



**Universidad nacional autónoma de México.**

**Facultad de ingeniería.**

**Proyecto Final.**

**Manual técnico.**

**Materia:** Computación grafica e interacción humano-computadora.

**Profesor:** Ing. Carlos Aldair Román Balbuena.

**Alumno:** 316184979.

**Semestre:** 2022-2.

**Fecha de entrega:** 27 de mayo de 2022.

## Proyecto final de CGeIHC.

Objetivo.	3
Requerimientos.	3
Introducción.	3
Desarrollo.	5
Información de los modelos.	5
Descargados de internet:	5
Realizadas por el equipo:	8
Modelos de los muebles:	10
Cronograma de actividades.	12
Información de las animaciones.	12
Animación de hombre en bicicleta:	12
Animación de hombre vendiendo tamales:	13
Animación de hombre haciendo deporte en la cancha:	14
Animación del carro:	15
Animación del hombre que camina:	16
Animación de la persona paseando un perro:	17
Estudio técnico para la determinación del costo del proyecto:	18
Costo directo:	20
Costo indirecto:	20
Costo total:	20
Conclusiones.	21
Referencias.	21

## Objetivo.

El alumno realizará el proyecto final de la materia de Computación gráfica e interacción humano-computadora, en el cual aplicará los conceptos vistos a lo largo del curso, a partir del proyecto realizado para el laboratorio de la materia.

Para el laboratorio el alumno como parte de un equipo modeló un conjunto habitacional real de manera que este se aproxime a la propuesta de proyecto presentada. En adición, agregara modelos que creara él mismo con el fin de amueblar dos cuartos nuevos dentro de un edificio.

## Requerimientos.

- El alumno deberá de realizar un ambiente virtual, el cual representará un área residencial, formado por edificios, casas, áreas verdes y pasos vehiculares. En estos espacios virtuales se deberán colocar vehículos, personas, mascotas, etc.
- El alumno tendrá que utilizar la técnica de modelado geométrico, modelado jerárquico y texturizado para construir los elementos con base en primitivas o con modelos tridimensionales importados según le convenga.
- Se deberá de colocar, al menos, cinco animaciones utilizando las técnicas de animación que se consideren más pertinentes. Queda prohibido ocupar las animaciones creadas durante las sesiones de laboratorio.
- Los elementos del escenario deberán de contar con texturas aplicadas correctamente.
- Dentro del escenario se deberá poder recorrer mediante el uso correcto de la cámara.
- Incorporará una biblioteca de audio para agregar música de fondo, por lo que el alumno deberá investigar una biblioteca compatible con OpenGL.
- El alumno puede agregar elementos para formar un escenario más grande y complejo.
- El alumno creará modelos con el fin de amueblar dos cuartos dentro de una fachada.
- El alumno deberá entregar un archivo ejecutable.

## Introducción.

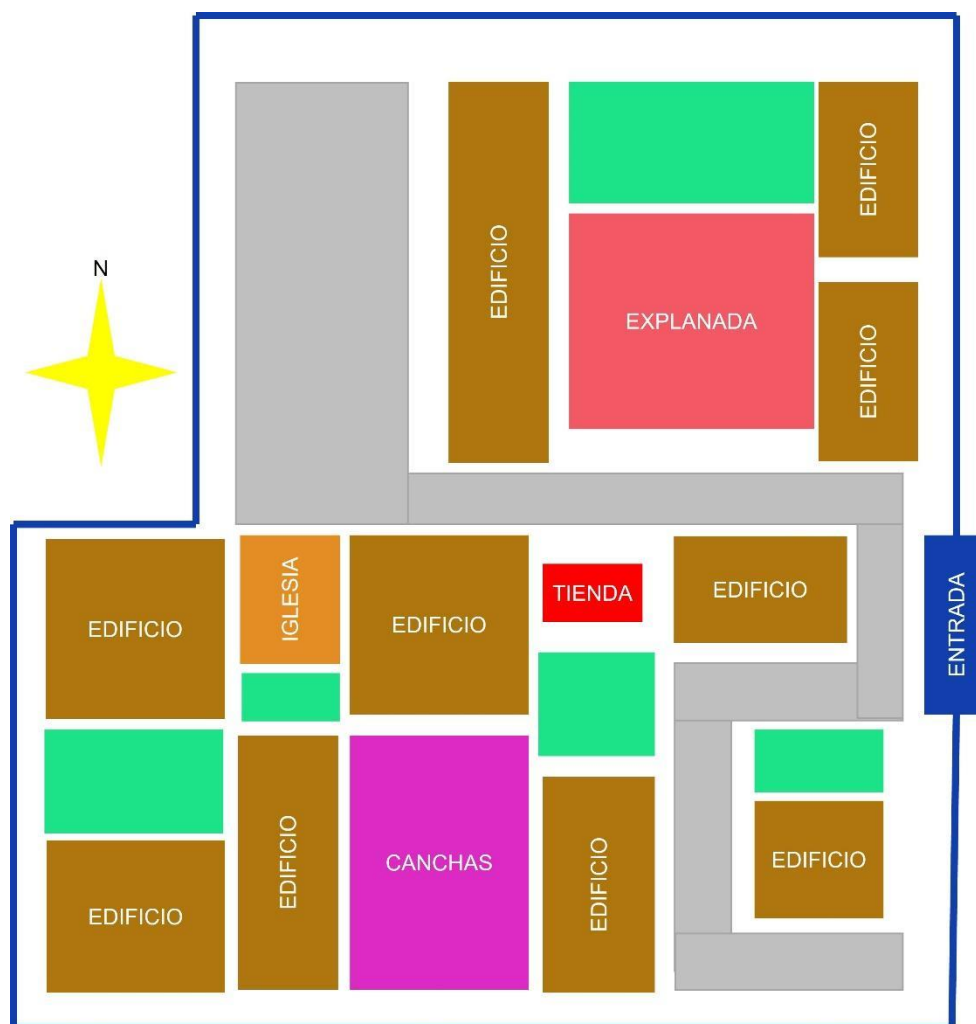
Para este proyecto se escogió modelar la unidad habitacional Villa Olímpica, ubicada en la alcaldía Tlalpan de la Ciudad de México, en específico en el predio de nueve hectáreas entre la Avenida Insurgentes Sur y la Avenida Periférico, muy cerca de Ciudad Universitaria.

El complejo fue construido por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos para alojar a los Atletas de la Olimpiada de México, consta de veintinueve edificios que reúnen un total de 5,044 habitaciones y 2,572 baños en 904 departamentos, del total de los inmuebles, de ellos 24 se destinaron para los competidores varones y 3 para las mujeres atletas, los restantes dos fueron empleados para la prensa (Edificios de México, (s. f.)).

Se escogió este lugar en principio porque un compañero del equipo vive ahí, por lo cual se facilitaba el modelado de los objetos que se colocaran en el proyecto. Aprovechando que los edificios tienen la misma forma, sólo haría falta el diseño de un edificio y duplicarlo las veces

que se desee, además, este lugar nos permite la colocación de diversos elementos que nos permite cubrir los requerimientos impuestos por el profesor. Cabe resaltar que nos dimos la libertad de modificar algunos objetos de manera que pudiera concordar con nuestra visión, cómo reducir el número de edificios, la colocación de una tienda OXXO y una cancha genérica.

A continuación, muestro el diseño con la disposición de los elementos que entregamos en la propuesta del proyecto.



**Figura 1. Mapa de la propuesta.**

Ya que este proyecto se realiza como continuación del proyecto de laboratorio con el Ing. Luis Sergio Valencia Castro, la mayoría del trabajo fue realizado en conjunto con tres compañeros. Finalmente faltaría agregar diez modelos que correspondan a muebles con los cuales se rellenan los dos cuartos, cinco para cada uno, los cuales corresponden a las imágenes de referencia entregadas el veinticinco de abril del año en curso.

## Desarrollo.

Para este proyecto se descargaron de internet diversos modelos y se crearon algunos para rellenar el espacio solicitado. El proyecto se encuentra en el siguiente enlace de GitHub: <https://github.com/Fernando1612/Proyecto-Final-CGEIH-C.git> en la rama llamada 316184979\_PROYECTOFINAL\_GPO4. La rama MAIN fue elaborada con mis compañeros 316054416, 419049300 y 316073934.

### Información de los modelos.

A continuación, mostraré los datos de descarga de los modelos obtenidos de internet y algunos detalles de los modelos realizados por el equipo para la entrega del proyecto de laboratorio.

#### Descargados de internet:

**Modelo:** Hombre en chaqueta de pie y Rigged 3D Modelo.

**Animación.** Persona que conduce el triciclo.

**Sitio de internet:** open3dmodel.com.

El modelo cuenta con una licencia gratis para uso personal para poder ser utilizado.



**Figura 2. Hombre de pie.**

**Modelo:** Man 3D Model.

**Animación.** Persona que conduce una bicicleta.

**Sitio de internet:** archive3d.net

Dentro de la página de descarga no se encontró algún tipo de restricción o licencia de uso para el modelo, se agregaron las animaciones para las ruedas, pedal y el hombre pedaleando.



**Figura 3. Hombre en bicicleta.**

**Modelo:** Pete.

**Animación:** Hombre que camina hacia el OXXO (Left Strafe Walking).

**Sitio de internet:** Mixamo.



**Figura 4. Hombre caminando de lado.**

**Modelo:** Samoyedo Perro Modelo 3D

**Animación.** Perro que camina por la unidad.

**Sitio de internet:** open3dmodel.com.

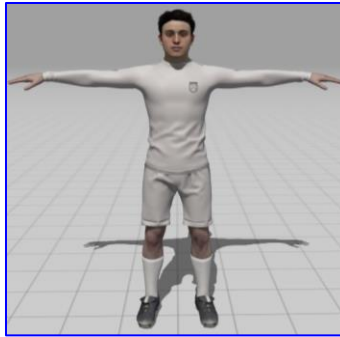


**Figura 5. Perro.**

**Personaje:** Shannon.

**Animación:** Persona corriendo al estilo del Fútbol (Running).

**Sitio de internet:** Mixamo.



**Figura 6. Deportista.**

**Modelo:** Sporty Granny.

**Animación.** Persona caminando por la unidad (Female Walk).

**Sitio de internet:** Mixamo.

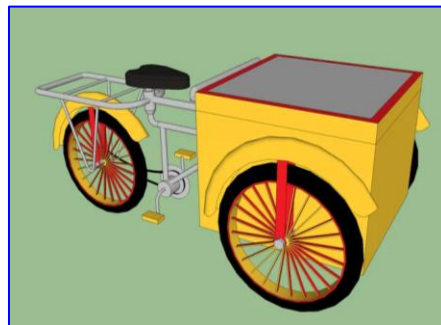


**Figura 7. Mujer deportista.**

**Modelo:** Triciclo de reparto 2.

**Animación.** Un triciclo que simula un puesto de tamales.

**Sitio de internet:** 3dwarehouse.sketchup.com.



**Figura 8. Triciclo.**

Al modelo se le agregó una textura en la cara frontal para acabar con su modelo. La textura utilizada fue “un mundo de tamal” obtenida de la página “unmundodetamal.wordpress.com”.



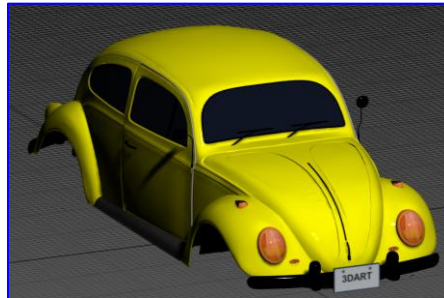
**Figura 9.** Imagen de un mundo de tamal.

**Modelo:** Vintage Vw Volkswagen Beetle Car Modelo 3D.

**Animación.** Carro que simula conducirse por la unidad.

**Sitio de internet:** Open3DModel.

Se decidió cambiar el color al modelo original debido a un problema con las texturas. Las llantas se exportaron por separado para que se pueda animar de manera correcta su rotación.

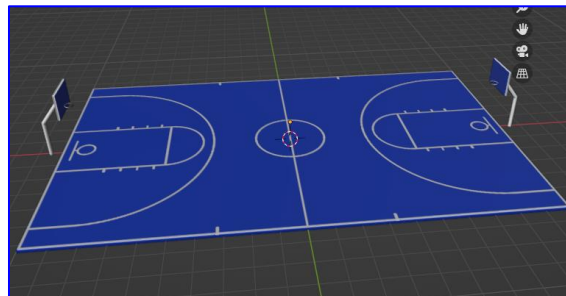


**Figura 10.** Bocho.

**Realizadas por el equipo:**

**Modelo:** Cancha.

**Aplicación de diseño:** Blender.



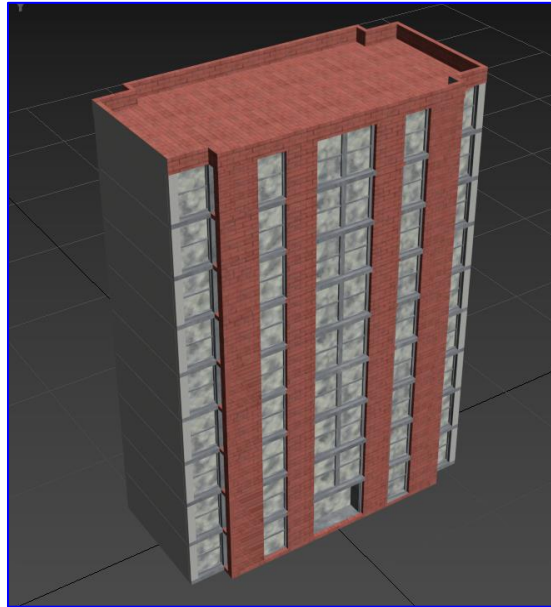
**Figura 11.** Cancha.

**Modelo:** Edificio.

**Aplicación de diseño:** Blender.



El modelo corresponde a los edificios ubicados en la unidad. Para modelarlo se utilizaron planos y cubos. Con sencillas transformaciones y extrusiones se pudo lograr el acabado similar a nuestras referencias originales. Cabe resaltar que este es el edificio genérico que se colocó, ya que existe un modelo diferente el cual permite apreciar la transparencia en las ventanas.



**Figura 12. Edificio.**

**Modelo:** Entrada.

**Aplicación de diseño:** Autodesk 3ds Max.

Este modelo corresponde a la entrada a la unidad. Solo se utilizaron figuras primitivas y un *TexPlus* para los números que indican la dirección.



**Figura 13. Entrada.**

**Modelo:** Iglesia.

**Aplicación de diseño:** Blender.

El modelo de la iglesia se modeló usando también figuras simples como cubos a los cuales se les aplicaron transformaciones de escala y traslación. Para el vitral únicamente se colocó una textura sacada de una fotografía tomada a la iglesia física.



**Figura 14. Iglesia.**

**Modelo:** OXXO.

**Aplicación de diseño:** Autodesk 3ds Max.

El modelo corresponde a una sucursal de las tiendas Oxxo dentro de la unidad. Para el modelado se utilizaron planos, cajas y cilindros además de utilizar sus colores característicos para la textura.



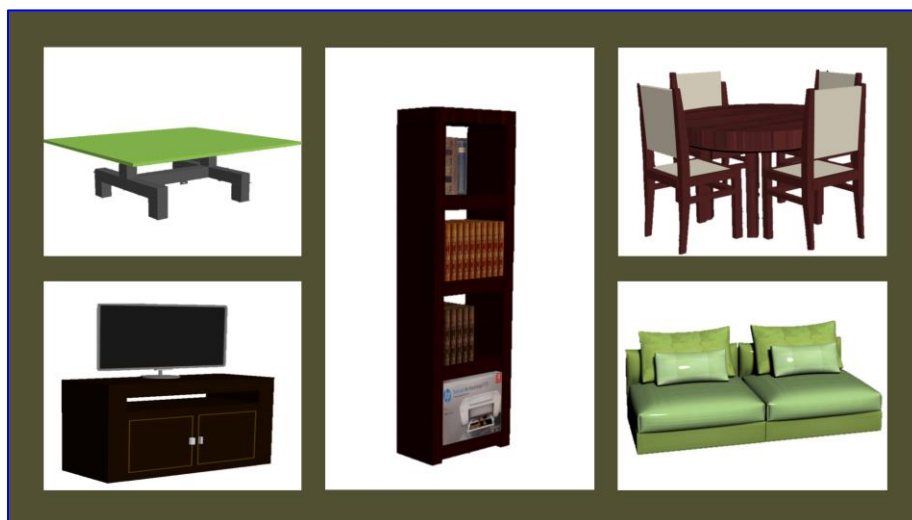
**Figura 15. OXXO.**

### **Modelos de los muebles:**

A continuación, mostraré los modelos ocupados para rellenar los dos cuartos; estos modelos los creé yo solo, a diferencia de los anteriores que fueron realizados en conjunto para el proyecto de laboratorio. Todos los modelos fueron creados utilizando figuras básicas en 3Ds Max con el propósito de ser lo más parecido a los que se pueden apreciar en las imágenes de referencia.

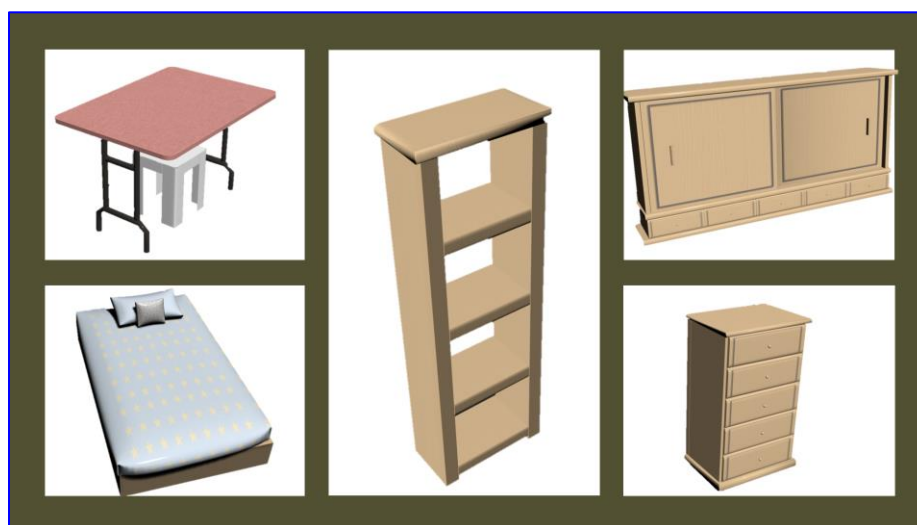
En esta figura se pueden ver los cinco muebles que creé para el primer cuarto, que son un librero, una mesa, una mesa de centro, un sillón y un televisor. Cabe mencionar que la mesa

de centro tiene una textura transparente, pero para que se aprecie de buena manera se ve verde en la imagen y por algún inconveniente al momento de exportar la mesa, no pude colocarla en visual.



**Figura 16. Modelos de los muebles del primer cuarto.**

Los muebles del segundo cuarto son una cajonera, una cama, un escritorio, un librero vacío y un ropero. Estos cinco objetos si se encuentran en Visual.



**Figura 17. Modelos de los muebles del segundo cuarto.**

### Cronograma de actividades.

Actividades:	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Propuesta del proyecto.						
Tienda (Oxxo). Triciclo-Persona. Persona en bicicleta.						
Entrada.						
Automóviles. Persona-Cancha.						
Edificio (11).						
Explanada, caminos y zona verde.						
Iglesia.						
Cancha.						
Persona-Perro.						
Persona caminando.						
Muebles						
Manual de ejecución.						
Manual de usuario.						
Créditos.						
Documentación						

### Información de las animaciones.

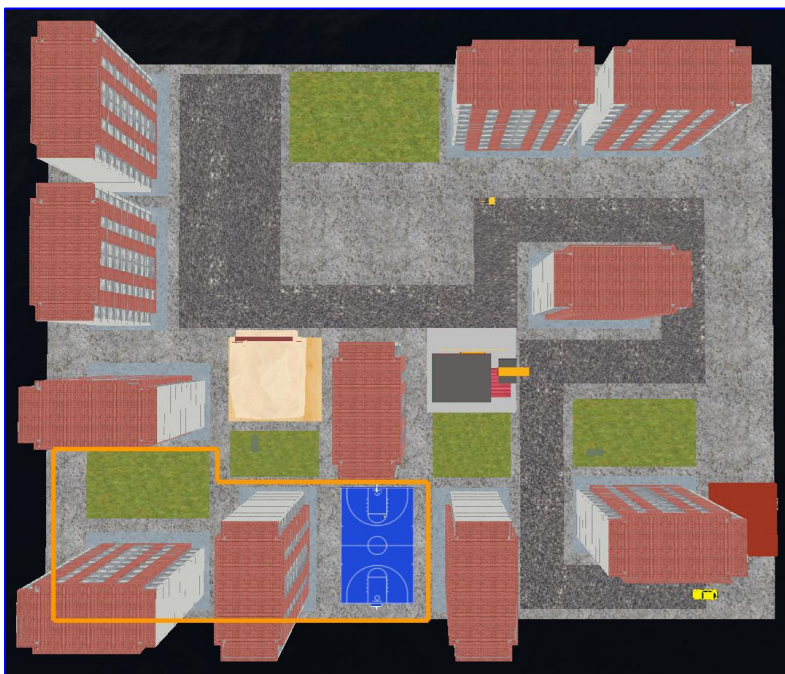
#### Animación de hombre en bicicleta:

La animación está dividida en varios objetos:

- Hombre pedaleando.
- Cuadro de la bicicleta.
- Dos pedales.
- Dos ruedas.

La animación del hombre pedaleando, mostrado en la figura 3, fue creado con 3ds Max utilizando la herramienta de Auto key. al momento de dibujar al hombre en el programa le asignamos las variables de movimiento en X y Z de la bicicleta y de rotación para que al momento que la bicicleta se mueva, el hombre también lo haga.

Para la animación de la bici se asignó una ruta dentro del mapa en donde se utilizarán seis estados del cero al cinco utilizando la estructura de control Switch/Case, la bicicleta va a cambiar su posición en el eje X y el eje Z. Esta animación se repite infinitamente ya que al llegar al estado cinco la bicicleta se encuentra en las coordenadas de origen y regresa al estado cero tampoco se necesita presionar alguna tecla para que comience, la animación inicia junto con el programa.



**Figura 18. Ruta de animación de bicicleta.**

### **Animación de hombre vendiendo tamales:**

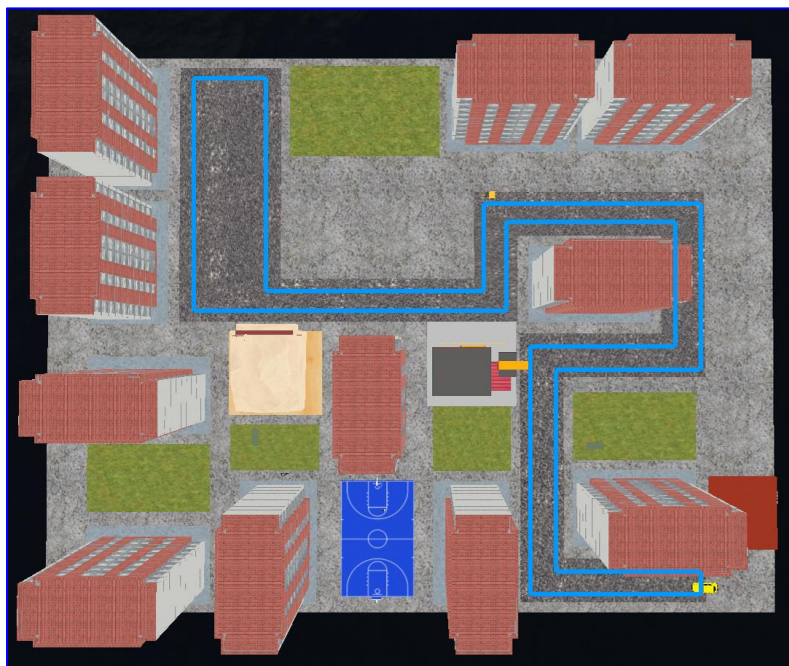
La animación está dividida en varios objetos:

- Hombre pedaleando.
- Cuadro del triciclo.
- Dos pedales.
- Tres ruedas.

La animación del hombre pedaleando, (figuras 2 y 8), fue creado con 3ds Max utilizando la herramienta de Auto key como en la animación anterior. Al momento de dibujar al hombre en el programa le asignamos las variables de movimiento en X y Z del triciclo y de rotación para que al momento que la bicicleta se mueva, el hombre también lo haga. Al momento de cargar el modelo tenía una rotación incorrecta por lo que se hicieron dos rotaciones, una al inicio para acomodarlo en el triciclo y la segunda que va a ir cambiando conforme el triciclo avance.

Para la animación del triciclo se asignó una ruta dentro del mapa en donde se recorre todo el conjunto habitacional utilizando dieciséis estados del cero al quince, utilizando la estructura de control Switch/Case para los cambios en el eje x y z. Esta animación se repite

infinitamente ya que al llegar al estado quince el triciclo se encuentra en las coordenadas de origen y se regresa al estado cero, tampoco se necesita presionar alguna tecla para que comience, la animación inicia junto con el programa.



**Figura 19. Ruta del señor de los tamales.**

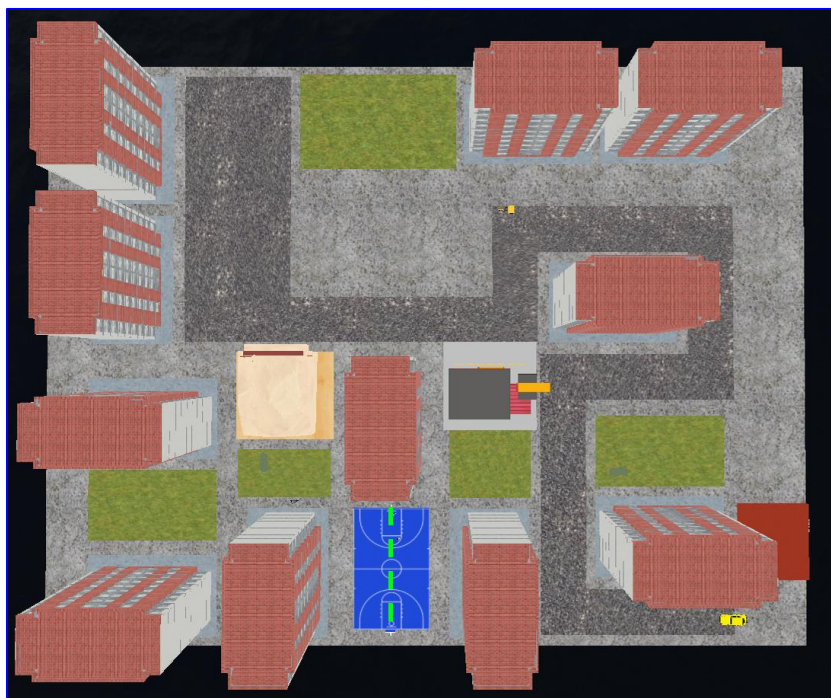
#### **Animación de hombre haciendo deporte en la cancha:**

La animación está formada por un único objeto, el personaje Shannon con la animación Running (Figura 6), descargada de la página Mixamo. Al momento de descargar se indicó que la animación debía ser en un solo lugar, para que a base de código se generará el desplazamiento. Para poder dibujar el objeto se debió colocar la variable que le permitirá desplazarse en el eje de las Z, esto tomando ventaja de que no se moverá en los ejes X y Y; en conjunto con una variable que permita su rotación sobre el eje Y para que simule su cambio de dirección.

Ocupando un SWITCH se escoge entre los cinco estados, que representan hasta qué distancia de la cancha debe llegar el objeto, dentro de cada CASE se encuentra una sentencia IF que verifica si el objeto se encuentra avanzando (hacia valores mayores) o regresando (hacia valores menores). En caso de que se cumpla la condición de que llegue hasta cierta distancia, el objeto realizará un giro de ciento ochenta grados y realizará el movimiento siguiente cambiando de estado.

Para que resulte la animación de que el personaje corra hasta cada marca y regrese hasta el origen una y otra vez, ya que no se condicio la animación a una entrada del usuario al presionar una tecla





**Figura 20. Cancha mostrando distancias que recorre el personaje.**

### **Animación del carro:**

La animación está formada por cinco objetos:

- La carrocería.
- Cuatro ruedas,

Considero que lo más complicado de colocar los objetos fue las proporciones y colocar las ruedas en la posición correcta para que no se vean más grandes de lo que deberían. En la carrocería (figura 10) se colocaron las variables que permiten su movimiento en X y Z y una para realizar el giro sobre Y; para las ruedas solo se ocupa una variable para su giro sobre X.

Para que el auto realice sus movimientos se necesita que el usuario presione la tecla SPACE para que avance o se detenga. Para el recorrido se decidió que empiece al lado del objeto de entrada y termine estacionado. Lo primero que se debe hacer es verificar en qué estado se encuentra el auto para que avance y giren las llantas hacia una dirección, después se pregunta si ya llego hasta una posición que seleccionamos para que realice un giro, cambie de estado y siga avanzando; las posiciones dependen de la distribución del asfalto. Considero que eso fue lo más complicado de la animación fue ver hasta qué punto debe girar y no atraviesa objetos que no deseamos.



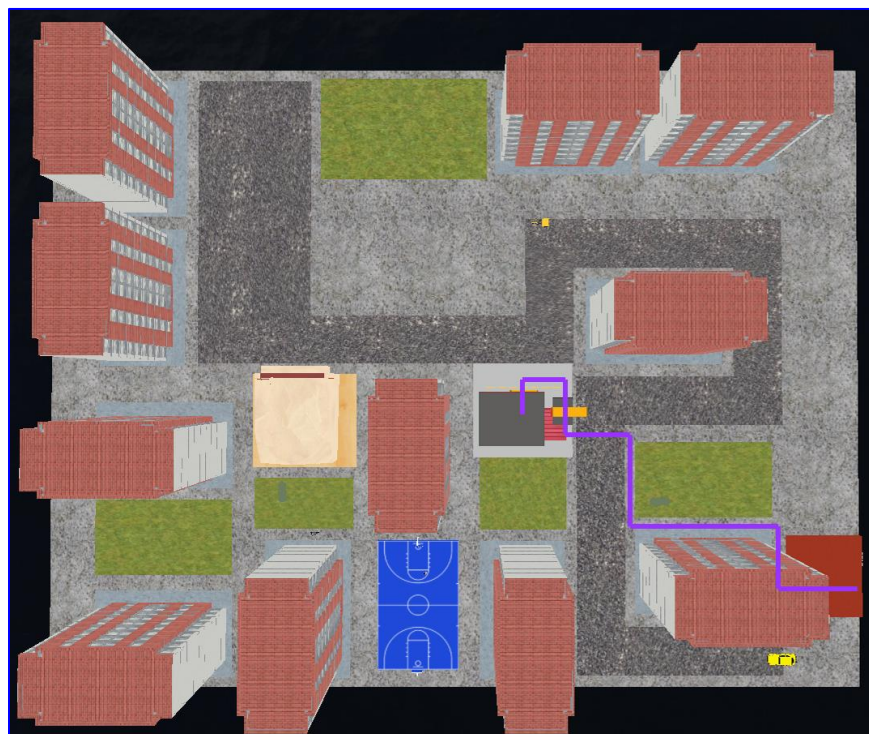
**Figura 21. Ruta de la animación del carro.**

#### **Animación del hombre que camina:**

Para esta animación solo se ocupó un objeto descargado de Mixamo (Figura 4). El personaje se colocó debajo de la entrada y con dos variables para su movimiento en X y Z se desplazará hasta llegar al OXXO y con una variable en su rotación girará sobre el eje Y.

Dentro de la función *animate*, se colocó un IF para que el usuario presione la tecla C y así el personaje empiece su recorrido. Posteriormente se verifica en qué estado se encuentra para que avance en el sentido correcto y al llegar hasta cierta ubicación, éste cambia de orientación y de estado. Cabe aclarar que en el estado cinco, el personaje no avanzará si es que el automóvil va a cruzar por el mismo sitio, esto verificando que el estado del auto sea diferente a dos; a su vez el personaje solo atraviesa el objeto OXXO, no se abren las puertas para que entre.





**Figura 22. Ruta de la animación de la persona que camina.**

### **Animación de la persona paseando un perro:**

La animación está dividida en dos objetos:

- Persona.
- Perro.

Para que los objetos puedan realizar la animación, es importante que donde dibujamos estos mismos (figuras 5 y 7), agreguemos las variables correspondientes en la traslación, donde estas se sumarán con su posición definida, de manera que la posición inicial no será modificada. De igual manera, para que los objetos puedan realizar una rotación, se agrega la variable correspondiente en esta.

Para realizar los estados de la animación se utiliza la estructura de control Switch-Case, de manera que cuando el resultado esperado se cumpla, pase a otro caso y continúe la animación.

Para cada caso se encuentra un if-else el cuál va a comprobar que el movimiento en determinado eje no supere al que determinó el desarrollador, lo que consecuencia los objetos aumentarán o disminuirán su posición hasta este límite además de rotar los grados establecidos. Finalmente, una vez la condición no se cumpla, el perro aumentará o disminuirá su posición de manera que este logre que el perro esté al lado izquierdo de la persona y se pase al siguiente caso (estado de la animación con un máximo de cinco estados).



**Figura 21. Ruta de la persona paseando un perro.**

### **Estudio técnico para la determinación del costo del proyecto:**

Para el costo de este proyecto se realizó el procedimiento aprendido en la materia de Finanzas en la ingeniería en computación ubicada en el séptimo semestre del plan de estudios de la carrera. Ahí se revisó que el costo del proyecto se divide en dos grandes rubros, el costo directo que está en función de la duración total del proyecto y el costo indirecto que depende de todos los gastos asociados al proyecto. Para el cálculo se considera el trabajo de los cuatro integrantes del equipo para la realización del proyecto de laboratorio.

**Los cálculos se muestran en las siguientes tablas**

Proyecto final de CGeIHC										
Costo directo	Cantidad	Personal	Rol	# de proyectos en los que trabaja	Tarifa/h	Disposición	Horas/Mes	Horas/Proyecto	Salario/Mes	Salario/Proyecto
	1	Líder de proyecto	X	5	\$700.00	0.2	32	40	\$22,400.00	\$28,000.00
	3	Desarrollador	Jr.	5	\$350.00	0.2	32	40	\$11,200.00	\$14,000.00
				6		0.16666667	26.66666667	40	\$9,333.33	\$14,000.00
				7		0.14285714	22.8571429	28.5714286	\$8,000.00	\$10,000.00
							<b>Total</b>	148.571429		\$66,000.00

Costo indirecto	Cantidad	Concepto	Costo dólares unitario	Costo pesos unitario	Costo total por concepto
	1	Modelo de automóvil	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	5	Modelo de persona	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	1	Modelo de perro	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	1	Modelo de bicicleta	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	0	Servidor	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	0	Sistema de almacenamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	0	Licencias	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	1	Renta de local/Mes	X	\$15,000.00	\$4,500.00
	X	Pago de servicios/Mes	X	\$10,000.00	\$3,000.00
				<b>Total</b>	\$7,500.00

### Costo directo:

Para el cálculo del costo directo se consideró una jornada laboral de 8 horas cinco días a la semana, lo que resulta a 40 horas laborales de trabajo; teniendo en cuenta que el proyecto duró 6 semanas, equivalentes a 240 horas.

Duración	horas
1 día	8
1 semana	40
1 mes	160
Proyecto (6S)	240

Dado que somos cuatro integrantes en el equipo, se designó a un miembro como líder del proyecto y el resto con el rol de desarrollador Jr.; cabe aclarar que las tarifas reflejadas en las tablas fueron recuperadas de un caso de estudio en la materia de finanzas. A su vez, como todos los integrantes del equipo llevan más de una materia, su disponibilidad no sería al cien por ciento, por lo cual el rubro de “número de proyectos en lo que se participa” es equivalente a “número de materias que está cursando”, por lo tanto, la disposición es una simple división del tiempo entre ese valor. En complemento ya que solo se trabajó cinco semanas en equipo y una semana extra individual, a tres integrantes se les considera solo en una parte, solo un miembro del equipo está contemplado en la totalidad del proyecto.

Las columnas siguientes son multiplicaciones hasta el cálculo del total de horas hombre trabajadas aproximado a 148, lo que implica un costo directo de \$66,000.00.

### Costo indirecto:

En el costo indirecto se debe considerar todos los elementos utilizados a lo largo del proyecto, como los modelos descargados de internet, los cuales por fortuna no costaron nada, ahí consideramos el rubro de su precio en dólares americanos ya que en las plataformas de descarga su valor se encuentra en este tipo de moneda.

También se debe considerar todos los gastos implícitos, como es la renta de un local y el pago de los servicios que se necesitan (internet, electricidad, agua, etc.). Estos gastos de la misma manera se deben distribuir entre todos los proyectos que se realizan por los miembros del equipo como se muestra a continuación, cabe aclarar que se multiplicó entre la disposición de un integrante más grande.

$$\$15,000.00 \cdot 0.2 = \$4,500.00$$

$$\$10,000.00 \cdot 0.2 = \$3,000.00$$

Lo que resulta en un costo indirecto total de \$7,500.00.

### Costo total:

El costo total del proyecto corresponde a la suma de ambos valores totales, el del costo directo y el del indirecto, por lo tanto, se concluye que el costo total del proyecto es igual a \$73,500.00.

## Conclusiones.

La primera impresión que tuve sobre el proyecto final de la materia fue que era demasiado grande, que será mucho trabajo que hacer, pero creo que algo que ayudo bastante fue que dentro del equipo dividimos muy bien en trabajo a realizar, también estoy agradecido con mis compañeros de equipo de laboratorio porque ellos hicieron todo lo que tenían que hacer en tiempo y forma. En particular tuve algunos problemas a lo largo del proyecto, errores al momento de exportar los modelos, algunas dificultades para localizar los objetos en el escenario, darles el tamaño correcto y realizar animaciones que cumplieran con los objetivos. Finalmente considero que el objetivo principal del proyecto se logró, puse en práctica los temas vistos en clase.

## Referencias.

- Edificios de México (s.f.). Villa Olímpica Miguel Hidalgo [mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.edemx.com/site/villa-olimpica-miguel-hidalgo/>
- MIXAMO. (2022). Recuperado de <https://www.mixamo.com/#/>
- Open3DModel. (2022). Recuperado de <https://open3dmodel.com/es/>