; crea una representación o modelo del software y proporciona detalles sobre la arquitectura de este, como: estructura de datos, interfaces y componentes que se necesitan para implementar en el sistema.

El diseño permite modelar el sistema o producto que se va a construir. Este modelo se evalúa respecto de la calidad y su mejora antes de generar código; después se efectúan pruebas y se involucra a muchos usuarios finales. El diseño es el lugar donde se establece la calidad del software.

El diseño representa al software de varias maneras. En primer lugar, debe representarse la arquitectura del sistema o producto. Después se modelan las interfaces que conectan al software con los usuarios finales, con otros sistemas y dispositivos, y sus propios componentes constitutivos. Por último, se diseña los componentes del software que se utilizan para construir el sistema [1].

6.2 Algoritmo de detección de colisión

6.2.1 Algoritmo Collision Traverser

Un objeto Collision Traverser realiza el trabajo real de la comprobación de todos los objetos sólidos para las colisiones. Normalmente, se creará un único objeto Collision Traverser y asignarlo a `base.cTrav`, lo Traverser se ejecutará automáticamente cada fotograma.

El Collision Traverser mantiene una lista de los objetos activos en el mundo, a veces llamado el "colisionadores" o "de los objetos". El resto de objetos colidable en el mundo que no se agregan a una Collision Traverser son los "en objetos". Cada uno de los "de los objetos" es la prueba de colisiones con todos los demás objetos en el mundo, incluidos los de otros objetos, así como en objetos.

Se tiene que dividir el mundo entre "los objetos" y "en objetos". Por lo general, el de los objetos son los objetos que se mueven en la escena, y los objetos estáticos como las paredes y los pisos están en los objetos, pero el sistema de colisiones no requiere esto, es perfectamente legítimo que un objeto de permanecer completamente inmóvil mientras que un objeto en se mueve en él, y la colisión aún se detectan.



Es una buena idea por razones de rendimiento para reducir al mínimo el número de los objetos en una escena en particular. Por ejemplo, el avatar del usuario suele ser un objeto de, en muchos casos, puede ser el único de objeto requerido todos los otros objetos en la escena, incluyendo las paredes, pisos y otros avatares, puede ser simplemente en objetos [2].

6.2.2 Collision Handler Queue

El tipo más simple de Collision Handler, este objeto simplemente registra las colisiones que se detectaron durante el recorrido más reciente.

Cada objeto sólo puede tener un controlador de colisión asociado con él [3].

6.3 UML

Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group). Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema.

UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales y concretos, en los conceptuales son procesos de negocio y funciones del sistema, y los concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables [4].

En UML 2.0 hay 13 tipos diferentes de diagramas. Para comprenderlos de manera concreta, a veces es útil categorizarlos jerárquicamente, como se muestra en la figura de la derecha.

Los Diagramas de Estructura enfatizan en los elementos que deben existir en el sistema modelado:

- Diagrama de clases.
- Diagrama de componentes.
- Diagrama de objetos.
- Diagrama de estructura compuesta (UML 2.0).
- Diagrama de despliegue.
- Diagrama de paquetes.



Los Diagramas de Comportamiento enfatizan en lo que debe suceder en el sistema modelado:

- Diagrama de actividades.
- Diagrama de casos de uso.
- Diagrama de estados.

Los Diagramas de Interacción son un subtipo de diagramas de comportamiento, que enfatiza sobre el flujo de control y de datos entre los elementos del sistema modelado:

- Diagrama de secuencia.

6.3.1 Diagramas de Caso de Uso

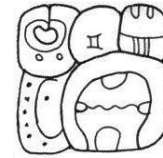
Un caso de uso es en esencia, una interacción típica entre un usuario y un sistema de cómputo.

- El caso de uso capta alguna función visible para el usuario.
- El caso de uso puede ser pequeño o grande.
- El caso de uso logra un objetivo discreto para el usuario.

Su ventaja principal es la facilidad para interpretarlos, lo que hace que sean especialmente útiles en la comunicación con el cliente [5].

6.3.1.1 Elementos Básicos

- **Actores:** Los actores representan un tipo de usuario del sistema. Se entiende como usuario cualquier cosa externa que interactúa con el sistema. No tiene por qué ser un ser humano, puede ser otro sistema informático o unidades organizativas o empresas.
- **Caso de uso:** Es una tarea que debe poder llevarse a cabo con el apoyo del sistema que se está desarrollando. Se representan mediante un óvulo. Cada caso de uso debe detallarse, habitualmente mediante una descripción textual.
- **Asociaciones:** Hay una asociación entre un actor y un caso de uso si el actor interactúa con el sistema para llevar a cabo el caso de uso.
- **Un escenario** es una interacción entre el sistema y los actores, que puede ser descrito mediante una secuencia de mensajes. Un caso de uso es una generalización de un escenario.



6.3.1.2 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

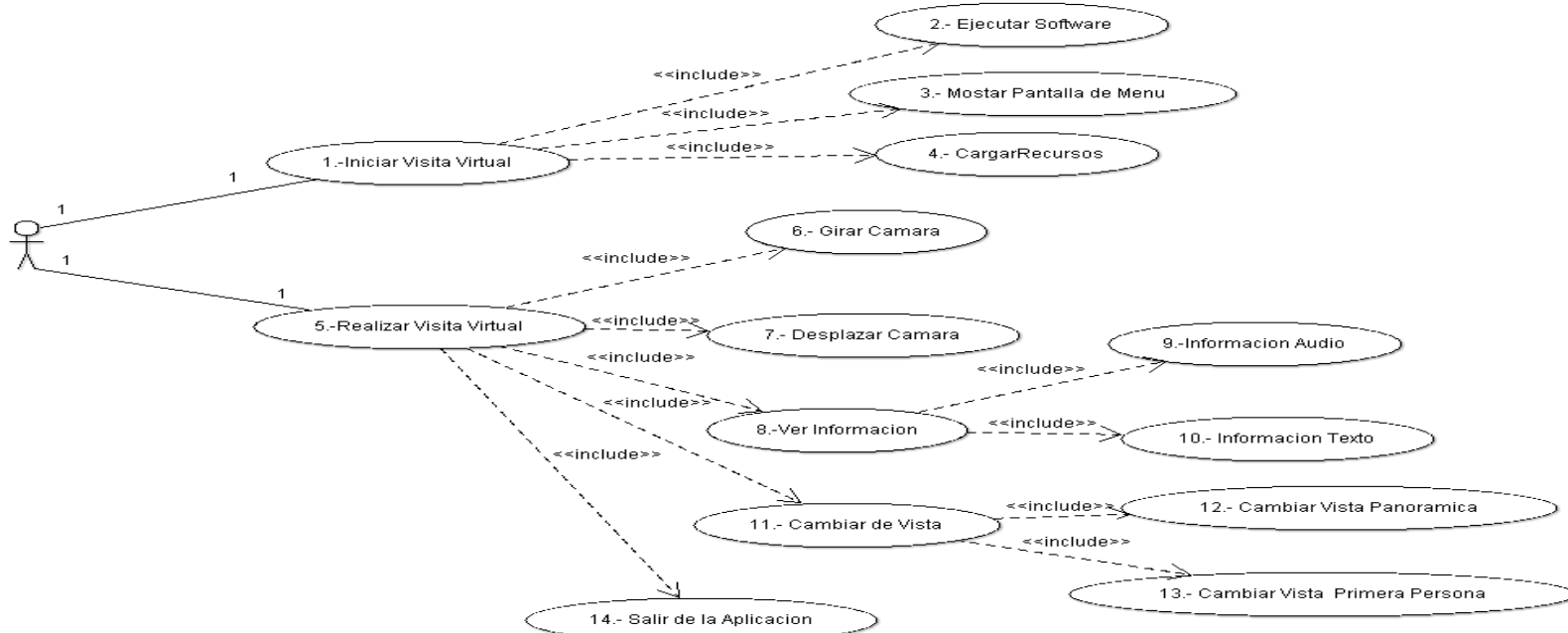


Diagrama 1 Diagrama de Casos de Uso

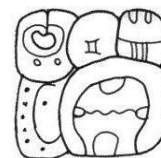


6.3.1.3 Descripción de los Casos de Uso

6.3.1.3.1 Iniciar Visita Virtual

Sección Principal		
Nombre:	1.-Iniciar Visita Virtual	
Descripción:	Procedimiento para acceder a la aplicación.	
Propósito:	Iniciar la Aplicación de YÓOK'OL KAB BAAK	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ejecutar el programa.	
2		Se manda a llamar el Caso de uso Ejecución de Software
3	El Usuario desea ver la Pantalla de menú	
4		Se llama el Caso de Uso de Mostrar Pantalla Menú
5	El usuario desea continuar con la carga del programa	
6		Se llama el caso de uso Cargar recursos

Tabla 10 Descripción de Casos de Uso Iniciar Visita Virtual



6.3.1.3.2 Ejecutar Software

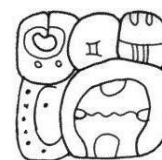
Sección Principal		
Nombre:	2.-Ejecutar Software	
Descripción:	El usuario ejecuta el programa para iniciar el uso de este	
Propósito:	Cargar el programa en memoria para su ejecución	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ejecutar el programa.	
2		El programa se carga en memoria utilizando los recursos para mostrar la pantalla de inicio en donde se mostraran las opciones de tipo de recorrido

Tabla 11 Descripción del Caso de Uso Ejecutar Software

6.3.1.3.3 Mostrar Pantalla de Menú

Sección Principal		
Nombre:	3.- Mostrar Pantalla de Menú	
Descripción:	Se muestra en la pantalla los dos tipos de recorrido: libre y guiado para continuar se debe de presionar una de las opciones	
Propósito:	Se visualiza la pantalla de interfaz donde muestra los recorridos	
Actores:	Usuario.	
Precondiciones:	Contar con el sistema.	
Pos condiciones:	Entra aplicación.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la pantalla de menú de recorridos	
2		Se muestra la pantalla de menú en donde se visualiza el tipo de recorrido a utilizar

Tabla 12 Descripción del Caso de Uso Mostrar Pantalla de Menú



6.3.1.3.4 Cargar Recursos

Sección Principal		
Nombre:	4.- Cargar Recursos	
Descripción:	Cargar en memoria las ubicaciones de todos los recursos para usar en la aplicación, carga los modelados en 3D configura las colisiones necesarias tanto en el actor como la cámara.	
Propósito:	Cargar los recursos necesarios para el funcionamiento de la aplicación	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea iniciar cargar aplicación	
2		El sistema carga los recursos las ubicaciones de los recursos de memoria, carga los modelados en 3D.
3		Carga las colisiones del actor y la cámara.
4		Carga el sonido de ambiente

Tabla 13 Descripción del Caso de Uso Cargar Recursos

6.3.1.3.5 Realiza Visita Virtual

Sección Principal	
Nombre:	5.- Realiza Visita Virtual
Descripción:	Habilita el desplazamiento del actor, la posición de la cámara, así como también la teclas de información de las estructuras
Propósito:	Inicia la visita virtual
Actores:	Usuario.
Tipo:	Primario, Esencial



Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea iniciar el desplazamiento por el mundo virtual en 3D	
2		Dependiendo de lo que quiera realizar el usuario el sistema puede realizar los siguientes casos de uso, en cualquier orden. Se llama el caso de uso Girar Cámara Se llama el caso de uso Desplazarse Se llama el caso de uso Ver información Se llama el caso de uso Cambiar Vista de Cámara

Tabla 14 Descripción del Caso de Uso Realizar Visita Virtual

6.3.1.3.6 Girar Cámara

Sección Principal		
Nombre:	6.- Girar Cámara	
Descripción:	Mediante las teclas “a” y ”s” permite girar la cámara alrededor de su propio eje, ya sea horizontal o vertical y así tener un punto de vista distinto del entorno virtual	
Propósito:	Girar Cámara	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea mirar un ángulo diferente	
2		La cámara es rotada dependiendo de la tecla que se eligió, “a” gira a la izquierda, “s” gira a la izquierda

Tabla 15 Descripción del Caso de Uso de Girar Cámara



6.3.1.3.7 Desplazar la Cámara

Sección Principal		
Nombre:	7.- Desplazar la Cámara	
Descripción:	Cuando el usuario presiona las teclas destinadas al desplazamiento del actor la cámara se moverá con él a la nueva posición basada en la posición anterior.	
Propósito:	Mediante las teclas del desplazamiento se podrá mover el actor y la cámara por entorno	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario selección entre: <ul style="list-style-type: none"> - Desplazamiento hacia enfrente (ver Sección Frente) - Desplazamiento hacia la Izquierda (ver Sección Izquierda) - Desplazamiento hacia la Derecha (ver Sección Derecha) 	
Sección Frente		
Curso Normal de los Eventos		
	Acción de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1		La cámara es desplazada hacia enfrente según la orientación que tenga en ese momento el actor.
Curso Alterno		
Línea N° 1	Se presenta una colisión contra un modelo 3D, si lo anterior ocurre la cámara es ubicada en la posición anterior a la colisión	
Sección Izquierda		
Curso Norma de los Eventos		
	Acción de los Actores	Respuesta Esperada del sistema
1		La cámara es desplazada hacia la izquierda según la orientación que tenga en ese momento el actor.
Curso Alterno		

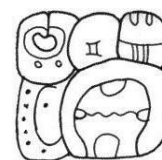
Línea N° 1	Se presenta una colisión contra un modelo 3D, si lo anterior ocurre la cámara es ubicada en la posición anterior a la colisión	
Sección Derecha		
	Acción de los Actores	Repuesta esperada del Sistema
1		La cámara es desplazada hacia la derecha según la orientación que tenga en ese momento el actor.
Curso Alterno		
Línea N° 1	Se presenta una colisión contra un modelo 3D, si lo anterior ocurre la cámara es ubicada en la posición anterior a la colisión	

Tabla 16 Descripción del Caso de Uso Desplazar Cámara

6.3.1.3.8 Ver Información

Sección Principal		
Nombre:	8.- Ver Información	
Descripción:	Muestra información referente a las estructuras de la visita virtual	
Propósito:	Mostrar Información Relevante	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Opcional, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la información en pantalla	
2		Dependiendo de la acción del usuario el sistema llama a los siguientes casos de uso: Se llama al caso e uso Información Texto Se llama al caso de uso Información Audio

Tabla 16 Descripción del Caso de Uso Ver Información



6.3.1.3.9 Información Audio

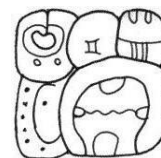
Sección Principal		
Nombre:	9.- Información Audio	
Descripción:	Se escucha el archivo .mp3 que tiene información sobre las estructuras	
Propósito:	Mostrar Información en Audio	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Opcional, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la información en modo audio en pantalla	
2		Se escucha la información del archivo mp3 acerca de la estructura que el usuario pidió

Tabla 17 Descripción del Caso de Uso Información de Audio

6.3.1.3.10 Información Texto

Sección Principal		
Nombre:	10.- Información Texto	
Descripción:	Muestra en Pantalla la Información de la Estructura en Forma texto	
Propósito:	Mostrar Información en Texto	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Opcional, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la información en modo texto en pantalla	
2		Muestra información referente al modelo 3D el cual representa una de las 4 estructuras

Tabla 18 Descripción del Caso de Uso Información Texto



6.3.1.3.11 Cambiar de Vista

Sección Principal		
Nombre:	11.- Cambiar de Vista	
Descripción:	Permite intercambiar entre el tipo de vista en primera persona y la vista aérea	
Propósito:	Intercambiar entre dos tipos de vista de cámara distintos	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea cambiar el tipo de vista de la cámara	
2		Dependiendo de la vista que desee el usuario el sistema llama los siguientes casos de uso: Se llama el caso de uso Vista Aérea Se llama el caso de uso Vista en Primera Persona

Tabla 19 Descripción del Caso de Uso Cambiar de Vista



6.3.1.3.12 Vista Panorámica

Sección Principal		
Nombre:	12.-Vista Aérea	
Descripción:	Ubica la cámara a 50 metros constantes por encima del terreno	
Propósito:	Vista Aérea de la Zona Arqueológica de Palenque	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Opcional, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la vista aérea	
2		La cámara se posiciona a 50 metros de altura constante sobre el terrero ubicada en la parte de arriba del modelo 3d.

Tabla 20 Descripción del Caso de Uso Vista Panorámica

6.3.1.3.12 Vista Primera Persona

Sección Principal		
Nombre:	13.-Vista Primera Persona	
Descripción:	Ver una vista de la zona arqueológica desde el suelo en la parte atrás del actor	
Propósito:	Ver una vista en primera persona de las estructuras el Grupo de las Cruces de la Zona de Palenque	
Actores:	Usuario.	
Tipo:	Primario, Esencial	
Curso Normal de los Eventos		
	Acciones de los Actores	Respuesta Esperada del Sistema
1	El usuario desea ver la vista en primera persona	
2		La cámara se posiciona atrás del actor simulando la vista en primera persona

Tabla 21 Descripción del Caso de Uso Vista Primera Persona



6.3.2 Diagrama de Paquetes

Un diagrama de paquetes muestra cómo un sistema está dividido en agrupaciones lógicas mostrando las dependencias entre esas agrupaciones. Dado que normalmente un paquete está pensado como un directorio, los diagramas de paquetes suministran una descomposición de la jerarquía lógica de un sistema.

Los Paquetes están normalmente organizados para maximizar la coherencia interna dentro de cada paquete y minimizar el acoplamiento externo entre los paquetes. Con estas líneas maestras sobre la mesa, los paquetes son buenos elementos de gestión. Cada paquete puede asignarse a un individuo o a un equipo, y las dependencias entre ellos pueden indicar el orden de desarrollo requerido.

6.3.2.1 Diagrama de Paquetes del Sistema

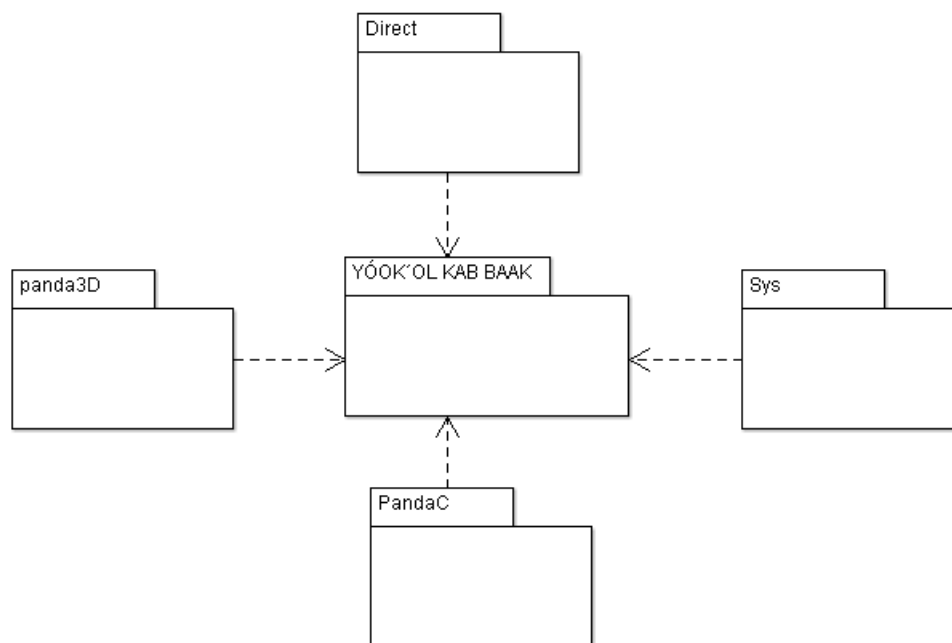


Ilustración 9 Diagrama de Paquetes del sistema

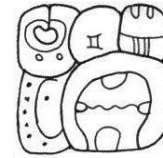
6.3.3 Diagramas de Clases

Un diagrama de clases es un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, atributos funcionamiento y las relaciones entre ellos. Los diagramas de clases son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de los sistemas, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el sistema, y los componentes que se encargaran del y la relación entre uno y otro [8].



6.3.2.1 Elementos

- **Propiedades:** también llamados atributos o características, son valores que corresponden a un objeto, como color, material, cantidad, ubicación. Generalmente se conoce como la información detallada del objeto. Suponiendo que el objeto es una puerta, sus propiedades serían: la marca, tamaño, color y peso.
- **Operaciones:** comúnmente llamados métodos, son aquellas actividades o verbos que se pueden realizar con/para este objeto, como por ejemplo abrir, cerrar, buscar, cancelar, acreditar, cargar. De la misma manera que el nombre de un atributo, el nombre de una operación se escribe con minúsculas si consta de una sola palabra. Si el nombre contiene más de una palabra, cada palabra será unida a la anterior y comenzará con una letra mayúscula, a excepción de la primera palabra que comenzará en minúscula.
- **Interfaz:** es un conjunto de operaciones que permiten a un objeto comportarse de cierta manera, por lo que define los requerimientos mínimos del objeto. Hace referencia a polimorfismo.
- **Herencia:** se define como la reutilización de un objeto padre ya definido para poder extender la funcionalidad en un objeto hijo. Los objetos hijos heredan todas las operaciones y/o propiedades de un objeto padre. Por ejemplo: Una persona puede especializarse en Proveedores, Acreedores, Clientes, Accionistas, Empleados; todos comparten datos básicos como una persona, pero además cada uno tendrá información adicional que depende del tipo de persona, como saldo del cliente, total de inversión del accionista, salario del empleado, etc.



6.3.2.2 Diagrama de Clases del Sistema

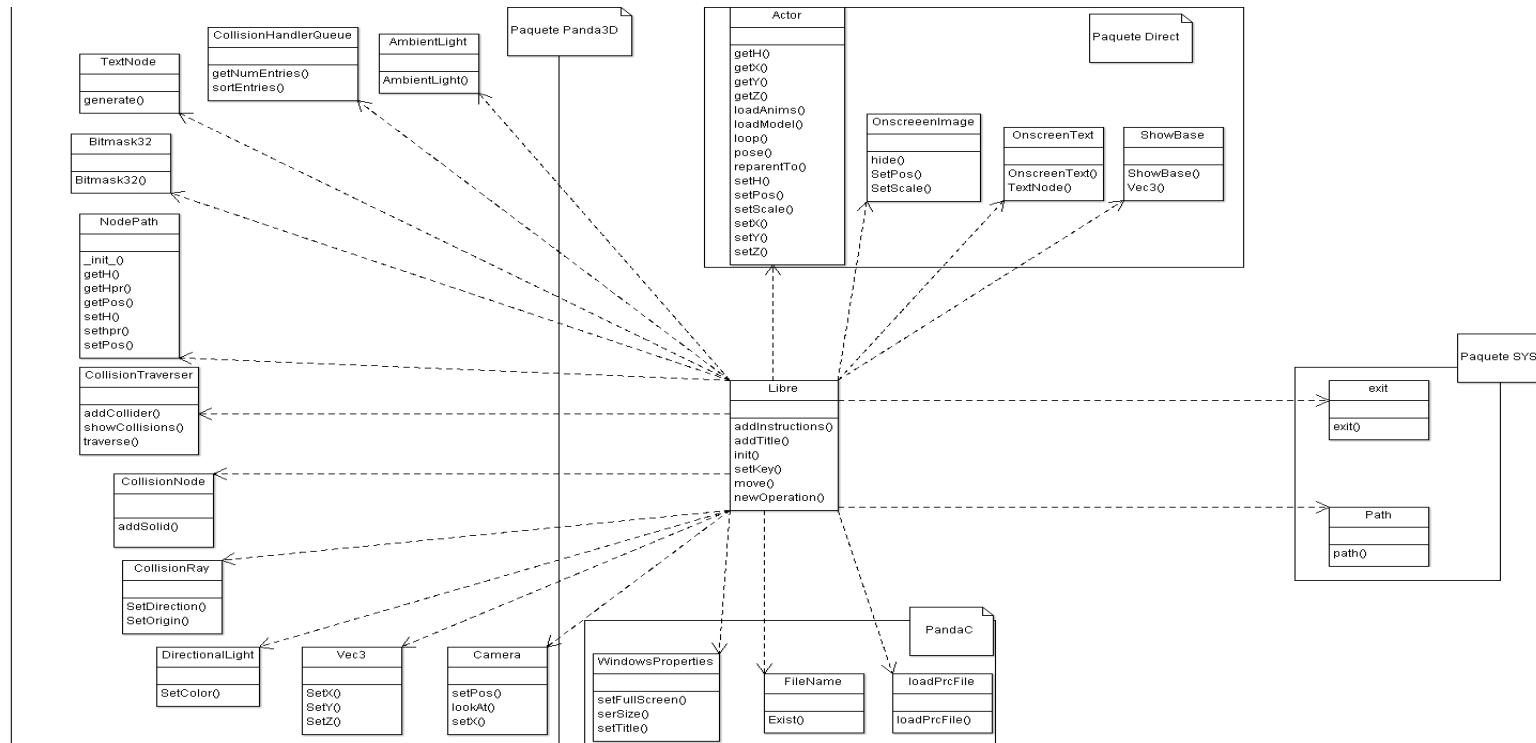


Ilustración 10 Diagrama de Clases



6.3.3 Diagramas de Secuencias

6.3.3.1 Iniciar Aplicación

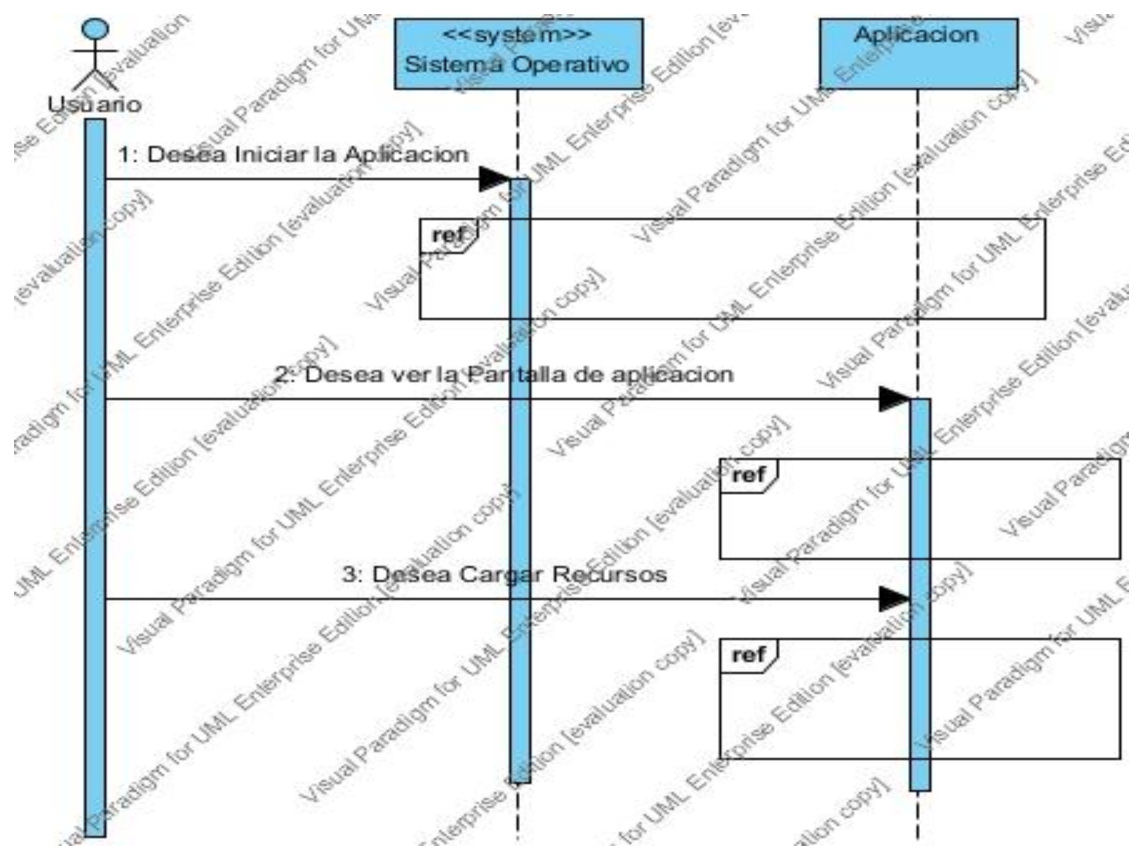


Ilustración 11 Diagrama de Secuencia Iniciar Aplicación



6.3.3.2 Mostrar Pantalla de inicio

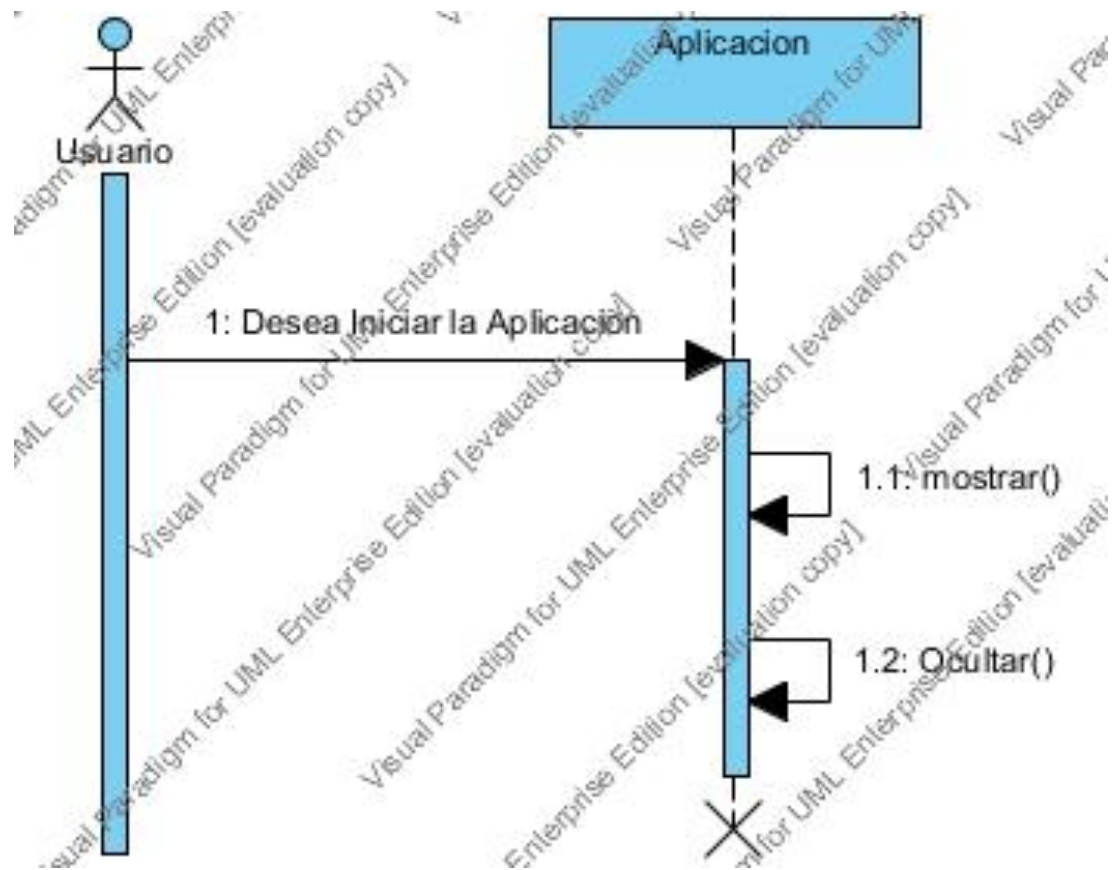


Ilustración 12 Diagrama de Secuencia de Mostrar Pantalla de Inicio



6.3.3.3 Girar

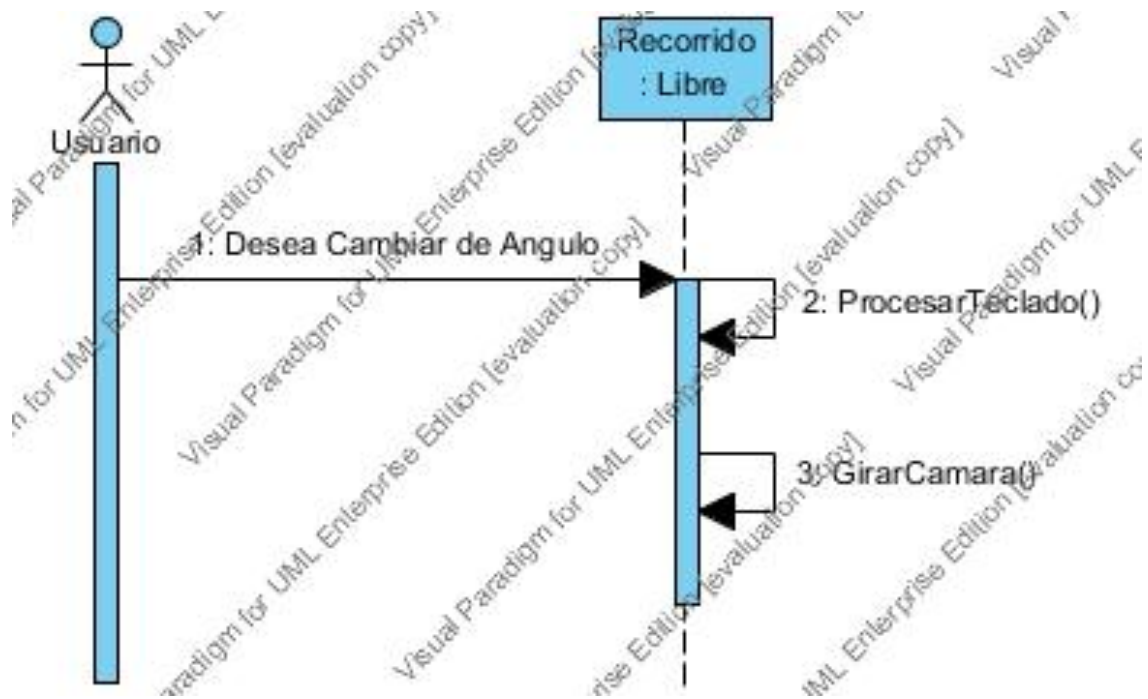


Ilustración 13 Diagrama de Secuencia de Girar



6.3.3.4 Moveirse

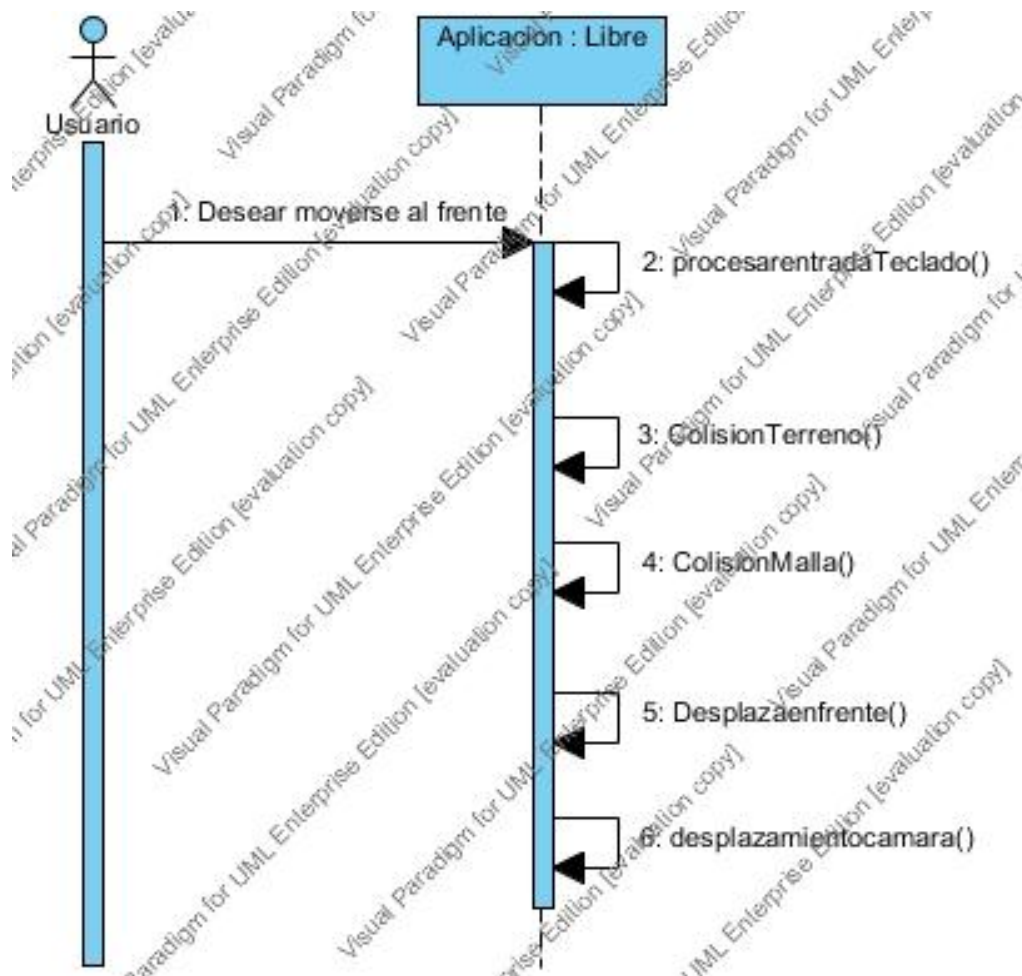


Ilustración 14 Diagrama de Secuencia de Moveirse



6.3.3.5 Consultar Información

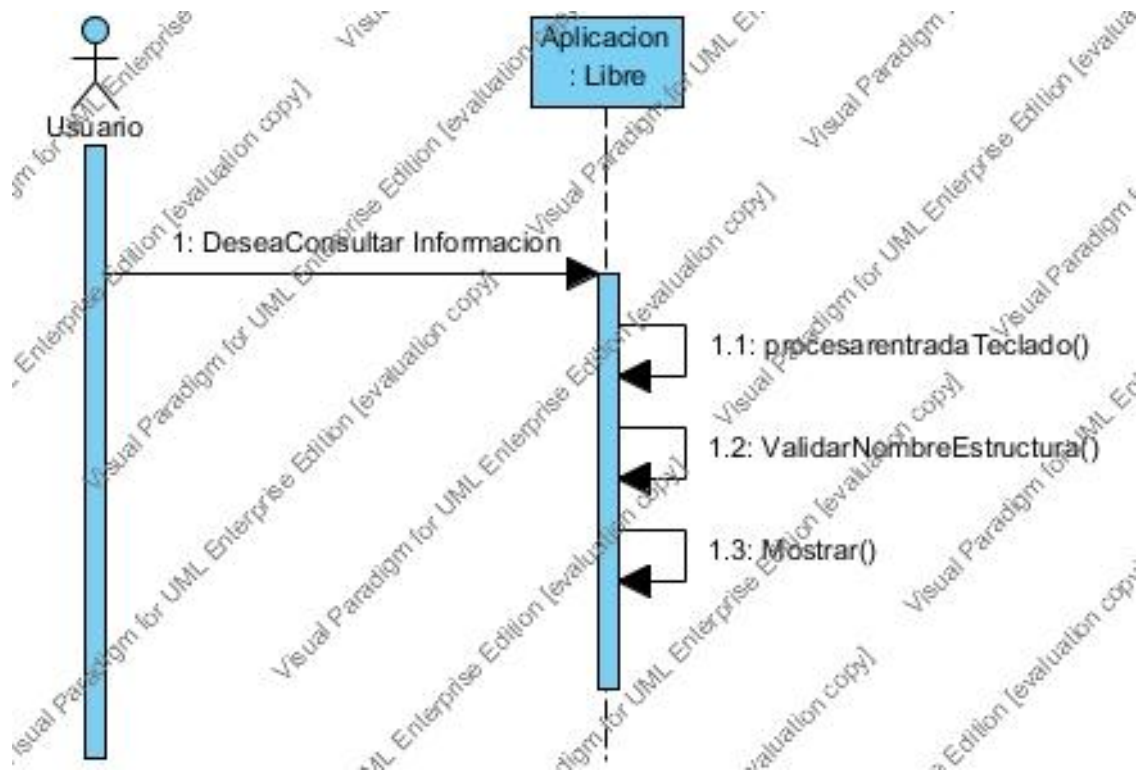


Ilustración 15 Diagrama de Secuencia de Consultar Aplicación



6.3.3.6 Vista Aérea

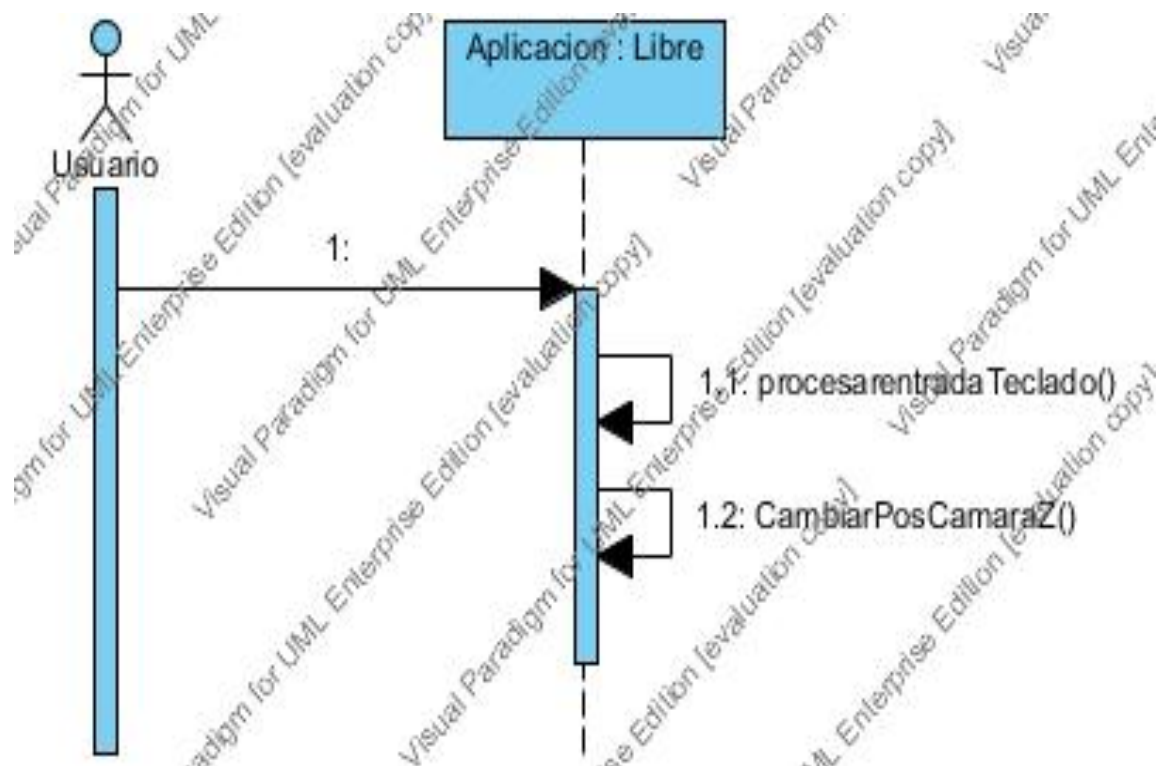


Ilustración 16 Diagrama de Secuencia de Vista Panorámica

6.5 Referencias del Capítulo 6

- [1] Roger S. Pressman; “Ingeniería del software, un enfoque práctico” 7º edición Pg. 183
- [2] http://www.panda3d.org/manual/index.php/Collision_Traversers
- [3] http://www.panda3d.org/manual/index.php/Collision_Handlers
- [4] http://www.programacion.com/articulo/introduccion_a_uml_181
- [5] UML Gota a Gota, Martin Fowler con Kendall Scott, Pearson Addison Wesley
- [6] UML Gota a Gota, Martin Fowler con Kendall Scott, Pearson Addison Wesley
- [7] UML Gota a Gota, Martin Fowler con Kendall Scott, Pearson Addison Wesley
- [8] <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r33018.PDF>



Capítulo 7

DESARROLLO



7.1 Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo necesitamos trabajar en apoyo con el Instituto Nacional de Historia y Antropología en específico la Dirección de Estudios Arqueológicos con la Arqueóloga Rosalba Nieto Calleja que nos dará asesorías sobre la zona arqueológica de Palenque, Chiapas.

7.2 Conjunto de las Cruces

Al tiempo que concluía las Inscripciones, Chan Bahlum comenzó a trabajar en el Grupo de las Cruces, frente al Palacio. Aquí puso en práctica la misma fórmula de Pakal: usar los templos para glorificar su vinculación a los dioses, afianzando así su derecho al trono. Tuvo la ingeniosidad de sacar provecho a los motivos religiosos mayas, en particular la poderosa estructura triangular.

En efecto, los edificios del grupo están distribuidos de tal forma que simulan un triángulo: el más alto, el Templo de la Cruz, se encuentra al norte; el de talla media, el Templo del Sol, está al oeste; y el más bajo, el Templo de la Cruz Foliada, se localiza al este. Cada uno tiene tres puertas en la pared frontal, y su interior está dividido en una antecámara con tres cámaras traseras.

Cada templo posee una cámara central, o cella, con relieves donde se representa la transformación de Chan Bahlum de heredero en monarca de Palenque. Y en cada relieve, Pakal entrega a Chan Bahlum un objeto sagrado que simboliza sus deberes como nuevo gobernante del reino palencano. Un edificio menor, el Templo XIV, situado al lado del Templo del Sol, completa la plaza. Esta construcción tiene sólo un panel principal, donde aparece la madre de Chan Bahlum entregándole el glifo de un dios (identificado como el dios K), mientras el nuevo rey sale del Inframundo danzando triunfalmente, luego de derrotar a los Señores de la Muerte.

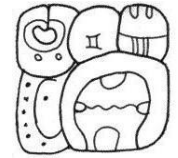


Ilustración 17 Palenque

7.2.1 Templo del Sol

Está situado al lado oeste de la plaza, su entrada queda al este. Su fachada con jeroglíficos y fragmentos de figuras humanas en estuco da la impresión que se realizaron con fecha de serie inicial. Su santuario ocupa el cuarto central de la crujía dos; sus tres tableros son de piedras calcárea, con el escudo solar y un motivo central.

Una estructura piramidal de tres cuerpos sirve como base a este templo. En su interior se encuentra un adoratorio con el Tablero del Sol, que conmemora, entre otros eventos, el nacimiento (635 d.c.) y la ascensión al trono (684 d.c.) del gobernante Serpiente-Jaguar II.

El gobernante se ubica a la derecha de la escena, enfrente de Pacal, su progenitor (ya muerto). Ambos participan en un acto ritual que tiene como centro un escudo solar con atributos de jaguar. La escena central, sostenida por dos aspectos distintos del amo del inframundo (Dios L), se desarrolla sobre una banda que contiene símbolos de la Tierra y del dios solar.



Ilustración 18 Templo del Sol



7.2.2 Templo de la Cruz

Está situado en el extremo norte de la plaza con el frente al sur, no cuenta con fachada por lo que se puede ver la pared central, ésta da acceso a tres cuartos dos pequeños a los extremos y el central donde hay un santuario el cual contaba con un tablero esculpido con un motivo cruciforme. También tiene un profundo agujero hecho a causa del hallazgo de una olla funeraria así como cajas con vasijas de barro con cuenta de jade y concha marina.

Este edificio es uno de los más altos del sitio: su basamento está compuesto por cinco grandes cuerpos dobles. Consta de un pórtico semidestruido y una crujía posterior dividida en dos cuartos laterales y uno central con santuario. En el lado derecho de este adoratorio se encuentra representado el Dios L fumando tabaco, y en el izquierdo aparece Serpiente Jaguar II, ricamente ataviado. Al fondo se observa una reproducción del tablero que muestra a la ascensión de Serpiente Jaguar II al trono de Palenque en 684 d.c.

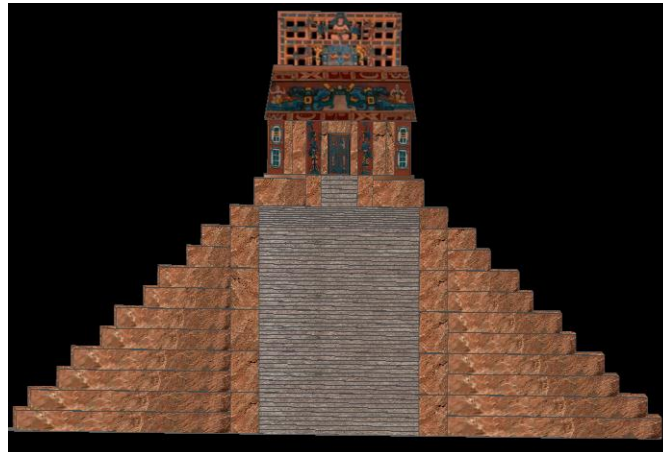
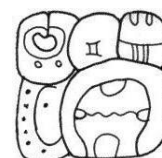


Ilustración 19 Templo de la Cruz

7.2.3 Templo de la Cruz Foliada

Se construyó sobre el cerro llamado Cerro de Miramar, su galería frontal ha caído así como parte de la crestería a causa de un deslizamiento del basamento. El muro central y la galería interior no tienen deterioro. El muro tiene tres puertas con acceso a tres cuartos como en los templos de las Inscripciones, El Palacio, del Sol. Su santuario conserva en su friso fragmentos de estuco, también se conservan tres lápidas de piedra éstos forman el tablero de la Cruz Foliada, el tema es una cruz con hojas de maíz.



En este templo excavaron, por lo que se cubrió con tierra, se reforzó el techo utilizando una viga de chicozapote, ya que su puerta estaba destruida. En dichas excavaciones se encontraron en el piso cabezas de estuco, restos de esculturas, pedazos de inscripciones y vasijas de barro, una caja de ofrendas, semejante a las del Templo de la Cruz; en su basamento dos lápidas esculpidas con inscripciones, un fragmento de yugo de piedra y cilindros de barro rojizo con decoración modelada y policromada, que se denominan incensarios.

Este Templo ubicado en el límite oriente de la plaza, está construido aprovechando el talud del cerro. El basamento está formado por varios cuerpos sobre los que se desplanta el Templo. Presentaba un pórtico con tres entradas y una crujía posterior con cuartos laterales y santuario en el recinto central. Al fondo se observa un tablero esculpido en piedra cuyos motivos principales son dos personajes, uno frente al otro y un elemento cruciforme en su parte central. Entre las fechas inscritas en el tablero, la más importante es la de 692 d.C. que corresponde a la dedicación del Templo.

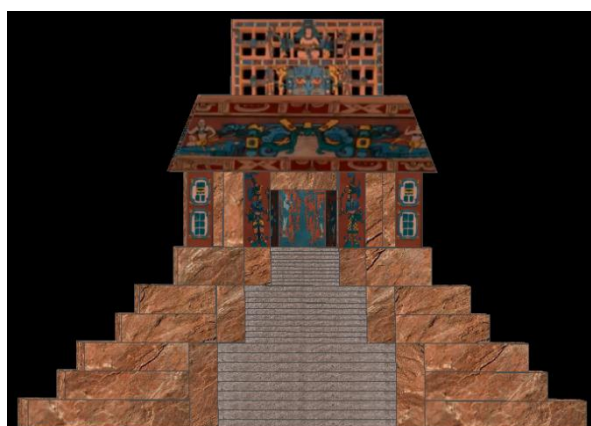


Ilustración 20 Templo de la Cruz Foliada

7.2.4 Templo XIV

El Templo XIV se ubica en el sector noroeste del Grupo de la Cruz al norte del Templo del Sol. La plataforma que sostiene al Templo cuenta con dos cuerpos y una escalera central con alfarda que presentaba relieves en estuco de individuos deformes. El Arqueólogo mexicano Jorge Acosta menciona que se trata de uno o dos personajes, uno de ellos una mujer gorda. El templo o edificio superior está construido en el estilo típico de Palenque: dos crujías paralelas con la trasera dividida en tres aposentos. Su bóveda es del tipo “bóveda en cruz”, la cual se caracteriza porque los dinteles (de aproximadamente las mismas dimensiones de los del Templo de las Inscripciones) están situados una hilada por encima del arranque de bóveda y la pared divisoria de las crujías se ubica atrás de donde termina esta. [1].



Ilustración 21 Templo XIV



7.2.5 Templo XV

El Templo XV, edificado entre 750 y 800 años d.C. guardaba en su habitación central los restos de una tumba perteneciente a un personaje que pudo ocupar un alto cargo en la sociedad. A pesar de que esta tumba fue saqueada a fines del siglo XIX, fue posible recuperar piezas de jade, concha nácar y múltiples objetos trabajados en hueso y concha, además de platos y cajetes de cerámica que conservan aún su decoración original.



Ilustración 22 Templo XV

7.3 Templo de la Inscripciones

El Templo de las Inscripciones o Templo I, es un templo ceremonial-funerario construido en el año 675 d.c. por la civilización maya, siendo la edificación más alta y de más importancia de las construcciones de la antigua ciudad del período maya-clásico-tardío.



El basamento que lo sostiene es en parte la pendiente natural del cerro que fue modificada para construir una pirámide escalonada de ocho cuerpos.

El templo tiene la fachada principal hacia el norte y desde lo alto se alcanza a ver la gran planicie.

Consta de dos cámaras: la primera es un pórtico con cinco entradas y la segunda tiene un cuarto central y dos laterales.

Este templo debe su nombre a los tres tableros esculpidos que contiene la segunda inscripción más larga conocida en el clásico maya de las tierras bajas, 620 glifos.

Tanto el sarcófago y la losa que lo cubre, como los muros de la cripta, están decorados con bajorrelieves que muestran, entre otras cosas, la muerte de Pacal y su descenso al inframundo, donde toma la identidad de uno de los dos gemelos que, en el Popol Vuh, derrotaron a los señores del inframundo y alcanzaron la inmortalidad.

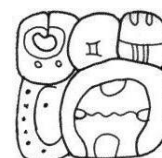
El piso del templo está formado por losas de piedra monolítica sedimentaria una de las cuales tiene dos hileras de agujeros [2].



Ilustración 23 Templo de las Inscripciones

7.4 Grupo Norte

Está formado por los restos de cinco edificios, que se encuentran alineados de Este a Oeste a diferentes niveles sobre una plataforma alargada que les sirve de basamento. Maudslay los numeró del I al V, principiando por el que está al Este. Con excepción de



los edificios I y III que comprenden una pequeña pieza más o menos cuadrada, los demás siguen el patrón de los templos de Palenque: pórtico de tres entradas al frente y cuarto central que se empleaba como santuario con celdas laterales.

Es probable que todos estos templos estuvieran decorados con relieves de estuco en los pilares y frisos (ya que se hallaron varios fragmentos) y tuvieran crestería (de las que se encontraron piedras caídas y algunas sobre el techo).

El Templo I consta de una pequeña estructura, de la cual sólo queda una sección del muro oeste, que está asentado sobre un basamento donde se observan los restos de una escalera de acceso por el lado Sur. El Templo II sobresale de entre los demás, ya que su basamento descansa sobre seis cuerpos escalonados, y tienen como acceso una amplia escalinata con alfardas. El templo III, se encontró en mejor estado de conservación y fue reconstruido por el arqueólogo Alberto Ruz en 1955.

El Templo IV es similar al II, aunque le faltan los pilares del pórtico. En su interior tiene muros que muestran modificaciones arquitectónicas a la traza original. El Templo V, es uno de los más destruidos, es el de planta más alargada y su pórtico presenta cinco entradas [3].

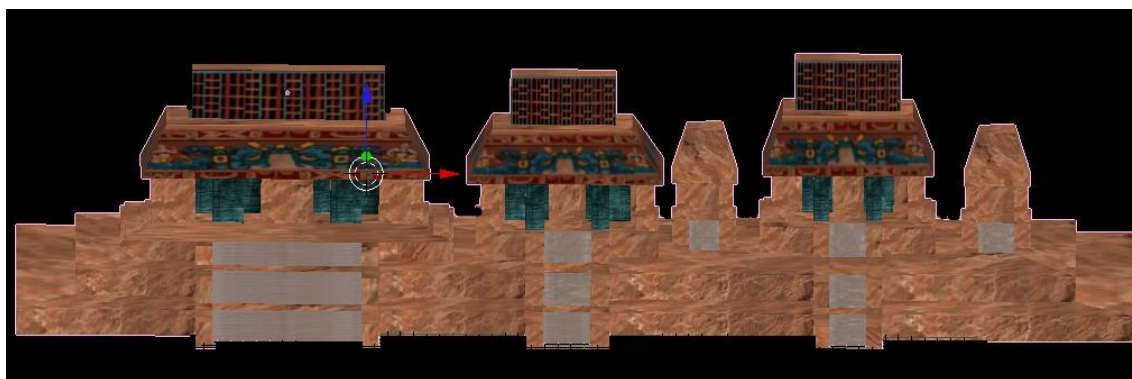


Ilustración 24 Grupo Norte

7.5 Templo Conde

El Templo del Conde es llamado así debido a un excéntrico explorador, Frederick Waldeck, quien hizo de este templo su casa por dos años a la edad de 60, entre 1831 y 1833. El templo fue originalmente construido en 647 d.C. y es parte del Grupo Norte. Esta construido en el típico diseño de los templos palencanos: un pórtico de tres entradas y un pasaje interior que se divide en un cuarto central y dos cuartos laterales.



Estos hermosos edificios del Grupo Norte y el Juego de Pelota están ubicados al norte del Palacio. [4].



Ilustración 25 Templo del Conde

7.6 Mapeo de 2D a 3D

Para el mapeo en 2D se utilizó el programa de diseño AUTOCAD 2012 nos proporcionó la DEA un mapa en AUTOCAD de la zona arqueológica de Palenque Chiapas, donde se muestra cada estructura, montañas y río en su ubicación y medidas reales.

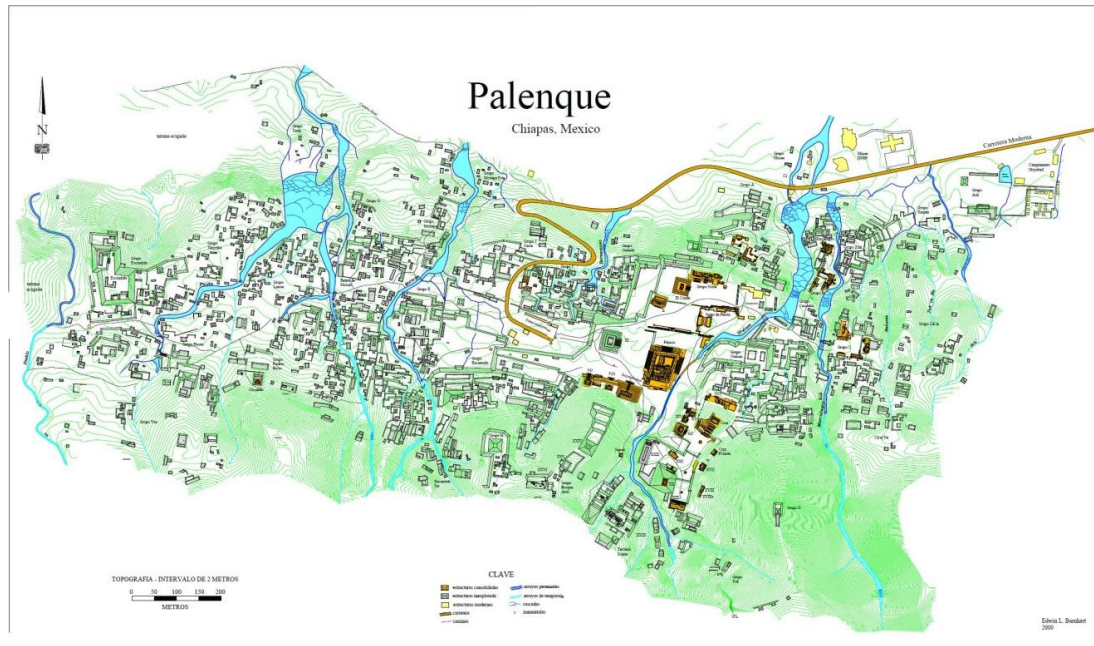


Ilustración 26 Mapa de la Zona Arqueológica de Palenque hecho en AutoCAD

Ya que se ubica el aérea en la que vamos a trabajar, se toman las medidas de cada edificación y se trazan en un nuevo proyecto de AUTOCAD esto para que los vectores que se tracen intersecten entre sí, ya que en el plano original de AUTOCAD hay líneas que no intersectan y puede causar problemas con los vértices en el modelado en 3D.

Ya que se traza los planos de cada edificación en un nuevo proyecto, se guarda con extensión .dxf, con vista ISOMETRICO, para que se pueda exportar y manipular en Blender.

En este ejemplo de utilizo el plano del Templo de la Cruz Foliada como se muestra en la ILUSTRACION 27.

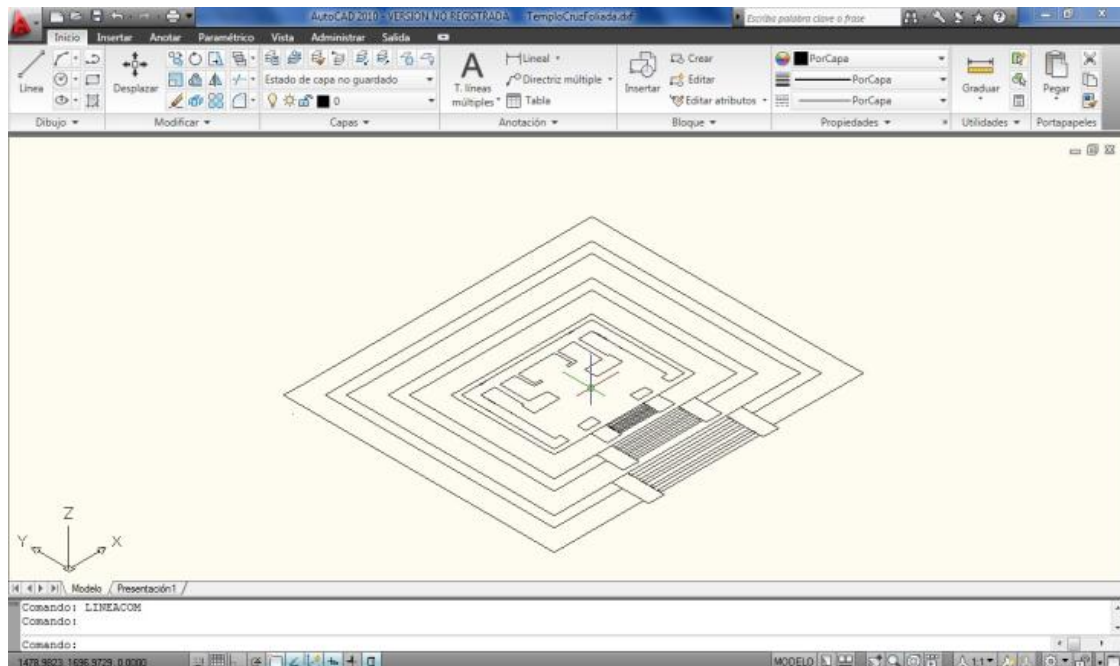


Ilustración 27 Plano del Templo de la Cruz Foliada en forma isométrica

7.7 Modelado en Blender

El modelado, consiste en construir objetos a partir de elementos geométricos. Los objetos 3D son sólidos virtuales formados por datos. Los datos tridimensionales se presentan en pantalla mediante líneas, puntos, degradados de color, imágenes o una combinación de todos ellos.

El proceso de modelado es una simplificación de un objeto para su posterior estudio o representación. Así, podemos hablar de modelos matemáticos que simplifican fenómenos físicos, o modelos meteorológicos para la predicción del tiempo atmosférico, etc. Un modelo geométrico define la información sobre la forma (geometría) de un determinado objeto. Las simplificaciones que se realicen en su definición vendrán determinadas por diferentes factores como el método de representación utilizado, operadores empleados o nivel de detalle.

Se puede definir el proceso de modelado geométrico tridimensional como el encargado de crear modelos consistentes que puedan ser manejados algorítmicamente en un computador. Este proceso de construcción se aborda en diferentes etapas, partiendo típicamente de entidades básicas y aplicando una serie de operadores sobre ellas. Estas entidades básicas pueden ser primitivas geométricas (calculadas de forma algorítmica o mediante una ecuación matemática) u obtenidas mediante un dispositivo de captura (escáner 3D).



Ya que tenemos nuestro mundo hacemos lo mismo para cada estructura y la metemos en un archivo .dxf para poderla importar a Blender esto nos beneficia ya que al tomar las medidas de las estructuras la escala es de 1:1 lo que nos permite importarlas de una forma más limpia ya que no necesitamos calcular nuevas medidas en Blender, se importan tal cual de AutoCAD a Blender se utilizara como ejemplo el Templo de la Cruz Foliada y como muestra la siguiente ILUSTRACION 28.

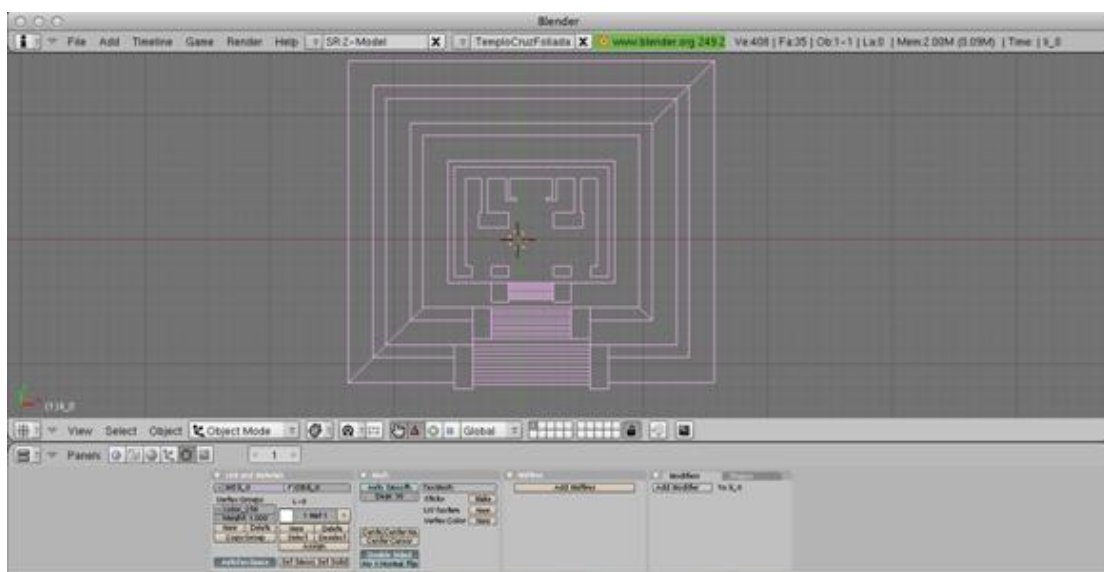


Ilustración 28 Plano importado desde AutoCAD del Templo de Cruz Foliada

Una vez exportada la imagen a Blender Esto nos simplifica dibujar los trazos en forma manual lo cual nos ahorra y nos crea más precisión en el modelo para que sea más realista, una vez que se tiene el modelo dibujado se crean los vértices y polígonos de las estructuras para poder manipularlas como se muestra en la ILUSTRACION 29 así poder extruirlas que es créales la altura que se sacó de los planos que nos dieron.

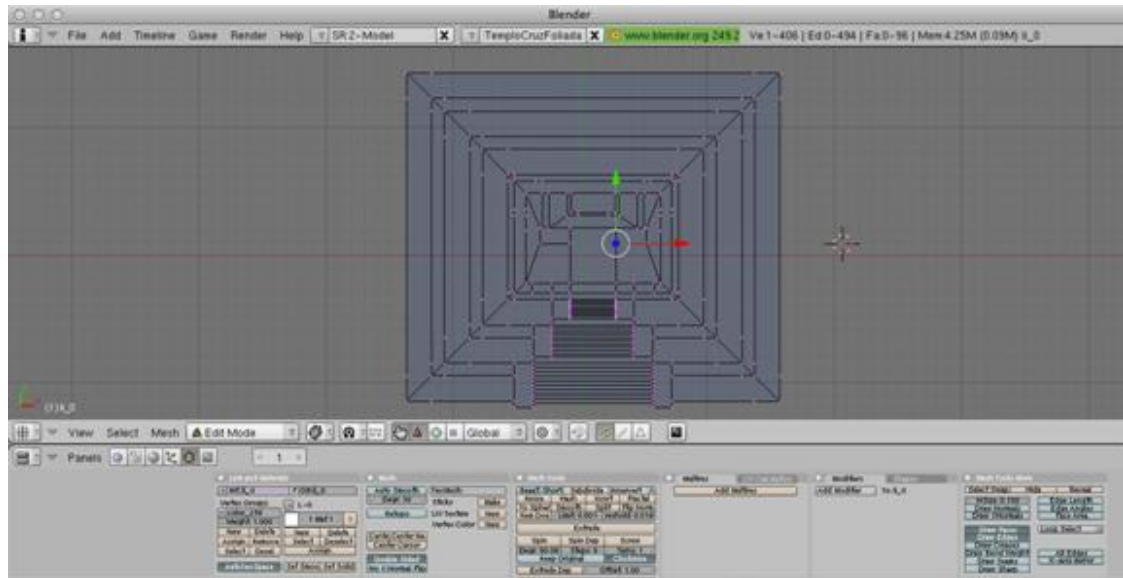


Ilustración 29 Creación de Vértices y Caras

Después se extruyen los polígonos y se les da la altura que muestra en los planos uno por uno desde la parte de abajo hasta llegar a los cimientos del Templo en la parte de arriba.

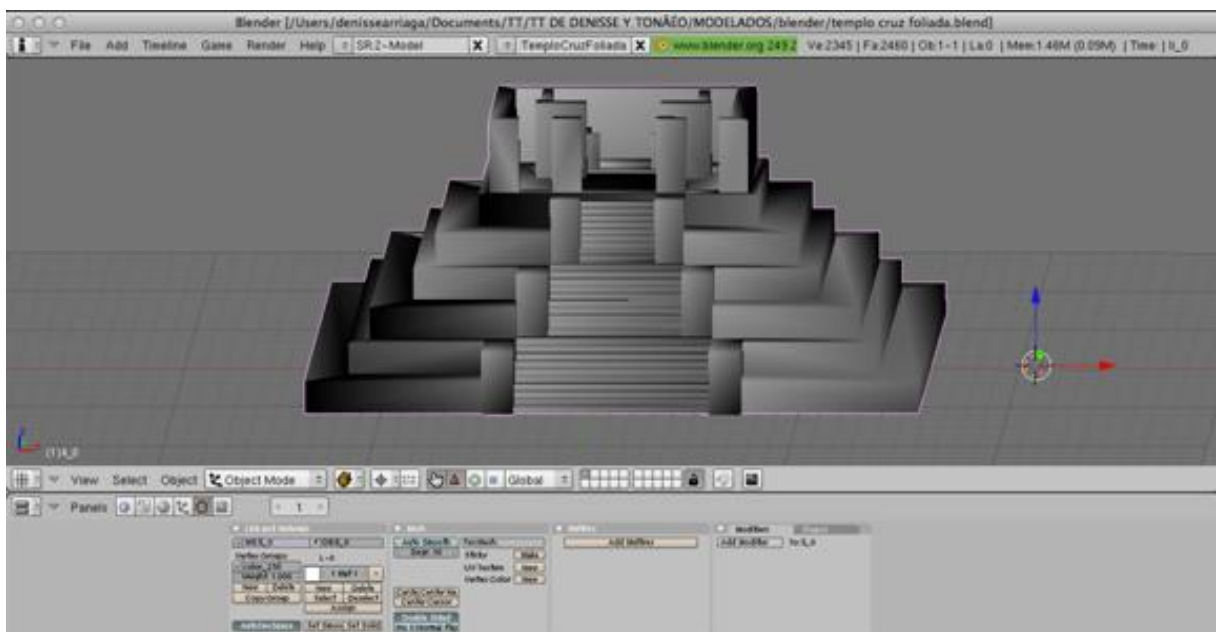


Ilustración 30 Extrucción de la estructura para darle altura



Se modela el techo de la estructura por aparte para poder texturizar la edificación por dentro.

La ILUSTRACION 31 muestra el modelo del techo del Templo de la Cruz Foliada.

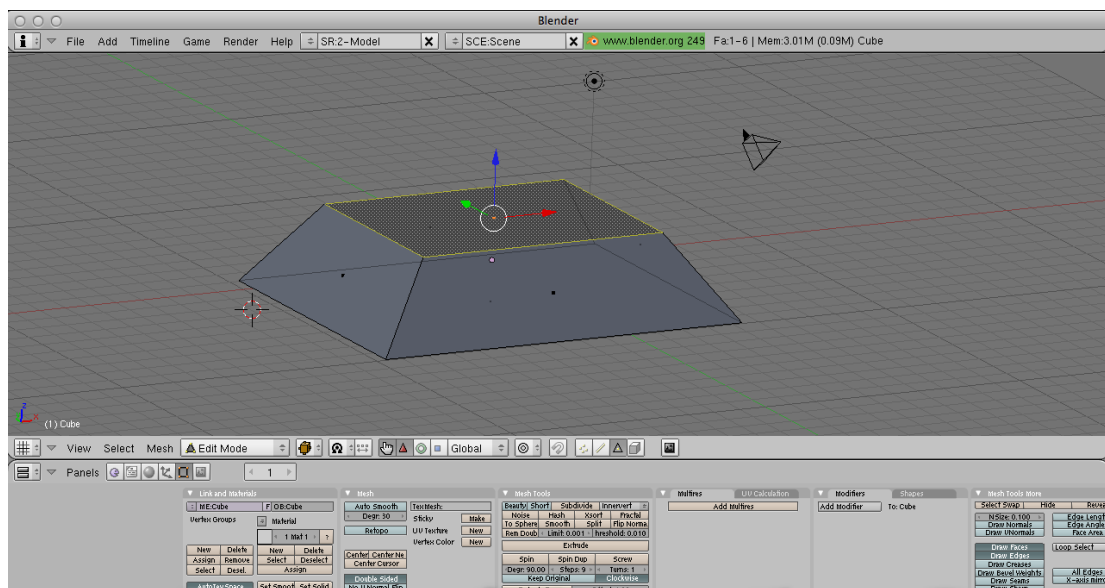


Ilustración 31 Modelo del Techo de la Cruz Foliada

Al igual que el techo la crestería se modela aparte para poder texturizar más cómodamente y no queden los polígonos dispares.

En la ILUSTRACION 32 se muestra el modelo de la crestería del Templo de la Cruz Foliada.

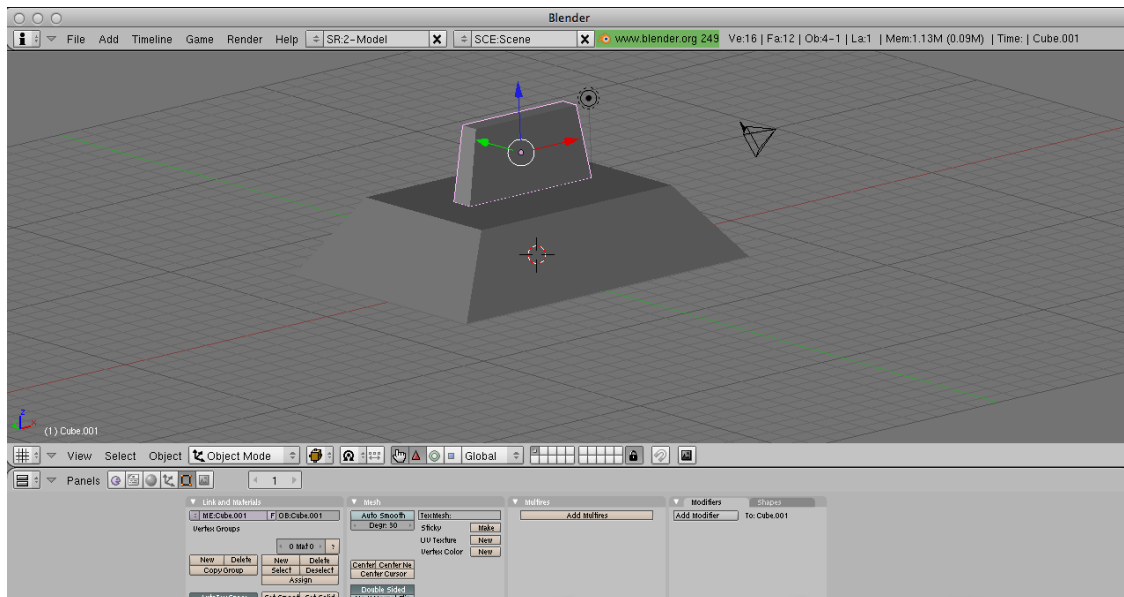


Ilustración 32 Modelo de la Crestería del Templo de la Cruz Foliada

7.8 Texturización de los Modelos

El texturizado, consiste en recubrir nuestros objetos, o mejor dicho la superficie de nuestros objetos, con imágenes que le proporcionen un aspecto lo más realista posible.

Las texturas, pueden ser fotográficas o procedurales. Las primeras, son fotografías digitalizadas. Las segundas, son producidas mediante algoritmos matemáticos. También se pueden aplicar a los objetos, superficies rugosas o suaves para imitar esta propiedad de los objetos reales. Aprender a texturizar, es básico para obtener un render mínimamente realista. Es necesario un trabajo importante de retoque y redimensionado de imágenes (mediante un programa como Gimp), antes de ponerse manos a la obra con Blender.

Una vez ya teniendo terminado el modelado en Blender procederemos a texturizar los Templos en donde necesitamos utilizar UV Image/Editor para utilizar otra textura que no es de Blender; primero seleccionamos las caras del modelado que queremos texturizar en este caso para darle una mejor texturización, texturizamos polígono por polígono con nuestras texturas de roca gris para las escaleras y piedra caliza roja para lo demás del templo, cabe mencionar que hay inscripciones y dibujos en la parte superior de los Templos y las cresterías son diferentes.

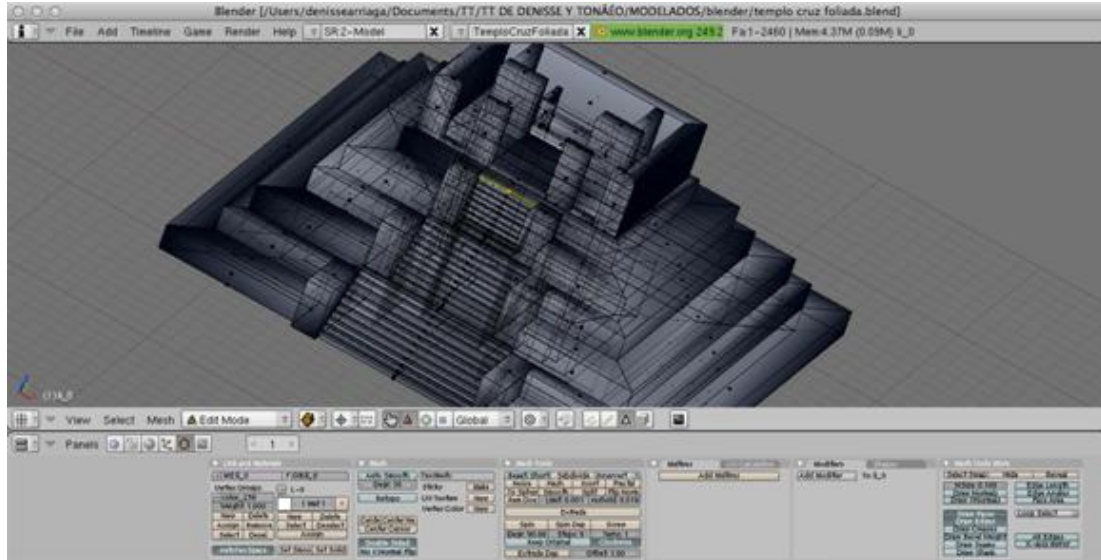


Ilustración 33 Selección de los Polígonos a Texturizar

El Unwrap es capaz de desenvolver superficies arbitrarias. Su acción consiste en preservar los ángulos locales. Al igual que cualquier otro existente UV desenvolver modo, se desenvuelven las caras seleccionadas en el modo de selección de cara UV.

Mediante el Unwrapping dividimos de manera matemática los vértices de la estructura y mapeamos las caras en la imagen para darle la texturización que deseamos y queda de la siguiente manera como muestra la ILUSTRACION 33.

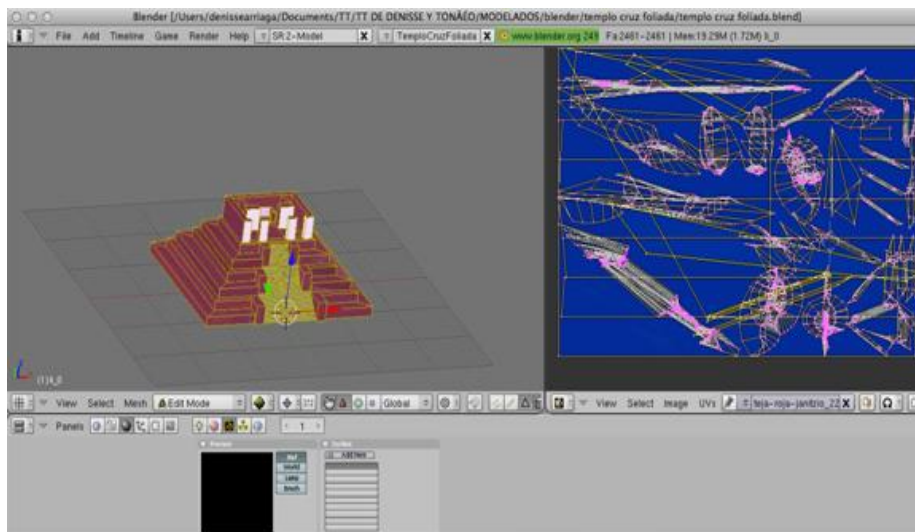


Ilustración 34 Texturización de la Cruz Foliada con Unwrapping



Posteriormente se pasan a texturizar los polígonos que representan los muros de la edificación.

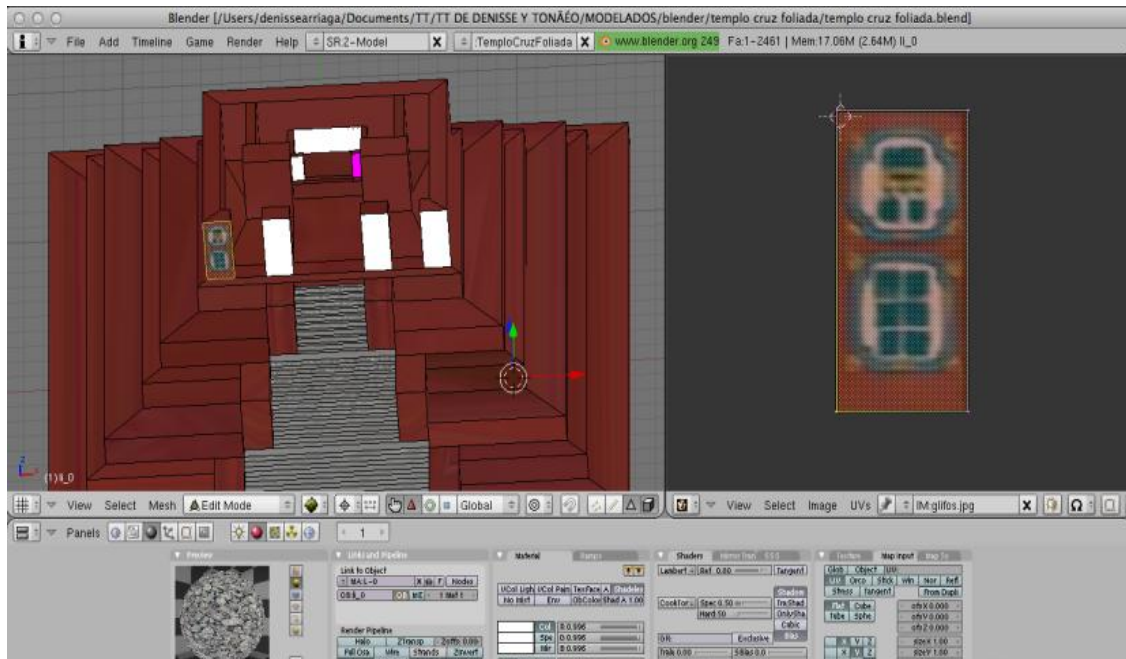


Ilustración 35 Texturizado de los muros de la Cruz Foliada

Ya que se tiene texturizado toda la edificación se procede a texturizar el adoratorio con la tabla correspondiente a cada edificación, al igual que los muros interiores y exteriores.

En la ILUSTRACION 36 se muestra la texturización de los muros interiores y exteriores así como su tabla correspondiente al Templo de la Cruz Foliada.

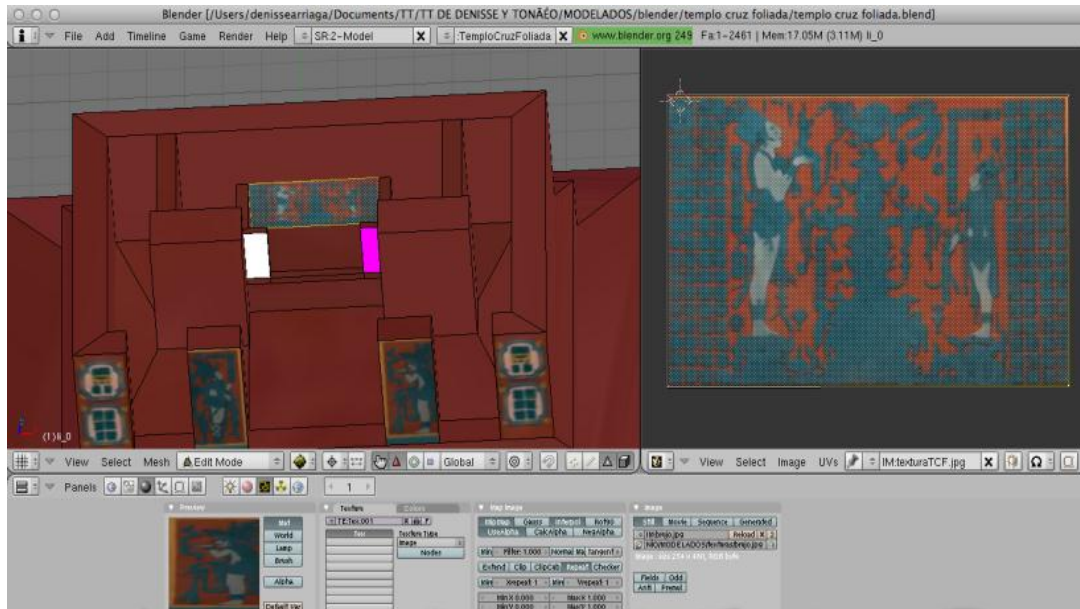


Ilustración 36 Texturización de los muros Interiores y Adoratorio

Teniendo texturizado por dentro, se texturiza el techo con la crestería y se une al cuerpo de la estructura.

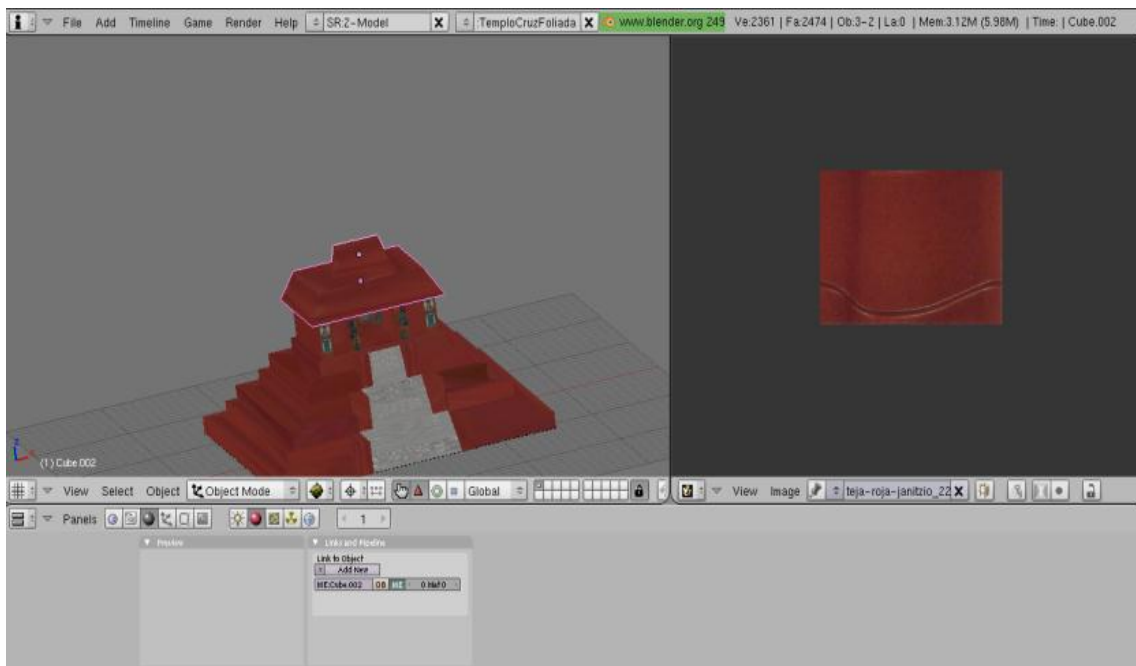


Ilustración 37 Texturización del Techo y Crestería



Por último se texturiza el techo con su imagen correspondiente a la edificación.

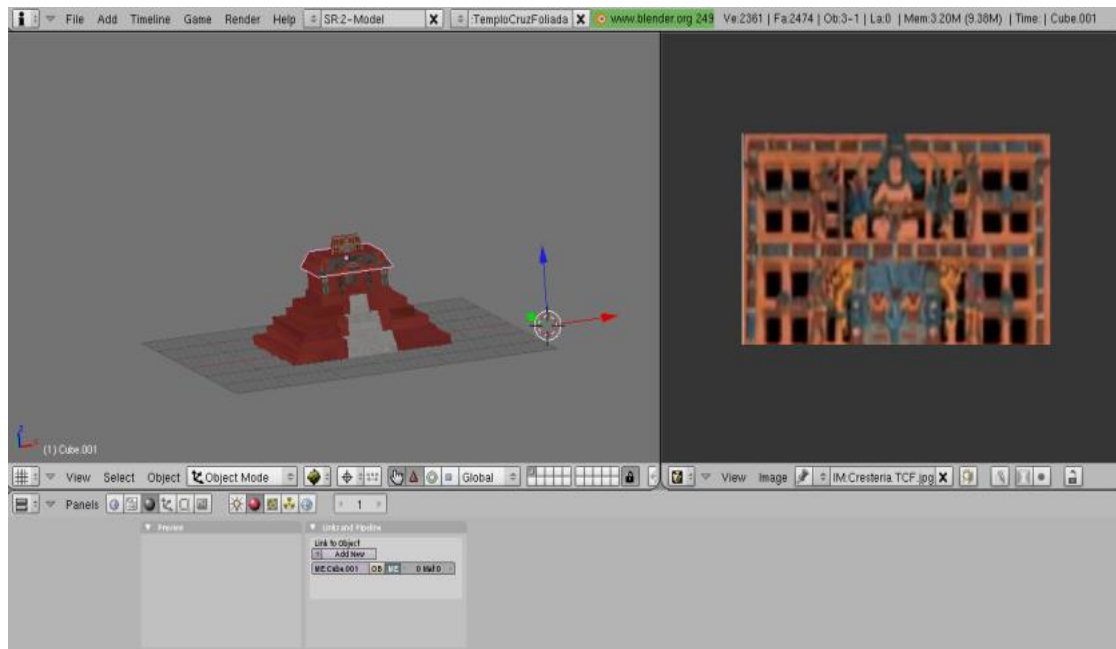


Ilustración 38 Texturización de la Crestería

7.9 Especificaciones del Modelado

Estructura	Vértices	Polígonos
Templo del sol	1343	336
Templo de la cruz	1787	447
Templo de la cruz foliada	1155	289
Templo XIV	961	240
Grupo Norte	3084	771
Templo del Conde	1623	406
Templo XV	964	241
Templo de las Inscripciones	1907	477
Mundo	24031	6008

Tabla 22 Especificación de los modelos

7.10 Motor de Juego

Se hace el modelado con cada una de las estructuras y posteriormente pasamos a exportarlos en .egg; Para ellos se utilizara un script Chicken Export.



Ilustración 39 Exportación del Modelo Con Chicken Export

Ya que se exportan con Chicken Export se abrirá en Panda 3D como se muestra en la ILUSTRACION 40.

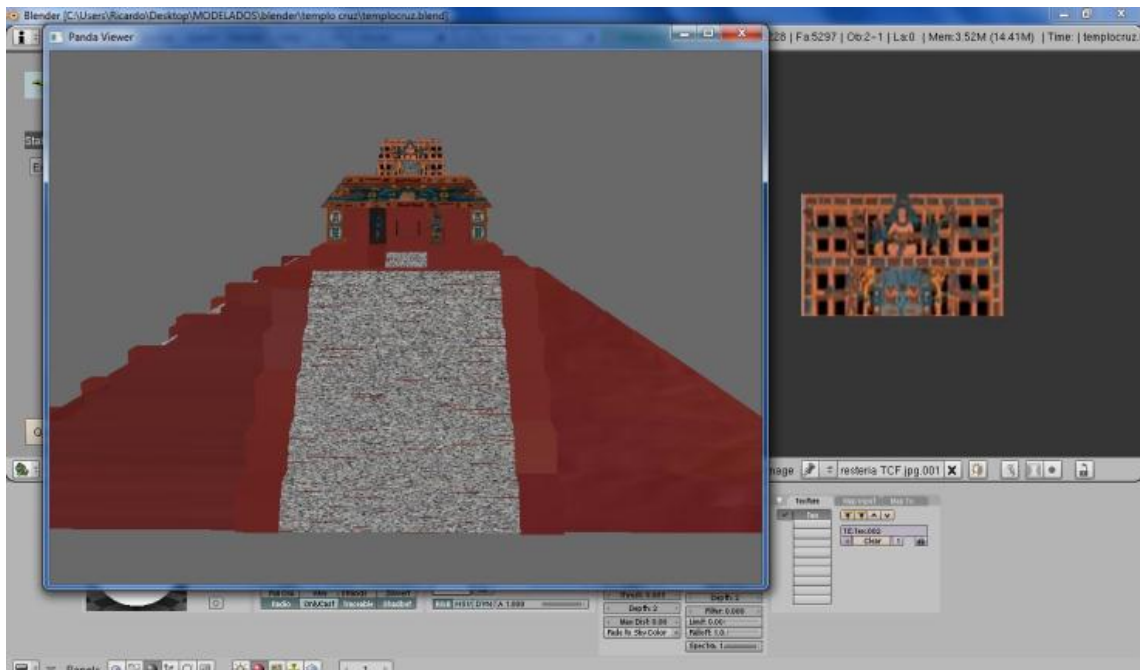


Ilustración 40 Modelo En Panda View



7.11 Programación en Python

Panda3D ofrece funciones para el manejo de texto en pantalla y para la reproducción de archivos de sonido, a continuación se describe como se utilizaron estas funciones de manera que sonidos y texto interactuaran correctamente con los eventos dentro del mundo virtual en forma de sonidos ambientales, información en forma de audio, texto informativo, etc.

En el recorrido libre como en el recorrido guiado se analizaron bien lo que fue los movimientos del visitante dentro del escenario, el manejo de colisiones entre el actor y los modelos de la visita así como el correcto posicionamiento de la cámara en cada momento.

7.11.1 Clase Libre

Para cargar la ventana de ejecución se carga los principales módulos. La segunda es la que pone en marcha la aplicación, crea la ventana de aplicación, comienza el bucle principal de ejecución, inicia el renderizado y administra todas las tareas de segundo plano.



Ilustración 41 Programa Ejecutado en Python



Se cargan los módulos necesarios y se configura la ventana de ejecución como:

- Window – title: Título de la ventana de ejecución.
- Win - size: Establece el tamaño de la ventana, alto y ancho.
- Win-origin: Posición en pantalla de la ventana de ejecución, medida en píxeles, alto ancho.

Se utilizan librerías para la detección de colisiones, cámara, el actor, etc.

```
from panda3d.core import CollisionTraverser, CollisionNode
from panda3d.core import CollisionHandlerQueue, CollisionRay
from panda3d.core import Filename, AmbientLight, DirectionalLight
from panda3d.core import PandaNode, NodePath, Camera, TextNode
from panda3d.core import Vec3, Vec4, BitMask32
from direct.gui.OnscreenText import OnscreenText
from direct.actor.Actor import Actor
from direct.showbase.DirectObject import DirectObject
import random, sys, os, math
```

Ilustración 42 Librerías de Panda a Utilizar

Se crean las instrucciones de la ventana así como el título

- "YÓOK'OL KAB BAAK: Representación de un Mundo Virtual Palenque"
- [ESC]: Salir
- [Botón Flecha Izquierdo]: Girar a la Izquierda
- [Botón Flecha Derecho]: Girar a la Derecha
- [Botón Flecha Arriba]: Mover Hacia Adelante
- [Botón Flecha Abajo]: Mover Hacia Atrás
- [a]: Girar la Cámara a la Izquierda
- [s]: Girar la Cámara a la Derecha
- [p]: Vista Panorámica
- [o]: Regresar a primera persona

Se carga la ruta del mundo virtual, se renderiza, se maneja una escala y se indica la posición.

Se carga el actor y al igual que el mundo se renderiza, se maneja una escala y se indica la posición inicial en el mundo.

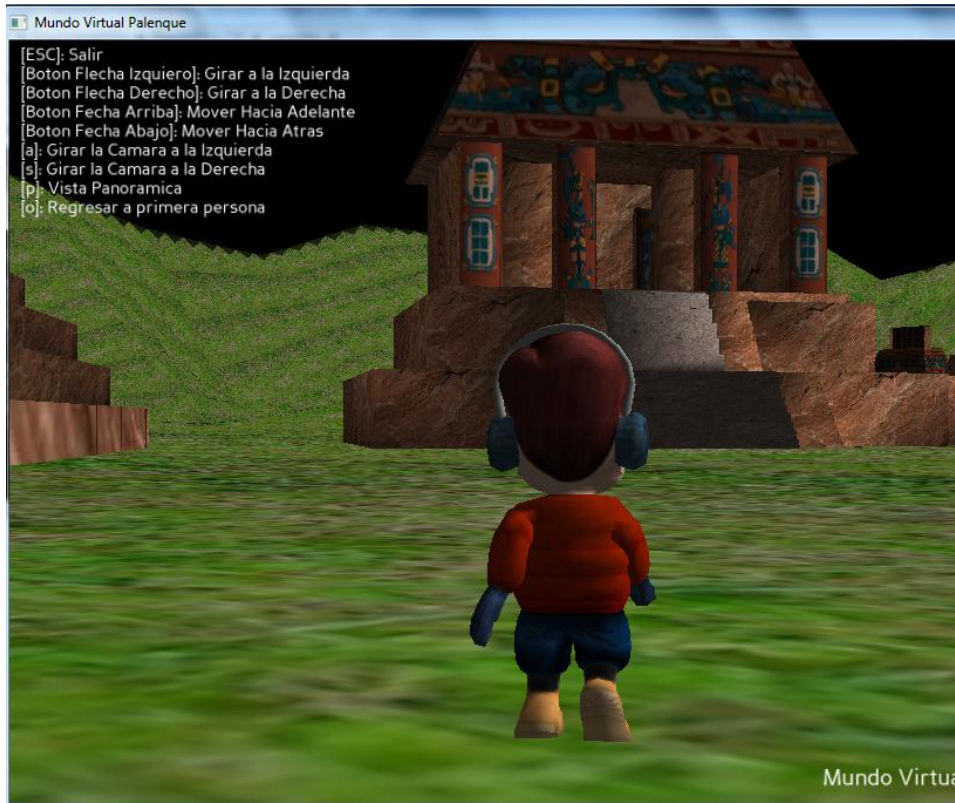


Ilustración 43 Recorrido Libre

Se indican las teclas de control para el movimiento y la rotación

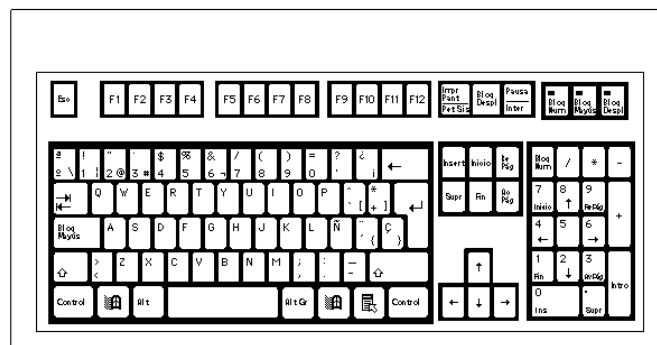


Ilustración 44 Teclas que se Utilizan para mover al Actor

Las flechas de dirección van a determinar el movimiento de avanzar, reversa, derecha e izquierda.

Los comandos de otros movimientos son los siguientes:



Comando	Movimiento
A	Rotación de la cámara a la izquierda
S	Rotación de la cámara a la derecha
P	Vista Panorámica
O	Vista primera persona

Tabla 23 Tabla con los comando permitidos en la Visita Virtual

Se programan la detección de colisiones del mundo virtual y del actor, para que el actor no pueda sobrepasar las edificaciones y tenga más realismo el mundo virtual.

Para la vista panorámica la cámara se movió con un ángulo perpendicular a los ejes X, Y a una altura en Z que diera la sensación de estar viendo un mapa en dos dimensiones del sitio, aunque en realidad lo que se ve es el mismo escenario.

Siguiendo el mismo principio que en el mapa (mover la cámara en el eje Z) se programó la vista panorámica con la diferencia, de que en esta se permite la rotación de la cámara con el teclado aun estando arriba. Se programa la vista panorámica y tener una perspectiva área.

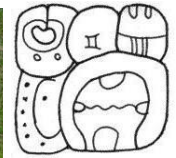
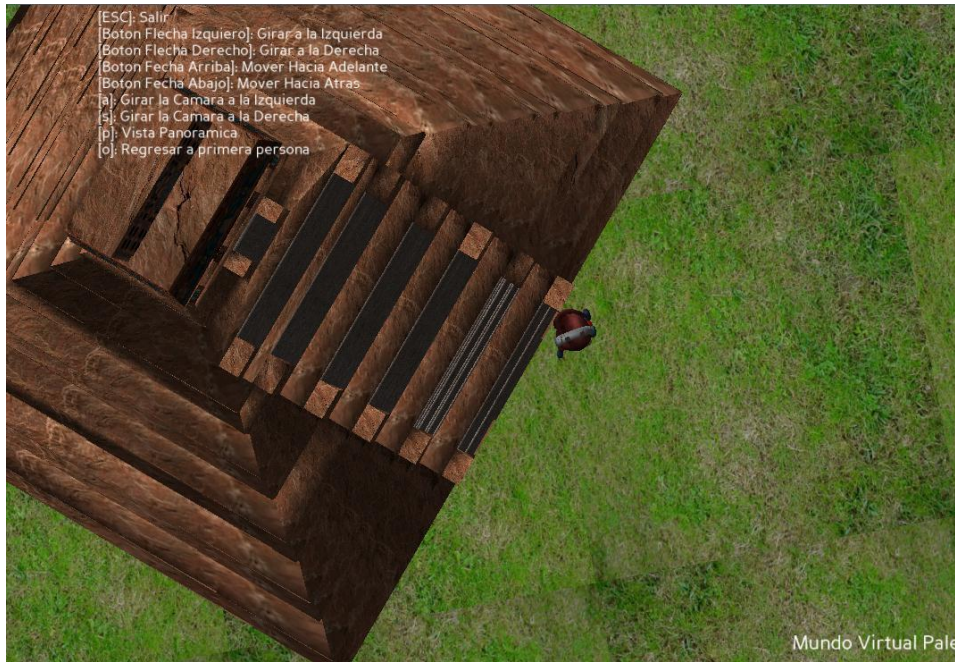


Ilustración 45 Vista Panorámica

Para la Información con las teclas predefinidas que es del 1 al 4 se podrá acceder a la información de cada estructura en modo texto, dentro de cada información abra una opción para acceder a la información en modo audio.

Templo de la Cruz




Este edificio es uno de los mas altos del sitio: su basamento esta compuesto por cinco grandes cuerpos dobles. Consta de un pórtico semi-destruido y una crujía posterior dividida en dos cuartos laterales y uno central con santuario. En el lado derecho de este adoratorio se encuentra representado el Dios L fumando tabaco, y en el izquierdo aparece Serpiente Jaguar II, ricamente ataviado. Al fondo se observa una reproducción del tablero que muestra al ascensión de Serpiente Jaguar II al trono de Palenqueen 684 d.c.

Audio
Regresar

Ilustración 46 Pantalla de Información



7.11.2 Clase Aplicación



Se cargan los módulos necesarios y se configura la ventana de ejecución como:

- Window – title: Título de la ventana de ejecución.
- Win - size: Establece el tamaño de la ventana, alto y ancho.
- Win-origin: Posición en pantalla de la ventana de ejecución, medida en píxeles, alto ancho.

Se utilizan librerías para imágenes y texto como:

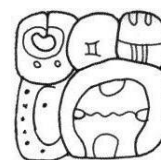
```
from direct.gui.OnscreenImage import OnscreenImage
from direct.gui.OnscreenText import OnscreenText
from direct.showbase.DirectObject import DirectObject
```

Ilustración 47 Librerías que se utilizan en la Interfaz

Se crea la interfaz con la imagen, se manda llamar la música y se crean los botones para la visita libre.



Ilustración 48 Interfaz de la Aplicación



7.12 Referencias del Capítulo 7

- [1] <http://www.espinoso.org/biblioteca/palenque.htm>
- [2] <http://ruz56.laneta.apc.org/PallnsAnimacion/PallnsAnim.htm>
- [3] http://www.azc.uam.mx/cyad/viagrafica/proyecto/disenio/posgrado/palenque_original/espaniol/templos/g_norte/h_nte.html
- [4] <http://www.parque-palenque.com/templecount.htm>



Capítulo 8

IMPLEMENTACIONES Y PRUEBAS



8.1 Pruebas

La segunda forma para hacer las pruebas es en base a los tiempos de ejecución y consumo de recursos, que se describen a continuación:

- Valor pico de consumo de memoria RAM: 290 MB.
- Valor pico en uso de tarjeta de video: 130 MB.
- Tamaño descomprimido en disco duro: 100 MB.
- Tiempo de renderizado del escenario: 20 segs.
- Tiempo de inicio de la aplicación: 8 segs.

Tomando en cuenta estos valores, se llegó a la conclusión de establecer los siguientes valores como requerimientos mínimos y recomendados del sistema.

Mínimos:

- Procesador Pentium 4 a 2.8 MHz.
- Memoria RAM de 1G.
- Memoria de Video de 64 MB.
- Espacio en el disco duro de 10 GB.

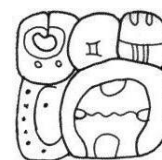
Recomendados:

- Procesador Intel Core 2 Duo de 2.2 GHz.
- Memoria RAM de 2 GB.
- Tarjeta de Video de 256 MB.
- Disco Duro 120 GB.

Se puede observar que cumplir estos valores es factible para la mayoría de la población objetivo.



Capítulo 9 CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO



9.1 Conclusiones

Al finalizar las etapas que componen el desarrollo de esta aplicación, podemos afirmar que se cumplieron satisfactoriamente todos los objetivos establecidos al inicio del proyecto.

El Mundo Virtual en 3D a la zona arqueológica de Palenque, Chiapas comenzó como una propuesta de Trabajo Terminal para ser desarrollada en 6 meses sin ser esto un impedimento para que el proyecto se lleve a cabo.

Posteriormente en el análisis del sistema, por un lado, se logró dimensionar la complejidad de las estructuras a modelar y lo basto de la zona arqueológica por lo que fue muy importante establecer límites en el sistema, por otro lado los conocimientos teóricos y experiencia hasta ese momento arrojaron como propuestas de herramientas a utilizar a Python, Panda 3D, Blender.

Una vez llegada la etapa de desarrollo del sistema, y al llevar estos planteamientos técnicos a la práctica, se presentaron varios obstáculos de tiempo, compatibilidades y complejidades que desembocaron en el replanteamiento de algunas herramientas a utilizar, como es el caso del uso de bases de datos y el uso de archivos en su lugar. Los resultados de estos cambios fueron favorables para el sistema en todos los sentidos.

El desarrollar un Mundo Virtual en 3D resultó bastante enriquecedor para el equipo de trabajo, y representó un reto que puso a prueba todas las habilidades adquiridas durante la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

"YÓOK'OL KAB BAAK" es el resultado de un análisis extenso, pruebas y modificaciones constantes que tuvieron lugar desde el inicio del proyecto y hasta en los últimos momentos de su desarrollo, teniendo como producto final un Mundo Virtual que ofrece información acerca de las estructuras incluidas de una forma accesible y entendible para cualquier usuario, utilizando movimientos sencilla de comprender y manipular, pero que sobre todo pone al alcance de cualquier persona que tenga acceso a una computadora el conocimiento y apreciación de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas, más aún, se despierta el interés del usuario por conocer y visitar físicamente la zona.

Hay que señalar el hecho de que una copia este producto terminado ha sido obsequiada al Instituto Nacional de Antropología e Historia en forma de agradecimiento y así darle el uso que ellos consideren correcto para este material.



9.2 Trabajo Futuro

El mundo Virtual 3D Palenque, Chiapas es un proyecto que desde el inicio fue planteado para que se siga desarrollando a futuro, ya que las estructuras que se modelaron no son en su totalidad las que contiene la zona arqueológica y que están consideradas como descubiertas, además de desarrollar los interiores de las estructuras y darles un mejor acabado; esta aplicación tiene las condiciones para que se agreguen todos aquellos elementos que completen el Mundo Virtual.



DICCIONARIO DE CONCEPTOS



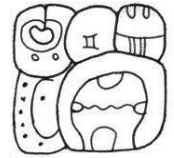
Conceptos relacionados con mundo virtual

- **Objeto virtual.** Es un modelo abstracto de un objeto real que tiene atributos que lo definen y puede tener comportamiento propio. El objeto virtual está definido por una geometría generalmente asociada a un conjunto de polígonos.
- **Comportamiento:** es un conjunto de reacciones de un objeto que actúa en respuesta a un estímulo procedente de su medio externo, y es observable objetivamente.
- **Ambiente virtual:** es el escenario que rodea al usuario y a los objetos virtuales. El ambiente virtual tiene atributos que lo definen y puede tener comportamiento. Entre los atributos que puede tener un ambiente virtual están las luces y los sonidos.
- **Mundo Virtual:** está compuesto por el ambiente virtual y todos los objetos virtuales contenidos dentro de él (el Mundo Virtual vacío tiene un Ambiente Virtual por defecto a pesar de no contener objetos).
- **Escena:** es la imagen de un Mundo Virtual que el usuario visualiza en un momento dado.
- **Inmersión:** puede definirse como la presentación de pistas sensoriales que convencen perceptivamente a los usuarios de que ellos están rodeados por el ambiente generado por computadora. Para elevar la sensación de inmersión del usuario dentro del mundo virtual, se deben representar fielmente comportamientos físicos de los objetos como la gravedad y las colisiones entre los objetos.
- **Gesto:** Está definido por la posición y orientación, de la mano y los dedos del usuario, en un momento determinado. El usuario interactúa con el mundo virtual a través de gestos.
- **Navegar:** Se dice que el usuario navega dentro del mundo virtual cuando cambia su posición y/o orientación dentro de este.



Conceptos tridimensionales

- **Modelado:** Es la creación y manipulación de la representación de un sistema de Modelo. Representación lógica individual de un conjunto de características de una determinada entidad o sistema.
- **Sistema de coordenadas tridimensionales:** Es un sistema de referencia formado por tres rectas o ejes que se cortan en un punto llamado origen y una unidad de medida. A estas 3 rectas también se les llama coordenadas cartesianas respecto al sistema XYZ.
- **Proyección:** Proyección es el proceso de encajar un espacio N-dimensional en un espacio (N-1) dimensional. En las aplicaciones tridimensionales, es el proceso de reducir 3 dimensiones a dos dimensiones para ver una escena en una pantalla.
- **Proyección en perspectiva:** Se genera una vista de una escena tridimensional, proyectando puntos hacia el plano de despliegue a lo largo de trayectorias convergentes, haciendo que los objetos que están más lejos de posición de vista, se desplieguen más pequeños que aquellos del mismo tamaño que se encuentran más cerca de la posición de vista.
- **Proyección en paralelo:** Un objeto sólido puede representarse en dos dimensiones proyectando puntos sobre la superficie del objeto a lo largo de líneas paralelas sobre una superficie de división plana. Seleccionando diferente posición de observación, se puede proyectar puntos visibles sobre la superficie de visión con el fin de obtener diferentes vistas bidimensionales del objeto. En una proyección en paralelo, las líneas paralelas sobre la superficie del objeto se proyectan en líneas paralelas sobre el plano de visión bidimensional.
- **Proyección oblicua:** Si se toma un valor de 45 grados se tiene una proyección caballera, si su valor es de 63.4 grados se trata de una proyección de gabinete, y existe una proyección de recorte cuando se corta el eje Z seguido por una proyección paralela.
- **Proyección ortogonal:** Si el plano se ubica simétricamente con respecto a las tres caras principales que se unen en una esquina de un objeto rectangular, se tiene una proyección isométrica. Si el plano se ubica simétricamente con respecto a dos caras principales, la proyección es axonometría.



- **Recorte:** El recorte se lleva a cabo para eliminar objetos o partes de ellos que se encuentran fuera del campo de vista, por ejemplo, objetos que están detrás del observador. El recorte proporciona la capacidad de agilizar el proceso de rendering, debido a que los objetos eliminados no necesitan ningún proceso posterior.
- **Vector de vista:** Es la línea desde la cámara hasta el punto focal, equivale a especificar la posición y orientación para una cámara física.
- **Coordenadas de vista:** Generar una vista de un objeto en tres dimensiones es similar a tomar una fotografía del objeto. Se puede fotografiar el objeto desde cualquier ángulo a diferentes distancias y con distintas orientaciones de la cámara. Las imágenes captadas se proyectan sobre una superficie plana; el tipo y el tamaño de lente determina qué partes aparecerán en la imagen.
- **Superficies curvas 3D:** Se definen como la generación de superficies mediante redes de parches. La característica principal es el movimiento de los puntos de control, para obtener cambios suaves en la malla.
- **Modelo digital de elevación:** Es una representación de elevaciones del terreno mediante valores numéricos, generalmente esta representación es una forma simplificada de la geometría de la superficie del terreno. Es decir es un grupo de valores que representa puntos sobre la superficie del terreno, cuya ubicación geográfica está definida por coordenadas X y Y a las que se les agrega un valor Z que corresponde a la elevación. Los puntos deben estar espaciados y distribuidos de modo regular, de acuerdo a un patrón que corresponde a una cuadrícula.

Tipos de modelados

- **Modelado CGS (Constructive Solid Geometry):** Se centra en las propiedades estructurales, dimensión, volumen, material, etc. Los objetos se construyen a partir de primitivas tales como esferas, cilindros, cubos, etc., y su combinación a través de operaciones lógicas como la unión, intersección, o diferencia. Se centra en las propiedades estructurales y físicas del objeto.
- **Modelado de contorno:** Este tipo de modelado no se centra en la estructura del objeto sino en la superficie que lo limita.
-



- **Modelado poligonal:** Es el tipo de modelado más utilizado por contar con optimizaciones del hardware. Estos modelos almacenan una lista del objeto como polígonos planos.
- **Modelado mediante parches:** Las superficies curvas se representan mediante parches. En el modelado mediante curvas cabe destacar el uso de varios tipos de curvas (splines, B-Splines y Nurbs).