



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“VISITA VIRTUAL AL PALACIO DE
BELLAS ARTES”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

P R E S E N T A

JUAN FERNANDO HERNANDEZ CAREAGA

ASESORES: M. en C. Julia Calderón Sambarino
Dra. María Elena Acevedo Mosqueda
Ing. Federico Felipe Duran

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA(N) DESARROLLAR C. JUAN FERNANDO HERNÁNDEZ CAREAGA

“VISITA VIRTUAL AL PALACIO DE BELLAS ARTES”

DISEÑAR Y DESARROLLAR UNA APLICACIÓN PARA REALIZAR UNA VISITA VIRTUAL AL PALACIO DE BELLAS ARTES, EMPLEANDO TÉCNICAS DE MODELADO TRIDIMENSIONAL Y SERVICIOS EN LÍNEA.

- ❖ DESARROLLAR UN MODELO VIRTUAL DE LAS SALAS DEL PALACIO DE BELLAS ARTES, CON LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE CADA UNA DE ELLAS.
- ❖ CREAR UN ELEMENTO VIRTUAL CON LOS ELEMENTOS DE AUDIO Y TEXTO SINCRONIZADO PARA LA INTERACCIÓN CON LOS USUARIOS.
- ❖ CREA UN SITIO WEB DESDE DONDE EL USUARIO PODRÁ CONOCER SOBRE EL PALACIO DE BELLAS ARTES Y PODRÁ DESCARGAR LA APLICACIÓN DE LA VISITA VIRTUAL, POR MEDIO DE SERVICIOS WEB.

MÉXICO D. F., A 10 DE OCTUBRE DE 2013.

ASESORES


M. EN C. MARÍA JULIA
CALDERÓN SAMBARINO


DRA. MARÍA ELENA
ACEVEDO MOSQUEDA


ING. FEDERICO FELIPE
DURÁN


ING. PATRICIA LORENA RAMÍREZ TRINIDAD
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
INGENIERÍA EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA



Dedicatoria

A mis padres, por todo su apoyo y comprensión durante toda mi formación profesional y por haberme impulsado hacia delante para lograr mis metas, en especial en los momentos más difíciles. Pero sobre todo a Dios que es la fuerza vital que mueve mi vida y me inspira a crear y crecer.

ÍNDICE

Glosario.....	8
CAPÍTULO I. Introducción.....	9
1.1. Objetivos.....	10
1.1.1. Objetivo general	10
1.1.2. Objetivos particulares.....	10
1.2. Planteamiento del problema.....	10
1.3. Justificación.....	10
1.4. Medios utilizados.....	11
1.5. Contribuciones.....	11
1.6. Estructura del documento.....	12
CAPÍTULO II. Marco conceptual.....	13
2.1. Marco conceptual y contextual.....	14
2.2. Definición de realidad virtual.....	16
2.3. Tipos de realidad virtual.....	16
2.4. Principios básicos de realidad virtual.....	17
2.4.1. Modelado.....	17
2.4.2. Simulación.....	18
2.4.3. Interacción.....	18
2.4.4. Percepción.....	19
2.5. Concepto y utilidad de los servicios Web.....	19
2.6. Estado del arte.....	20
CAPÍTULO III. Análisis.....	22
3.1. Metodología.....	23
3.2. Modelado del análisis.....	24
3.3. Análisis de la visita virtual como aplicación.....	24
3.3.1. Herramientas para el desarrollo de realidad virtual.....	26
3.4. Análisis Web.....	30
3.4.1. Capas de desarrollo Web.....	31
3.4.2. Herramientas para el desarrollo Web.....	31
3.5. Diagramas de la visita virtual.....	33
3.5.1. Diagrama de flujo de datos de la aplicación.....	33
3.5.2. Diagrama de secuencia a nivel de usuario.....	34
3.6. Casos de uso.....	34
CAPÍTULO IV. Diseño.....	37
4.1. Diseño de la aplicación.....	38
4.1.1. Diseño del modelado de la aplicación.....	40
4.1.1.1. Modelado en Blender.....	41
4.1.2. Diseño de la simulación de la aplicación.....	43
4.1.2.1. Simulación en Blender.....	44
4.1.3. Diseño de la interacción de la aplicación.....	45
4.1.3.1. Interacción en Blender.....	46
4.1.4. Interfaz gráfica de la aplicación.....	47
4.2. Diseño Web	48

4.2.1.	Diseño de la capa de presentación y Páginas Web.....	48
4.2.2.	Diseño de la capa de negocio y capa de recursos de información.....	50
4.2.3.	Interfaz gráfica de las páginas Web.....	51
CAPÍTULO V. Desarrollo.....		52
5.1.	Tecnologías y herramientas utilizadas.....	53
5.2.	Procedimiento para la construcción de los escenarios virtuales.....	56
5.2.1.	Procedimiento para la construcción de los modelos arquitectónicos.....	56
5.2.2.	Procedimiento para la construcción de las esculturas y objetos.....	59
5.2.3.	Proceso de texturizado e iluminado de los modelos 3D.....	61
5.3.	Proceso para la navegación por los escenarios.....	64
5.4.	Procedimiento para la creación de la interfaz gráfica (Menú).....	66
5.5.	Procedimiento para la creación del audio.....	69
5.6.	Procedimiento para la creación de las páginas Web.....	71
CAPÍTULO VI. Implementación y pruebas.....		75
6.1.	Implementación.....	76
6.1.1.	Obtención de archivo ejecutable.....	76
6.1.2.	Creación de instancia virtual (Servidor Web).....	76
6.2.	Pruebas.....	78
6.2.1.	Tiempos.....	81
CONCLUSIONES.....		82
TRABAJOS A FUTURO.....		83
REFERENCIAS.....		84
ANEXO A. Detalles del proyecto.....		86
ANEXO B. Fotografías.....		87
ANEXO C. Código desarrollado.....		92

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- 2.1. Flujo de acceso a la visita virtual..... 14
- 2.2. Mapa conceptual..... 15

CAPÍTULO III

- 3.1. Diagrama del procedimiento que se llevó a cabo..... 23
- 3.2. Elementos que componen el proyecto de la visita virtual..... 24
- 3.3. Diagrama general de la clase "Visita_Virtual"..... 25
- 3.4. Paquetes..... 26
- 3.5. Arquitectura de 3 capas en un servicio web..... 30
- 3.6. Diagrama de flujo de datos a nivel contextual..... 33
- 3.7. Diagrama de flujo de datos en nivel 1..... 33
- 3.8. Diagrama de flujo de datos a nivel de presentación..... 33
- 3.9. Diagrama de flujo de datos a nivel del mundo virtual..... 34
- 3.10. Diagrama de secuencia..... 34
- 3.11. Diagrama UML de caso de uso para un actor o usuario..... 36

CAPÍTULO IV

- 4.1. Diagrama de flujo de la aplicación..... 39
- 4.2. Escenarios a modelar..... 40
- 4.3. Objetos básicos o primitivas..... 41
- 4.4. Estructuras de un objeto básico..... 42
- 4.5. Booleanos..... 42
- 4.6. Proceso a seguir en la simulación..... 43
- 4.7. Proceso a seguir para navegar en la visita virtual..... 45
- 4.8. Texto en Blender..... 46
- 4.9. Audio en Blender..... 46
- 4.10. Relación de clases de la interfaz gráfica..... 47
- 4.11. Interfaz gráfica de usuario..... 48
- 4.12. Páginas web..... 49
- 4.13. Conexión a Base a Datos..... 51
- 4.14. Interfaz de la página web..... 51

CAPÍTULO V

- 5.1. Fotografías del Palacio de Bellas Artes..... 56
- 5.2. Plano de planta de la fachada del Palacio..... 57
- 5.3. Exportación del plano de planta a Blender..... 57
- 5.4. Construcción de la fachada del Palacio..... 58
- 5.5. Fotografía de una de las esculturas de la fachada del Palacio..... 59
- 5.6. Dibujo de líneas guía para el modelado..... 60
- 5.7. Modelado de la escultura..... 60
- 5.8. Suavizado del modelo..... 61
- 5.9. Imagen para texturizar el mundo..... 61
- 5.10. Incorporación de la imagen al modelo 3D..... 62
- 5.11. Edición de la textura..... 62
- 5.12. Objeto texturizado..... 63

5.13. Iluminado del modelo 3D.....	63
5.14. Imagen resultante.....	64
5.15. Curva IPO de la cámara.....	64
5.16. Creación del script.....	65
5.17. Incorporación del script y de la animación.....	65
5.18. Menú de opciones.....	66
5.19. Cuadro de selección con canal alfa.....	66
5.20. Implementación de las imágenes creadas.....	67
5.21. Curva de animación del recuadro de selección.....	67
5.22. Interacción de la interfaz.....	68
5.23. Enlace de escenarios.....	69
5.24. Creación de la pista de audio.....	70
5.25. Implementación de la pista de audio en Blender.....	70
5.26. Creación del menú de la página web.....	71
5.27. Animación de encabezado.....	72
5.28. Logo.....	72
5.29. Página web.....	73
5.30. Formulario.....	73

CAPÍTULO VI

6.1. Obtención de ejecutable.....	76
6.2. Creación de instancia virtual.....	77
6.3. Configuración de la base de datos.....	77
6.4. Configuración de IIS.....	78
6.5. Pruebas al sitio web.....	79
6.6. Pruebas al formulario.....	79
6.7. Escenarios virtuales.....	81

ANEXO B

Fotografía 1.....	87
Fotografía 2.....	87
Fotografía 3.....	88
Fotografía 4.....	88
Fotografía 5.....	89
Fotografía 6.....	89
Fotografía 7.....	90
Fotografía 8.....	90
Fotografía 9.....	91
Fotografía 10.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

1.1. Medios utilizados.....	11
-----------------------------	----

CAPÍTULO II

2.1. Contenido de algunas visitas virtuales.....	20
--	----

CAPÍTULO III

3.1. Herramientas para el desarrollo de realidad virtual.....	27
3.2. Herramientas para el desarrollo de servicios web.....	32
3.3. Entornos de desarrollo de aplicaciones y servicios web.....	32

CAPÍTULO VI

6.1. Características de la aplicación.....	80
6.2. Resultados.....	80
6.3. Tiempos.....	81

ANEXO A

A2. Total de horas.....	86
A2. Gastos realizados.....	86

Glosario

3D	Third Dimention: Tercera Dimensión
API	Application Programing Interface: Interfaz de Programación de Aplicaciones
ASP	Active Server Pages: Tecnología orientada a crear páginas Web con .NET
AWS	Amazon Web Services
CSS	Cascade Style Sheet: Hojas de Estilo en Cascada.
EC2	Elastic Compute Cloud
GB	Giga Byte
GHz	Giga Hertz
GNU	GNU is not Unix: GNU No es Unix
GPL	General Public License: Licencia Pública General
GUI	Graphical User Interface: Interfaz Gráfica de Usuario
HTML	Hyper Text Markup Language: Lenguaje de Marcado de HiperTexto.
IDE	Integrated Development Environment: Entorno de Desarrollo Integrado
IIS	Internet Information Services: Servidor Web para Microsoft Windows
Java 2EE	Java 2Enterprise Edition: Java 2 Edición Empresarial
JDBC	Java DataBase Connectivity: API para trabajar con bases de datos desde Java
JSP	Java Serever Pages: Tecnología orientada a crear páginas Web con programación Java
MIDI	Interfaz Digital de Instrumentos Musicales
NaN	Not a Number
ODBC	Open DataBase Connectivity: Estándar de acceso a bases de datos desarrollado por Microsoft
PC	Personal Computer: Computadora Personal
PHP	Personal Home Page: Lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas Web dinámicas
RAM	Random Access Memory: Memoria de Acceso Aleatorio
SQL	Structured Query Language: Lenguaje Estructurado de Consulta
UML	Unified Modeling Language: Lenguaje de Modelado Unificado
VRML	Virtual Reality Modeling Language: Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual
W3C	World Wide Web Consortium: Comunidad internacional que trabajan para desarrollar estándares Web.
WAV	Waveform Audio File Format: Formato de audio digital sin compresión.
XML	Extensible Markup Language: Lenguaje de Marcas Extensible

CAPÍTULO I

Introducción

En éste primer capítulo se presentan las bases del presente proyecto y la importancia que tiene la realidad virtual dentro del desarrollo de escenarios en 3D, en especial en el desarrollo de la Visita Virtual al Palacio de Bellas Artes.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Diseñar y desarrollar una aplicación para realizar una visita virtual al Palacio de Bellas Artes, empleando técnicas de modelado tridimensional y servicios en línea.

1.1.2. Objetivos particulares

- Desarrollar un modelo virtual de las salas del Palacio de Bellas Artes, con los elementos principales de cada una de ellas.
- Crear un recorrido virtual con elementos de audio para la interacción con los usuarios.
- Crear un sitio web desde donde el usuario podrá conocer sobre al Palacio de Bellas Artes y podrá descargar la aplicación de la visita virtual, por medio de servicios web.

1.2. Planteamiento del problema

El Palacio de Bellas Artes es uno de los centros turísticos más visitados en la Ciudad de México y es también un espacio dedicado al arte que alberga exposiciones de escultura y pintura, así como ser sede de grandes espectáculos culturales. Es por ello que éste trabajo surge por la necesidad de dar a conocer nacional e internacionalmente una de los patrimonios históricos de nuestro país, El Palacio de Bellas Artes. Se busca permitir a las personas interesadas que no disponen del tiempo o los recursos necesarios para desplazarse hasta ese lugar, hacer un recorrido completamente libre por el Palacio, conociendo sus edificaciones, obras de arte y la grandiosa historia que alberga el recinto sin tener que estar físicamente ahí.

1.3. Justificación

En los últimos 100 años la ciencia y la tecnología han avanzado a gran velocidad y el área de las comunicaciones y la electrónica no es la excepción, ya que en éste ramo se tiene un gran crecimiento que los seres humanos aprovechamos día a día.

Entre los ejemplos de los avances que han tenido las comunicaciones y la electrónica podemos mencionar: la automatización en los medios de transporte, la digitalización de voz y datos, la localización vía satélite, la telefonía móvil y el internet, entre otros.

Centrándonos en el auge que actualmente tiene el internet, vemos que existen muchísimas aplicaciones como el correo electrónico, la descarga de archivos y programas, la consulta de información, las conferencias multiusuario y las visitas virtuales, por mencionar algunas.

El presente proyecto ataca una necesidad actual de conocer a distancia una de las joyas arquitectónicas y culturales de la Ciudad de México, “El Palacio de Bellas Artes” el

cual como sabemos es un patrimonio nacional y que con éste trabajo se desea darlo a conocer a todo el mundo, es decir, que gente de otros estados de la República y de otros países puedan visitar parte de nuestra riqueza cultural sin la necesidad de estar físicamente presentes.

Para llevar a buen término el proyecto se requiere el uso de las bases obtenidas durante la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, tales como:

- Programación
- Comunicaciones
- Ingeniería de software
- Lenguajes de Internet
- Arquitectura de computadoras

Las cuáles serán el soporte para el análisis, diseño, implementación y pruebas del trabajo.

1.4. Medios utilizados

Los medios para la realización del presente proyecto en base a los recursos con los que se cuenta se muestran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1
Medios utilizados

Medio	Características
<i>Laptop mini</i>	Procesador Intel Atom a 1.6 GHz, Memoria RAM de 2 GB, Disco Duro de 160 GB y Sistema Operativo Windows 7.
PC	Procesador Intel Celeron a 1.6 GHz, Memoria RAM de 500 MB, Disco Duro de 80 GB y Sistema Operativo Windows XP.
Cámara fotográfica	Sony Cyber-Shot modelo DSC-W350. 14.1 Megapíxeles, zoom óptico de 4x, pantalla de 2.7" LCD.
Herramientas de desarrollo utilizadas	Blender 2.49, Macromedia Flash 8, Macromedia Fireworks 8, Cubase Le, Visual Studio 2010, SQL Management Studio 2008, HTML, CSS, JavaScript, Python 2.6.5.

1.5. Contribuciones

A diferencia de otras “visitas virtuales” a lugares culturales que sólo incluyen panoramas de fotografías en 360° ó con poca textura y detalle en los objetos 3D, ésta visita virtual no es panorámica sino que el usuario se puede desplazar libremente por los escenarios, además cuenta con una textura que hace más real el mundo virtual. De ésta forma los usuarios tendrán mayor interés en visitar el lugar.

La principal contribución del presente proyecto es dar difusión al Palacio de Bellas Artes, invitando a las personas de México y del extranjero a visitarlo.

Otra contribución es incrementar el interés por el desarrollo e invención de recorridos virtuales cada vez con más realismo.

1.6. Estructura del documento

- Capítulo I: Se describe la introducción, la justificación y los objetivos que dan soporte al presente trabajo.
- Capítulo II: Se describen los elementos que conforman a la realidad virtual y en forma específica a una visita virtual. También se describe el estado del arte.
- Capítulo III: Se describe el proyecto como un sistema, el cual se modelará por medio de diagramas **UML** y casos de uso.
- Capítulo IV: Se describe el diseño que se llevará a cabo para desarrollar la visita virtual.
- Capítulo V: Se describe el proceso de desarrollo de la visita virtual.
- Capítulo VI: Se describen y se muestran las pruebas realizadas.
- Capítulo VII: Conclusiones y trabajos a futuro.

CAPÍTULO II

Marco Conceptual

En éste capítulo se proporcionan los fundamentos de la realidad virtual y del desarrollo de una visita virtual con los elementos Web necesarios para la implementación de la misma. En el estado del arte se hace una comparación entre las visitas virtuales que existen nacional e internacionalmente de centros turísticos y culturales.

2.1. Marco conceptual y contextual

Como ya se ha mencionado, existe la necesidad de dar a conocer nacional e internacionalmente el Palacio de Bellas Artes a través de internet de una forma creativa y novedosa, con lo cual se presenta el problema de cómo hacerlo. La solución que se propone es realizar una visita virtual, pero a su vez surge el problema de cómo desarrollar ésta aplicación, por lo que en principio es necesario explicar el flujo de acceso a la misma, es decir, cómo un usuario en cualquier parte del mundo podrá interactuar con ella (fig. 2.1).

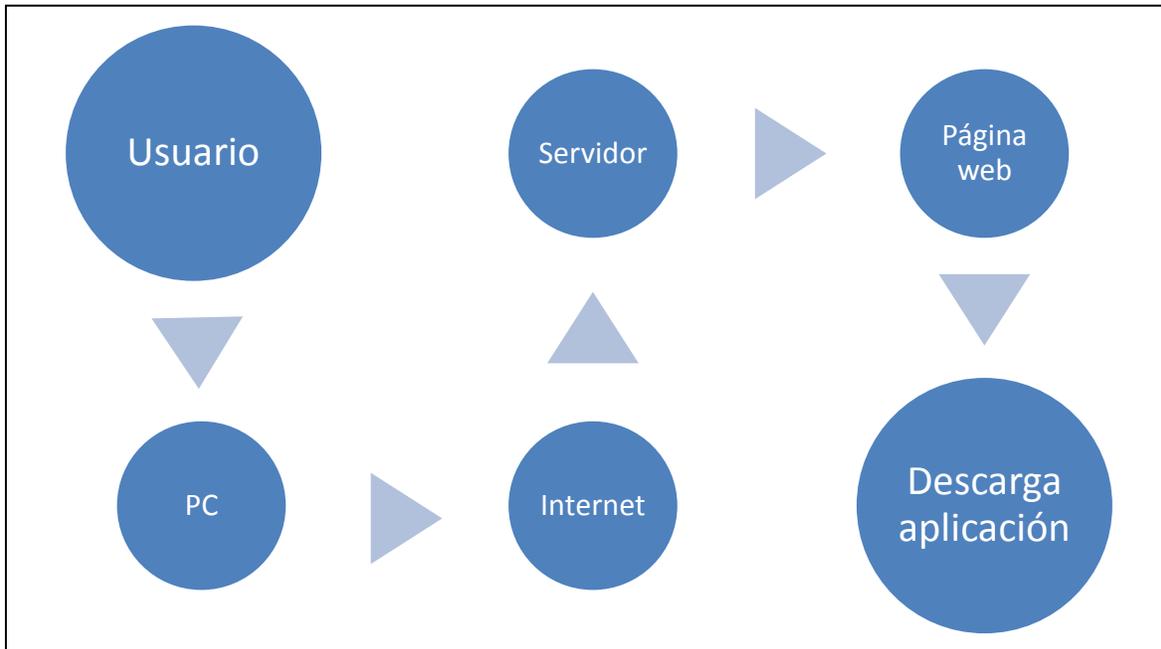


Fig. 2.1 Flujo de acceso a la visita virtual

Como se puede observar en la figura 2.1, el usuario a través de una computadora se conectará a internet para acceder a un servidor que contendrá una página web y en la cual podrá descargar la aplicación del recorrido virtual. Parece fácil, pero en realidad es un proceso complicado que requiere de conocimientos en programación, aplicaciones web, diseño y modelado en 3D.

El presente proyecto de “Visita Virtual al Palacio de Bellas Artes” contendrá distintos elementos como: servicios web, explicaciones en audio y texto, por mencionar algunos, pero el 80% del trabajo se enfocará a la aplicación como tal, por lo que es necesario empezar a explicar sobre realidad virtual.

La Realidad Virtual fue creada a finales de los años 70 por diferentes empresas que buscaban satisfacer necesidades diferentes pero con similares características. Por un lado, Scott Fisher considerado el padre de la Realidad Virtual crea el **VisioDisplay**, un casco que permite darle visión periférica al usuario en simuladores espaciales para la NASA. Por otro lado, un grupo de investigadores del Departamento de Defensa de los

Estados Unidos desarrollaban un simulador de vuelo para pruebas de guerra, con el fin de practicar sin arriesgar vidas humanas.¹

Actualmente existen casas de software especializadas en el desarrollo de aplicaciones, dispositivos y visualizadores de realidad virtual. Las más conocidas son Bitmanagement realizadora de **Bs Contact** (uno de los visualizadores más completos del mercado) y **Cosmos**, el visualizador gratuito más descargado en Internet. Por el lado de aplicaciones para modelado podemos destacar a Blender y a VRMLDesign como programas gratuitos dirigidos a realidad virtual y 3Ds Max y Maya de la compañía Autodesk como herramientas de desarrollo de modelos en tres dimensiones con un costo por su uso.

El siguiente mapa conceptual (fig. 2.2) muestra los elementos que se requieren para realizar la aplicación de la Visita Virtual al Palacio de Bellas Artes:

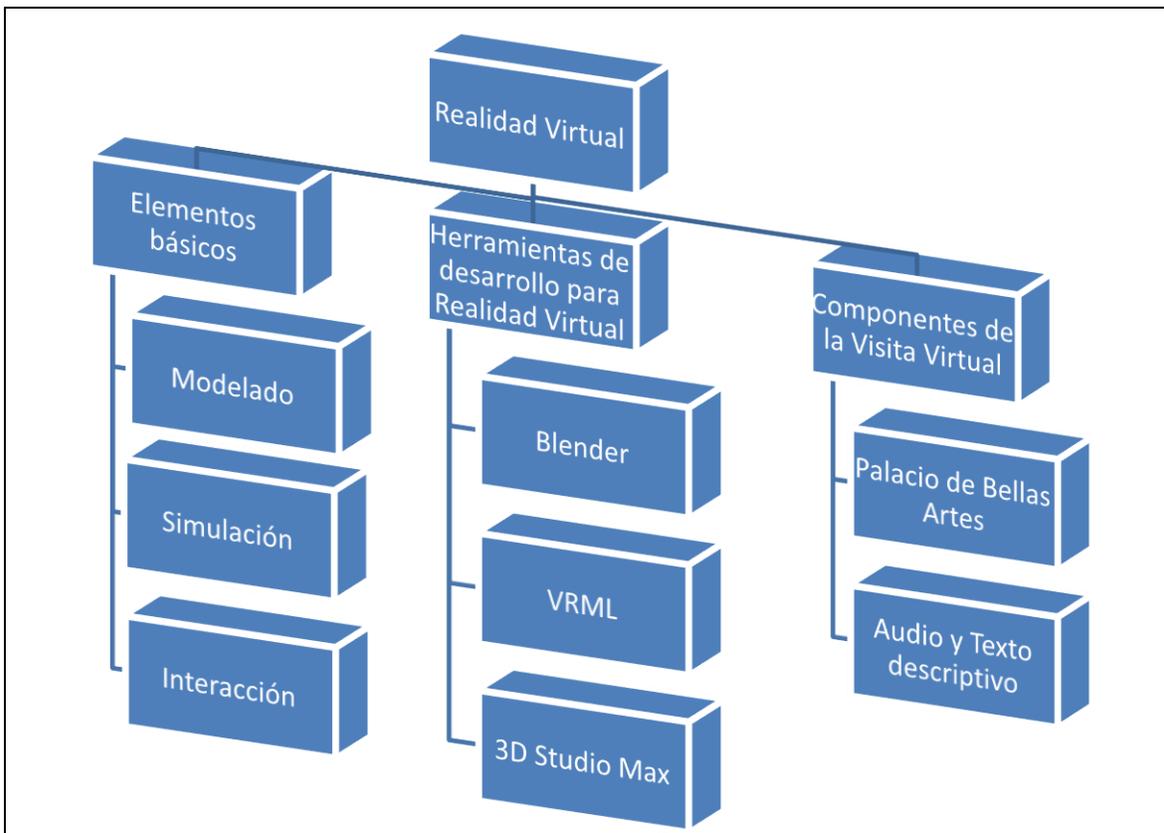


Fig. 2.2 Mapa conceptual

¹ Andrés Rodríguez Escobar. "Prototipo Tridimensional Para Simular un Recorrido Virtual por las Instalaciones de la Universidad del Bosque". Universidad del Bosque, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Bogotá 2007.

2.2. Definición de realidad virtual

Existe un sin número de definiciones acerca de lo que conocemos como "realidad virtual". Esto se debe a la diversidad de aspectos a los que se puede aplicar dicha tecnología. Partiendo de lo más básico, el diccionario define la palabra *realidad* como "la cualidad o estado de ser real o verdadero"²; por otro lado, define la palabra *virtual* como "que existe o resulta en esencia o efecto pero no como forma, nombre o hecho real"². La Realidad Virtual, como concepto neo-tecnológico, ha sido definida de varias maneras:

- Es la simulación de un entorno real o imaginario que puede ser experimentado visualmente en las tres dimensiones el alto, el ancho y la profundidad, además puede proveer una experiencia visual interactiva en tiempo completo, ya sea con sonido o con movimiento y posiblemente con el tacto y otras formas de retroalimentación.³
- Como un sistema de computación usado para crear un mundo artificial donde el usuario tiene la impresión de estar en ese mundo y la habilidad de navegar y manipular objetos en él.⁴

Una definición un poco más práctica es la que entiende la realidad virtual como aquella forma de trabajo en la que el ser humano puede interactuar totalmente con la computadora, generando espacios virtuales donde es posible desempeñar tareas y donde puede comunicarse con la computadora a través de dispositivos periféricos o "equipos de interacción" ("head mounted display" o cascos de realidad virtual). Utilizando estos equipos de interacción, ("head mounted display", "Dataglove" o rastreador, por mencionar algunos) el usuario puede visualizar e inclusive entrar en un espacio virtual creado por computadora, una realidad alternativa donde el sujeto participa activamente.⁵

En resumen, podemos sintetizar la definición de realidad virtual a "una forma en que el ser humano visualiza, manipula e interactúa con las computadoras y con datos extremadamente complejos".

2.3. Tipos de realidad virtual

Existen dos tipos de realidad virtual, respecto a lo que se podría decir que más que ser distintas, se complementan. Ambas varían principalmente en el sentido de inmersión.

² <http://www.rae.es/rae.html>

³ GRIGORES C. Burdea y COIFFET, Philippe. "Virtual Reality Technology". Segunda Edición. Wiley-Interscience, ISBN 0-471-36089-9, 2003.

⁴ Manetta C. y R. Blade (1995).

⁵ Andrés Rodríguez Escobar. "Prototipo Tridimensional Para Simular un Recorrido Virtual por las Instalaciones de la Universidad del Bosque". Universidad del Bosque, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Bogotá 2007.

El primer tipo de realidad virtual se conoce como "realidad aumentativa" o "no inmersa", pretende que el usuario interactúe con el mundo virtual, pero sin dejar de recibir información (sin perder contacto) del mundo físico que le rodea. Utiliza los recursos básicos de una computadora de escritorio (PC) con las herramientas pre-instaladas de Internet, éste enfoque de tecnología implica bajos costos, facilidad en el uso y una mayor aceptación de los usuarios hacia los programas. La forma de desplazamiento dentro de ambientes virtuales no inmersivos se realiza a través del teclado y el ratón (mouse) de la computadora.

Por otro lado, el segundo tipo de realidad virtual llamado "inmersivo", se describe como la interacción del usuario en un ambiente tridimensional por medio de dispositivos adaptados para crear situaciones y sentimientos reales de la inmersión dentro del prototipo recorrido, con el propósito de que éste interactúe con el ambiente virtual, desfocalizando al sujeto del mundo físico que lo rodea. Los dispositivos utilizados para la inmersión son los *Head mounted displays*, los guantes sensoriales y los trajes de movimiento. Estos dispositivos hacen sentir al usuario todas las sensaciones reales dentro de los ambientes virtuales.

2.4. Principios básicos de realidad virtual

Para lograr un trabajo de realidad virtual se necesita contar con los siguientes puntos:

- a) Modelado
- b) Simulación
- c) Interacción
- d) Percepción

2.4.1. Modelado

Existen varios tipos de modelado, sobre todo cuando se habla de ambientes virtuales. Dentro de la realidad virtual no inmersiva es posible crear cualquier cosa del mundo real, casas, carros, personas, animales, etc. Pero como son creación propia, los bocetos deben comenzar desde cero, con el fin de ser muy originales y no caer en el error de muchas empresas que suelen copiar lo que ya esté hecho para facilitarse el trabajo.

El modelado determina la escala del proyecto, el área de delimitación, los dispositivos que se van a utilizar como apoyo y las características de máquina necesarias para soportar el proyecto como desarrollador y como usuario. Partiendo de éste punto fácilmente se determina el enfoque del tipo de clientes al que va dirigido el trabajo y al mismo tiempo determina que capacidad tiene la empresa para ejecutarlo por recursos y por presupuesto.

Cuando el proyecto es una estructura tridimensional de base como una casa, un centro comercial, un edificio o como en este caso el Palacio de Bellas Artes, es necesario tener fotos de referencia y planos de la estructura que se va a modelar. El proceso de

modelado es igual a la forma como se hace alguna figura en plastilina; por lo general, se parte de un cubo y se le va dando la forma para conseguir el elemento que estemos modelando. Luego se le agregan los decorativos pertinentes como texturas y detalles de realismo para lograr algo más impactante a la hora de hacer una inmersión.

2.4.2. Simulación

La simulación dentro de la Realidad Virtual es uno de los pasos más importantes, ya que éste fue el propósito principal de la creación de la tecnología. Siempre se busca poder representar situaciones reales que cuestan bastante dinero implementar o que puedan causar algún riesgo físico. En éste punto del proyecto se pretende lograr hacer sentir al usuario dentro de un mundo semejante al que ellos han estado o podrían estar. Por ejemplo, los pilotos normalmente hacen prácticas en simuladores de vuelo donde pueden cometer errores y donde son calificados y entrenados para luego enfrentarse contra el avión real.

Como es de suponerse, la simulación pretende imitar aspectos de la vida real con el fin de hacer sentir al usuario una experiencia casi perfecta en un mundo paralelo al mundo real. En el caso de un recorrido virtual se establecen los patrones del recorrido, los accesos y los métodos de desplazamiento del **avatar** o personaje. La simulación es la primera etapa de pruebas de un proyecto de Realidad Virtual ya que se tiene la base principal de lo que finalmente será el resultado.

2.4.3. Interacción

La interacción es un punto definitivo para separar un proyecto de Realidad Virtual de un simple video educativo, ya que en este punto es donde se definen comportamientos específicos del escenario y cómo interactúan estos con el usuario.

El sistema debe ofrecer la posibilidad de ejercer control o reacción sobre determinados objetos en el mundo virtual. El programador tiene la obligación de asignar funciones específicas a elementos relevantes dentro del mismo con el fin de permitirle al usuario explorar a fondo y desarrollar su sentido de curiosidad dentro de éste ambiente nuevo para él.

La creatividad del ingeniero en éste punto es fundamental, ya que es donde se marca mucho la diferencia entre un programa y otro con similares características. La capacidad de invención de sensaciones y la libertad impuesta al usuario para explorar hacen que un proyecto sea mejor que otro y que un ingeniero sea más creativo e inventivo que sus demás colegas. Para lograr triunfar en éste aspecto, se deben tener en cuenta las diferentes posibilidades y recursos que nos brindan los sistemas y las aplicaciones de la Realidad Virtual. Hoy en día se integran medios visuales y auditivos con el fin de volver más dinámica la experiencia al igual que se integran todas las herramientas como el **mouse**, teclado, cascos, chalecos de sensores y guantes virtuales para sumergir completamente al usuario dentro del mundo virtual que desea explorar.

2.4.4. Percepción

La percepción es un toque de trascendencia que se comenzó a dar en los años 90, cuando los desarrolladores se dieron cuenta de que la Realidad Virtual debe ser más que un simple simulador por computadora. Es por esto que deciden crear dispositivos donde el usuario pueda sentir sensaciones para estudios o entretenimiento personal.⁶

Al ver que se estaba estancando una tecnología tan ilimitada, deciden utilizarla como método de estudio de enfermedades psicológicas como el vértigo y las fobias llevando esta tecnología un paso más allá de lo que se había estimado. Siguen siendo simuladores, pero ya por medio de la robótica y de la creatividad de diseñadores e ingenieros, se comienza a poner sensaciones a los recorridos. La creación de una araña virtual que camina sobre el brazo de una persona haciendo reaccionar los sensores del guante virtual, hace sentir por un instante al usuario que tiene el animal ahí.

Las principales sensaciones creadas dentro de la percepción son, la sensación de profundidad, de vértigo, de viento, de movimiento y hasta de peso. Y lo más increíble es que todo es una combinación entre equipos reales adaptados robóticamente para interactuar con la creatividad del desarrollador y el instinto del usuario.

En este punto juega un papel importante la animación o el modelado en programas de tres dimensiones, ya que muchas de las sensaciones no podrían ser posibles de percibir si fueran representadas en imágenes planas. Es por esto también que las grandes compañías desarrolladoras de software están invirtiendo mucho dinero hoy en día a programas y desarrollos de aplicaciones para animaciones y modelado en 3D.

Cabe mencionar que en éste proyecto no se abordará el tema de la percepción ya que ello involucraría hablar de dispositivos electrónicos (hardware) y nuestra finalidad es la visita virtual al Palacio de Bellas Artes con servicios web (software).

2.5. Concepto y utilidad de los servicio Web

La W3C (World Wide Web Consortium) define "servicio web" como un sistema de software diseñado para permitir interoperabilidad máquina a máquina en una red.⁷ En general se podría decir que los servicios web son el conjunto de protocolos, aplicaciones o tecnologías con capacidad para inter-operar en la web sin importar la plataforma que se use. Estas tecnologías intercambian datos entre ellas con el fin de ofrecer servicios.

⁶ Andrés Rodríguez Escobar. "Prototipo Tridimensional Para Simular un Recorrido Virtual por las Instalaciones de la Universidad del Bosque". Universidad del Bosque, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Bogotá 2007.

⁷ <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>

La World Wide Web (WWW) no es sólo un espacio de información, también es un espacio de interacción. Utilizando la web como plataforma, los usuarios, de forma remota pueden solicitar un servicio que algún proveedor ofrezca en la red. Pero para que ésta interacción funcione, deben existir mecanismos de comunicación y estándares entre diferentes aplicaciones. Estos mecanismos deben poder interactuar entre si para presentar la información de forma dinámica al usuario.

Algunos de los estándares que se utilizan en los servicios web son:

- XML (Extensible Markup Language): Es el formato estándar para los datos que se vayan a intercambiar.
- SOAP (Simple Object Access Protocol): Protocolo sobre el que se establece el intercambio.
- WSDL (Web Services Description Language): Es el lenguaje de la interfaz pública para los servicios web. Es una descripción basada en XML de los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios web.

2.6. Estado del arte

Para poder entender mejor el estado del arte de éste proyecto, partamos de la tabla 2.1, la cual expone algunas de las visitas virtuales que se han desarrollado tanto en México como en el mundo, además se plantea una breve pero completa comparación de los componentes que caracterizan a cada una de las visitas virtuales (Servicios Web, Base de datos, Audio descriptivo, Texto descriptivo, Instrucciones de controles, Texturizado del escenario) y que nos muestra como es hoy en día una visita virtual, es decir, los elementos con los cuales el usuario puede interactuar.

Tabla 2.1
Contenido de algunas visitas virtuales

Visita Virtual	Servicios Web	Base de Datos	Audio	Texto	Instrucciones de controles	Texturizado
Castillo de Chapultepec	•	X	•	X	•	X
Templo Mayor	•	•	X	•	•	X
Capilla Sixtina	•	X	X	X	X	•
Museo de Louvre	•	•	X	•	X	X
Palacio de Bellas Artes	•	X	•	•	•	•

Para empezar vemos que los servicios web (Web Services) los manejan todas las visitas virtuales ya que son necesarios para la interacción con los usuarios. Por otro lado tenemos la posibilidad de que la visita virtual esté ligada a una base de datos, y es en éste punto donde sólo algunas tienen el servicio; cabe mencionar que la mayoría de visitas virtuales que no se han nombrado en éste apartado no cuentan con una base de datos. También vemos la posibilidad de que las visitas cuenten con audio y/o texto que guíen e interactúen con el usuario, y ya que es bastante atractivo y de mucha ayuda, éste elemento de audio y texto se encuentra en la gran mayoría de visitas virtuales, ya sea texto, audio o ambos. Las instrucciones de los controles para navegar por la visita virtual dependen en gran medida de la complejidad de la misma, es decir, mientras más complejo sea el desarrollo de una visita virtual, sus componentes de navegación serán más numerosos y/o complejos; en la tabla 2.1 se puede observar que solo una visita no cuenta con instrucciones de controles y esto se debe a que únicamente se necesita el mouse (ratón) para navegar por la visita virtual. Finalmente podemos ver el apartado de texturizado, el cual se encuentra en pocas visitas virtuales, ya que se requiere de mayor esfuerzo y es lo que hace que un escenario virtual sea más real.

Actualmente en México son pocas las empresas especializadas en éste campo pues es una tecnología bastante nueva en el país y que requiere bastante trabajo, sin embargo podemos mencionar que existen algunas visitas virtuales a zonas arqueológicas y museos realizadas por alumnos del IPN, como es el caso de la visita virtual al Templo Mayor, al Museo de Antropología e Historia y al Tajín, por mencionar algunas.

CAPÍTULO III

Análisis

Este capítulo trata del análisis del presente proyecto, visto como un sistema, a través de elementos de Ingeniería de Software como diagramas UML y casos de uso.

3.1. Metodología

El procedimiento que se siguió para desarrollar éste proyecto fue (fig. 3.1):

1. Investigación sobre el Palacio de Bellas Artes.
2. Investigación de las herramientas para el desarrollo de realidad virtual.
3. Toma de fotografías del Palacio de Bellas Artes.
4. Análisis de las fotografías capturadas.
5. Evaluación y selección de las herramientas para el desarrollo de la visita virtual.
6. Diseño de la arquitectura del proyecto.
 - Diseño de la página web
 - Diseño del plano de planta del Palacio de Bellas Artes
7. Desarrollo del proyecto.
 - Construcción de la página web
 - Construcción de los escenarios virtuales
8. Integración de los escenarios virtuales.
9. Pruebas a la visita virtual.
10. Documentación del proyecto.

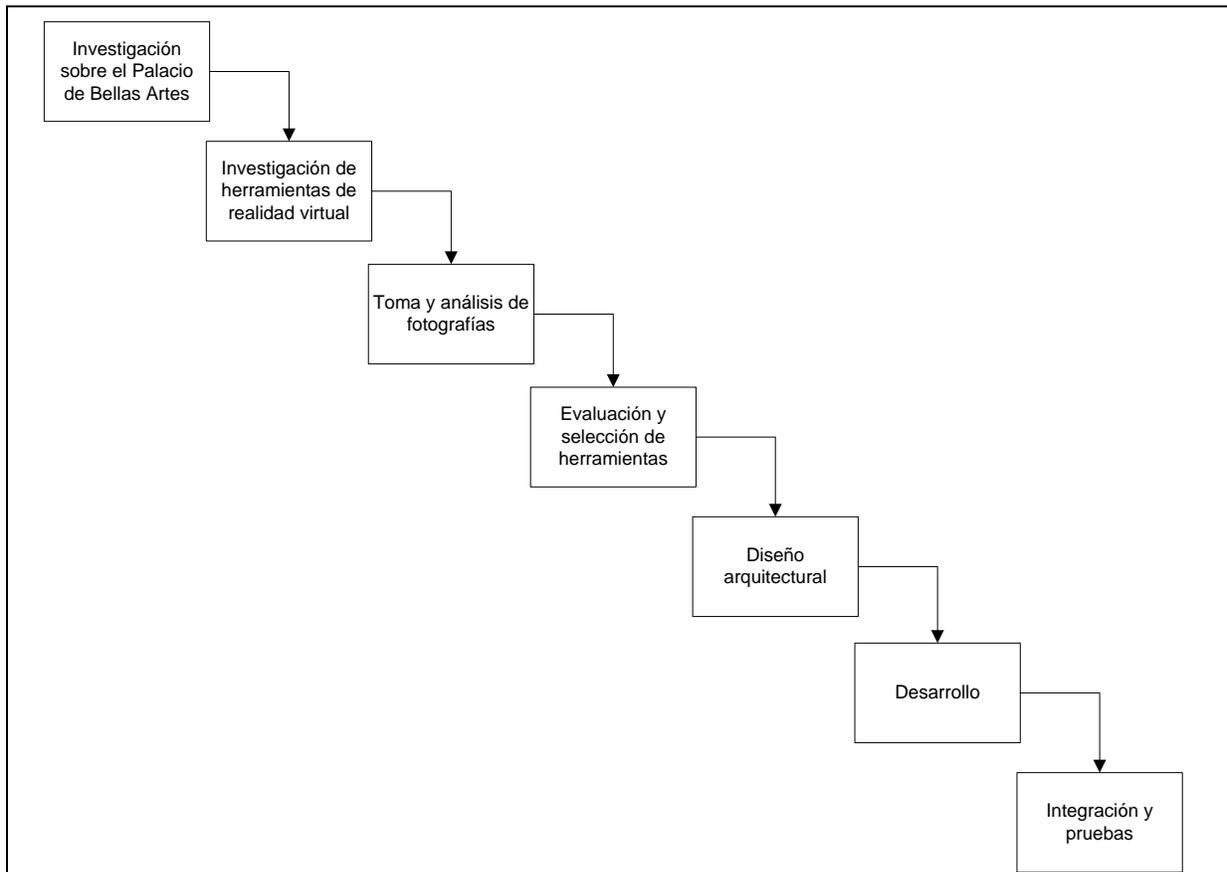


Fig. 3.1 Diagrama del procedimiento que se llevó a cabo

En cuanto a las características de construcción del trabajo, se decidió implementar la metodología en Cascada.

3.2. Modelado del análisis

Para poder entender mejor el problema de realizar la visita virtual al Palacio de Bellas Artes, es necesario exponer los elementos generales que conforman el proyecto, así como comprender que la aplicación de la visita virtual podrá ser descargada desde una página web y que a su vez dicha página estará alojada en un servidor (fig. 3.2).

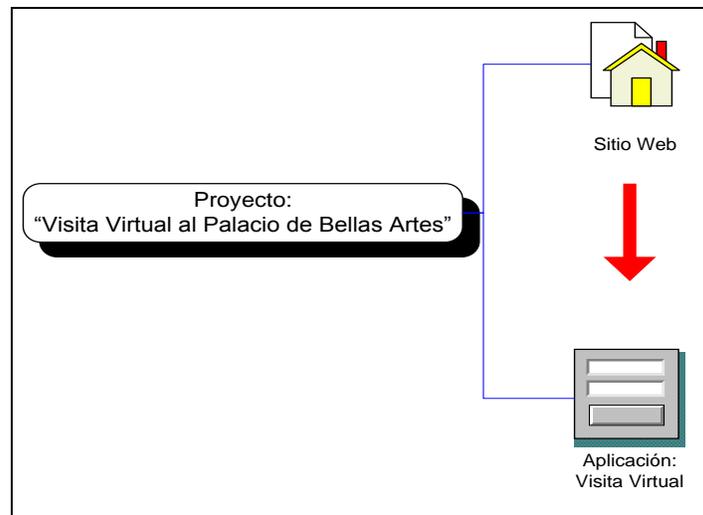


Fig. 3.2 Elementos que componen el proyecto de la visita virtual

Como se observa en la figura 3.2, los elementos que conforman el proyecto son en esencia 2:

1. Sitio Web
2. Visita virtual como aplicación

Se debe tener en cuenta que el mayor porcentaje de trabajo se centrará en el punto 2 (visita virtual como aplicación).

3.3. Análisis de la visita virtual como aplicación

Empecemos el análisis usando la figura 3.3 que muestra el diagrama general de la clase "Visita_Virtual".

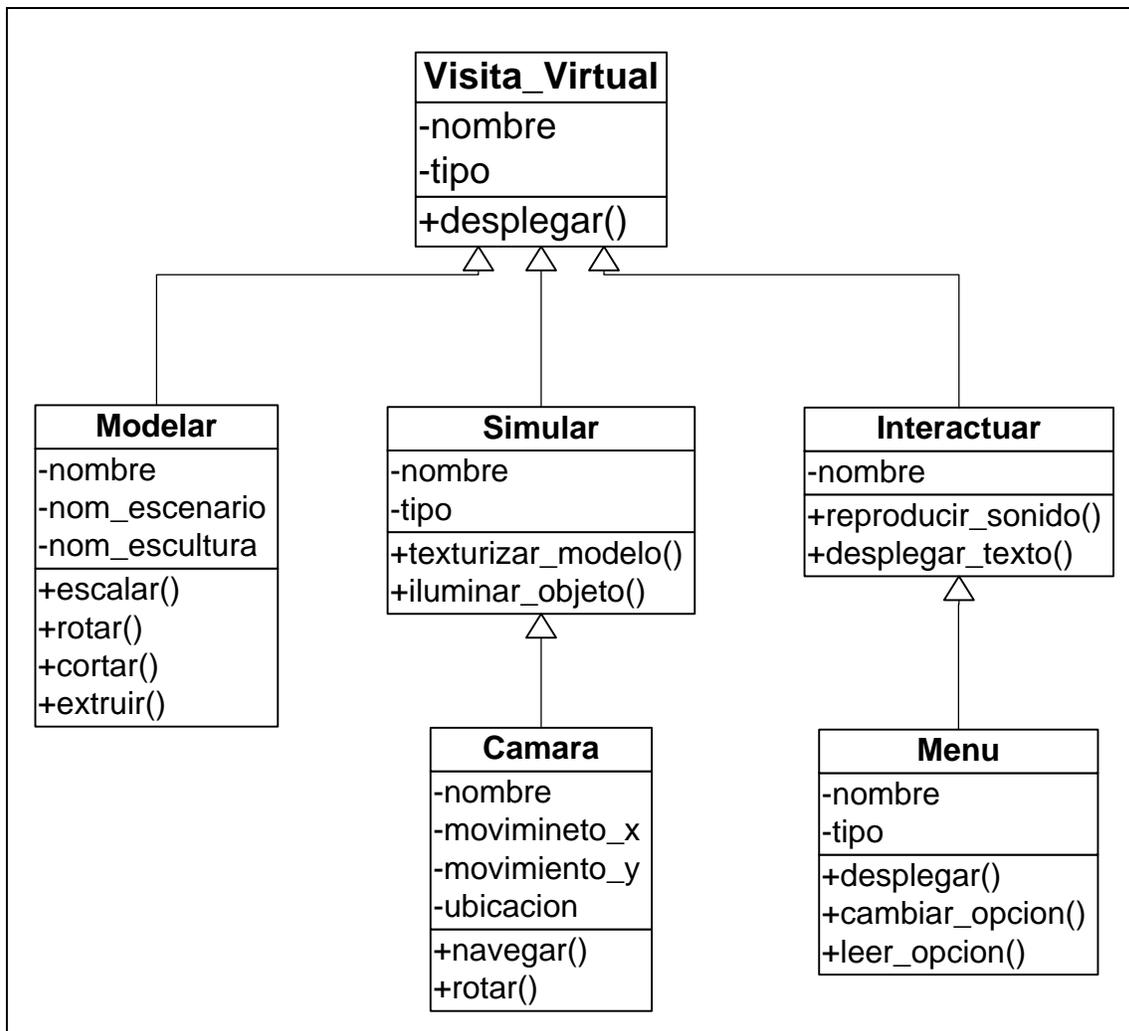


Fig. 3.3 Diagrama general de la clase "Visita_Virtual"

El diagrama expone las clases principales de nuestra visita virtual (modelar, simular e interactuar) y las principales tareas que cada una de ellas desempeñará. También existe la clase "Camara" que permitirá al usuario navegar dentro de la visita virtual y la clase "Menu" que será la interfaz gráfica que interactuará con el usuario. Podemos hacer un análisis más detallado partiendo de las clases vistas anteriormente y utilizando un paquete de análisis enlistando los elementos necesarios para cada paquete, como se muestra en la figura 3.4.

Para el modelado es necesario contar con fotos e imágenes de todo el Palacio de Bellas Artes, de la fachada exterior, los pasillos, escaleras, el vestíbulo, las esculturas que adornan el Palacio y las pinturas o murales. En la parte de la simulación es necesario contar la programación que resuelva el problema de cómo el usuario navegará virtualmente por el Palacio de Bellas Artes, además es necesario una herramienta que permita texturizar el modelo obtenido del Palacio para tratar de hacer lo más real posible el diseño de la visita virtual. Y finalmente en la interacción se necesita información sobre algunos elementos del Palacio ya que ésta información se convertirá en audio y texto que interactuará con el usuario dentro de la visita virtual.

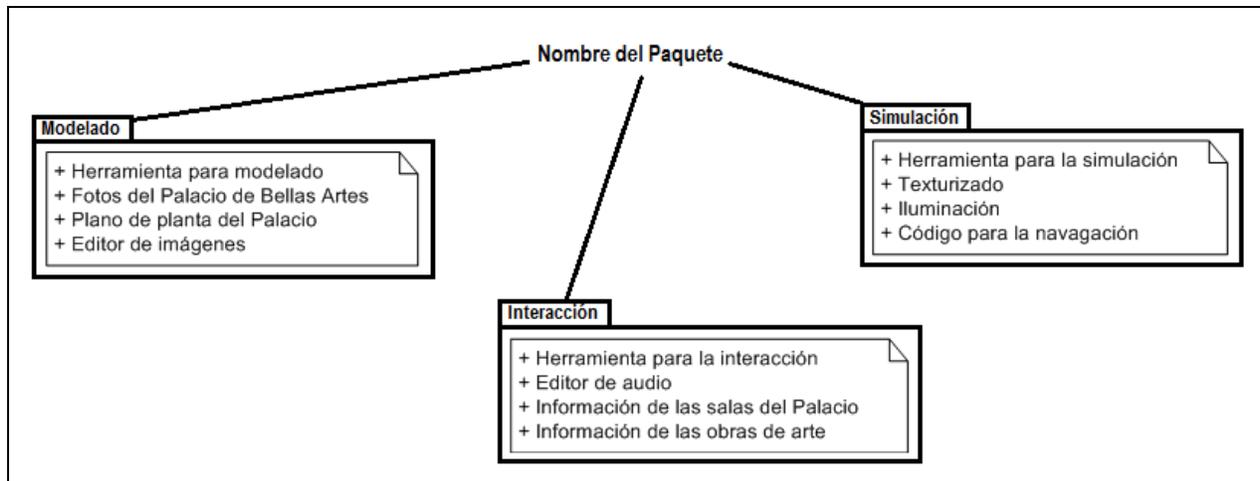


Fig. 3.4 Paquetes

Ahora bien, hoy en día existen muchos paquetes que cuentan con las herramientas necesarias para modelar, simular e interactuar con una visita virtual y por lo tanto debemos de hacer un análisis de éstas herramientas.

3.3.1. Herramientas para el desarrollo de realidad virtual

A medida que se va investigando y creciendo en el campo de la realidad virtual, al mismo tiempo y de una forma más acelerada se van desarrollando herramientas y dispositivos que hacen de ésta una tecnología de punta.

En Internet se pueden encontrar miles de aplicaciones para el desarrollo de proyectos de realidad virtual, existen varios que son de uso gratuito como Blender y otros que varían entre un costo de 50 dólares hasta los 2 mil dólares como Cinema 4D. Todo depende de la cantidad de funciones que tengan desarrolladas o el respaldo de la casa de software dueña del producto.

Las herramientas para el desarrollo de realidad virtual nos proporcionan la posibilidad de crear ambientes en tres dimensiones simulando escenarios físicos reales. Necesitamos de éstas herramientas para modelar el Palacio de Bellas Artes en forma arquitectónica, para simular el entorno por el cual el usuario navegará y texturizar los elementos que conforman el Palacio de Bellas Artes para que el escenario sea lo más real posible, y finalmente necesitamos herramientas para implementar componentes de interacción como audio, texto y el mismo recorrido por el Palacio de Bellas Artes. Por eso es importante analizar las herramientas con las que podemos contar y que nos puedan aportar los elementos que requerimos para llevar a cabo el proyecto.

Actualmente existen programas que cuentan con herramientas para modelado, simulación e interacción de escenarios en tercera dimensión en un solo paquete, pero también existen programas que únicamente se usan para modelar u otros que funcionan como complementos (*plug-in*) para simular o interactuar con los escenarios en 3D y claro que existe una gran diferencia entre los dos; por lo general los paquetes

que cuentan con todas las herramientas para desarrollo de realidad virtual son más complejos de usar que los programas que sólo tienen una función; por ejemplo, si queremos modelar un auditorio con un paquete de desarrollo de realidad virtual, probablemente nos tome más tiempo terminarlo a que lo realicemos con un programa que sólo se use para modelar; en otras palabras, si queremos realizar un trabajo únicamente de modelado es recomendable utilizar programas específicos para llevar a cabo el modelado, pero si queremos elaborar proyectos más completos como una película, es necesario contar con un paquete completo de diseño 3D.

También es importante mencionar que la mayoría de los paquetes de desarrollo virtual (cinema 4D, 3D Studio Max, Blender, entre otros) cuentan con software complementario llamado “plugin” y con lo cual podemos realizar tareas específicas pero con mayor facilidad. De ésta forma en nuestro análisis presentamos una tabla comparativa (tabla 3.1) de algunos de los paquetes para el desarrollo de Realidad Virtual, así como los requerimientos mínimos y óptimos de sistema, y costos de cada uno de los ellos:

Tabla 3.1
Herramientas para el desarrollo de realidad virtual

	VRML PAD	Blender	3D Studio Max
Requerimientos mínimos de sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador 300 MHz • 32 MB de RAM • 6 MB de espacio libre en disco duro • Monitor SVGA / 256 colores. • Sistema Operativo: Windows95 / Windows NT. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador 300 MHz • 128 MB de RAM • 20 MB de espacio libre en disco duro • Resolución de pantalla 800x600 • Sistema Operativo: Windows 2000 / XP 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium III • 512 MB RAM • 500 MB de espacio libre en disco duro • Tarjeta aceleradora de gráficos Open GL con soporte para 3D • Resolución de pantalla 800x600 • Sistema Operativo: Windows xp • DVD-ROM drive

Requerimientos recomendados	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium II • Monitor SVGA / 256 colores. • 256 MB RAM • 20 MB de espacio libre en disco duro • Sistema Operativo: Windows XP, Service Pack 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium III • 512 MB de memoria RAM • 500 MB de espacio libre en disco duro • Tarjeta de gráficos Open GL de 16 MB RAM • Resolución de pantalla 1024x768 • Sistema Operativo: Windows XP, Service Pack 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium IV o AMD Athlon XP • 2 GB RAM • 2 GB de espacio libre en disco duro • Tarjeta aceleradora de gráficos Open GL con soporte para 3D • Resolución de pantalla 1024x768 • Sistema Operativo: Windows XP, Service Pack 2 / Windows Vista, Service Pack 1 / • DVD-ROM drive
Requerimientos del equipo visor	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium • 32 MB en RAM • Plug-in como: Cosmo Player, Live3D, Liquid Reality • Windows 2000 / XP o superior 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium II • 512 MB de RAM • Windows XP o superior 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Pentium III • 1 GB RAM • Tarjeta aceleradora de gráficos • Windows xp o superior
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • \$ 49.95 	<ul style="list-style-type: none"> • Libre 	<ul style="list-style-type: none"> • \$34,950

En la tabla 3.1 encontramos la relación de cómo trabajan los programas en función del hardware. Lo que nos aporta cada uno de ellos para el desarrollo de realidad virtual se explica a continuación:

VRML PAD

El software aporta los siguientes elementos:

- Posibilidad de importación de objetos 3D de otros formatos como 3ds.
- Tamaño de origen realmente pequeño comparado con otros paquetes de 3D.
- Permiten usar diferentes objetos 3D formando escenas compuestas, lo que a su vez permite la reutilización de ambientes.
- Uso de scripts sencillos.
- Facilita la implementación de ambientes multiusuario.
- Los elementos de vrml son independientes uno de otro y cualquier dependencia es estructurada y bien definida.
- Detección dinámica de errores.
- Soporte visual para operaciones con escenas en árbol.
- Permite pre-visualizar escenas ya creadas.
- Enrutamiento de mapas.
- Automatización de procesos.
- Creación de nodos individuales.

Blender

Éste paquete de desarrollo tridimensional cuenta con los siguientes elementos para la creación de entornos virtuales:

- Multiplataforma, libre, gratuito y con un tamaño de origen realmente pequeño.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, **NURBS** (tipo de curva con parámetros definidos por medio de un vector, capaces de seguir exactamente cualquier contorno) y **metaballs** (elementos esféricos, tubulares y cúbicos que pueden afectar a otro objeto).
- 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.
- Radiosidad (técnica mediante la cual se obtiene un render o imagen, que intenta simular la reflexión difusa de la luz y el color entre las superficies de una escena).
- Renderizado interno versátil.
- Lenguaje Python para automatizar o controlar varias tareas.
- Lectura de 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, que es básicamente un algoritmo matemático para representar el juego de los bloques lógicos de colores.
- Simulaciones dinámicas para **softbodies** (cuerpos suaves), partículas y fluidos.

- Modificadores apilables, para la aplicación de transformación no destructiva sobre mallas.
- Iluminación
- Sistema de partículas estáticas para simular cabellos y pelajes.

3D Studio Max

Finalmente uno de los paquetes más conocidos, 3D Studio Max, cuenta con los siguientes elementos:

- Suite 3D completa.
- Software comercial. No tiene versión de aprendizaje gratuito.
- Capacidad para una gran variedad de primitivas geométricas, incluyendo curvas, mallas poligonales, vacíos, **NURBS** y **metaballs**.
- Renderizado interno versátil.
- 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.
- Animación de personajes, efectos y partículas.
- Simulaciones físicas de cuerpos rígidos y blandos.
- Simulación de pelos y telas.
- Radiosidad.
- Iluminación global.

Como se observa, los anteriores programas cuentan con una amplia gama de componentes internos para llevar a cabo el desarrollo de realidad virtual pero que difieren entre sí en el costo y en la funcionalidad en relación al hardware, así como en la GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) con la que cuenta cada uno.

3.4. Análisis Web

Partamos de la figura 3.5 para ejemplificar los componentes o mejor dicho, capas que conforman un servicio web.

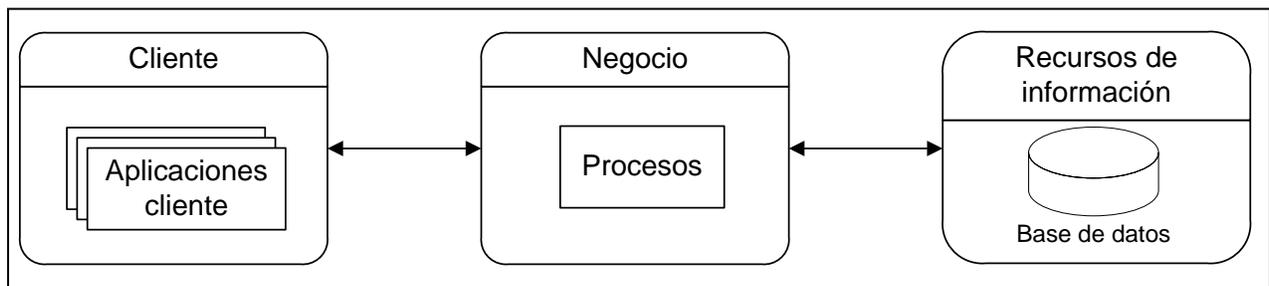


Fig. 3.5 Arquitectura de 3 capas en un servicio web

Como se observa en la anterior figura, se puede dividir en tres capas el desarrollo de un servicio web. Cabe señalar que en nuestro caso sí llegáremos al uso de la tercera capa y aunque nuestro objetivo principal es la visita virtual, necesitaremos utilizar bases de datos para guardar datos de un formulario.

3.4.1. Capas de desarrollo Web

Ahora bien, profundicemos un poco en cada una de las capas.

1. Capa Cliente

Es la capa de presentación para el usuario, es decir, por medio de algún navegador el usuario visualizará el sitio web (en nuestro caso será la página de inicio); es donde el mismo usuario podría realizar alguna petición y/o ingresar datos para ser enviados. También es en ésta capa donde se pueden alojar archivos de animación y/o multimedia. Es importante mencionar que los componentes de ésta capa se ejecutan en la máquina del usuario.

2. Capa de negocio

Los componentes de ésta capa se ejecutan en un servidor de aplicaciones. Contiene la lógica de negocio, es decir, la lógica para resolver o cumplir alguna necesidad de un negocio en particular. Los “servlets” son usados en ésta capa en el caso de java. Usualmente ésta capa interactúa con la capa de recursos de información (bases de datos).

3. Capa de recursos de información

Los componentes de ésta capa se ejecutan en el servidor que administra la información. Se podría decir que conecta la base de datos con la aplicación. También es importante mencionar que para el desarrollo de la aplicación de la visita virtual no se requerirá el uso de base de datos, pero sí para el caso de un formulario web que más adelante se mencionará.

Como se observa, es importante contar con instrumentos que faciliten el desarrollo de servicios web, por ello a continuación se presenta el análisis de las herramientas que hacen posible éste desarrollo.

3.4.2. Herramientas para el desarrollo Web

Existen actualmente en el mercado herramientas o propiamente dicho, tecnologías que proveen de los elementos necesarios para el desarrollo de los servicios web y la interacción entre sus respectivas capas, teniendo la posibilidad de integrar código de programación con elementos gráficos y de animación, como imágenes jpg, gifs o flash. La tabla 3.2 muestra de una forma general, algunas de las tecnologías más utilizadas para el desarrollo web.

Tabla 3.2
Herramientas para el desarrollo de servicios web

	J2EE	Microsoft .NET	PHP
Licencia	Libre (Open Source)	De paga	Libre (Open Source)
Lenguaje de programación usado	Java	Visual Basic, C++, C#	PHP
Elementos con los que cuenta	Applets, Servlets, JSP, JDBC, XML	ODBC, ASP, XML	ODBC, XML
Servidor de aplicaciones usado comúnmente	Apache TomCat	Microsoft IIS	Apache TomCat
Manejador de bases de datos usado comúnmente	MySQL	SQL Server	MySQL
Entorno de desarrollo usado comúnmente	NetBeans Eclipse	Visual Studio	Dreamweaver NetBeans

Cabe señalar que *Apache Tomcat* es un servidor de uso gratuito al igual que MySQL (gestor de bases de datos).

Como sabemos es mucho más fácil realizar el desarrollo de servicios web en un IDE (Integrated Development Environment) o Entorno de Desarrollo Integrado, que en un block de notas por ejemplo. Es por ello que a continuación se presenta una tabla comparativa (tabla 3.3) de algunos de los entornos de desarrollo que se pueden utilizar.

Tabla 3.3
Entornos de desarrollo de aplicaciones y servicios web

	NetBeans	Visual Studio	Dreamweber	Eclipse
Plataformas o tecnologías que soporta	J2EE, PHP, AJAX	Microsoft .NET	J2EE, PHP, ASP (Microsoft .NET), AJAX	J2EE, AJAX
Tamaño en MB	59.23 MB	3642 MB	326.1 MB	256 MB
Licencia	Libre	De paga	De paga	Libre

Finalmente es importante mencionar que para pintar las páginas web, es decir, para el diseño y presentación de las páginas se usa HTML HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), por lo que el desarrollo del servicio web estará íntimamente relacionado con etiquetas de HTML. También se puede hacer uso de animaciones con flash para presentar una página más estética.

3.5. Diagramas de la visita virtual

3.5.1. Diagrama de flujo de datos de la aplicación

- Nivel contextual (fig. 3.6). Muestra el flujo de la relación del usuario con la visita virtual.

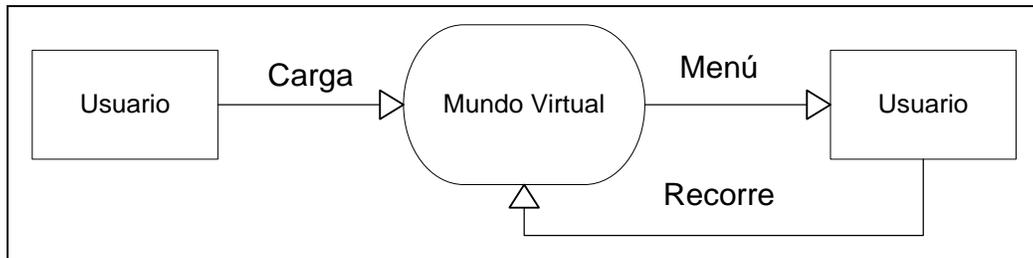


Fig. 3.6 Diagrama de flujo de datos a nivel contextual

- Nivel 1 (fig. 3.7). Muestra la interacción del usuario y la visita virtual.

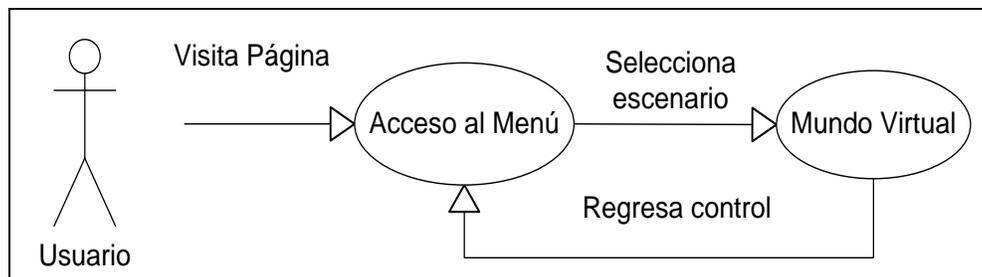


Fig. 3.7 Diagrama de flujo de datos en nivel 1

- Nivel de presentación (fig. 3.8). Muestra la presentación de la página una vez que se ingresa a ella y de donde se podrá descargar la aplicación.

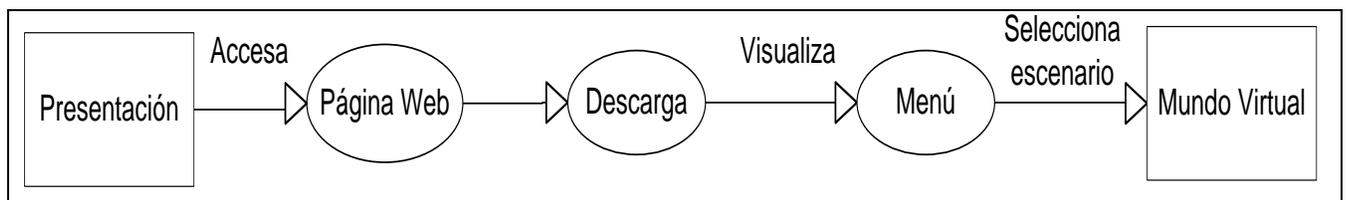


Fig. 3.8 Diagrama de flujo de datos a nivel de presentación

- Nivel del mundo virtual (fig. 3.9). Muestra como es la interacción de los objetos del mundo virtual con el usuario.

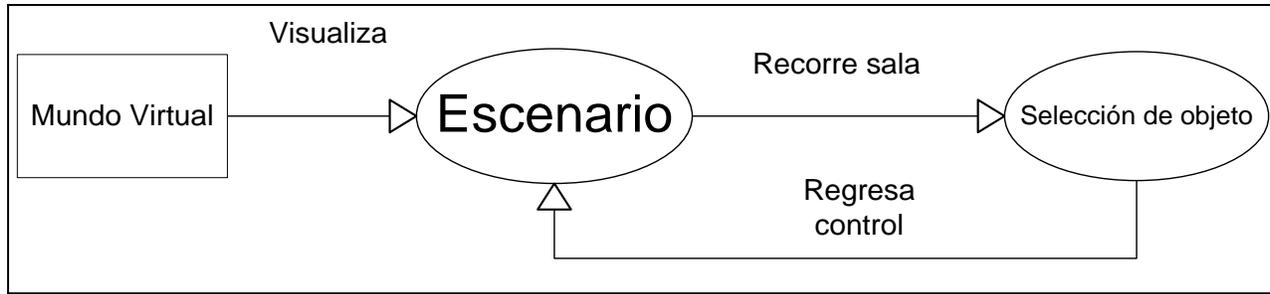


Fig. 3.9 Diagrama de flujo de datos a nivel del mundo virtual

3.5.2. Diagrama de secuencia a nivel de usuario

La figura 3.10 muestra el diagrama de secuencia a nivel de usuario.

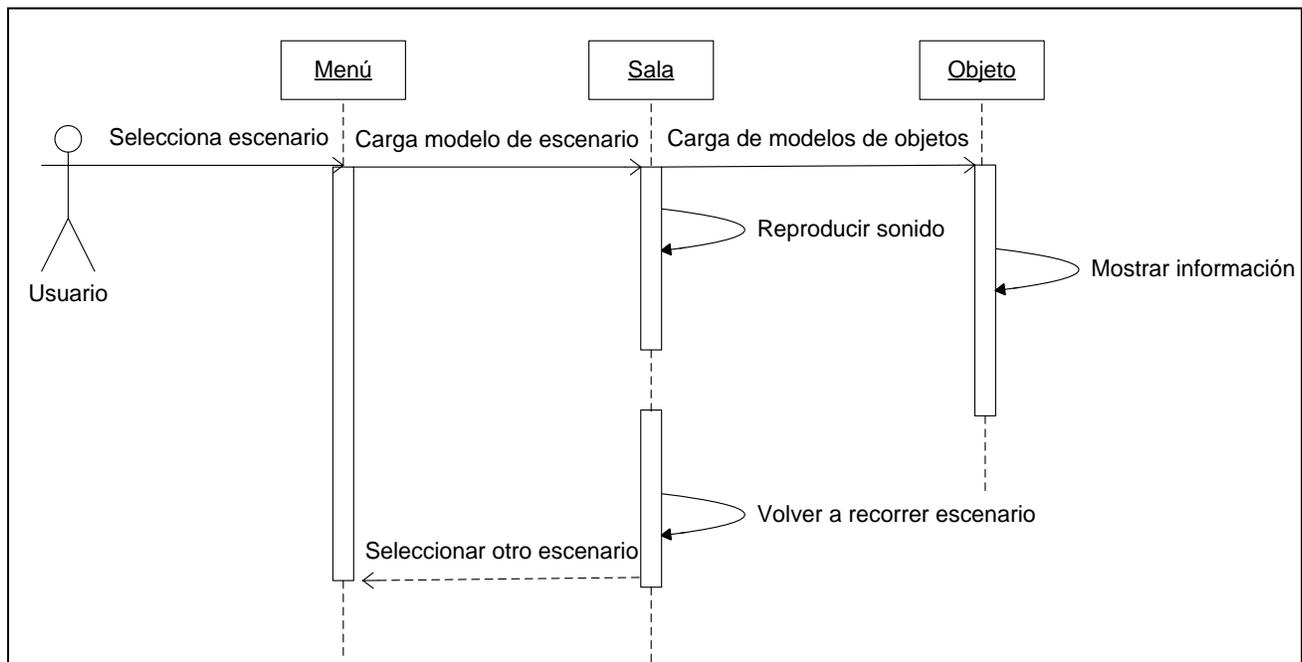


Fig. 3.10 Diagrama de secuencia

3.6. Casos de uso

En este apartado se describirá el comportamiento de nuestro sistema (visita virtual al Palacio de Bellas Artes) en diferentes condiciones mientras éste responde a la petición de uno de los usuarios. Los casos de uso que se plantean explicarán de manera secuencial la forma en que un usuario interactúa con la visita virtual en un conjunto específico de circunstancias.

Consideremos un primer caso de uso básico de la siguiente manera:

1. El usuario se conecta a Internet a través de su computadora.
2. El usuario ingresa a la página web donde se encuentra la aplicación de la visita virtual, por ejemplo: <http://visitavirtualbellasartes.com>
3. En la página principal aparece el **link** de la visita virtual y el usuario da **click** en éste **link**.
4. Se carga la página web de donde el usuario podrá descargar la aplicación.
5. Una vez descargada la aplicación el usuario ejecuta el archivo **.exe** (archivo ejecutable) y visualiza el menú de opciones.
6. El usuario decide el escenario que desea recorrer.
7. El usuario empieza a navegar y a interactuar con los objetos del mundo virtual.
8. El usuario sale de la aplicación y sale de la página web.

Existen varias formas de poder describir un caso de uso, por ejemplo, en el anterior caso se utilizó una lista para explicar una serie de pasos que el usuario sigue para acceder a la visita virtual, ahora veamos otro caso de uso con otra forma de describirlo:

Caso de uso: Acceso a la visita virtual al Palacio de Bellas Artes

Actor primario: Usuario con computadora y acceso a internet

Meta en el contexto: Visitar virtualmente el Palacio de Bellas Artes

Condiciones previas: Acceso a internet

Activador: EL usuario accede a la página web (como ejemplo)
<http://visitavirtualbellasartes.com>

Escenario:

1. El usuario descarga la aplicación de la visita virtual
2. El usuario da **click** en “instrucciones de controles”, se carga la información de los controles y el usuario lee las instrucciones
3. El usuario abre el archivo “visita virtual.exe” se carga la visita virtual
4. El usuario empieza el recorrido al Palacio de Bellas Artes
5. El usuario sale de la aplicación

Excepciones:

1. La página <http://visitavirtualbellasartes.com> no se carga: el usuario verifica la conexión a internet
2. El usuario no puede descargar la aplicación: conexión a internet no óptima
3. La aplicación no funciona correctamente: los elementos del equipo visor (hardware) no son los adecuados

Otra forma de poder representar nuestros casos de uso es por medio de diagramas UML (Lenguaje de Modelado Unificado), por lo que en la figura 3.11 se presenta otro caso de uso sobre la visita virtual al Palacio de Bellas Artes:

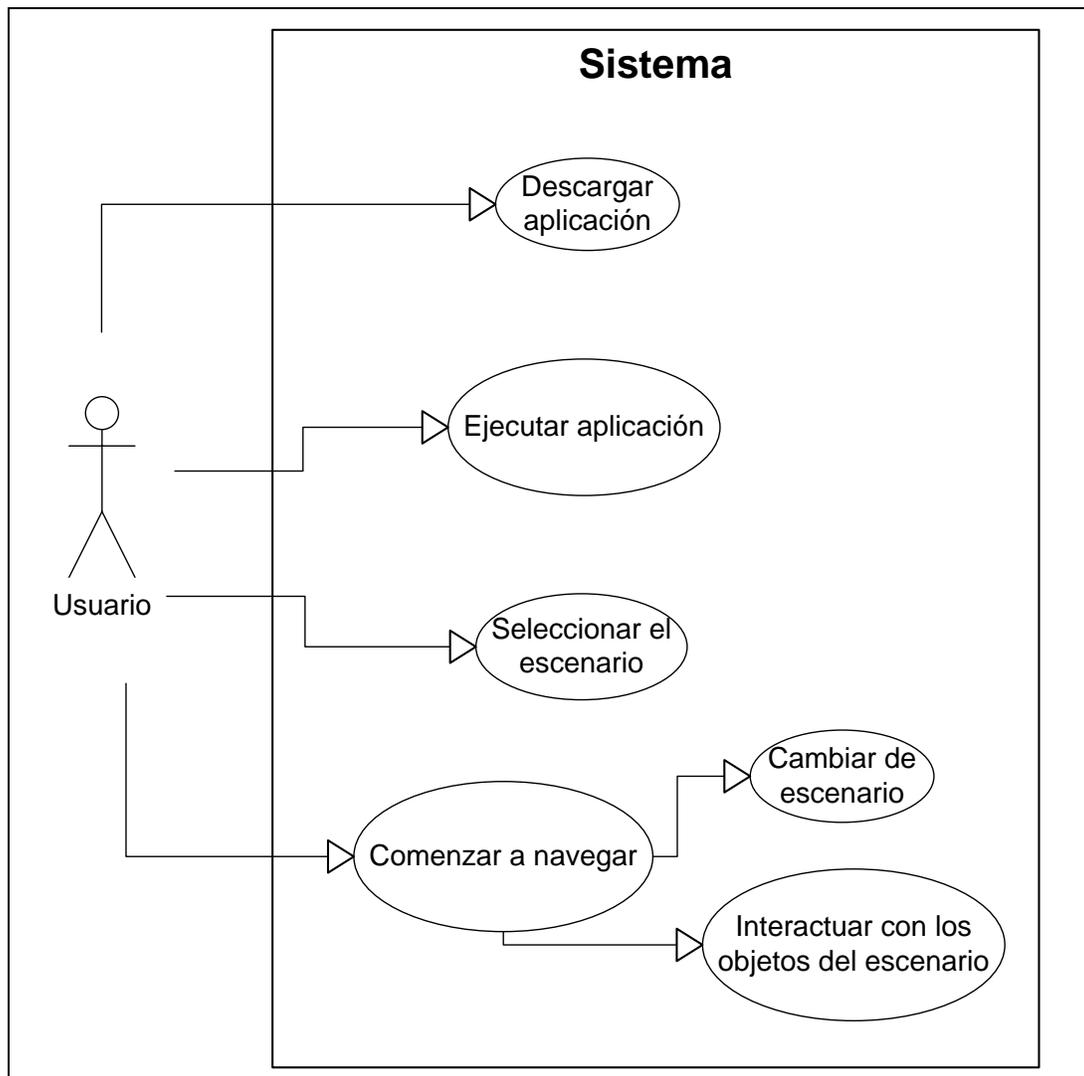


Fig. 3.11 Diagrama UML de caso de uso para un actor o usuario

En el anterior diagrama se toma la visita virtual como un sistema con el cual el usuario (actor) interactúa por medio de distintas acciones.

Los casos de uso para otras interacciones con el usuario se desarrollarían de manera similar.

CAPÍTULO IV

Diseño

En este capítulo se desarrolla el diseño de la visita virtual, el diseño de la página Web y la interfaz gráfica de usuario.

4.1. Diseño de la aplicación

Primero es importante mencionar las salas y/o espacios con los que cuenta el Palacio de Bellas Artes:

1. Explanada
2. Vestíbulo bajo
 - El Rincón del tiempo: espacio donde se exhiben documentos y objetos relativos a la historia del Palacio de Bellas Artes.
 - Tienda Colección Bellas Artes, Regalos.
3. Vestíbulo alto
 - Salas del Museo del Palacio de Bellas Artes:
Paul Westheim lado poniente
Justino Fernández lado oriente
 - Sala de Espectáculos o Principal (en remodelación)
 - Sala Adamo Boari (en remodelación)
En ella se llevan a cabo actividades de literatura, conferencias de prensa y exposiciones.
4. Primer piso
 - Sala Manuel M. Ponce
En remodelación, es un espacio consagrado a la música de cámara, recitales, presentaciones de libros, ciclos de música y literatura.
 - Salas del Museo del Palacio de Bellas Artes
Diego Rivera lado poniente
Nacional centro
 - Área de murales (obras de Rufino Tamayo)
 - Terrazas
5. Segundo piso
 - Salas del Museo del Palacio de Bellas Artes
Rufino Tamayo lado poniente
Jorge González Camarena lado poniente
José Clemente Orozco lado oriente
David Alfaro Siqueiros lado oriente
 - Área de murales (obras de Diego Rivera, Jorge González Camarena, David Alfaro Siqueiros, José Clemente Orozco, Roberto Montenegro)
6. Tercer piso
 - Museo Nacional de Arquitectura
7. Estacionamiento Plaza Bellas Artes
La plaza del Palacio cuenta con estacionamiento subterráneo. Entrada por Av. Juárez

Una vez que se han expuesto los espacios con los que cuenta el Palacio de Bellas Artes es importante delimitar los escenarios que se modelarán, ya que debido al tiempo y a que la administración del Palacio no proporcionó los planos del mismo, se modelarán únicamente los siguientes escenarios:

1. Fachada exterior
2. Vestíbulo
3. Área de murales del primer piso
4. Área de murales del segundo piso

También es importante señalar que las algunas salas están en remodelación y otras son de exposiciones temporales que no se tomarán en cuenta para modelar.

Ahora bien, partiendo del siguiente diagrama de flujo (fig. 4.1) se puede obtener el esquema general de lo que contendrá la aplicación:

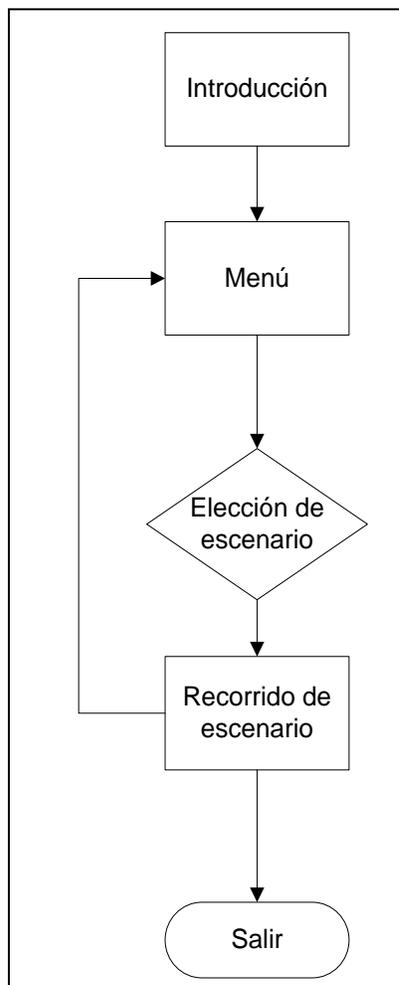


Fig. 4.1 Diagrama de flujo de la aplicación

- Introducción: Despliega el título del proyecto y los créditos.
- Menú: Es la interfaz gráfica de usuario. Es donde el usuario decidirá el escenario que desea recorrer.
- Escenario: Es el mundo virtual que hará referencia a una sala, vestíbulo o fachada del Palacio de Bellas Artes.

Para el diseño de la visita virtual como aplicación es importante definir la herramienta o las herramientas con lo cual se desarrollará la aplicación. En base al análisis realizado en el capítulo anterior podemos decidir usar el paquete Blender para el desarrollo de la aplicación. Ésta decisión se toma en base a que Blender es de uso gratuito, además de que cuenta con los elementos necesarios para el diseño y desarrollo de la aplicación.

Una vez definida la herramienta con la que se desarrollará la aplicación, el paso siguiente es diseñar cada uno de los elementos que forman la aplicación: modelado, simulación e interacción de la visita virtual.

4.1.1. Diseño del modelado de la aplicación

Serán cuatro escenarios los que se modelarán, conteniendo cada uno diferentes salas, esculturas y objetos de interacción, por lo que en la etapa de modelado sólo se desarrollará la estructura en 3D de cada uno de los escenarios. Los escenarios que se modelarán aparecen en la figura 4.2.

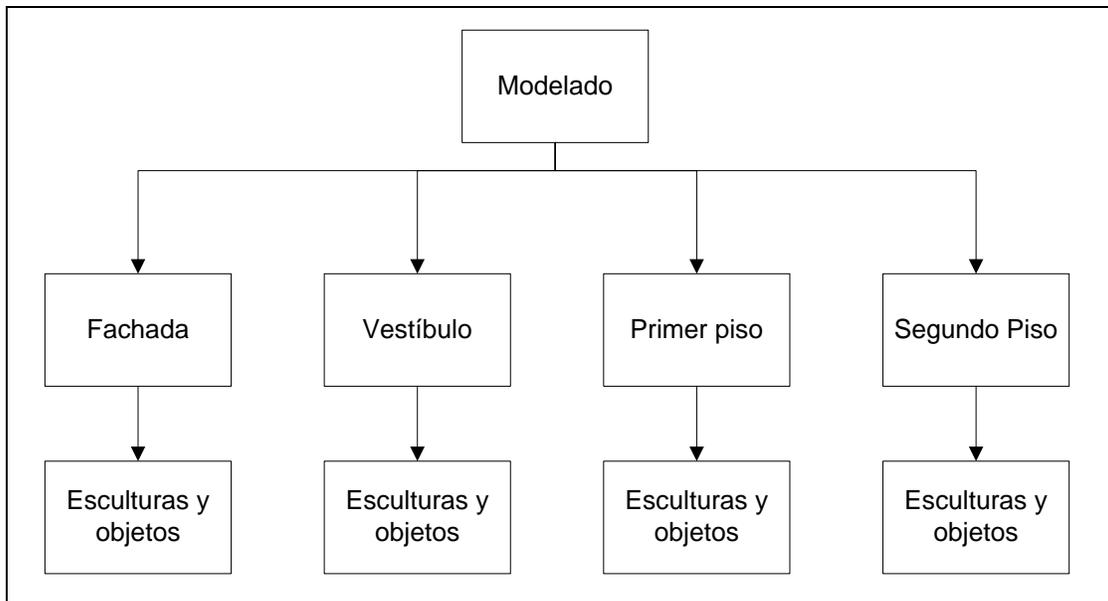


Fig. 4.2 Escenarios a modelar

A continuación se exponen los elementos físicos que se necesitan para el modelado:

1. Fotografías del Palacio de Bellas Artes
2. Plano de planta del Palacio de Bellas Artes

Análogamente como hace un arquitecto que diseña los planos de un edificio, nosotros obtendremos las fotos y/o los planos del Palacio de Bellas Artes, por lo que los dos elementos antes mencionados serán una guía para el modelado del Palacio y es en ésta parte del proyecto donde se creará de manera virtual la estructura general del Palacio de Bellas Artes, con cada una de sus salas, así como de la fachada exterior y el vestíbulo.

4.1.1.1. Modelado en Blender

Cuando se diseña una figura con plastilina se parte por lo general de un cubo, de la misma forma en Blender se parte de figuras geométricas (por lo general un cubo) para desarrollar el modelo deseado.

La geometría de una escena de Blender se construye a partir de uno o más objetos: luces, curvas, superficies, cámaras, mallas y los objetos básicos o primitivas como se muestra en la figura 4.3.

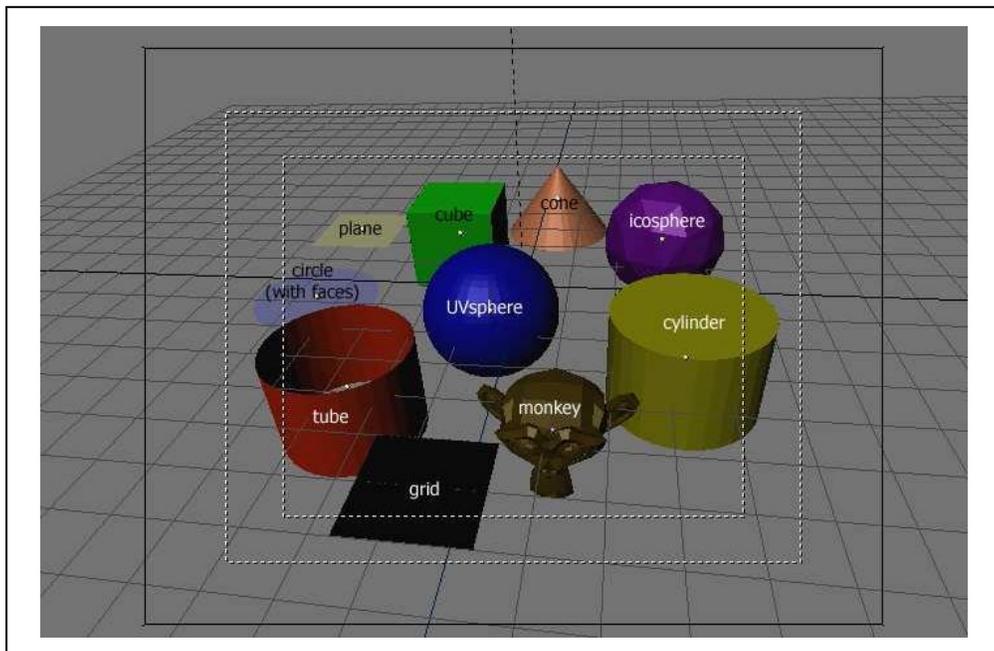


Fig. 4.3 Objetos básicos o primitivas

Cuando se modela en Blender se cuenta con un gran número de acciones para desarrollar la tarea requerida, algunas de las acciones que podemos realizar con las formas básicas son:

- Borrar
- Unir
- Enlazar los nodos compartidos por los objetos
- Duplicar objetos

- Agrupar objetos
- Rotar
- Escalar
- Cortar

En los objetos básicos todo se construye a partir de tres estructuras (fig. 4.4):

1. Vértices. Son elementalmente un punto o una posición en el espacio 3D.
2. Aristas. Línea recta que conecta dos vértices.
3. Caras. Es el área comprendida entre tres o más vértices con una arista en cada lado. Las caras se usan para construir la superficie del objeto propiamente dicho.

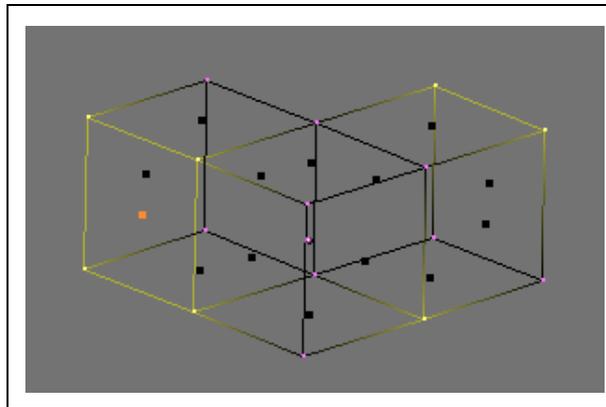


Fig. 4.4 Estructuras de un objeto básico

Finalmente, para modelar en Blender se cuenta con elementos sumamente importantes como son:

1. Booleanos (fig. 4.5). Son acciones concretas que pueden usarse únicamente con objetos básicos. Estas acciones son: intersección, unión y diferencia.

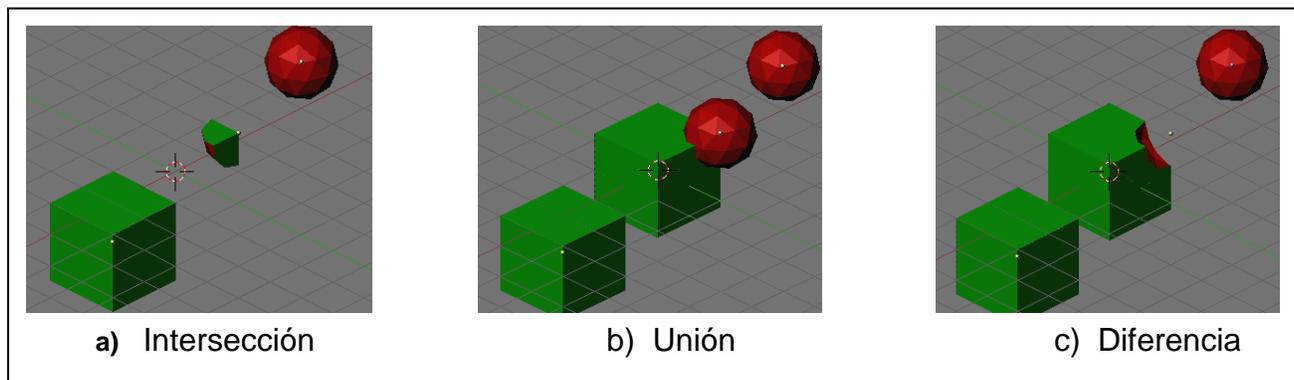


Fig. 4.5 Booleanos

2. Suavizado (Smoothing). La mayoría de los objetos en Blender son representados por medio de polígonos con caras planas por lo que el suavizado nos permite obtener caras curvas.
3. Extruir. Permite crear cubos a partir de rectángulos y cilindros a partir de círculos. Se trabaja con los vértices, aristas y caras de los objetos. Ésta acción permite expandir las caras de una figura.

Los anteriores elementos son la base para el modelado en Blender y de los cuales se partirá para el modelado del Palacio de Bellas Artes. Claro que se cuenta con muchas más herramientas que no se han mencionado pero que en el siguiente capítulo se explicarán con más detalle.

4.1.2. Diseño de la simulación de la aplicación

Al modelar el Palacio de Bellas Artes se obtiene un objeto estático y sin textura como si de una imagen en 3D sin color se tratara, pero la idea de la visita virtual es poder navegar y desplazarse a través de éste modelo del Palacio y que el usuario pueda obtener la imagen de un escenario lo más real posible. Es en este punto donde hacemos uso de la simulación, la cual permitirá al usuario recorrer el modelo virtual del Palacio de Bellas Artes y darle color o mejor dicho, textura e iluminación a nuestro mundo virtual. En esencia se necesitan de tres elementos para la simulación:

1. Herramientas para la simulación.
Estas herramientas serán proporcionadas por Blender.
2. Imágenes del Palacio.
Nos ayudaran a texturizar los escenarios y sus objetos.
3. Código para la navegación.
Éste código será desarrollado en Phyton y se añadirá al motor de juegos de Blender.

Una vez que se obtiene el modelo de cada uno de los escenarios, el proceso a seguir es el mostrado en la figura 4.6.

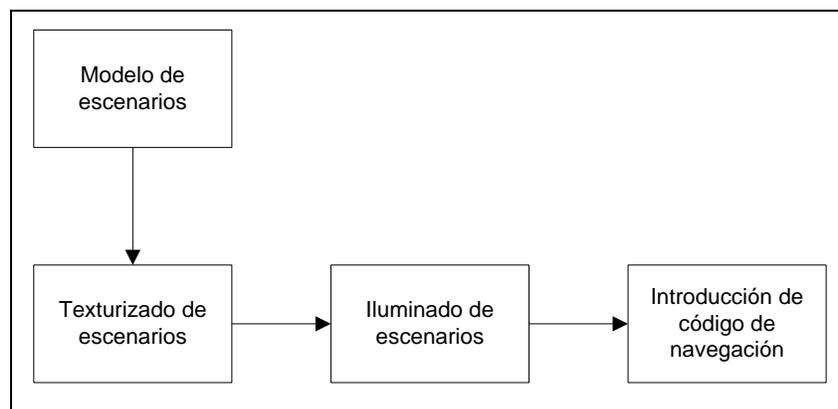


Fig. 4.6 Proceso a seguir en la simulación

4.1.2.1. Simulación en Blender

La simulación de espacios virtuales o de modelos (objetos) virtuales en Blender puede llevarse a cabo mediante el uso de dos herramientas:

1. Animación

Los objetos se pueden animar de varias formas. Pueden animarse como objetos, cambiando su posición, orientación o tamaño en el tiempo; pueden animarse deformándolos; esto es, animando sus vértices o puntos de control; o pueden animarse mediante una compleja y flexible interacción con una clase especial de objeto: el Esqueleto.

2. Motor de juegos de Blender.

Es un editor para la creación de juegos que está integrado a Blender a partir de la versión 2.x. Este motor de juegos cuenta con:

- a. Un entorno integrado, con modelado, animación y **gameplayer**.
- b. Dinámicas de cuerpos rígidos (rigid body dynamics) y simulación de colisión.
- c. Sensores y otros aparatos lógicos predefinidos, de fácil interactividad.
- d. Python como script para juegos de mayor complejidad.
- e. Multiplataforma: Windows, Linux, FreeBSD, BeOS, Irix, y próximamente MacOSX.

Ya que se integrará código a la simulación y se delimitará los movimientos a través de la visita virtual, se utilizarán tanto elementos de animación (curvas IPO o sistema de interpolación) como el motor de juegos de Blender (sensores, controladores y actuadores) y código de programación Python.

Es importante señalar que Blender cuenta con un elemento fundamental para el desarrollo de realidad virtual y en éste caso en particular para el desarrollo de la de simulación, éste elemento es "la cámara". En el escenario 3D debe haber al menos una cámara para decirle a Blender desde dónde tiene que "fotografiar" la escena y obtener así el bitmap (jpg, png, etc.) correspondiente o cómo debe de seguir algún objeto en particular.

En nuestro caso utilizaremos la cámara para navegar a través de la visita virtual y una vez que se tiene hecha la animación de la cámara se le agregará el código necesario para que la cámara siga el movimiento que desea el usuario, como se muestra en el siguiente proceso de la figura 4.7.

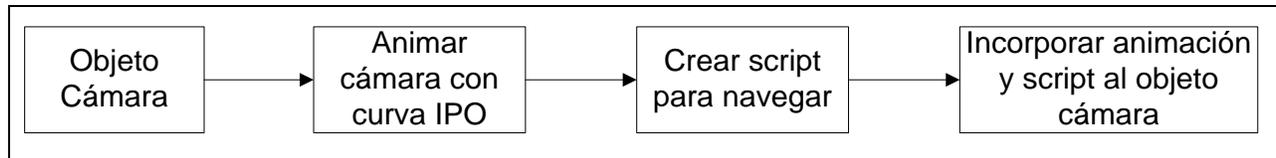


Fig. 4.7 Proceso a seguir para navegar en la visita virtual

Para texturizar en Blender se usan materiales y sobre los materiales se añade la textura que se quiere incrustar en un objeto, es decir, primero se añade un color cualquiera al objeto y posteriormente con un comando llamado *unwrap* se añade la textura al objeto modelado a través de una imagen.

En el caso de la iluminación, se cuenta con cinco lámparas en Blender (lamp, sun, spot, hemi, área) cada una con parámetros de distancia, intensidad de luminosidad y ángulo de incidencia muy similar, pero con parámetros de sombra y de recursos en memoria distintos. La iluminación que manejaremos en nuestros escenarios serán:

- Lámpara solar (sun). Para iluminar el escenario de la fachada exterior. Lámpara que asemeja la luz del sol.
- Lámpara Hemi. Para iluminar la mayoría de los objetos o esculturas. Esta lámpara no requiere de muchos recursos de hardware pero no proyecta sombras en los objetos.
- Lámpara estándar (lamp). En combinación con la lámpara hemi se usará para iluminar los objetos y esculturas. Esta lámpara si proyecta sombra pero requiere mayor cantidad de recursos del sistema.

Es necesario señalar que es importante iluminar los objetos 3D, ya que de no hacerlo al momento de realizar la visita virtual, los objetos se verían oscuros y se perdería su textura.

4.1.3. Diseño de la interacción de la aplicación

Para la interacción de la visita virtual se implementarán elementos de audio y texto descriptivo de algunos elementos, como salas y esculturas del Palacio de Bellas Artes, por lo que para ello necesitamos:

- a) Información de las salas
- b) Información de las esculturas y/o pinturas (obras de arte)
- c) Herramientas de edición de audio y texto

La idea fundamental de incorporar elementos de audio y texto, es explicar brevemente sobre las obras de arte que alberga el Palacio de Bellas Artes y esto se logra a través de la interacción que nuestra aplicación deberá tener.

4.1.3.1. Interacción en Blender

Blender proporciona herramientas para el fin que buscamos. Por una parte contamos con una herramienta para incorporar y editar texto dentro del espacio 3D como se muestra en la figura 4.8, así mismo se cuenta con un secuenciador de audio que nos permite incorporar audio en formato WAV (fig. 4.9) y editarlo, también nos permite construir nuestras propias secuencias, claro que no es un editor profesional así que es muy limitado, por esa razón se utilizará un software llamado **Cubase Le** donde se crearán las pistas de audio y las cuales se exportarán a Blender en formato WAV.

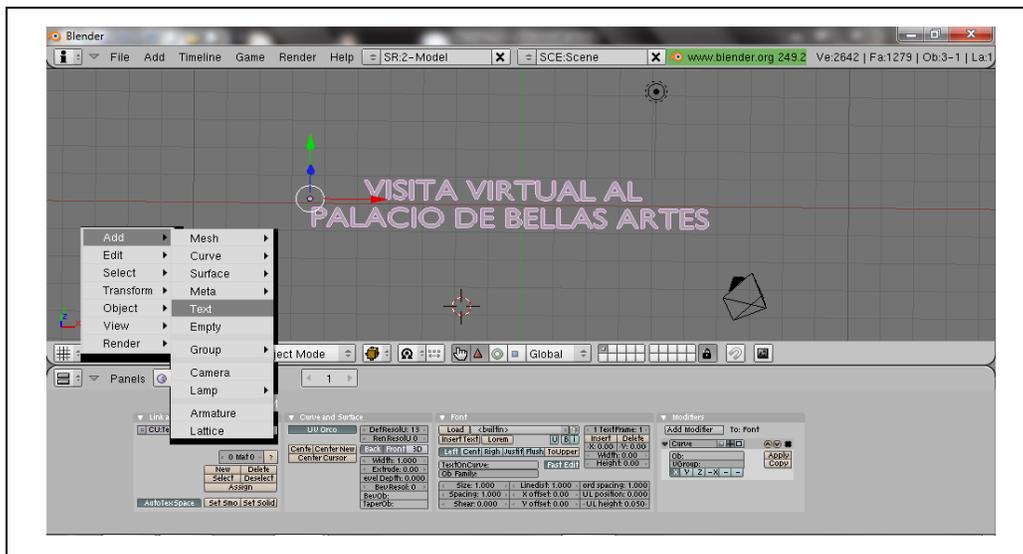


Fig. 4.8 Texto en Blender

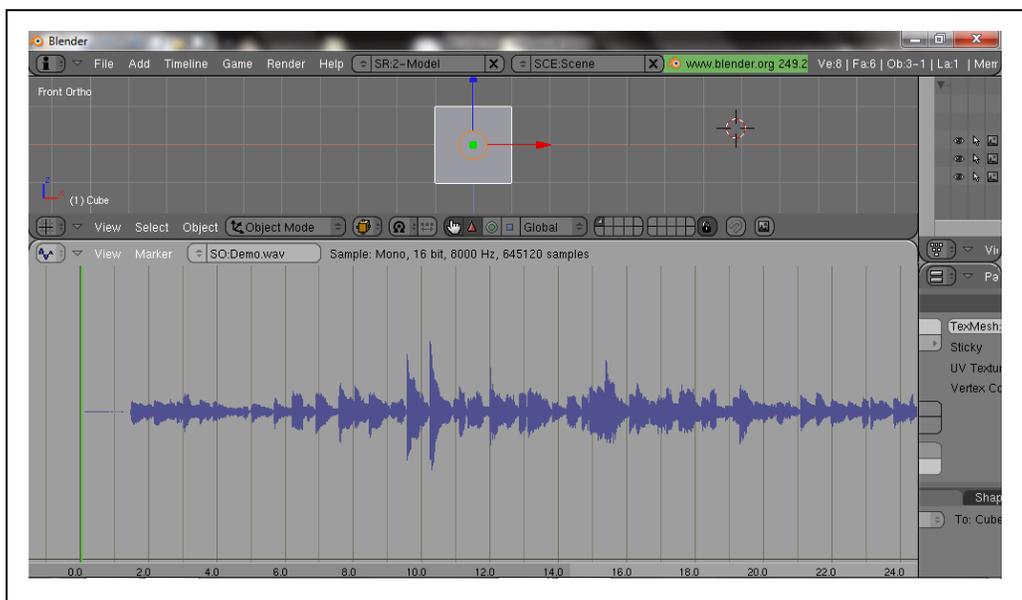


Fig. 4.9 Audio en Blender

4.1.4. Interfaz gráfica de la aplicación

La figura 4.10 muestra las dos clases que se relacionarán en la interfaz gráfica y con las cuales se creará la interacción de la interfaz con el usuario.

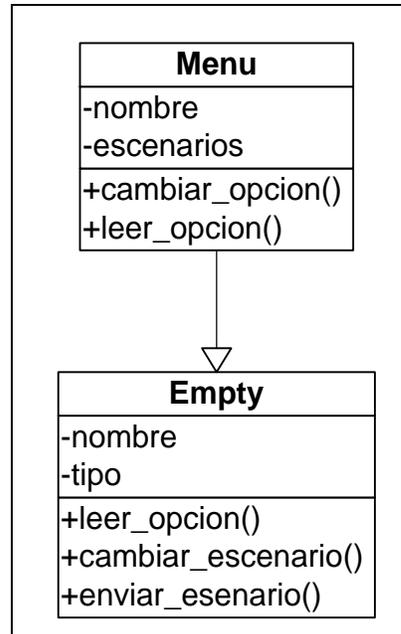


Fig. 4.10 Relación de clases de la interfaz gráfica

Se puede observar que las tareas que desempeñará la clase “Menu” son cambiar entre opciones (fachada, vestíbulo, primer piso, segundo piso) y leer la opción elegida por el usuario, lo cual nos envía a la siguiente clase “Empty” (la llamamos así debido a que el desarrollo de ésta clase se realizará a través de un objeto “empty” dentro de Blender) que leerá la opción elegida por el usuario y en base a ello cambiará de escenario (de ser necesario) y enviará el control de la aplicación al escenario elegido.

Si hablamos de cuestión gráfica, la aplicación básicamente contendrá una interfaz que interactuará con el usuario. Esta interfaz será el menú de opciones que le permitirán al usuario elegir el escenario que desea recorrer. El diseño de la imagen que servirá de menú es el que se muestra en la figura 4.11.



Fig. 4.11 Interfaz gráfica de usuario

4.2. Diseño Web

Es necesario puntualizar que en el proyecto abarcaremos las 3 capas para el diseño y desarrollo web, estas capas como ya se mencionó antes son:

1. Capa cliente o de presentación
2. Capa de negocio
3. Capa de recursos de información (Base de Datos)

4.2.1. Diseño de la capa de presentación y Páginas Web

El diseño en ésta parte del proyecto principalmente ésta enfocada a lo estético y construcción visual de las páginas web con las que el usuario estará en contacto. Es importante definir la herramienta en la cual desarrollaremos ésta capa, por lo que en base al análisis realizado anteriormente se toma la decisión de trabajar con Fireworks 8 y Flash 8 (esto debido a que se añadirán elementos gráficos a las páginas web) y con Visual Studio 2010 para incorporar todos los elementos incluidos los elementos ASP, XML, HTML y CSS.

La capa de presentación se compone de dos partes:

- Páginas web dinámicas.

- Explorador web. Presenta las páginas recibidas desde el servidor.

Por el diseño del explorador web no nos ocuparemos ya que es un elemento que ya se tiene instalado en la computadora del usuario. El diseño de la página web sí nos concierne y se presenta a continuación.

Diseño de las páginas Web

Estas páginas se crearán en dos vertientes diferentes, pero complementarios:

1. A nivel programación
Se implementará código en HTML, C#, JavaScript, XML y CSS para el desarrollo de las páginas web.
2. A nivel diseño
Se crearán animaciones flash, así como gráficos y menús dinámicos con la ayuda de Macromedia Flash y Fireworks.

También es importante señalar que no se tocará a fondo ninguno de los dos puntos anteriores, ya que no es el objetivo del proyecto

Ahora bien, es necesario esquematizar las páginas con las que el usuario podría interactuar y que se muestran en la figura 4.12.

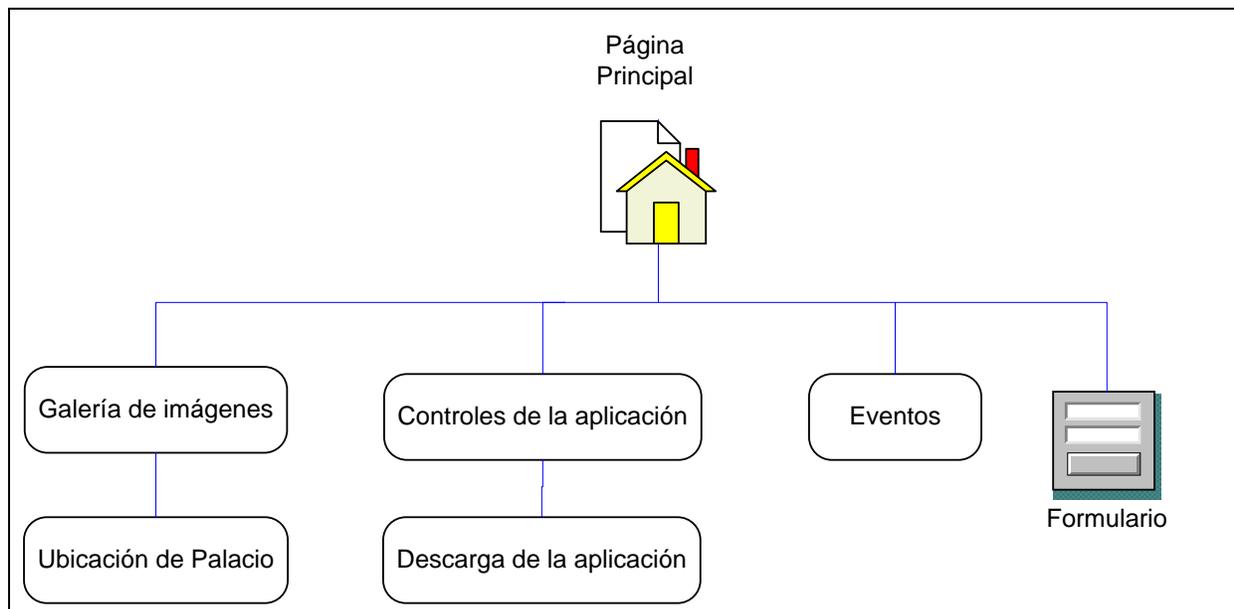


Fig. 4.12 Páginas web

En general se contará con seis páginas:

1. Página principal. Esta página es la carta de presentación de nuestro sitio web, es donde se da la bienvenida al usuario, por lo que contendrá información relevante del Palacio de Bellas Artes, menú de opciones con **links** hacia las otras páginas, también se pueden incorporar a ésta página elementos gráficos y animación para hacer más estética la página.
2. Página de la galería. Se mostrará una galería fotográfica de algunas imágenes tomadas durante la realización del proyecto.
3. Página de ubicación. Se mostrará la ubicación del Palacio de Bellas Artes, así como su horario y sus teléfonos de atención.
4. Página de la aplicación. En ésta página se presentará nuestra aplicación de la Visita Virtual al Palacio de Bellas Artes y que el usuario podrá descargar.
5. Página de los controles. Se mostrará el uso de los controles de la aplicación, es decir, la información de cómo el usuario podrá navegar en la visita virtual.
6. Página del formulario. Está página alojara el formulario en el cual los usuarios podrán ingresar datos sobre la calidad del sitio web y de aplicación, y solicitar que se les envíe vía correo electrónico información sobre visitas virtuales u otro tipo de información.

Básicamente todas las páginas tendrán el mismo diseño, solo que cada una tendrá una función diferente. Es por ello que a partir de un menú de opciones el usuario podrá desplazarse a cualquier página que desee.

4.2.2. Diseño de la capa de negocio y capa de recursos de información

Debido a que la capa de negocio y la capa de recursos de información están íntimamente relacionadas, se ha decidido hablar de ambas capas en un solo tema. En la parte de programación se está trabajado con C# y un poco de SQL, por lo que utilizar páginas **ASP** es una buena opción para visualizar el contenido y a las cuales se les incorporarán los elementos de diseño anteriormente mencionados. En la estructura del sitio web se cuenta con un formulario de usuario, así que para guardar la información se necesita un contenedor, en nuestro caso una base de datos, la cual debe tener una tabla con los siguientes campos que son los campos definidos en la página del formulario:

Id
nombre
correo
ocupacion
opinion_gusto
opinion_nogusto
opcion_enterar
opcion_colaborar

Estos datos serán guardados con la ayuda de un “Procedimiento Almacenado” creado en el manejador de la base de datos y que será invocado cada vez que un usuario envíe datos desde el formulario. Una vez realizada la conexión a la base de datos, el procedimiento almacenado insertará en una tabla, los datos enviados por el usuario desde el formulario, como se puede observar en la figura 4.13.

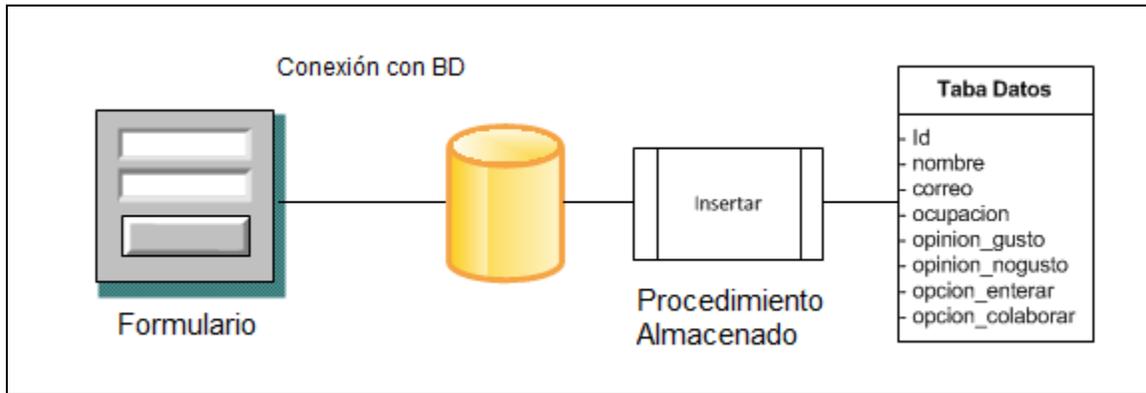


Fig. 4.13 Conexión a base de datos

4.2.3. Interfaz gráfica de las páginas Web

Como ya se ha mencionado, cada página tendrá una función diferente pero el diseño será muy similar por lo que la interfaz gráfica de la página principal será el estándar para las demás. En esencia se tendrá una barra de menú donde se podrá elegir la página que se desea visitar, en la cabecera se tendrá una animación referente al título del proyecto y un icono referente a la institución y al pie de página se tendrán algunos datos del desarrollador, como puede observarse en la figura 4.14.

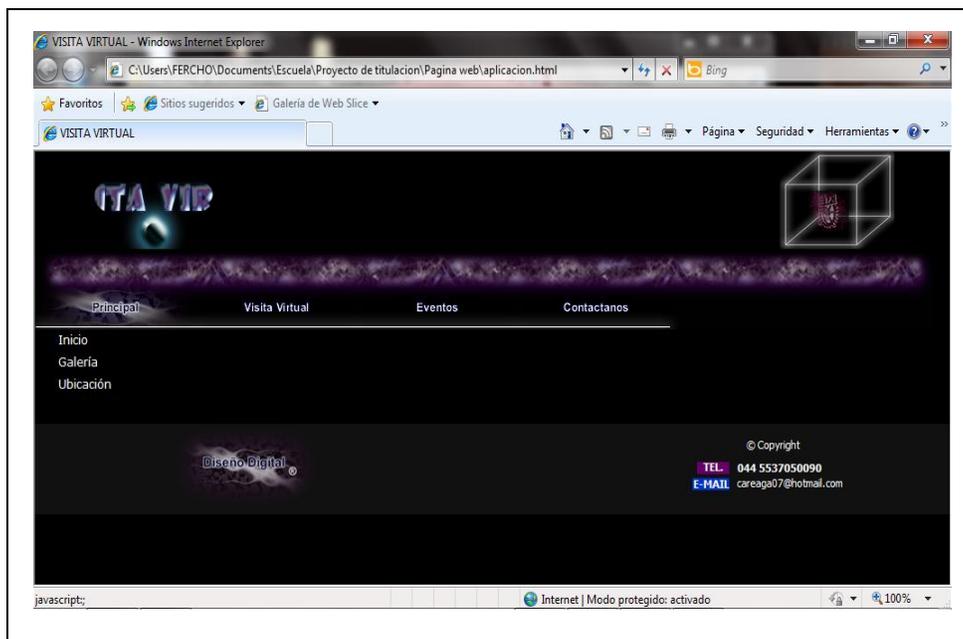


Fig. 4.14 Interfaz de la página web

CAPÍTULO V

Desarrollo

En este capítulo se detalla la forma en que fueron construidos los escenarios, los objetos, las páginas Web y la integración de todos los componentes.

5.1. Tecnologías y herramientas utilizadas

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron las siguientes tecnologías y herramientas:

- Servidor de aplicaciones (Para alojar sitio Web)

IIS 7.0

Es un servidor de aplicaciones web que permite publicar páginas web en Internet o Intranet. Se basa en varios tipos de módulos que le dan la posibilidad de procesar distintos tipos de páginas, por ejemplo Active Server Page (ASP), ASP.NET, PHP o Perl.

- Paquete para modelado y animación 3D

Blender 2.49b

Ya se ha hablado de la herramienta por lo que solo se hace mención de la versión utilizada y que dicha versión así como todas las anteriores versiones fueron creadas por la empresa Not a Number (NaN), además Blender se desarrolla como software libre con código fuente disponible bajo la licencia GNU (GNU No es Unix) GPL (Licencia Pública General), su descarga y su uso es completamente gratuito.

Python

Es un lenguaje de programación similar a **Perl**, pero con una sintaxis muy limpia y que favorece un código legible.

Se trata de un lenguaje interpretado o de script, con tipeado dinámico, multiplataforma y orientado a objetos.

Un lenguaje interpretado o de script es aquel que se ejecuta utilizando un programa intermedio llamado intérprete, en lugar de compilar el código a lenguaje máquina que pueda comprender y ejecutar directamente una computadora. La característica de tipeado dinámico se refiere a que no es necesario declarar el tipo de dato que va a contener una determinada variable, sino que su tipo se determinará en tiempo de ejecución según el tipo del valor al que se asigne.

- Diseño Web

Macromedia Flash 8

Es una aplicación que trabaja sobre "fotogramas", destinado a la producción de contenido interactivo sin importar la plataforma. Es un programa que facilita la utilización de tecnología en la Web, permitiendo la creación de animaciones vectoriales. El interés en el uso de gráficos vectoriales es que éstos permiten llevar a cabo animaciones de poco peso, es decir, que tardan poco tiempo en ser cargadas por el navegador y que no se distorsionan.

Macromedia Fireworks 8

Es una aplicación destinada para el manejo híbrido de gráficos vectoriales con gráficos en mapa de bits y que ofrece un ambiente eficiente tanto para la creación rápida de prototipos de sitios web e interfaces de usuario, como para la creación y optimización de imágenes para la web.

- Programación Web

Visual Studio 2010

Es un entorno de desarrollo integrado para desarrollar y distribuir aplicaciones multicapa distribuidas en entornos Windows. Soporta varios lenguajes de programación, como C++, C#, Visual Basic, J#, al igual que entornos de desarrollo Web como ASP.NET. Visual Studio permite desarrollar sitios web, aplicaciones para escritorio y aplicaciones para móviles basados en sistema operativo Windows.

SQL Management Studio

Es un software que es usado para configurar, crear y administrar bases de datos, la herramienta incluye tanto editor de scripts de forma gráfica o a través de texto.

C#

Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Microsoft como parte de la plataforma .NET, su sintaxis deriva de su

predecesor C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET similar a Java.

SQL

Es un lenguaje de acceso a base de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional que permite efectuar consultas con el fin de recuperar información de interés dentro de la base de datos, así como hacer cambios en ella.

HTML (Lenguaje de Marcado de HiperTexto)

Es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes. HTML se escribe en forma de "etiquetas", rodeadas por corchetes angulares (<,>).

XML (Lenguaje de Marcas Extensible)

Es una tecnología web que describe cómo utilizar y montar los componentes en un entorno específico. También contiene información respecto a los componentes que pueden especificar opciones no contenidas en su propio código, tales como parámetros de iniciación y opciones de seguridad.

CSS (Hojas de Estilo en Cascada)

Hoja de estilo que permite personalizar el diseño de una página web. Es un lenguaje usado para definir la presentación de un documento estructurado escrito en HTML.

- Editor y creador de audio

Cubase Le 1.0

Es una aplicación para editar y crear audio digital y MIDI (Interfaz Digital de Instrumentos Musicales). También es un secuenciador de música.

5.2. Procedimiento para la construcción de los escenarios virtuales

5.2.1. Procedimiento para la construcción de los modelos arquitectónicos

En la construcción de cada uno de los 4 escenarios que se modelaron se llevó básicamente el mismo procedimiento por lo cual sólo se explicará un procedimiento, que es el siguiente:

a) Toma fotográfica del Palacio de Bellas Artes. (fig. 5.1)

Se tomaron fotos de varios ángulos de los lugares que se deseaban modelar (la fachada, el vestíbulo, el primer y segundo piso).

Para la fachada fue más sencillo tomar fotografías de la parte frontal, lateral y trasera, a diferencia de los otros escenarios.



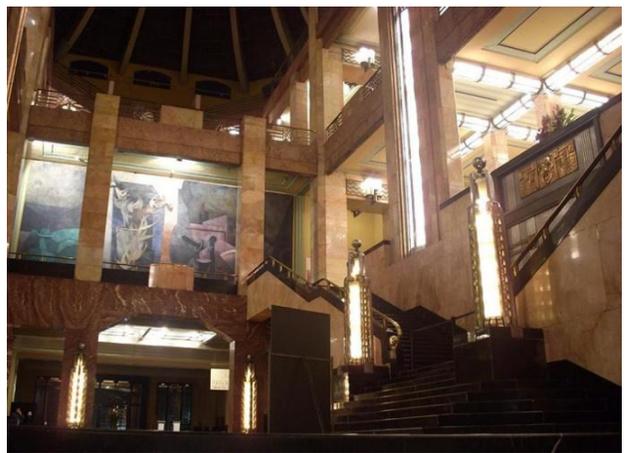
a) Vista frontal de fachada



b) Vista lateral de fachada



c) Vista panorámica primer y segundo piso



d) Vista del vestíbulo

Fig. 5.1 Fotografías del Palacio de Bellas Artes

b) Construcción del plano de planta del Palacio de Bellas Artes.

Debido a que no se pudo contar con los planos reales del Palacio, se creó un plano de planta con medidas estimadas (fig. 5.2). Se creó un plano para cada escenario. Es importante mencionar que tanto las fotografías como los planos sólo fueron una guía para el modelado de cada escenario, por lo que no se requirió de tanta precisión en los planos.

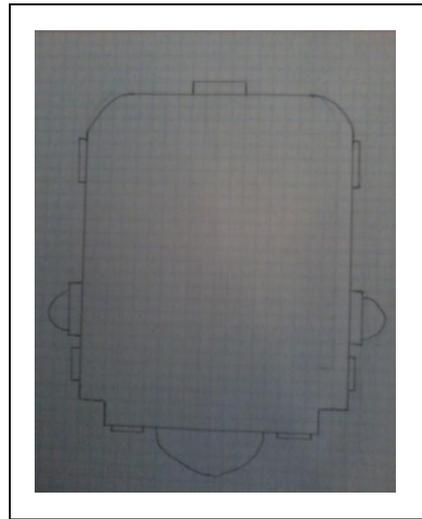


Fig. 5.2 Plano de planta de la fachada del Palacio

c) Construcción del escenario en Blender.

Una vez que se obtuvo el plano de planta, se tomó una fotografía al mismo y se exportó a Blender (fig. 5.3). Posteriormente se fue modelando la fachada a partir de la figura geométrica "Plane" (plano), en base al plano de planta construido con anterioridad y siguiendo las referencias fotográficas (fig. 5.4).

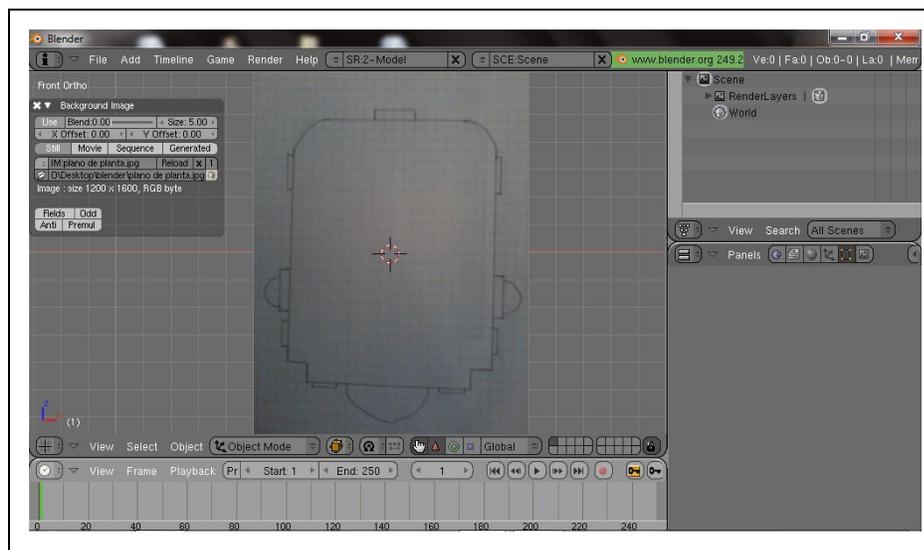
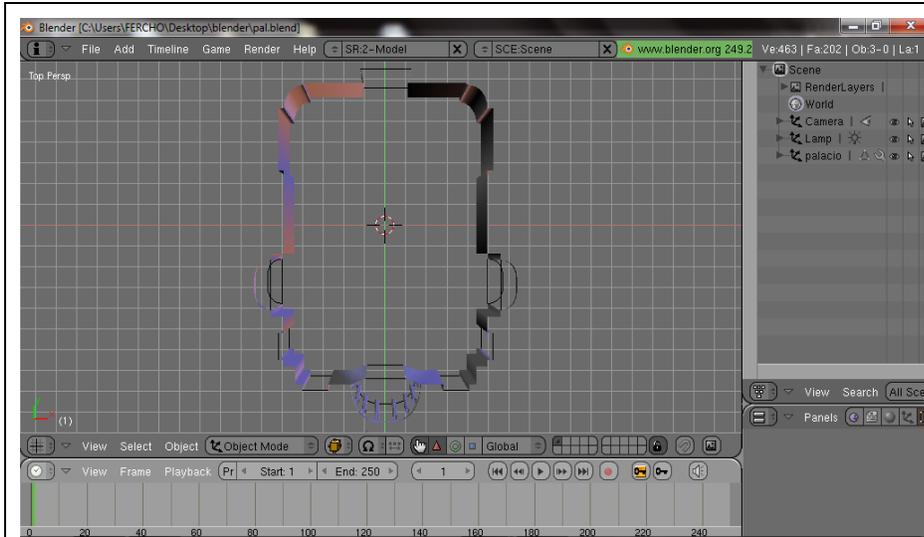
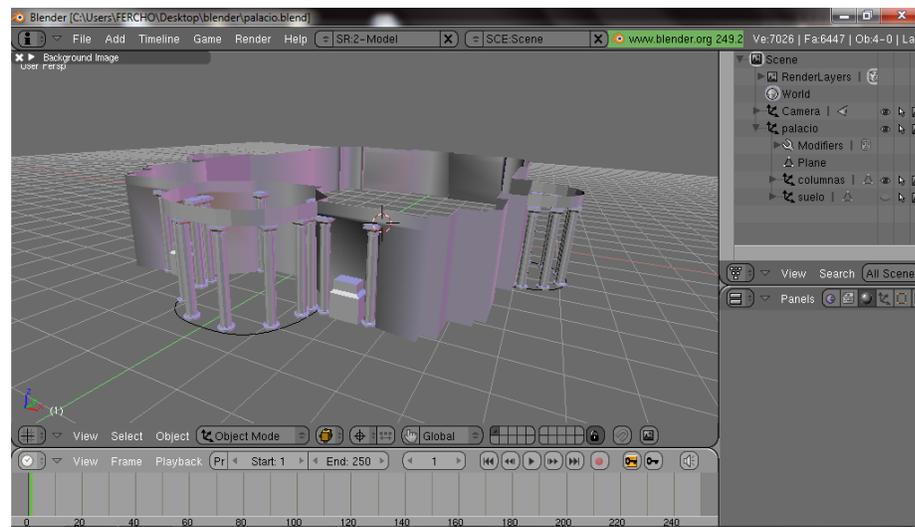


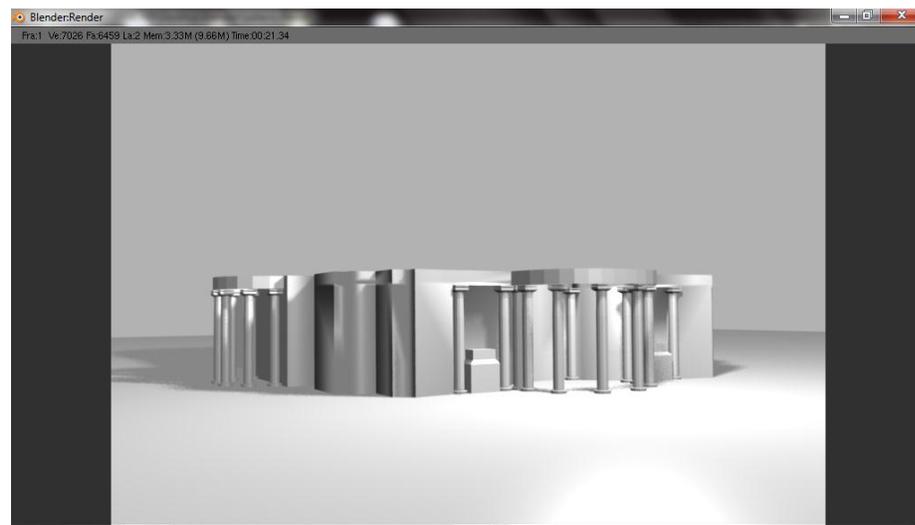
Fig. 5.3 Exportación del plano de planta a Blender



a) Vista superior



b) Vista panorámica



c) Render de prueba

Fig. 5.4 Construcción de la fachada del Palacio

5.2.2. Procedimiento para la construcción de las esculturas y objetos

Además de modelar cada uno de los escenarios, se modelaron de manera separada algunas de las esculturas y objetos que adornan el Palacio de Bellas Artes.

De manera similar en que se modelaron los escenarios arquitectónicos, se modelaron los elementos que decoran el Palacio. Los pasos a seguir fueron:

- a) Toma fotográfica de las esculturas. (fig. 5.5)

Se tomó fotografía a los objetos que posteriormente se modelaron.



Fig. 5.5 Fotografía de una de las esculturas de la fachada del Palacio

- b) Construcción de la escultura en Blender.

La fotografía se exportó a Blender y con la herramienta “pincel” que proporciona Blender se dibujaron las líneas que delimitan el contorno de la escultura, como se muestra en la figura 5.6. Posteriormente se comenzó a modelar la escultura a partir de la imagen geométrica “Cube” (cubo) y se fue siguiendo la imagen de fondo (anteriormente importada en Blender) como se muestra en la figura 5.7. Finalmente se añadió suavizado al modelo para que la escultura no se vea cúbica (fig. 5.8).

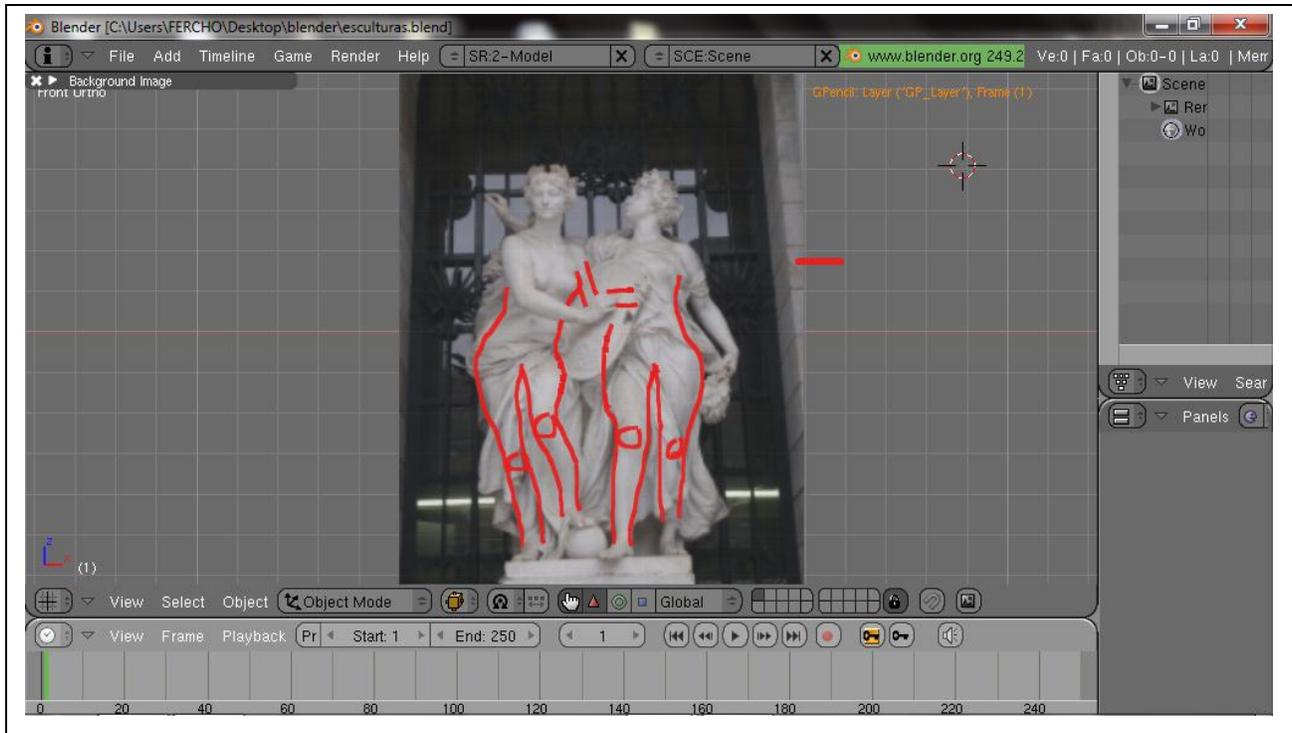


Fig. 5.6 Dibujo de líneas guía para el modelado

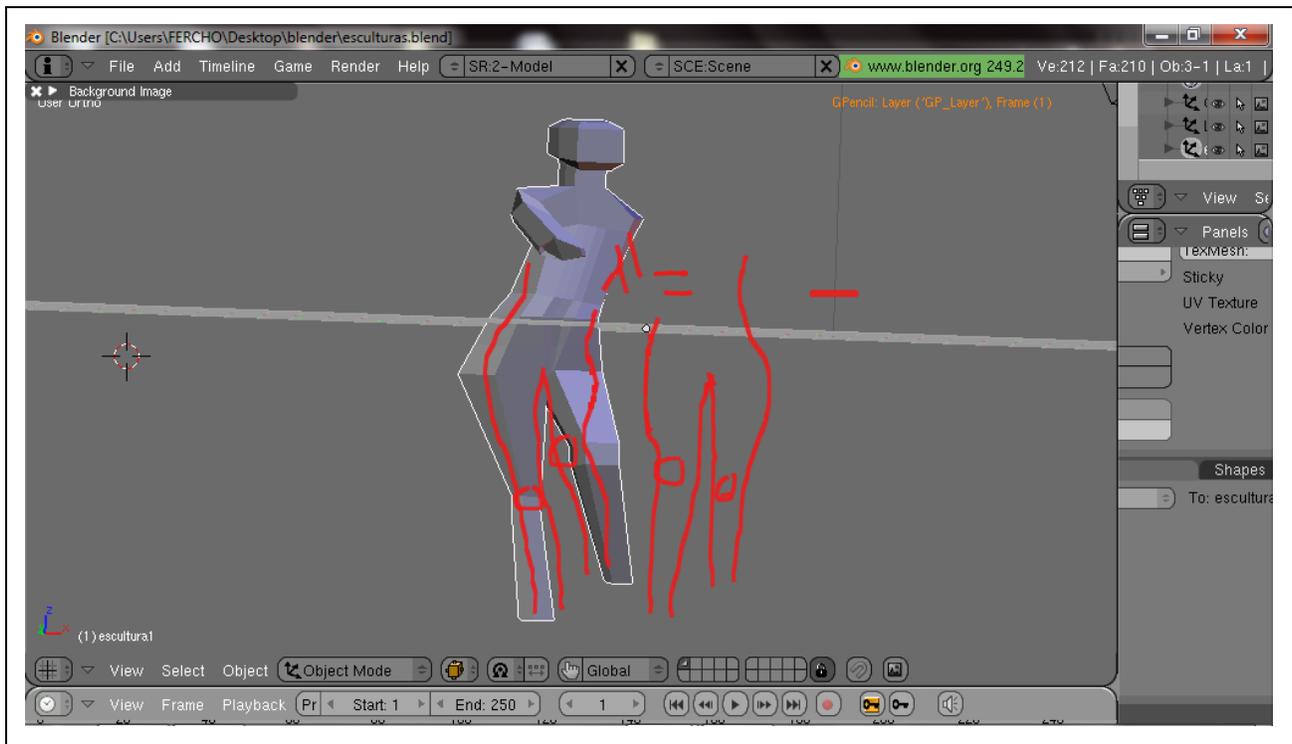


Fig. 5.7 Modelado de la escultura

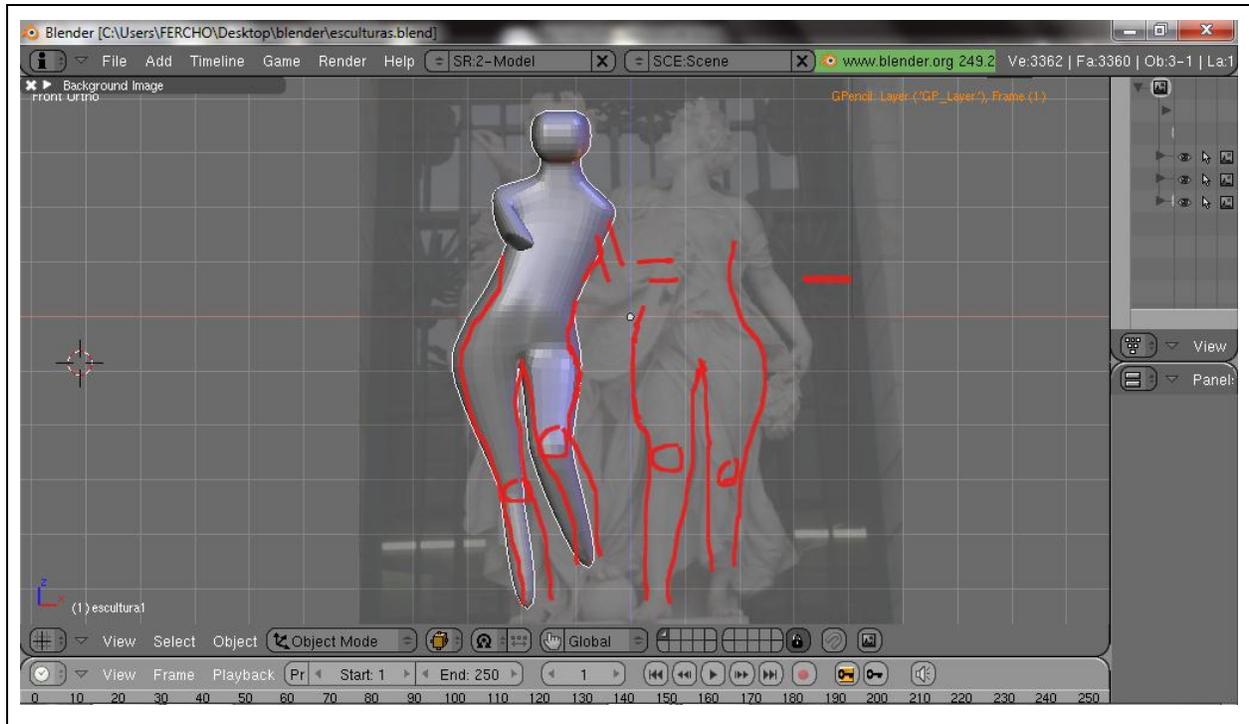


Fig. 5.8 Suavizado del modelo

5.2.3. Proceso de texturizado e iluminado de los modelos 3D

El proceso de texturizado e iluminado es muy similar en cada uno de los escenarios y esculturas que se crearon con anterioridad, por lo cual se explicará el proceso para un objeto.

Una vez que se creó el modelo 3D, el proceso de texturizado fue el siguiente (el ejemplo es sobre la atmosfera o mundo de nuestros cuatro escenarios):

- a) Selección de imagen. (fig. 5.9)

Se seleccionó la imagen que sirvió de textura al objeto (en este caso el cielo).

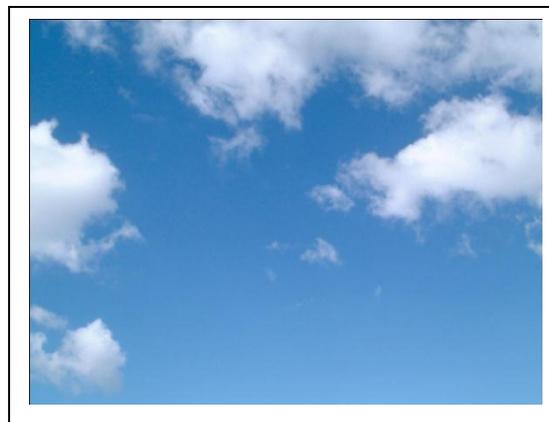


Fig. 5.9 Imagen para texturizar el mundo

b) Exportación de la imagen a Blender. (fig. 5.10)

Se exportó la imagen a Blender y se incorporó la misma a través del comando unwrap al objeto 3D.

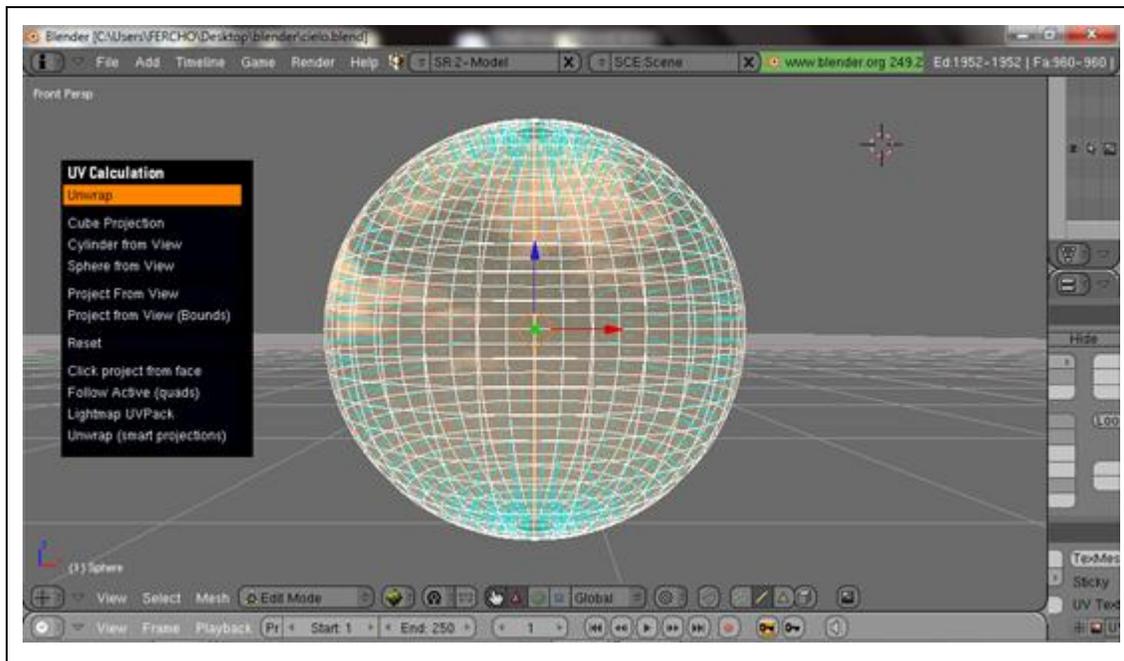


Fig. 5.10 Incorporación de la imagen al modelo 3D

c) Edición. (fig. 5.11, fig. 5.12)

Finalmente se editó la malla de vértices de la imagen para que cubriera bien nuestro modelo 3D.

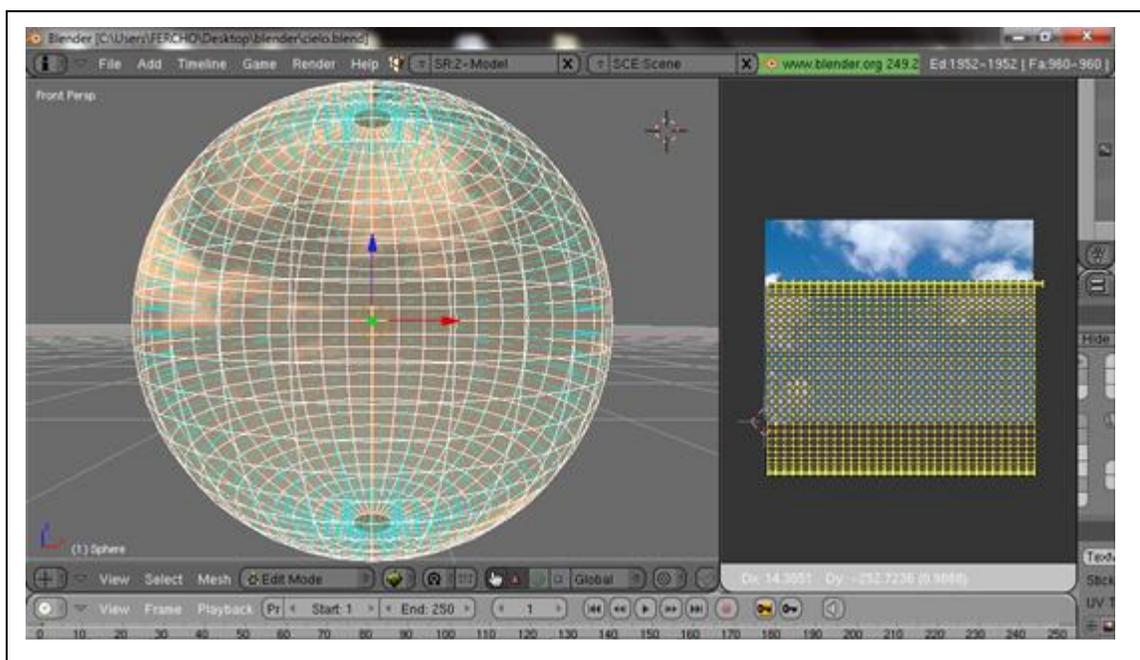


Fig. 5.11 Edición de la textura



Fig. 5.12 Objeto texturizado

El proceso de iluminación también es similar en todos los escenarios y fue el siguiente:

a) Elección de las lámparas a usar.

Se eligió la lámpara que se utilizaría, en nuestro caso lámpara Hemi y Lamp.

b) Ubicación de las lámparas. (fig. 5.13)

Se posicionaron de tal forma que nuestro objeto 3D tuviera la suficiente luz para que se visualizara correctamente su textura y proyectara sombra, de tal forma que se viera lo más real posible (fig. 5.14).

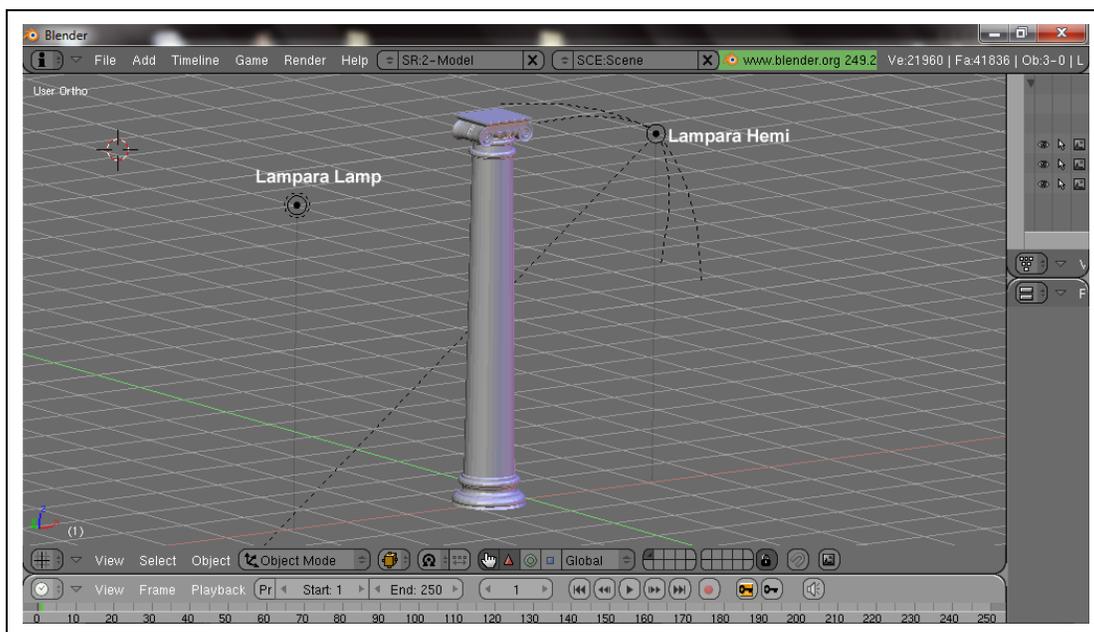


Fig. 5.13 Iluminado del modelo 3D

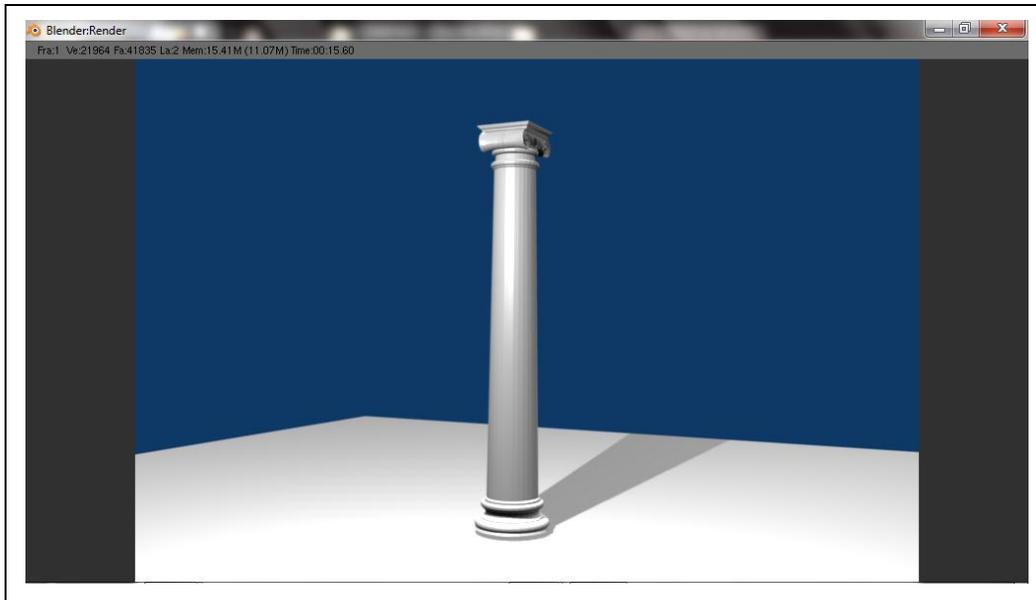


Fig. 5.14 Imagen resultante

5.3. Proceso para la navegación por los escenarios

Una vez que se crearon los escenarios y los objetos de cada escenario, el paso siguiente fue implementar la navegación dentro de estos escenarios virtuales. El proceso de navegación se implementó en dos objetos, una cámara y un “empty”, y es el siguiente:

- a) Animación de la cámara. (fig. 5.15)

Dentro del espacio 3D de Blender se rotó la cámara y se implementó una curva IPO (sistema de interpolación).

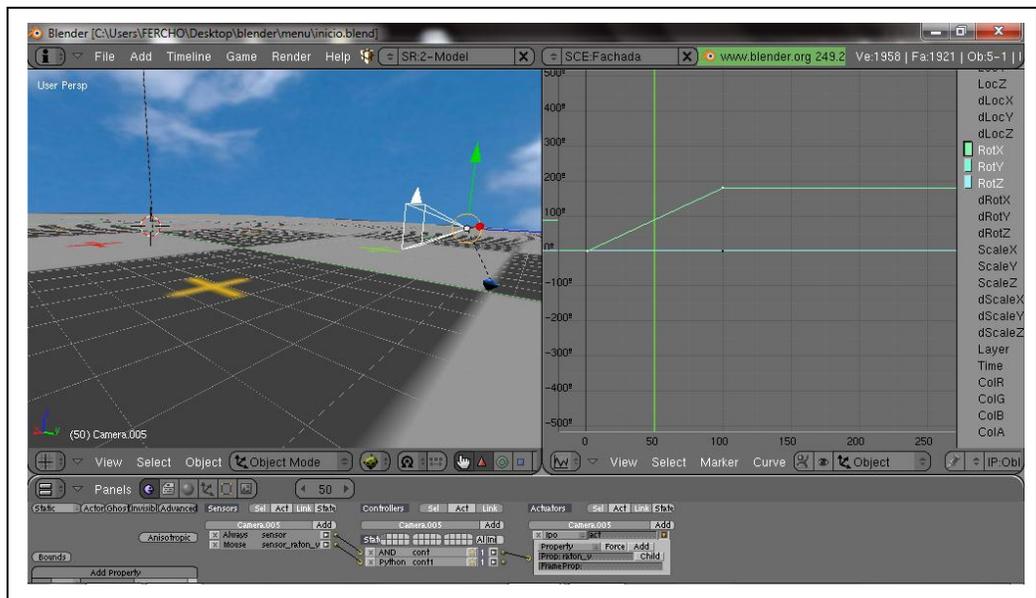


Fig. 5.15 Curva IPO de la cámara

b) Creación del script. (fig. 5.16)

Se creó un script (código) en lenguaje Python dentro del editor de texto en Blender que se implementó al objeto cámara y el cual sirve para que la cámara siga el puntero del ratón dentro de la visita virtual, esto en base a la animación anteriormente realizada y en la coordenada “y”, que es la coordenada donde se realizó la animación.

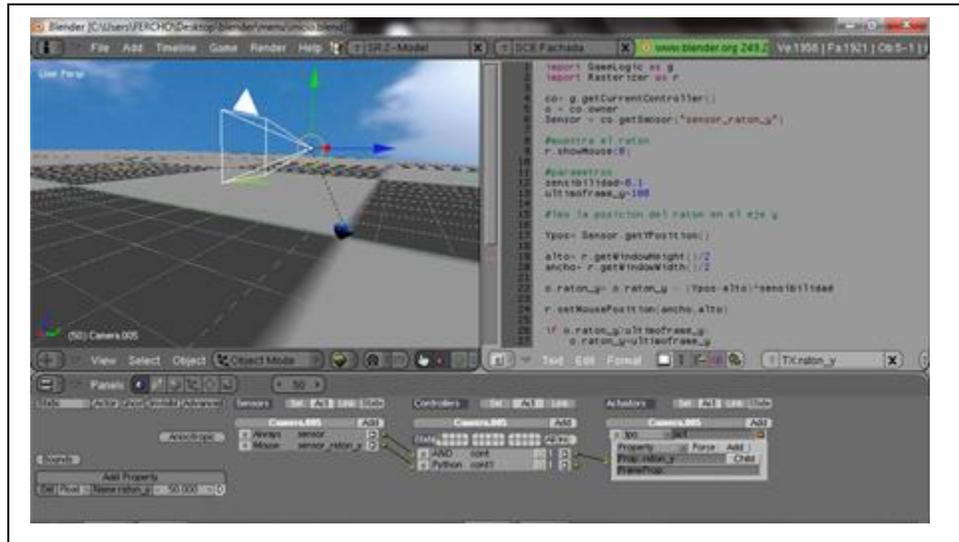


Fig. 5.16 Creación del script

c) Incorporación del script y la animación.

Una vez que se desarrolló la animación de la cámara (rotación) a través de una curva IPO y se creó el script de navegación, ambos se incorporaron a la cámara con el motor de juegos de Blender (sensor, controlador y actuador), como se muestra en la figura 5.17.

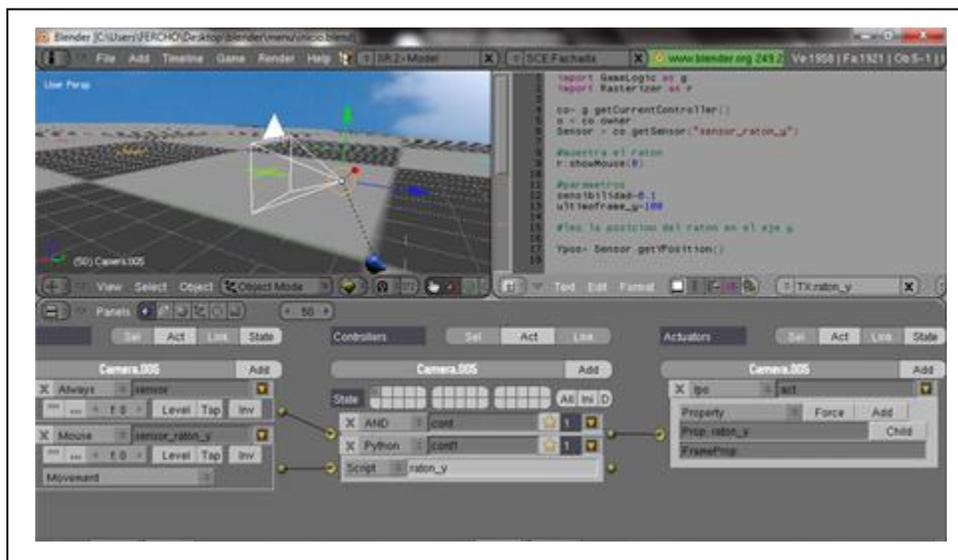


Fig. 5.17 Incorporación del script y de la animación

El proceso en el caso del objeto “empty” es similar que al de la cámara, es decir, se creó una animación y un script para éste elemento, sólo que se tomó de referencia la coordenada x.

5.4. Procedimiento para la creación de la interfaz gráfica (Menú)

El proceso para la creación de la interfaz gráfica fue el siguiente:

- a) Creación de la imagen del menú. (fig. 5.18)

Se creó la imagen con las respectivas opciones, dentro de Macromedia Fireworks.



Fig. 5.18 Menú de opciones

- b) Creación del recuadro de selección. (fig. 5.19)

Dentro de Macromedia Fireworks se creó un recuadro con relleno en canal alfa (transparencia).

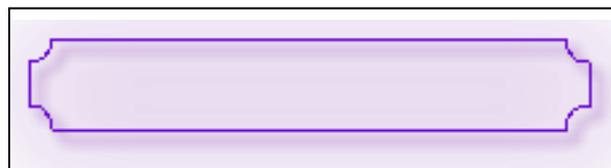


Fig. 5.19 Cuadro de selección con canal alfa

- c) Implementación de las imágenes en Blender.

Dentro de Blender se importaron las imágenes anteriormente desarrolladas y se incorporaron al elemento “Plane” (fig. 5.20). Posteriormente se creó una animación al cuadro de selección (fig. 5.21).

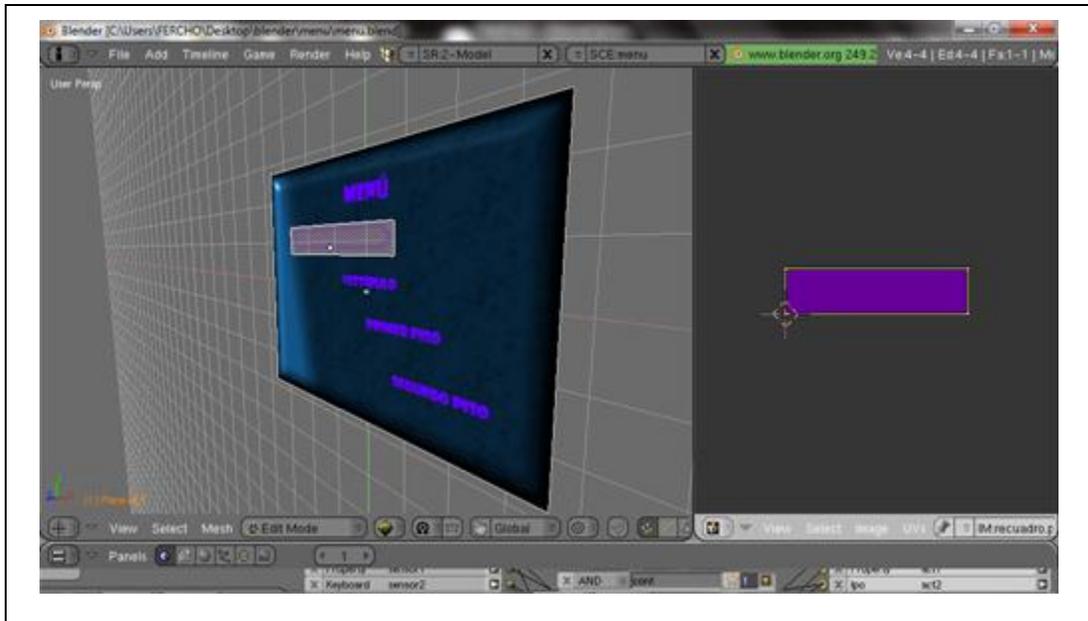


Fig. 5.20 Implementación de las imágenes creadas

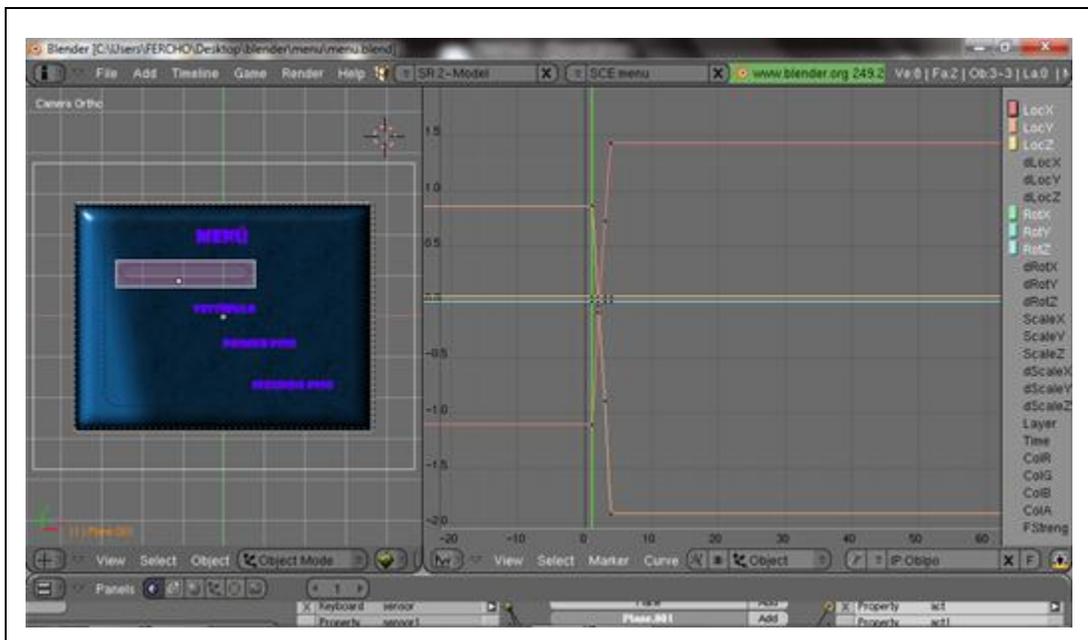


Fig. 5.21 Curva de animación del recuadro de selección

d) Creación de la interacción de la interfaz. (fig. 5.22)

Una vez que se implementaron las imágenes, se creó una propiedad llamada "opción" que regresa un valor entero (*int*) de la opción elegida, también se creó un script llamado "escribir", el cual lee la propiedad "opción" que es leída en otro escenario donde se encuentra un elemento "empty", el cual se encarga de ligar los escenarios (en el siguiente punto se explica).

Posteriormente se implementaron tanto la animación (curva IPO), el script y la propiedad al menú, con la ayuda del motor de juegos (sensor, controlador y actuador).

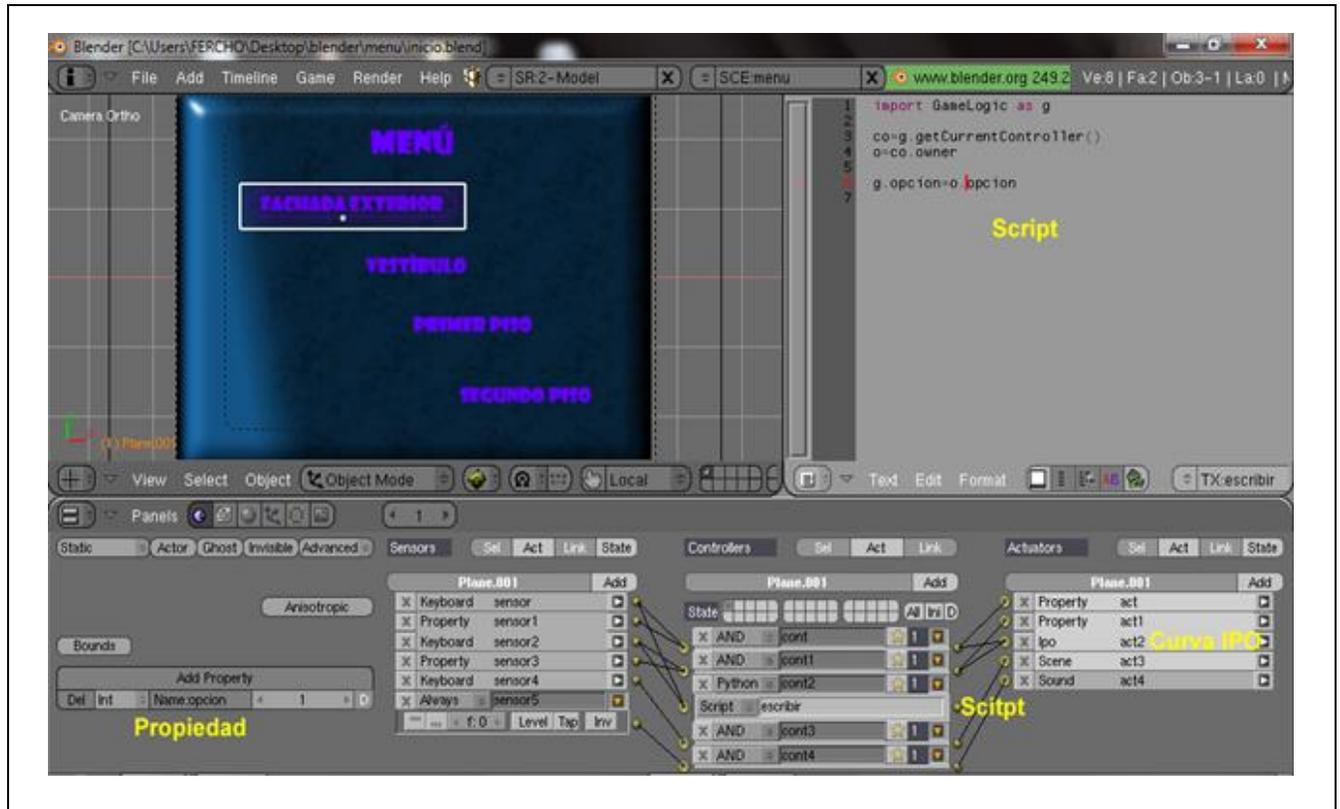


Fig. 5.22 Interacción de la interfaz

e) Creación del enlace entre escenarios.

Para poder cambiar de escenario fue necesario crear una escena aparte donde se agregó un elemento “empty” que sirve para enlazar las escenas donde se encuentran los cuatro escenarios virtuales. Esto se logró creando una propiedad llamada “opción” que regresa el número de opción y la cual es leída a través de un script llamado “leer”, lo anterior se incorporó al objeto “empty” por medio del motor de juegos de Blender, como se muestra en la figura 5.23.

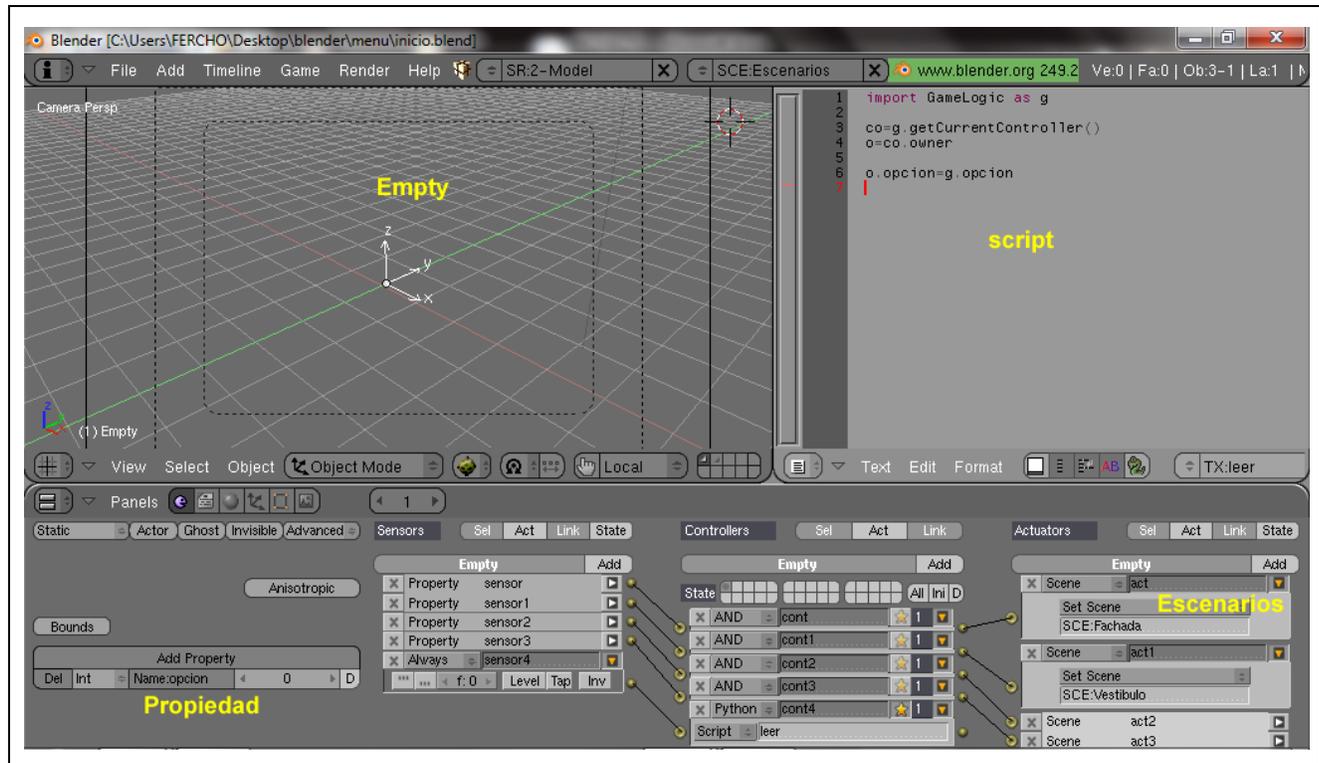


Fig. 5.23 Enlace de escenarios

f) Implementación de escenas

Finalmente se implementaron tanto el menú de opciones (que es la interfaz gráfica de usuario) con el “empty” que se encuentra en otra escena y el cual se encarga de recibir la opción enviada por el menú, que a su vez recibe la opción seleccionada por el usuario, de ésta forma el “empty” sabe a qué escenario debe de enviar el control.

5.5. Procedimiento para la creación del audio

Las pistas de audio utilizadas para la visita virtual fueron creadas con el programa **Cubase Le**. El procedimiento a grandes rasgos para la creación de las pistas fue el siguiente:

a) Creación de nueva pista (fig. 5.24)

Se creó un nuevo proyecto donde se incorporaron las notas musicales a través de la guitarra y bajo. Posteriormente se añadió una base de batería a través de un dispositivo electrónico (pedalera de efectos) que se acopla a la computadora mediante un cable USB.

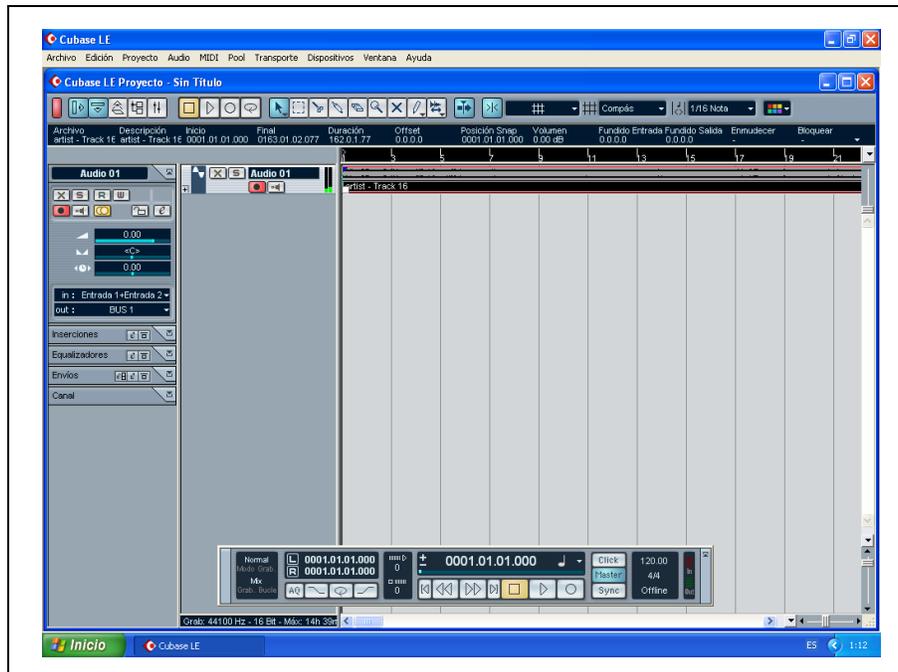


Fig. 5.24 Creación de la pista de audio

b) Creación del audio descriptivo de los cuadros

Las pistas de audio se crearon de manera similar a las pistas musicales, esto se logró a través de un transductor (micrófono) y con el programa **Cubase Le**.

c) Implementación de las pistas en Blender. (fig. 5.25)

Una vez que se realizó la pista de audio, se guardó en formato .wav (que es uno de los más ligeros) y se exportó a Blender. Posteriormente con el motor de juegos de Blender (sensor, controlador y actuador) se incorporó la pista de audio en el escenario correspondiente.



Fig. 5.25 Implementación de la pista de audio en Blender

5.6. Procedimiento para la creación de las páginas Web

El proceso de desarrollo de las páginas web es muy similar por lo que sólo se explicará sobre una en particular, en éste caso la que contiene el formulario y el cual está basado en **ASP**.

El proceso para la creación de la página web fue:

- a) Creación del encabezado o cinta de menú de opciones.

Se creó un menú de las páginas relacionadas y de forma gráfica se desarrolló en Fireworks, como se muestra en la figura 5.26. Los botones del menú se animaron con el evento “mouse over”. A éste menú se le ingresó los “links” a los cuales debería de enviar de acuerdo a la página seleccionada.

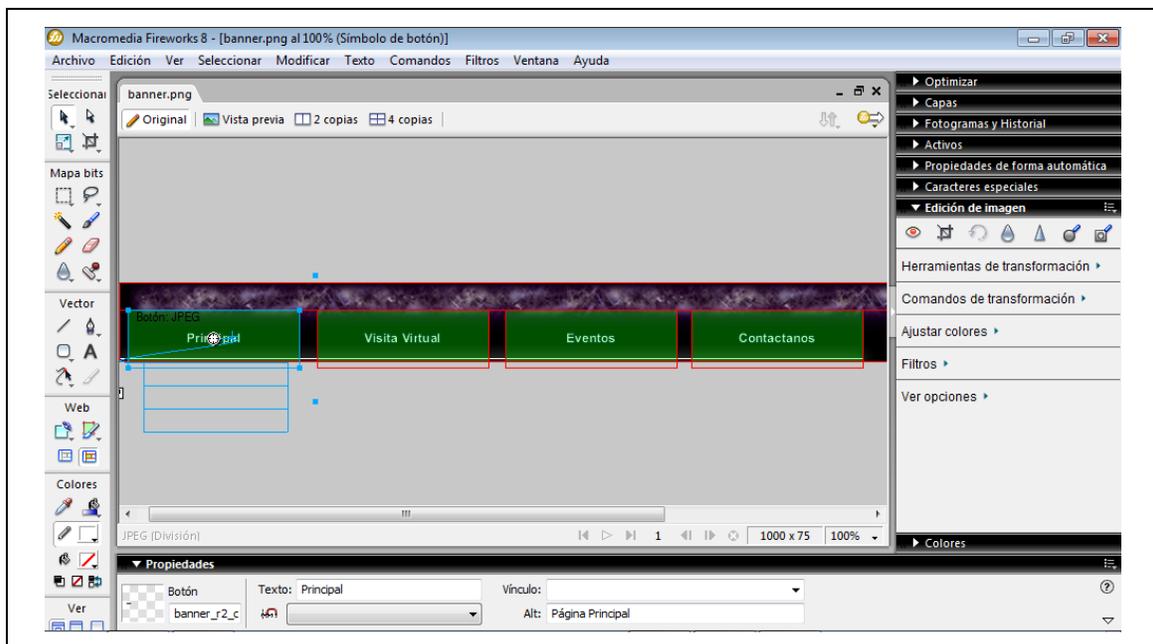


Fig. 5.26 Creación del menú de la página web

- b) Exportación del menú a código html.

Una vez terminado el diseño del menú, en Fireworks se exportó el mismo a código html, es decir, se creó la página web junto con las imágenes relacionadas y el código JavaScript necesario para los efectos de los botones.

- c) Creación de la animación del encabezado de la página (fig. 5.27)

Se creó una animación en Flash, la cual sirve de encabezado de las páginas web que lleva el nombre del proyecto. La animación simula una lámpara que ilumina las letras conforme avanza horizontalmente.

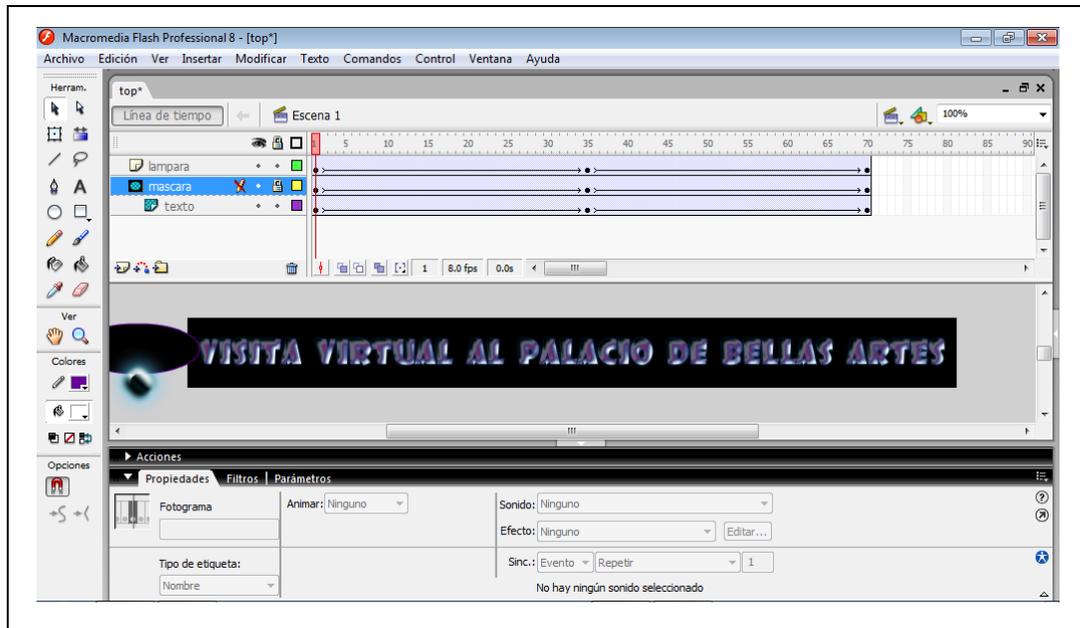


Fig. 5.27 Animación de encabezado

d) Creación del logo (fig. 5.28)

Se desarrolló una imagen en Fireworks que sirve como logo de la página y la cual contiene el logo del IPN.

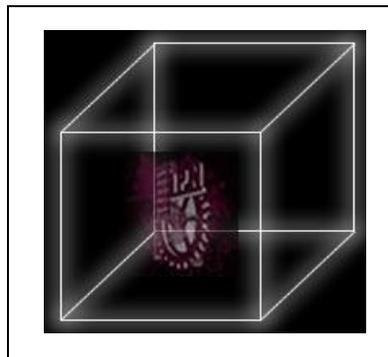


Fig. 5.28 Logo

e) Creación del pie de página.

Se creó una hoja de estilo (script en archivo .css) la cual define el color de fondo del pie de página, el color y el formato de los botones y letras usadas, también define el margen y las dimensiones del pie de página.

Se creó también una imagen que se añadió al pie de página y que es alusivo al logo del diseñador de la página.

f) Incorporación de los elementos en una página web.

Los anteriores elementos creados se incorporaron en una sola página web dinámica con el programa Visual Studio. El resultado fue una plantilla que se usó en todas las páginas y se muestra en la figura 5.29.

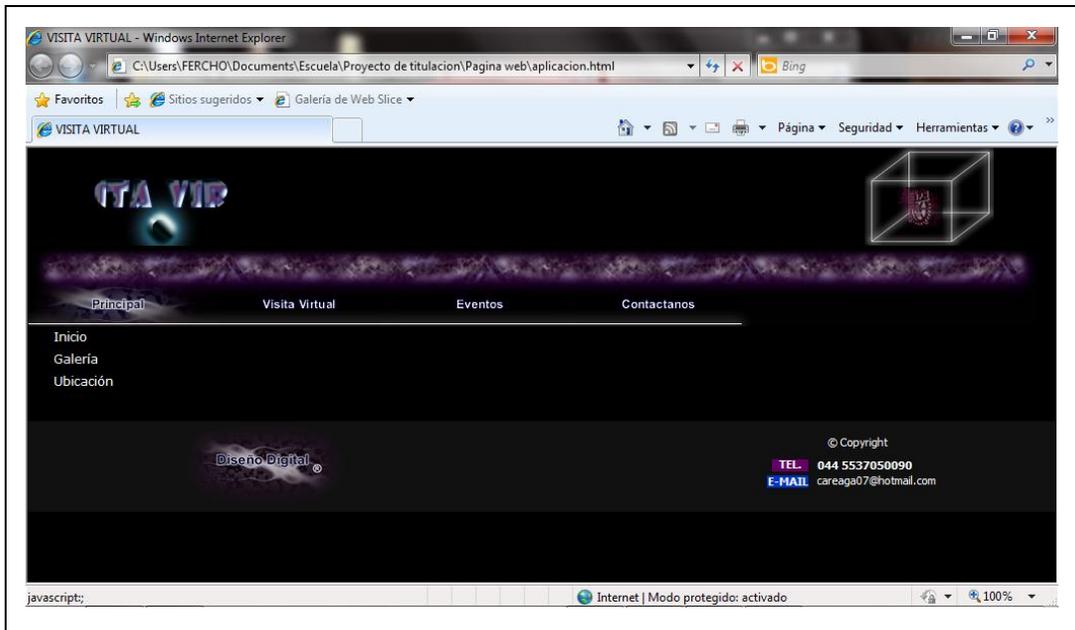


Fig. 5.29 Página web

g) Creación del formulario.

Se creó un formulario para saber la opinión del usuario. El formulario fue desarrollado en Visual Studio con código HTML (fig. 5.30).

TU OPINIÓN CUENTA!!!			
Datos Personales			
Nombre:	<input type="text"/>	Campo obligatorio	
Correo electrónico :	<input type="text"/>	Campo obligatorio	Ingresar un correo adecuado
Ocupación:	<input type="text"/>		
¿Qué te gusta de este sitio web?	<input type="text"/>		
¿Qué no te gusta de este sitio web?	<input type="text"/>		
¿Cómo te enteraste de este sitio web?			
	<input type="text" value="Selecciona una opción"/>		
¿Te gustaría colaborar con nosotros en la creación de más espacios históricos?			
	<input type="text" value="Selecciona una opción"/>		
<input type="button" value="Enviar"/>		<input type="button" value="Limpiar"/>	

Fig. 5.30 Formulario

h) Creación de base de datos.

En **SQL Management Studio** se desarrollaron tres componentes:

1. Base de Datos llamada Visita Virtual, que funcionara de contenedor de toda la información.
2. Tabla llamada Datos, que contendrá los campos que se relacionan con los campos del formulario y en donde se vaciaran los datos.
3. Procedimiento almacenado, que servirá para realizar la tarea de insertar datos nuevos a la tabla Datos.

i) Programación del botón Enviar

El botón Enviar del formulario se programa bajo código C# para que una vez que el usuario de *click* en dicho botón, la aplicación realice la conexión a la base de datos e inserte todo los datos correspondientes en la tabla Datos.

Nota: Los códigos para la navegación de la visita virtual, de la conexión a la base de datos, del procedimiento almacenado, de la hoja de estilos y del formulario se pueden observar en el Anexo C del presente proyecto.

CAPÍTULO VI

Implementación y pruebas

En este capítulo se expone la implementación del proyecto a través del servidor **IIS 7.0** y las pruebas que se llevaron a cabo al mismo, así como los resultados obtenidos.

6.1. Implementación

6.1.1. Obtención de archivo ejecutable

Una vez que se ha desarrollado la aplicación de la visita virtual, es necesario crear el archivo ejecutable que se colocará en el sitio web y que el usuario podrá descargar. Para ello el motor de juegos de Blender proporciona una opción para guardar el trabajo como un archivo en tiempo de ejecución, mejor conocido como archivo ejecutable (.exe). La figura 6.1 muestra el paso donde se genera el archivo .exe.

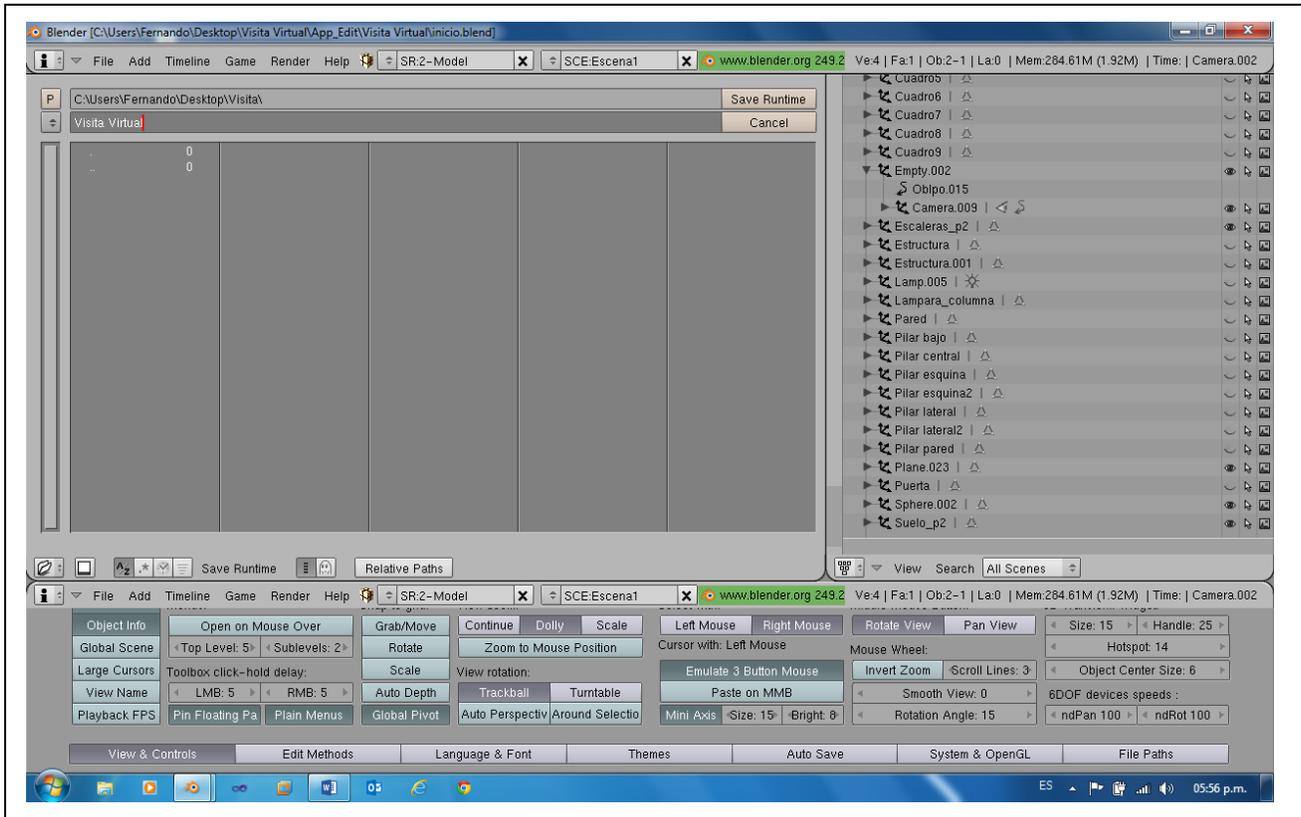


Fig. 6.1 Obtención de ejecutable

Cabe mencionar que al momento de generar el archivo ejecutable, se generan también las librerías que utiliza la aplicación y las cuales son indispensables para el funcionamiento de la visita virtual.

6.1.2. Creación de instancia virtual (Servidor Web)

Para alojar las páginas y a la vez tener el control absoluto de toda la infraestructura tecnológica, se decide utilizar Amazon Web Services, que es un servicio de paga para crear infraestructura virtual en la nube. Dentro de este servicio se crea una instancia virtual con sistema operativo Windows Server 2008 R2 y se incluye el servicio de SQL Server para poder tener todo lo necesario en un solo equipo.

Los pasos a seguir para la creación del servidor web fueron:

1. Se crea una cuenta en AWS.
2. Se crea una instancia Elastic Cloud Computing (EC2) con SO Windows Server.
Se crea una IP elástica para tener una IP fija. Fig. 6.2.
Se crea una política de acceso para tener el puerto 8080 habilitado.

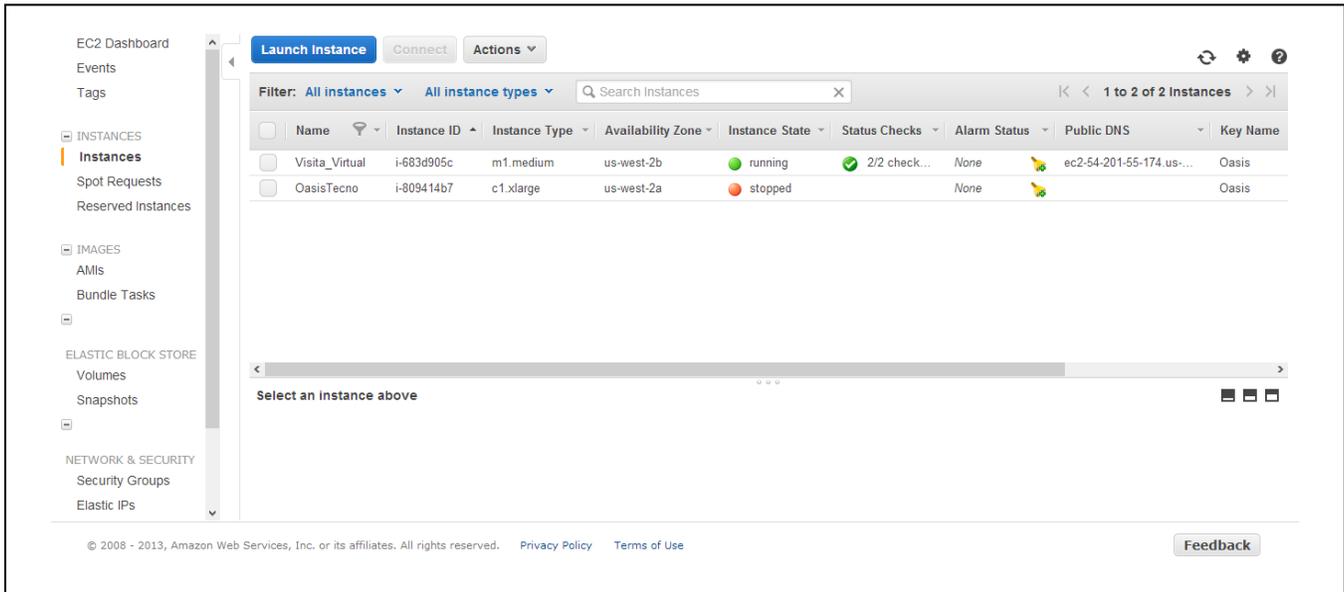


Fig. 6.2 Creación de instancia virtual

3. Una vez creada la instancia virtual se configura SQL Manager Studio para aceptar conexiones remotas y poder modificar la tabla de la base de datos.
4. Se crea la base de datos y la tabla con los parámetros que se utilizarán para guardar información del formulario. Fig. 6.3.

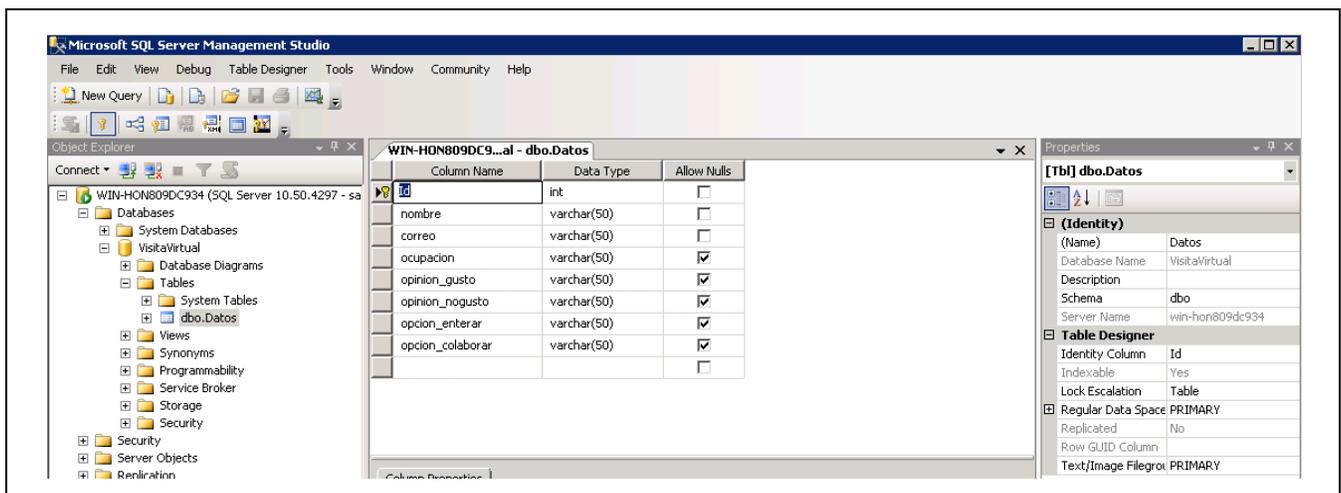


Fig. 6.3 Configuración de la base de datos

- Posteriormente se configura y se crea el sitio web con Windows IIS 7.0 dentro del servidor. Se exportan los archivos generados en Visual Studio y se exporta también el ejecutable de la aplicación para que todo esté dentro del servidor web. Fig. 6.4.

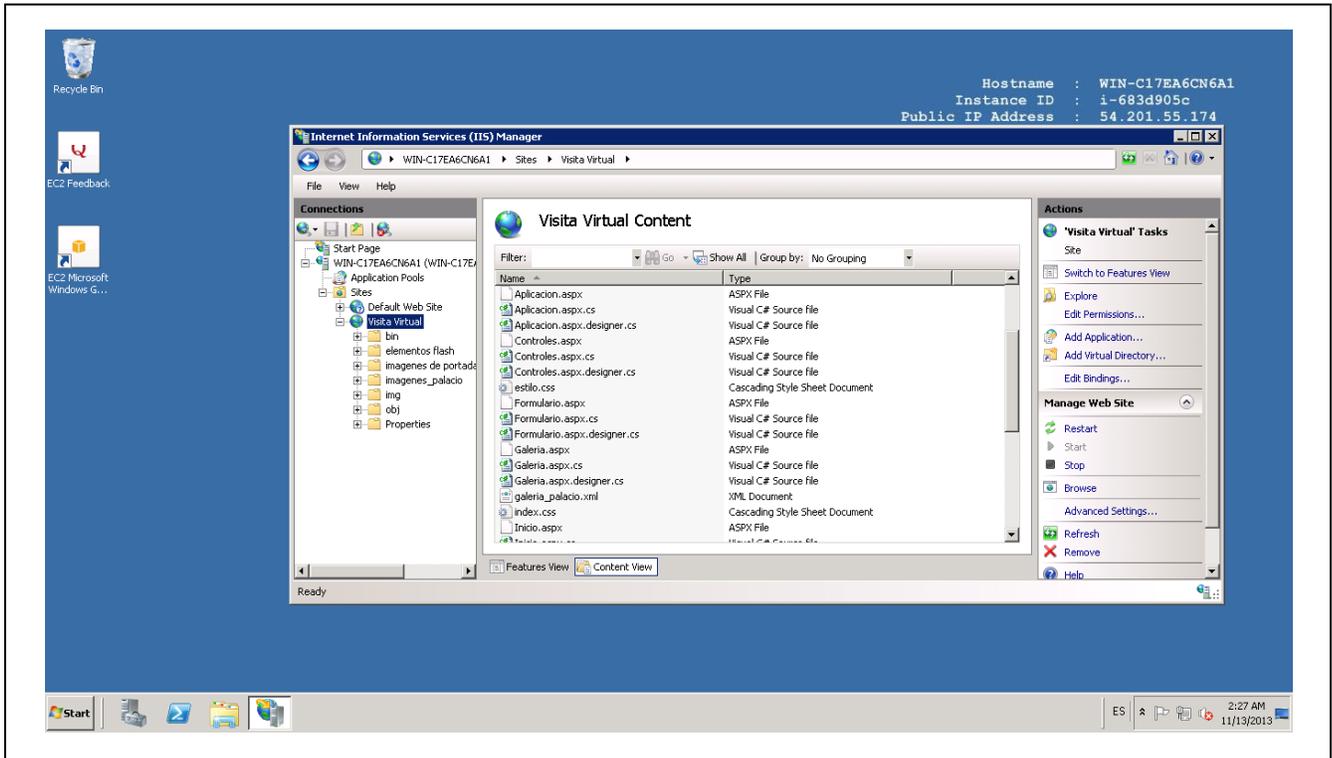


Fig. 6.4 Configuración de IIS

6.2. Pruebas

Las pruebas realizadas para comprobar el buen funcionamiento del proyecto (sitio web y aplicación de la visita virtual) son las siguientes:

a) Pruebas al sitio Web

Una vez que se implementó correctamente todo lo necesario, se arrancó el servidor IIS y se ejecutaron las páginas web una por una para cerciorarse de que cada una funcionara correctamente a través de la dirección url: <http://54.225.115.178>

Como se observa en la figura 6.5, el sitio web funciona de manera correcta junto con todos los elemento flash y la descarga de la aplicación.

Cabe señalar que se realizó la prueba con tres navegadores, Internet Explorer, Google Chrome y Mozilla Firefox.



Fig. 6.5 Pruebas al sitio web

b) Pruebas al formulario

Para validar que el formulario funciona adecuadamente se envían datos desde el sitio web y se corrobora que dichos datos son escritos en la tabla de la base de datos (fig. 6.6).

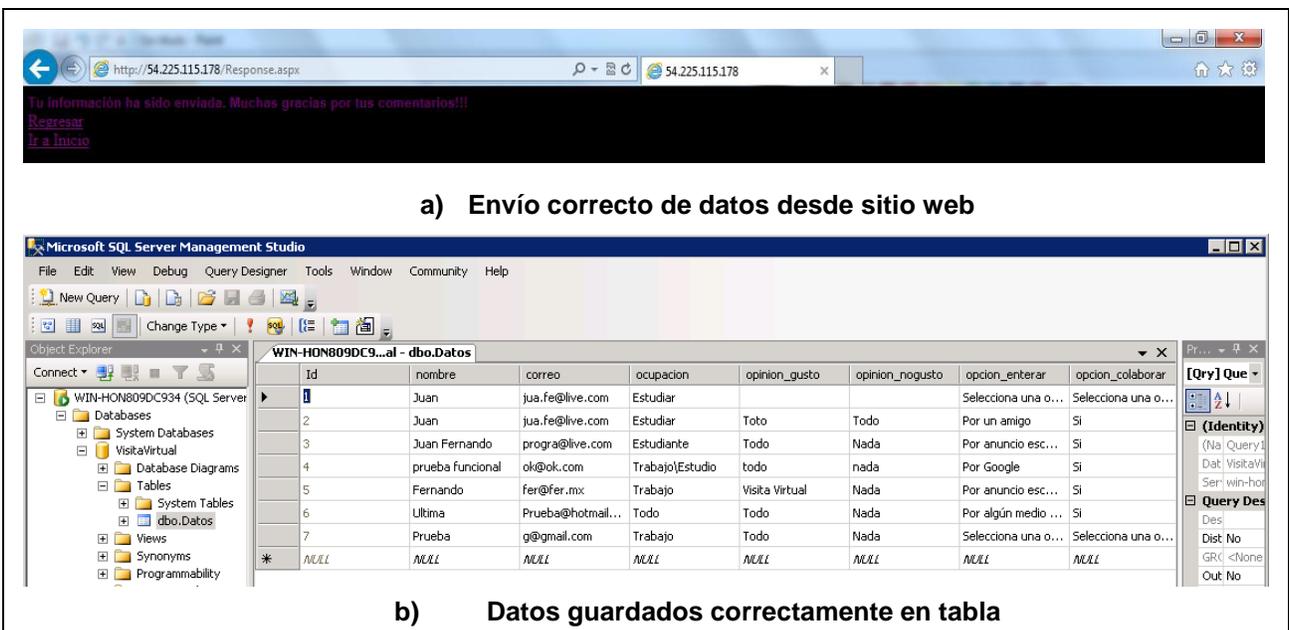


Fig. 6.6 Pruebas al formulario

c) Pruebas a la aplicación

Antes de comentar sobre las pruebas realizadas a la aplicación, en la tabla 6.1 se muestran las características de la misma.

Tabla 6.1
Características de la aplicación

Tipo de archivo	Tamaño en MB	Tamaño de ventana	Librerías asociadas
Ejecutable portable	120 MB	650 X 520	14

El archivo .exe creado anteriormente se ejecutó en distintos equipos con varios sistemas operativos y se navegó por los diferentes escenarios. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.2
Resultados

Sistema Operativo	Procesador	Memoria RAM	Velocidad de ejecución
Windows XP	Pentium IV 32 – Bit	2 GB	Buena
Windows 7	Pentium IV 32 – Bit	2 GB	Buena
Windows 7	Core i-3 64 – Bit	3 GB	Excelente
Windows 8	Core i-5 64 – Bit	4 GB	Excelente
Windows 8	Core i-7 64 – Bit	6 GB	Excelente

Se observa que entre más poder de procesamiento, la aplicación funciona de una mejor forma y esto se debe a que la aplicación se ejecuta en tiempo real requiriendo mayor cantidad de recursos.

Finalmente la figura 6.7 muestra los distintos escenarios de la aplicación ya terminada.

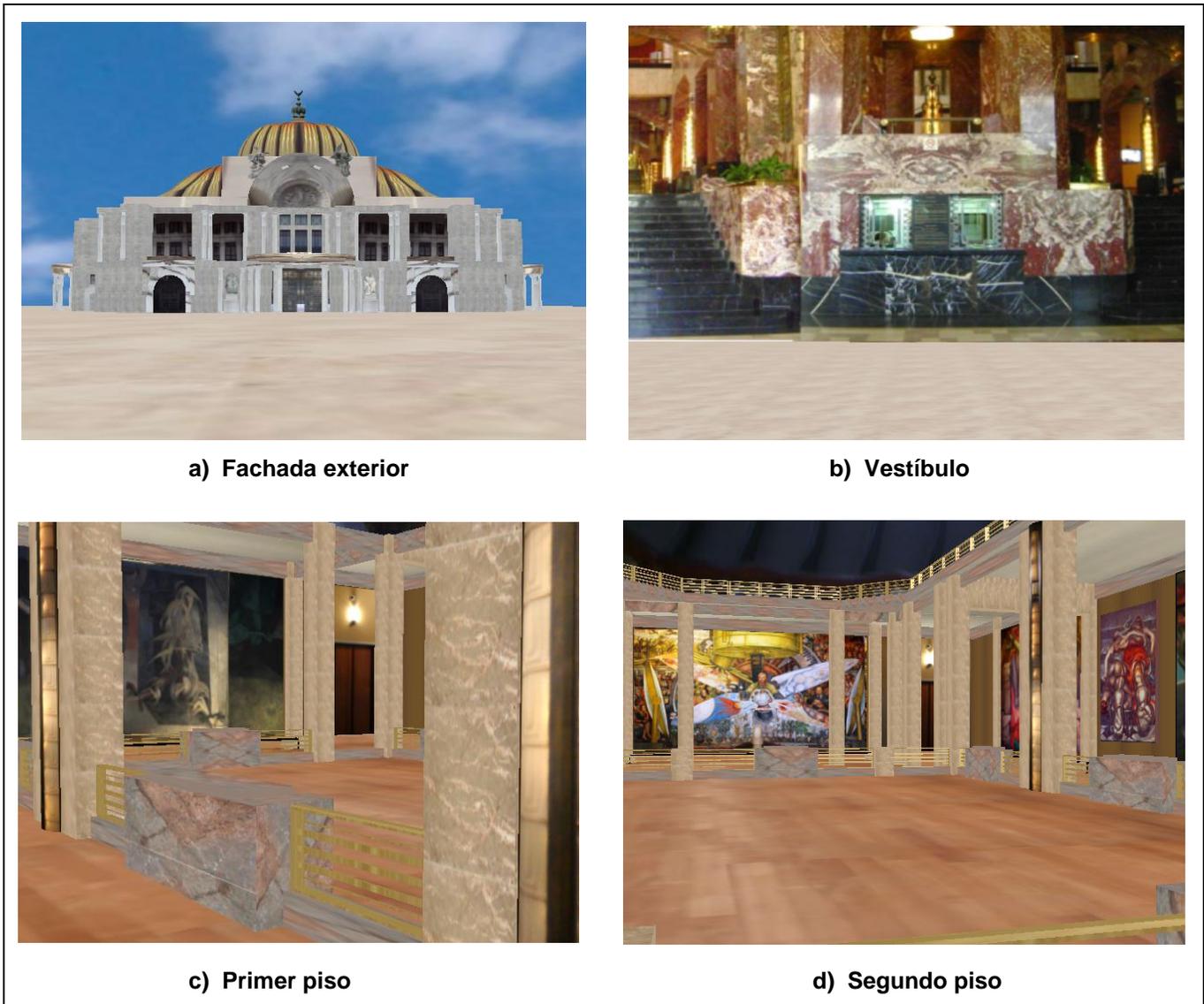


Fig. 6.7 Escenarios virtuales

6.2.1. Tiempos

En el proceso de pruebas también se tomó el tiempo de descarga de la aplicación, así como el tiempo de carga de las páginas web y el tiempo de respuesta al enviar datos al **formulario**, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 6.3
Tiempos

Tiempo aproximado de descarga de la aplicación	Tiempo aproximado de carga de las páginas web	Tiempo aproximado de respuesta al enviar datos
5 minutos	3 segundos	1.2 segundos

CONCLUSIONES

Algunas conclusiones a las que se ha llegado son:

- El tiempo de modelado de los escenarios virtuales y de los objetos 3D fue mucho mayor del tiempo esperado.
- Fue más difícil modelar sin la ayuda de los planos reales del Palacio de Bellas Artes.
- Para obtener un modelo lo más real posible del Palacio, sería necesario contar con los planos del mismo, además de modelar a detalle cada parte del Palacio, lo cual implicaría trabajar sólo en el modelado, aproximadamente 10 meses (si trabaja una sola persona) y texturizar e iluminar correctamente, lo cual llevaría aproximadamente 1 mes.
- A partir del conocimiento adquirido en el presente proyecto, se podrían crear otras visitas virtuales a diferentes lugares recreativos y culturales como: parques, teatros, galerías, museos, zoológicos, centros educativos y un gran número de sitios que son frecuentemente visitados.

Algunas de las ventajas y desventajas de la visita virtual, pueden ser:

Ventajas

- Es la primer visita virtual 3D interactiva del Palacio de Bellas Artes
- Es una aplicación portable (archivo ejecutable) por lo que es de fácil distribución
- Fácil interacción con el usuario
- Calidad de la textura en cuanto a los murales muy buena
- Realismo

Desventajas

- No se puede ver directamente en el navegador web
- No se modelaron todos los espacios del Palacio de Bellas Artes
- Las medidas del modelo virtual del Palacio no son las reales, son sólo estimaciones
- Para su uso es necesario descargar la aplicación

TRABAJOS A FUTURO

Se puede mejorar la aplicación de la visita virtual al Palacio de Bellas Artes, ya sea implementando más esculturas, desarrollando las salas que actualmente se encuentran en remodelación, las salas que son de exposiciones temporales junto con las obras que se encuentran en la misma exposición (pero como son exposiciones temporales, se tendría que actualizar la aplicación frecuentemente) o desarrollando nuevas formas de interacción con los usuarios.

Otra forma de mejorar la aplicación sería incorporando todos los escenarios virtuales en uno solo (que por falta de tiempo no se realizó), ya que de esta forma se daría mayor realismo a la visita virtual, con lo cual se asemejaría más a un modelo real - virtual del Palacio de Bellas Artes.

Otro trabajo a futuro para éste proyecto podría ser, implementar elementos electrónicos como lentes para ver formatos 3D, claro que la aplicación también debería tener un formato de video en 3D.

REFERENCIAS

Libros

- “Ingeniería de software”. Roger S. Pressman. Editorial Mc Graw Hill. Sexta edición.
- “Java 2, Interfaces Gráficas y Aplicaciones para Internet”. Francisco Javier Ceballos. Editorial AlfaOmega. Segunda Edición.
- “Visita Virtual al Museo del Templo Mayor TEOPANTLI”. Arturo León, José Luis Negrete, Jacqueline Sánchez, Nancy Mariana Sosa. ESCOM IPN. (2006).

Información digitalizada

- “Blender 2.3 Guía”. Ton Roosendal.
- Andrés Rodríguez Escobar. “Prototipo Tridimensional Para Simular un Recorrido Virtual por las Instalaciones de la Universidad del Bosque”. Universidad del Bosque, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Bogotá 2007.
- Tutorial básico de Diseño Web.
- “Python para todos”. Raúl González Duque.
- “Introducción a la programación con Python”. Andrés Marzal e Isabel Gracia. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universitat Jaume I.
- GRIGORES C. Burdea y COIFFET, Philippe. “Virtual Reality Technology”. Segunda Edición. Wiley-Interscience, ISBN 0-471-36089-9, 2003.
- Manetta C. y R. Blade (1995).

Información en la Web

- <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>
- <http://www.it.uniovi.es/investigacion/lineas/opnet/material/proyecto1.pdf>
- <http://www.palacio.bellasartes.gob.mx/>
- www.adnsolutions.redi.tk
- <http://www.blender.org/>
- <http://jakarta.apache.org/site/binindex.cgi>
- <http://www.renderati.com/render/%C2%BFque-es-blender/>
- <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/?s=fireworks>
- <http://www.masadelante.com/faqs/flash>
- http://www.vatican.va/various/cappelle/sistina_vr/index.html
- <http://www.inah.gob.mx/paseos/museonacional/>

- <http://aztlan.inah.gob.mx:8080/teopantli/>
- <http://musee.louvre.fr/visite-louvre/index.html?defaultView=rdc.s46.p01&lang=ENG>

Bibliotecas Visitadas

- Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología (BNCyT)
- Biblioteca de ESCOM

ANEXO A

Horas – Hombre cubiertas durante el proyecto

En la tabla A1 se muestra la relación de horas que se han empleado para la realización del presenta trabajo.

Tabla A1
Total de horas

Evento	Lunes	Martes – Sábado	Total
Visita al Palacio de Bellas artes para toma de fotos, diseño del plano de planta y obtención de información	5 horas durante 10 semanas		55 horas
Desarrollo del proyecto		5 horas diarias durante 25 semanas	625 horas
Total de horas	55 horas	625 horas	680 horas

Con una fecha de Junio de 2014 se tiene un total de 680 horas.

Gastos realizados

En la tabla A2 se muestran los gastos realizados para el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta que el pago por hora del proyecto es de aproximadamente \$120 pesos y que hasta el momento se llevan 680 horas.

Tabla A2
Gastos realizados

Recurso	Costo en pesos
Papelería	\$400
Transporte	\$1,000
Licencias de software	\$15,000
Salario	\$81,600
Viáticos	\$3,500
Hospedaje de Contenido web dinámico y Base de Datos	\$6,000
Total:	\$107,500

ANEXO B

Algunas de las fotografías tomadas durante el desarrollo del proyecto se muestran a continuación.



Fotografía 1.



Fotografía 2.



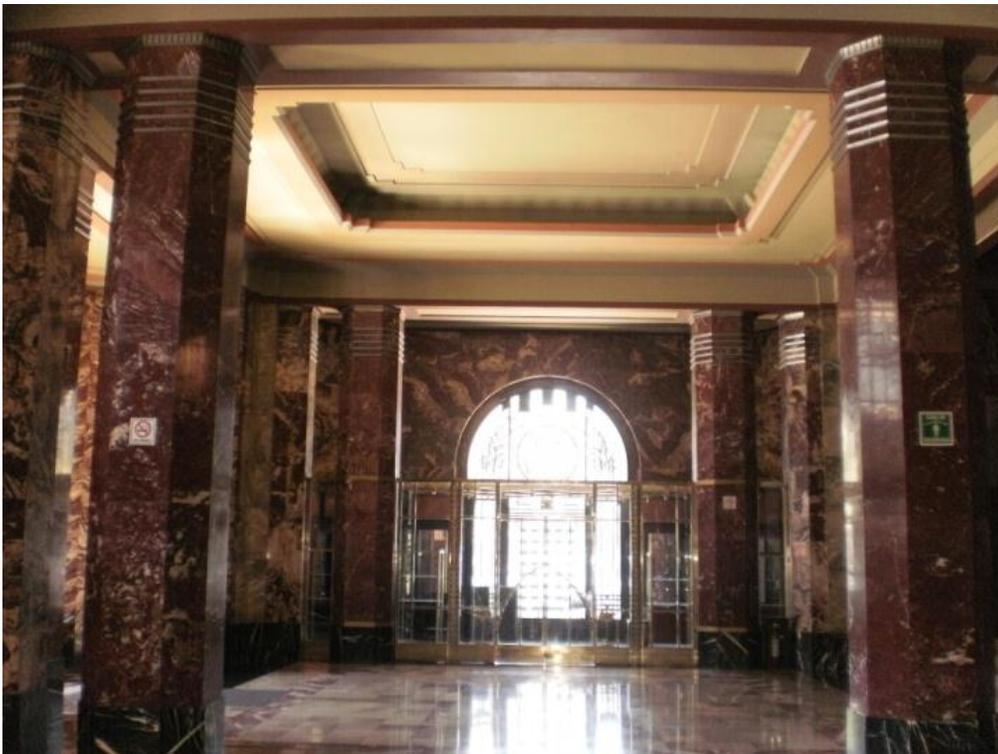
Fotografía 3.



Fotografía 4.



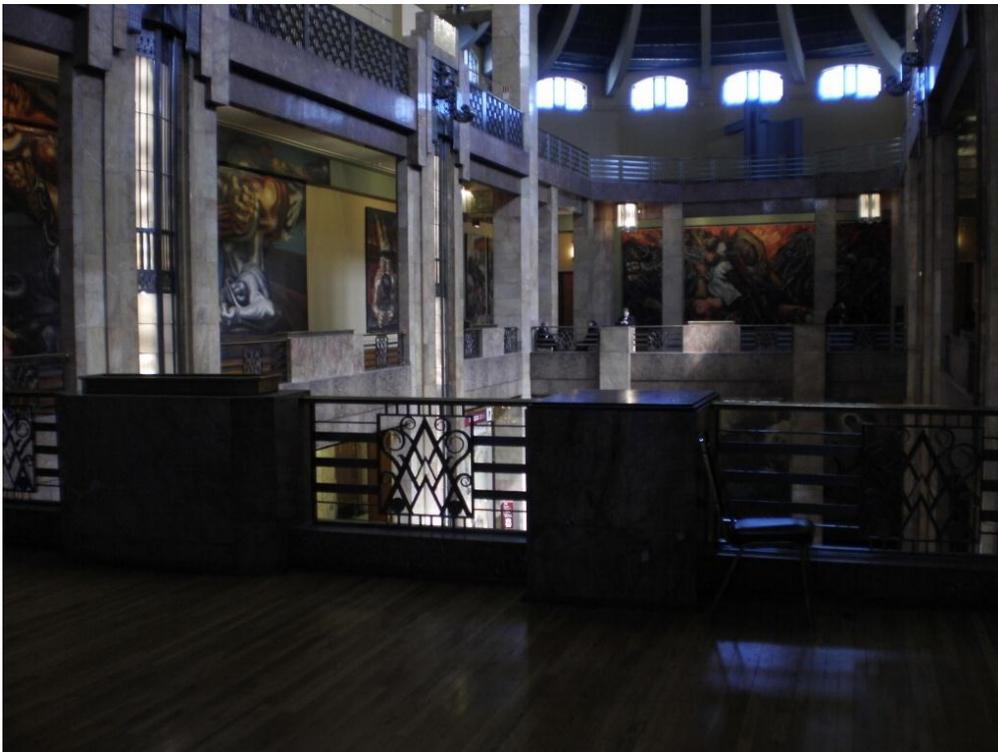
Fotografía 5.



Fotografía 6.



Fotografía 7.



Fotografía 8.



Fotografía 9.



Fotografía 10.

ANEXO C

El código realizado en el desarrollo del presente proyecto se muestra a continuación:

- Código para la aplicación de la visita virtual dentro de Blender, en lenguaje Python.

Script llamado "raton_y"

```
#Script para la navegación en la coordenada "y"

import GameLogic as g
import Rasterizer as r

co= g.getCurrentController()
o = co.owner
Sensor = co.getSensor("sensor_ratón_y")

#Oculta el puntero del raton
r.showMouse(0)

#parametros
sensibilidad=0.1
ultimoframe_y=100

#leo la posición del raton en el eje y
Ypos= Sensor.getYPosition()

alto= r.getWindowHeight()/2
ancho= r.getWindowWidth()/2

o.raton_y= o.raton_y - (Ypos-alto)*sensibilidad
r.setMousePosition(ancho,alto)

if o.raton_y>ultimoframe_y:
    o.raton_y=ultimoframe_y

if o.raton_y<1:
    o.raton_y=1
```

Script llamado "raton_x"

```
#Script para la navegación en la coordenada "x"

import GameLogic as g
import Rasterizer as r

co= g.getCurrentController()
o = co.owner
Sensor = co.getSensor("sensor_raton_x")

#Oculta el puntero del raton
r.showMouse(0)

#parametros
sensibilidad=0.1
ultimoframe_x=100

#leo la posicion del raton en el eje y
Xpos= Sensor.getXPosition()

alto= r.getWindowHeight()/2
ancho= r.getWindowWidth()/2

o.raton_x= o.raton_x - (Xpos-ancho)*sensibilidad
r.setMousePosition(ancho,alto)
```

Script llamado "leer"

```
#Script para leer la opción seleccionada por el usuario

import GameLogic as g

co=g.getCurrentController()
o=co.owner

o.opcion=g.opcion
```

Script llamado "escribir"

```
#Script para enviar la opción seleccionada por el usuario

import GameLogic as g

co=g.getCurrentController()
o=co.owner

g.opcion=o.opcion
```

- Código del **Formulario** utilizado para conexión con base de datos y llamada al procedimiento almacenado, en lenguaje C#.

Archivo llamado "formulario"

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Web;
using System.Web.UI;
using System.Web.UI.WebControls;
using System.Data;
using System.Data.SqlClient;

namespace Proyecto
{
    public partial class Formulario : System.Web.UI.Page
    {
        protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
        {

        }

        protected void Button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            SqlConnection miconexion = new SqlConnection();
            SqlCommand comando = new SqlCommand();
            miconexion.ConnectionString = "Integrated Security=SSPI;Persist Security
Info=False;Initial Catalog=VisitaVirtual;Data Source=WIN-
NHIG3JR3GN9\\SQLEXPRESS;Pwd=McAfee123;User Id=sa";
            try
            {
                miconexion.Open();
                comando.Connection = miconexion;
                comando.CommandType = CommandType.StoredProcedure;
                comando.CommandText = "dbo.insertar";
                comando.Parameters.Add("@nombre", SqlDbType.VarChar).Value =
this.TextBoxNombre.Text;
                comando.Parameters.Add("@correo", SqlDbType.VarChar).Value =
this.TextBoxCorreo.Text;
                comando.Parameters.Add("@ocupacion", SqlDbType.VarChar).Value =
this.TextBoxOcupacion.Text;
                comando.Parameters.Add("@opcion", SqlDbType.VarChar).Value =
this.TextBoxOpinion.Text;
                comando.Parameters.Add("@opcion2", SqlDbType.VarChar).Value =
this.TextBoxOpinion2.Text;
                comando.Parameters.Add("@opcion", SqlDbType.VarChar).Value =
this.DropDownListOpcion.Text;
                comando.Parameters.Add("@opcion2", SqlDbType.VarChar).Value =
```

```

this.DropDownListopcion2.Text;
    comando.ExecuteScalar();

    Response.Redirect("~/Response.aspx");
}
catch
{
}
}
}
}

```

- Código del **Procedimiento Almacenado** llamado *insertar*, utilizado como una función para insertar los datos en la tabla *Datos*, en lenguaje SQL.

```

USE [VisitaVirtual]
GO
/***** Object: StoredProcedure [dbo].[insertar]  Script Date: 06/26/2014 19:26:26 *****/
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
CREATE PROCEDURE insertar
    @nombre varchar(50), @correo varchar(50), @ocupacion varchar(50),
    @opinion_gusto varchar(50), @opinion_nogusto varchar(50), @opcion_enterar
    varchar(50), @opcion_colaborar varchar(50)
AS
BEGIN
    insert into Datos values(@nombre, @correo, @ocupacion, @opinion_gusto,
    @opinion_nogusto, @opcion_enterar, @opcion_colaborar);
END
GO

```

- Código HTML del formulario

```

<%@ Page Language="C#" AutoEventWireup="true" CodeBehind="Formulario.aspx.cs"
Inherits="Proyecto.Formulario" %>

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">

<html>
<head>
<title>FORMULARIO</title>
<link href="estilo.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=ISO-8859-1">
<!--Fireworks 8 Dreamweaver 8 target. Created Wed Oct 13 20:05:30 GMT-0500 2010-->
<script language="JavaScript">

```

```

<!--
function MM_findObj(n, d) { //v4.01
    var p, i, x; if (!d) d = document; if ((p = n.indexOf("?")) > 0 && parent.frames.length) {
        d = parent.frames[n.substring(p + 1)].document; n = n.substring(0, p);
    }
    if (!(x = d[n]) && d.all) x = d.all[n]; for (i = 0; !x && i < d.forms.length; i++) x =
d.forms[i][n];
    for (i = 0; !x && d.layers && i < d.layers.length; i++) x = MM_findObj(n,
d.layers[i].document);
    if (!x && d.getElementById) x = d.getElementById(n); return x;
}
function MM_nbGroup(event, grpName) { //v6.0
    var i, img, nbArr, args = MM_nbGroup.arguments;
    if (event == "init" && args.length > 2) {
        if ((img = MM_findObj(args[2])) != null && !img.MM_init) {
            img.MM_init = true; img.MM_up = args[3]; img.MM_dn = img.src;
            if ((nbArr = document[grpName]) == null) nbArr = document[grpName] = new
Array();
            nbArr[nbArr.length] = img;
            for (i = 4; i < args.length - 1; i += 2) if ((img = MM_findObj(args[i])) != null) {
                if (!img.MM_up) img.MM_up = img.src;
                img.src = img.MM_dn = args[i + 1];
                nbArr[nbArr.length] = img;
            }
        }
    } else if (event == "over") {
        document.MM_nbOver = nbArr = new Array();
        for (i = 1; i < args.length - 1; i += 3) if ((img = MM_findObj(args[i])) != null) {
            if (!img.MM_up) img.MM_up = img.src;
            img.src = (img.MM_dn && args[i + 2]) ? args[i + 2] : ((args[i + 1]) ? args[i + 1] :
img.MM_up);
            nbArr[nbArr.length] = img;
        }
    } else if (event == "out") {
        for (i = 0; i < document.MM_nbOver.length; i++) { img = document.MM_nbOver[i];
img.src = (img.MM_dn) ? img.MM_dn : img.MM_up; }
    } else if (event == "down") {
        nbArr = document[grpName];
        if (nbArr) for (i = 0; i < nbArr.length; i++) { img = nbArr[i]; img.src = img.MM_up;
img.MM_dn = 0; }
        document[grpName] = nbArr = new Array();
        for (i = 2; i < args.length - 1; i += 2) if ((img = MM_findObj(args[i])) != null) {
            if (!img.MM_up) img.MM_up = img.src;
            img.src = img.MM_dn = (args[i + 1]) ? args[i + 1] : img.MM_up;
            nbArr[nbArr.length] = img;
        }
    }
}
}
}

```

```

function MM_preloadImages() { //v3.0
  var d = document; if (d.images) {
    if (!d.MM_p) d.MM_p = new Array();
    var i, j = d.MM_p.length, a = MM_preloadImages.arguments; for (i = 0; i < a.length;
i++)
      if (a[i].indexOf("#") != 0) { d.MM_p[j] = new Image; d.MM_p[j++].src = a[i]; }
    }
  }
}

//-->
</script>
<script language="JavaScript1.2" type="text/javascript" src="mm_css_menu.js"></script>
<style type="text/css" media="screen">
  @import url("./index.css");
body {
  background-color: #000000;
}
.style1
{
  width: 100%;
}
.style2
{
  width: 130px;
}
.style3
{
  width: 273px;
}
.style4
{
  width: 89px;
}
</style>
</head>
<body
onLoad="MM_preloadImages('img/index_r2_c2_f2.jpg','img/index_r2_c2_f3.jpg','img/index_r
2_c4_f2.jpg','img/index_r2_c4_f3.jpg','img/index_r2_c6_f2.jpg','img/index_r2_c6_f3.jpg','img/i
ndex_r2_c8_f2.jpg','img/index_r2_c8_f3.jpg');">
<object classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
codebase="http://download.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.cab#versio
n=7

<param name="movie" value="elementos flash/top.swf">
  <param name="quality" value="high">
  <param name="wmode" value="transparent">
  <embed src="elementos flash/top.swf" width="826" height="97" quality="high"
pluginspage="http://www.macromedia.com/go/getflashplayer" type="application/x-
shockwave-flash" wmode="transparent"></embed>

```

```

</object>

<div id="FWTableContainer41570205">
  <table border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" width="1000">
<!-- fwtable fwsrc="banner.png" fwbase="index.jpg" fwstyle="Dreamweaver" fwdocid =
"41570205" fwnested="0" -->
  <tr>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
    <td></td>
  </tr>

  <tr>
    <td colspan="9"></td>
    <td></td>
  </tr>
  <tr>
    <td></td>
    <td><a href="javascript:;"
onMouseOut="MM_nbGroup('out');MM_menuStartTimeout(1000);"
onMouseOver="MM_menuShowMenu('MMMMenuContainer1007095205_0',
'MMMMenu1007095205_0',15,50,'index_r2_c2');MM_nbGroup('over','index_r2_c2','img/index_r
2_c2_f2.jpg','img/index_r2_c2_f3.jpg',1);"
onClick="MM_nbGroup('down','navbar1','index_r2_c2','img/index_r2_c2_f3.jpg',1);"></a></td>
    <td></td>
    <td><a href="javascript:;" onMouseOut="MM_nbGroup('out');MM_menuStartTimeout(1000);"
onMouseOver="MM_menuShowMenu('MMMMenuContainer1006185819_0',
'MMMMenu1006185819_0',15,50,'index_r2_c4');MM_nbGroup('over','index_r2_c4','img/index_r
2_c4_f2.jpg','img/index_r2_c4_f3.jpg',1);"
onClick="MM_nbGroup('down','navbar1','index_r2_c4','img/index_r2_c4_f3.jpg',1);"></a></td>
    <td></td>
    <td><a href="http://www.palacio.bellasartes.gob.mx/index.php/cartelera"
onMouseOut="MM_nbGroup('out');"
onMouseOver="MM_nbGroup('over','index_r2_c6','img/index_r2_c6_f2.jpg','img/index_r2_c6
_f3.jpg',1);"

```

```

onClick="MM_nbGroup('down','navbar1','index_r2_c6','img/index_r2_c6_f3.jpg',1);"></a></td>
<td></td>
<td><a href="Formulario.aspx" onMouseOut="MM_nbGroup('out');"
onMouseOver="MM_nbGroup('over','index_r2_c8','img/index_r2_c8_f2.jpg','img/index_r2_c8
_f3.jpg',1);"
onClick="MM_nbGroup('down','navbar1','index_r2_c8','img/index_r2_c8_f3.jpg',1);"></a></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</table>
<div id="MMMenuContainer1007095205_0">
<div id="MMMenu1007095205_0" onMouseOut="MM_menuStartTimeout(1000);"
onMouseOver="MM_menuResetTimeout();">
<a href="Inicial.aspx" id="MMMenu1007095205_0_Item_0"
class="MMMIFVStyleMMMenu1007095205_0"
onMouseOver="MM_menuOverMenuItem('MMMenu1007095205_0');">
Inicio
</a>
<a href="Galeria.aspx" id="MMMenu1007095205_0_Item_1"
class="MMMIVStyleMMMenu1007095205_0"
onMouseOver="MM_menuOverMenuItem('MMMenu1007095205_0');">
Galer&iacute;a
</a>
<a href="Ubicacion.aspx" id="MMMenu1007095205_0_Item_2"
class="MMMIVStyleMMMenu1007095205_0"
onMouseOver="MM_menuOverMenuItem('MMMenu1007095205_0');">
Ubicaci&oacute;n
</a>
</div>
</div>
<div id="MMMenuContainer1006185819_0">
<div id="MMMenu1006185819_0" onMouseOut="MM_menuStartTimeout(1000);"
onMouseOver="MM_menuResetTimeout();">
<a href="Aplicacion.aspx" id="MMMenu1006185819_0_Item_0"
class="MMMIFVStyleMMMenu1006185819_0"
onMouseOver="MM_menuOverMenuItem('MMMenu1006185819_0');">
Aplicaci&oacute;n
</a>
<a href="Controles.aspx" id="MMMenu1006185819_0_Item_1"
class="MMMIVStyleMMMenu1006185819_0"
onMouseOver="MM_menuOverMenuItem('MMMenu1006185819_0');">
Controles
</a>
</div>
</div>

```

```

</div>
</div>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>
  <form id="form1" runat="server">
<table width="970" border="0" cellspacing="3" cellpadding="2">
  <tr>
    <th width="198" scope="col">&nbsp;</th>
    <th width="548" scope="col"><font color="#660066" size="4" face="Arial, Helvetica,
sans-serif">TU OPINI&Oacute;N CUENTA!!!
    <br />
    </font></th>
    <th width="200" scope="col">&nbsp;</th>
  </tr>
</table>
<table width="958" border="0" cellspacing="3" cellpadding="2">
  <tr>
    <th width="199" scope="col">&nbsp;</th>
    <th width="575" scope="col"><div align="left"><fieldset>
      <legend><font color="#FFFFFF" size="2" face="Arial, Helvetica, sans-serif">Datos
Personales</font></legend>
      <table class="style1">
        <tr>
          <td class="style2">
            <font color="#660066" size="2"
face="Arial"><strong>Nombre:</strong></font></td>
          <td class="style3">
            <asp:TextBox ID="TextBoxNombre" runat="server"
Width="270px"></asp:TextBox>
          </td>
          <td class="style4">
            <asp:RequiredFieldValidator ID="RequiredFieldValidator1" runat="server"
ControlToValidate="TextBoxNombre"
ErrorMessage="RequiredFieldValidator"
Font-Size="Smaller" ForeColor="#CC0000"
style="font-family: Arial, Helvetica, sans-serif">Campo
obligatorio</asp:RequiredFieldValidator>
          </td>
          <td>
            &nbsp;</td>
        </tr>
        <tr>
          <td class="style2">
            <font color="#660066" size="2" face="Arial, Helvetica, sans-
serif"><strong>Correo electr&oacute;nico :</strong></font></td>
          <td class="style3">
            <asp:TextBox ID="TextBoxCorreo" runat="server"
Width="270px"></asp:TextBox>
          </td>
          <td class="style4">

```

```

                <asp:RequiredFieldValidator ID="RequiredFieldValidator2" runat="server"
                    ControlToValidate="TextBoxCorreo"
                    ErrorMessage="RequiredFieldValidator"
                    Font-Size="Smaller" ForeColor="#CC0000"
                    style="font-family: Arial, Helvetica, sans-serif">Campo
obligatorio</asp:RequiredFieldValidator>
</td>
                <td>
                    <asp:RegularExpressionValidator ID="RegularExpressionValidator1"
runat="server"
                    ControlToValidate="TextBoxCorreo"
                    ErrorMessage="RegularExpressionValidator"
                    Font-Size="Smaller" ForeColor="#CC0000"
                    ValidationExpression="\w+([-+.]*)@\w+([-.]*)*\.\w+([-.]*)*"
                    style="font-family: Arial, Helvetica, sans-serif">Ingresa un correo
adecuado</asp:RegularExpressionValidator>
                </td>
            </tr>
            <tr>
                <td class="style2">
                    <font color="#660066" size="2"
face="Arial"><strong>Ocupaci&oacute;n:</strong></font> &nbsp;
                </td>
                <td class="style3">
                    <asp:TextBox ID="TextBoxOcupacion" runat="server"
Width="270px"></asp:TextBox>
                </td>
                <td class="style4">
                    &nbsp;</td>
                <td>
                    &nbsp;</td>
            </tr>
            <tr>
                <td class="style2">
                    <font color="#660066" size="2" face="Arial"><strong>&iquest;Qu&eacute; te gusto de
&eacute;ste sitio web?</strong></font></td>
                <td class="style3">
                    <asp:TextBox ID="TextBoxOpinion" runat="server" Height="37px"
Width="269px"></asp:TextBox>
                </td>
                <td class="style4">
                    &nbsp;</td>
                <td>
                    &nbsp;</td>
            </tr>
            <tr>
                <td class="style2">
                    <font color="#660066" size="2" face="Arial"><strong>&iquest;Qu&eacute; no
te gusto de &eacute;ste sitio web?</strong></font></td>
                <td class="style3">

```



```
</table>
</form>
<p>&nbsp;</p>
<div id="pie-principal">
  <div id="pie">
    
    <p class="copyright">&copy; Copyright</p>
    <p class="tel">tel.</p>
    <p class="numero">044 5545403847 </p>
    <p class="e-azul">e-mail</p>
    <a href="mailto:careaga07@hotmail.com"
class="email">careaga07@hotmail.com</a></div>
  </div>
</body>
</html>
```

- Código css para el diseño del pie de página de las páginas web
El archivo se llama “estilo.css” y es implementado en el código HTML de la página web.

```
@CHARSET "ISO-8859-1";

/* CSS Document */
body
{
    padding:0;
    margin:0;
}
div, h1, h2, p, form, label, input, textarea, img
{
    margin:0; padding:0;
}
ul
{
    margin:0;
    padding:0;
    list-style-type:none;
}
.spacer
{
    clear:both;
    font-size:0px;
    line-height:0px;
}
```

```
/*Empieza diseño del pie de página*/

#pie-principal
{
    width:100%;
    background:#111111;
    color:#ffffff;
    height:90px;
    float:left;
}
#pie
{
    width:745px;
    height:73px;
    margin:0 auto;
    position:relative;
}
#pie p.copyright
{
    width:236px;
    font:normal 11px/20px Tahoma, Arial, Helvetica, sans-serif;
    background-color:##111111;
    color:#ffffff;
    text-transform:none;
    text-align:center;
    position:absolute;
    left:568px;
    top:11px;
}
#pie p.numero
{
    width:119px;
    height:12px;
    font:bold 11px/12px Tahoma, Arial, Helvetica, sans-serif;
    color:#fff;
    background-color:##111111;
    position:absolute;
    left:646px;
    top:38px;
}
#pie p.tel
{
    width:36px;
    height:12px;
    background-color:#660066;
    font:bold 11px/10px Tahoma, Arial, Helvetica, sans-serif;
    color:#fff;
    text-transform:uppercase;
    text-align:center;
}
```

```
        position:absolute;
        left:601px;
        top:38px;
    }

    #pie a.email
    {
        width:136px;
        font:normal 11px/12px Tahoma, Arial, Helvetica, sans-serif;
        color:#fff;
        background-color:##111111;
        text-decoration:none;
        position:absolute;
        left:646px;
        top:53px;
    }

    #pie p.e-azul
    {
        width:41px;
        height:12px;
        background-color:#0033CC;
        font:bold 11px/12px Tahoma, Arial, Helvetica, sans-serif;
        color:#fff;
        text-transform:uppercase;
        text-align:center;
        position:absolute;
        left:596px;
        top:54px;
    }

    /*Termina código del diseño de pie de página*/
```