



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN**

**Software de recorrido virtual para pymes con una vitrina web del  
cantón Guano utilizando la tecnología Three.js**

**Trabajo de Titulación para optar al título de  
Ingeniero en Tecnologías de la Información**

**Autor:**

**Zuñiga López Cristian David**

**Tutor:**

**Ing. Milton Paúl López Ramos**

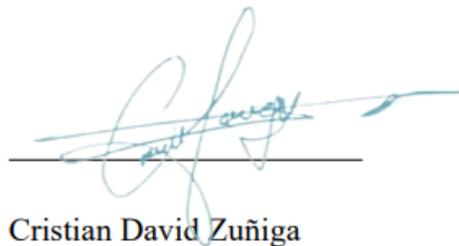
**Riobamba, Ecuador. 2024**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Cristian David Zuñiga López, con cédula de ciudadanía 0604865410, autor del trabajo de investigación titulado: Software de recorrido virtual para pymes con una vitrina web del cantón Guano utilizando la tecnología Three.js, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 25 de octubre de 2024



Cristian David Zuñiga

LópezC.I:0604865410

## **ACTA FAVORABLE – INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En la Ciudad de Riobamba, a los diecinueve días del mes de septiembre de 2024, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **Cristian David Zuñiga López** con CC: **0604865410**, de la carrera **Tecnologías de la información** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"SOFTWARE DE RECORRIDO VIRTUAL PARA PYMES CON UNA VITRINA WEB DEL CANTÓN GUANO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA THREE.JS"**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



**MILTON PAUL LÓPEZ RAMOS**

---

Mgs. Milton López  
**TUTOR**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Software de recorrido virtual para pymes con una vitrina web del Cantón Guano utilizando la tecnología Three.js por Cristian David Zuñiga López, con cédula de identidad número 0604865410, bajo la tutoría de Mg. Milton Paúl López Ramos; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 25 de octubre de 2024

Mg Danny Velasco

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Mg Jorge Delgado

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---

Mg Ana Congacha

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



---



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-08.17  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

# CERTIFICACIÓN

Que, **ZUÑIGA LÓPEZ CRISTIAN DAVID** con CC: **0604865410**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"SOFTWARE DE RECORRIDO VIRTUAL PARA PYMES CON UNA VITRINA WEB DEL CANTÓN GUANO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA THREE.JS"**, cumple con el 6%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de octubre de 2024



MILTON PAUL LÓPEZ  
GUANO

---

Mgs. Milton López  
**TUTOR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

## **DEDICATORIA**

A Katherine por su amor, apoyo e inspiración. Su confianza y paciencia han sido fundamentales en el camino, dedicando este logro a ella con todo el corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por su guía y fortaleza en mi viaje académico, brindándome inspiración, fuerza y valor para superar desafíos.

Agradezco a mi madre, Patricia, por su amor, apoyo y sacrificios. Su fe en mí y enseñanzas sobre esfuerzo han sido fundamentales para alcanzar mis sueños. Este logro no habría sido posible sin tu constante presencia y cariño.

Agradezco a mis amigos Kelvin y Joel por su apoyo constante y amistad incondicional, que han sido fundamentales en cada etapa de nuestra carrera y este proyecto final.

Agradecimiento a Mario, mi mejor amigo, por su apoyo constante y por ser una fuente de fortaleza en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
ACTA FAVORABLE – INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCION .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.4. OBJETIVOS GENERAL.....	17
CAPÍTULO II. ....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. TURISMO INTELIGENTE.....	18
2.1.1. TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO .....	18
2.2. INTRODUCCIÓN A THREE.JS.....	18
2.3. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE THREE.JS .....	18
2.4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES .....	18
2.5. CARACTERÍSTICAS AVANZADAS.....	20
2.6. RECORRIDOS VIRTUALES .....	20
2.7. VENTAJAS Y DESAFÍOS.....	20
2.8. COMPARACIÓN Y TENDENCIAS FUTURAS .....	20
2.9. VISITA VIRTUAL .....	20
2.10. COMERCIO ELECTRÓNICO 3D .....	21
2.11. SECTOR INMOBILIARIO .....	21
2.12. EDUCACIÓN Y FORMACIÓN .....	21

2.13. INTRODUCCIÓN A UNREAL ENGINE .....	21
2.13.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE UNREAL ENGINE .....	21
2.13.2. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES PRINCIPALES DEL MOTOR .....	22
2.14. APLICACIONES WEB .....	23
2.14.1. APLICACIONES WEB ESTÁTICAS.....	23
2.14.2. APLICACIONES WEB DINÁMICAS.....	23
2.15. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN .....	23
2.15.1. HTML 5.....	23
2.15.2. CSS.....	23
2.15.3. JAVASCRIPT .....	23
2.15.4. PHP .....	24
2.16. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	24
2.16.1. VISUAL STUDIO CODE.....	24
2.16.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE VISUAL STUDIO CODE.....	25
2.16.3. MAPBOX.....	25
2.16.4. ARCANER MIRAGE.....	25
2.17. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	26
2.17.1. METODOLOGÍA A ÁGIL KANBAN .....	26
2.17.2. HISTORIA .....	26
2.17.3. BENEFICIOS DE LA METODOLOGÍA KANBAN.....	27
2.17.4. CARACTERÍSTICAS DE LA METODOLOGÍA KANBAN .....	27
2.17.5. TABLERO KANBAN .....	27
2.17.6. TABLERO KANBAN UNA BREVE HISTORIA .....	27
2.17.7. COMPONENTES .....	27
2.17.8. FASES METODOLOGÍA KANBAN .....	28
2.17.9. METODOLOGÍA KANBAN EN VIDEO JUEGOS.....	28
2.18. ESTÁNDAR DE CALIDAD .....	28
2.18.1. NORMA ISO 25010.....	28
2.18.2. USABILIDAD .....	29
CAPÍTULO III.....	30
METODOLOGIA .....	30
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.1. CONFORME AL OBJETO DE ESTUDIO .....	30
3.1.2. DE ACUERDO CON LA FUENTE DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	30

3.3.1. ENCUESTA .....	30
3.3.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y TAMAÑO DE MUESTRA .....	31
3.3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS, Y PROCESAMIENTO DE DATOS .....	31
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	31
3.4.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	31
3.4.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	31
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	31
3.6. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	34
3.7. REQUERIMIENTOS.....	34
3.7.1. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES .....	34
3.7.2. NO FUNCIONALES .....	35
3.7.3. HISTORIAS DE USUARIOS.....	35
3.7.4. DISEÑO .....	35
3.7.5. DESARROLLO DEL SOFTWARE DE RECORRIDO VIRTUAL MEDIANTE KANBAN .....	39
3.8. FASE DE PRUEBAS.....	49
CAPÍTULO IV.....	54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA EVALUACIÓN DE USABILIDAD.....	54
4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	57
CAPÍTULO V.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES .....	61
5.2. RECOMENDACIONES .....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE VISUAL STUDIO CODE.....	25
<b>TABLA 2:</b> CARACTERISTICAS DE ARCANER MIRAGE. ....	26
<b>TABLA 3:</b> ASPECTOS IMPORTANTES DE KANBAN.....	27
<b>TABLA 4:</b> FASES KANBAN.....	28
<b>TABLA 5:</b> CARACTERISTICAS DEL ESTÁNDAR ISO 25010. ....	29
<b>TABLA 6:</b> TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	30
<b>TABLA 7:</b> OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	32
<b>TABLA 8:</b> REQUERIMIENTOS FUNCIONALES. ....	34
<b>TABLA 9:</b> REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES. ....	35
<b>TABLA 10:</b> HISTORIAS DE USUARIOS PYMES. ....	35
<b>TABLA 11:</b> RESPUESTAS SIN ESCALA DE LIKERT – PREGUNTA 1 A 3.....	49
<b>TABLA 12:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 4.....	49
<b>TABLA 13:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 5.....	49
<b>TABLA 14:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 6. ....	50
<b>TABLA 15:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 7. ....	50
<b>TABLA 16:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 8. ....	50
<b>TABLA 17:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 9. ....	50
<b>TABLA 18:</b> ESCALA DE LIKERT - PREGUNTA 10. ....	51
<b>TABLA 19:</b> PERSONAS ENCUESTADAS.....	51
<b>TABLA 20:</b> PREGUNTAS CON NORMA ISO 25010.....	52
<b>TABLA 21:</b> RESULTADOS.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> LOGO THREE.JS .....	18
<b>FIGURA 2:</b> ESCENAS THREE.JS. ....	18
<b>FIGURA 3:</b> CÁMARA THREE.JS.....	19
<b>FIGURA 4:</b> RENDER THREE.JS. ....	19
<b>FIGURA 5:</b> OBJETOS Y GEOMETRÍAS THREE.JS. ....	19
<b>FIGURA 6:</b> MATERIALES Y FIGURAS THREE.JS.....	19
<b>FIGURA 7:</b> LUCES THREE.JS .....	20
<b>FIGURA 8 :</b> RECORRIDOS VIRTUALES TREE.JS.....	20
<b>FIGURA 9:</b> INTERFAZ DE UNREAL ENGINE .....	21
<b>FIGURA 10:</b> NANITE EN UN LANDSCAPE .....	22
<b>FIGURA 11:</b> LOGO VISUAL STUDIO CODE.....	24
<b>FIGURA 12:</b> TAIICHI OHNO .....	26
<b>FIGURA 13:</b> ENTREVISTA A PROPIETARIOS DE LAS PYMES GUANO.....	34
<b>FIGURA 14:</b> ESTRUCTURA DE INTERFAZ DE USUARIO Y SU INTERACCIÓN. ....	36
<b>FIGURA 15:</b> PROCESO 1.....	37
<b>FIGURA 16:</b> PROCESO 2.....	38
<b>FIGURA 17:</b> PROCESO 3.....	38
<b>FIGURA 18:</b> ARQUITECTURA N CAPAS. ....	39
<b>FIGURA 19:</b> BASE DE DATOS.....	39
<b>FIGURA 20:</b> TRELLO.....	40
<b>FIGURA 21:</b> FLUJO DE TRABAJO EN TELLO.....	41
<b>FIGURA 22:</b> FASE POR HACER.....	41
<b>FIGURA 23:</b> FASE EN PROGRESO.....	42
<b>FIGURA 24:</b> FASE EN REVISIÓN Y COMPLETADO.....	42
<b>FIGURA 25:</b> ACCESO A DATOS.....	43
<b>FIGURA 26:</b> REGISTRAR PRODUCTO. ....	43
<b>FIGURA 27:</b> ELIMINAR PRODUCTO.....	44
<b>FIGURA 28:</b> RECORRIDO 2D .....	44
<b>FIGURA 29:</b> VENTANA DE INICIO .....	45
<b>FIGURA 30:</b> VENTANA RECORRIDO EN 2D .....	45
<b>FIGURA 31:</b> CARGA DE RECORRIDO VIRTUAL.....	46
<b>FIGURA 32:</b> VENTANA LOGIN .....	46
<b>FIGURA 33:</b> AGREGAR PRODUCTOS.....	47
<b>FIGURA 34:</b> AGREGAR PYMES .....	47
<b>FIGURA 35:</b> VISUALIZACIÓN DE PRODUCTOS.....	48
<b>FIGURA 36:</b> OBJETOS EN 3D .....	48

<b>FIGURA 37: PREGUNTA 2 – GÉNERO.</b> .....	54
<b>FIGURA 38: PREGUNTA 3 – PERFIL DE ENCUESTADO.</b> .....	54
<b>FIGURA 39: PREGUNTA 4 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	55
<b>FIGURA 40: PREGUNTA 5 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	55
<b>FIGURA 41: PREGUNTA 6 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	56
<b>FIGURA 42: PREGUNTA 7 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	56
<b>FIGURA 43: PREGUNTA 8 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	56
<b>FIGURA 44: PREGUNTA 9 - VALORACIÓN DE USABILIDAD.</b> .....	57

### **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1: ENCUESTA.</b> .....	66
<b>ANEXO 2: LONGITUD AVENIDA ASUNCIÓN.</b> .....	68
<b>ANEXO 3: ENCUESTA A PROPIETARIO DE UNA PYME</b> .....	69
<b>ANEXO 4: ENCUESTA A CONSUMIDOR</b> .....	69

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue desarrollar un software de recorrido virtual interactivo para las PYMES del cantón Guano, en la provincia de Chimborazo, Ecuador, utilizando tecnologías como Unreal Engine y Three.js. La finalidad fue mejorar la visibilidad de los productos artesanales, principalmente alfombras y artesanías, permitiendo una experiencia inmersiva que facilitara su promoción. Se evaluaron aspectos clave de la usabilidad siguiendo la norma ISO/IEC 25010, tales como claridad de la interfaz, tiempo de respuesta, atractivo visual, operabilidad y protección contra errores.

Los resultados revelaron una satisfacción general del 79.7% entre los usuarios encuestados, quienes destacaron la facilidad de interacción, el rendimiento del sistema y la navegación intuitiva. La tecnología Three.js jugó un papel crucial al permitir la representación detallada de los productos en 3D, proporcionando una interacción fluida y visualmente atractiva. Se implementó una metodología ágil basada en Kanban, que permitió la adaptación constante a los requerimientos de las PYMES y garantizó la calidad del software.

En conclusión, el software desarrollado no solo demostró ser altamente usable, sino que también contribuyó a mejorar la competitividad de las PYMES en el mercado local y potencialmente global. Se recomienda seguir optimizando el rendimiento del software, explorar la incorporación de realidad aumentada y asegurar actualizaciones periódicas para mantener su relevancia tecnológica y comercial.

**Palabras claves:** Turismo inteligente, Recorrido virtual, Pymes, Tecnología inmersiva

## ABSTRACT

The objective of this research was to develop an interactive virtual tour software for small and medium-sized enterprises (SMEs) in the Guano canton, Chimborazo province, Ecuador, utilizing technologies such as Unreal Engine and Three.js. The goal was to enhance the visibility of artisanal products, primarily carpets and handicrafts, by providing an immersive experience to promote them. Usability aspects were assessed following the ISO/IEC 25010 standard, focusing on interface clarity, response time, visual appeal, operability, and error handling.

The results showed a 79.7% overall user satisfaction, with users praising the ease of interaction, system performance, and intuitive navigation. Three.js technology played a key role in allowing detailed 3D representations of products, offering smooth and visually appealing interactions. The development followed an agile methodology based on Kanban, ensuring continuous adaptation to SMEs' requirements and maintaining high software quality.

In conclusion, the software not only proved to be highly usable but also contributed to improving the competitiveness of SMEs in both local and potential global markets. It is recommended to continue optimizing the software's performance, explore the integration of augmented reality, and ensure periodic updates to maintain technological and commercial relevance.

**Keywords:** Three.js, Virtual tour, Unreal Engine, Immersive technology



**Reviewed by:**  
Mgs. Jessica María Guaranga Lema  
**ENGLISH PROFESSOR**  
C.C. 0606012607

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCION

El término turismo avanzado ha surgido como una táctica fundamental para fomentar el progreso económico en diversos campos alrededor del mundo. El Municipio de Guano, ubicado en la provincia de Chimborazo en Ecuador, se destaca por sus actividades artesanales y turísticas, las cuales abren la puerta a la implementación de iniciativas tecnológicas en el ámbito del turismo con el objetivo de ampliar la base económica, aumentar la competitividad y promoviendo la sostenibilidad en la industria [1].

El turismo inteligente se define por el uso estratégico de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), así como de sistemas de gestión innovadores, para mejorar la experiencia turística, optimizar la gestión de recursos y fomentar la participación comunitaria. En el caso específico de guano, la integración efectiva de estas herramientas puede generar un crecimiento económico sostenible aprovechando los recursos naturales, culturales e históricos únicos de la región.

En la avenida Asunción del cantón Guano, existen pequeñas y medianas empresas (Pymes) que ofrecen sus productos especialmente alfombras y artesanías.

El programa aprovecha la tecnología Unreal Engine, un motor de juego muy potente y flexible, que desarrolla experiencias de recorridos virtuales. El uso de Unreal Engine garantiza un alto nivel de realismo y atención al detalle en recorridos virtuales. Combinado con una presentación de producto en 3D, ayuda las pequeñas y medianas empresas a presentar mejor sus productos [2].

Los elementos mostrados en la plataforma web utiliza tecnología Three.js, una biblioteca JavaScript adaptable y ampliamente reconocida que se utiliza para crear impresionantes gráficos y animaciones 3D en la web [3].

#### **1.1. Planteamiento del problema**

El turismo en Ecuador representa una oportunidad para impulsar el comercio y el progreso económico en las distintas ciudades del país, resaltando la importancia de desarrollar tecnologías para impulsar este sector [2].

Guano es un cantón turístico y productivo de la provincia de Chimborazo en Ecuador, sin embargo, la presencia de los locales comerciales de las pymes de alfombras a nivel digital e internet es casi nulo. Por este motivo se plantea un proyecto piloto para un Recorrido Virtual de los locales comerciales en Avenida Asunción, ubicada en el cantón Guano, con una vitrina web de los productos, de forma que se integra tecnología inmersiva de modelado 3D con el objetivo de impulsar el turismo local. Como resultado del desarrollo de este trabajo de investigación se espera que los turistas puedan utilizar un software de recorrido virtual usable para realizar la visita de las tiendas comerciales tanto de forma local como a través del internet.

## **1.2. Justificación**

La implementación de proyectos tecnológicos de turismo inteligente en el cantón Guano de Ecuador representa una estrategia efectiva para diversificar su economía y promover la sostenibilidad en el sector turístico. Al aprovechar las herramientas digitales, como la tecnología de Unreal Engine y Three.js, se pueden crear experiencias de recorrido virtual altamente realistas y detalladas, lo que permite a los usuarios explorar los negocios locales, especialmente las pequeñas y medianas empresas que ofrecen productos artesanales, desde la comodidad de sus dispositivos digitales. Esta aplicación no solo mejora la experiencia del visitante, sino que también sirve como una valiosa herramienta para atraer nuevos clientes y fomentar el comercio local.

## **1.3. Formulación del Problema**

¿Cómo influye Three.js en la usabilidad de un software de recorrido virtual para pymes del cantón Guano?

## **1.4. Objetivos**

### **General**

Implementar software de recorrido virtual para pymes del cantón Guano con una vitrina web utilizando la tecnología Three.js.

### **Específicos**

- Investigar sobre la Aplicación de la Tecnología Three.js en Software para Recorridos Virtuales en 3D.
- Desarrollar el software para recorrido virtual en las pymes de Guano, mediante tecnología Three.js.
- Evaluar la usabilidad del software de recorrido virtual para pymes en Guano, conforme a la norma ISO/IEC 25010.

## CAPÍTULO II.

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Turismo Inteligente

##### 2.1.1. Tecnologías para el Desarrollo Turístico

El campo del turismo experimenta una rápida transformación hacia la digitalización, donde tecnologías como el análisis de grandes volúmenes de datos, las plataformas sociales, los asistentes virtuales, la nanotecnología, la simulación de entornos virtuales y la interconexión de dispositivos (IoT) tienen un impacto profundo en los patrones de comportamiento de los consumidores y en las vivencias que estos experimentan.

#### 2.2. Introducción a Three.js

Three.js es una biblioteca liviana escrita en JavaScript que se utiliza para crear y mostrar gráficos animados en 3D en un navegador web. Las bibliotecas de nivel superior como Three.js, GLE, SceneJS, PhiloGL y otras permiten a los desarrolladores crear animaciones 3D complejas listas para el navegador sin tener que esforzarse mucho en comparación con el desarrollo de una aplicación tradicional o independiente gracias al uso de complementos [3]. A continuación, en la figura 1, se visualiza el logo de Three.js.

Figura 1: Logo Three.js



Fuente: [3]

#### 2.3. Historia y Evolución de Three.js

Desde su lanzamiento en 2010, Three.js ha evolucionado significativamente, mejorando su rendimiento y añadiendo nuevas funcionalidades para facilitar la creación de aplicaciones web 3D interactivas.

#### 2.4. Conceptos Fundamentales

Entre los conceptos fundamentales se encuentran los siguientes [4]:

**Escena:** Contenedor para objetos 3D, luces y cámaras. Ver la figura 2.

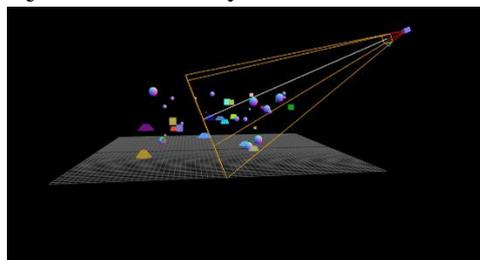
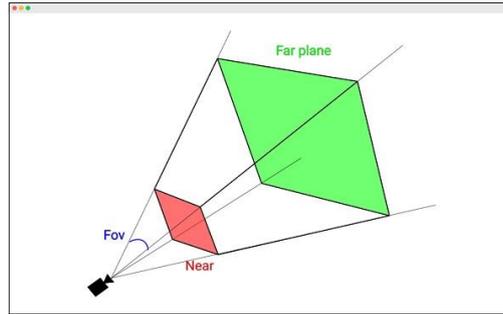


Figura 2: Escenas Three.js.

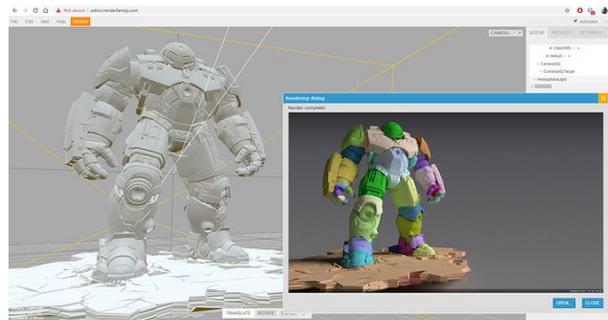
Fuente: [5]

**Cámara:** Define la perspectiva de la escena. Ver figura 3.



**Figura 3:** Cámara Three.js.  
**Fuente:** [6]

**Render:** Renderiza la escena en un canvas HTML, usando WebGLRender por defecto. Ver Figura 4.



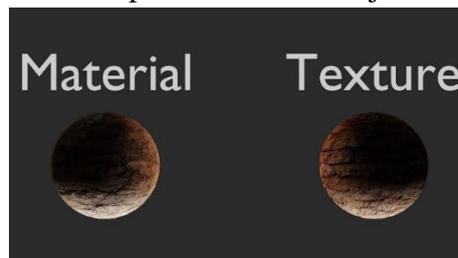
**Figura 4:** Render Three.js.  
**Fuente:** [7]

**Objetos y Geometrías:** Construidos a partir de geometrías básicas, modificables para crear modelos complejos. Ver figura 5.



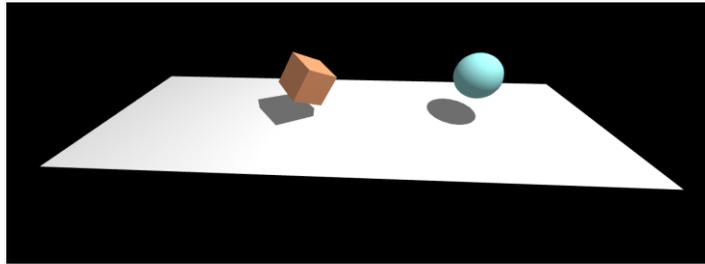
**Figura 5:** Objetos y Geometrías Three.js.  
**Fuente:** [8]

**Materiales y Texturas:** Definen la apariencia de los objetos. Ver figura 6.



**Figura 6:** Materiales y figuras three.js.  
**Fuente:** [8]

**Luces:** Simulan diversas fuentes de iluminación. Ver figura 7.



**Figura 7:** Luces Three.js

**Fuente:** [9]

## 2.5. Características Avanzadas

Algunas de las características principales de Three.js son las siguientes [9]:

**Shaders:** Para efectos visuales complejos.

**Físicas:** Integración con motores de física.

**Animaciones:** Animación de propiedades de objetos y cámaras.

**Post-procesamiento:** Mejora de la calidad visual.

## 2.6. Recorridos Virtuales

Los recorridos virtuales permiten a los usuarios explorar entornos 3D de manera inmersiva, útiles en sectores como inmobiliario y educación. Three.js es clave para su creación, ofreciendo navegación e interacción [10]. Ver figura 8.



**Figura 8 :** Recorridos Virtuales Tree.js

**Fuente:** [10]

## 2.7. Ventajas y Desafíos

Entre las principales características de Three.js, más allá de las funcionalidades básicas que suelen ofrecer este tipo de herramientas, disponibles en su sitio web oficial, es importante destacar las siguientes [11]:

**Ventajas:** Accesibilidad, interactividad y costo-efectividad.

**Desafíos:** Desempeño en hardware limitado y necesidad de interfaces intuitivas.

## 2.8. Comparación y Tendencias Futuras

Three.js se compara con otras tecnologías como Babylon.js y Unity3D. Las tendencias futuras incluyen la integración con WebGPU y tecnologías de AR y VR [11].

## 2.9. Visita virtual

Three.js ha sido adoptado por la industria del turismo y ofrece recorridos virtuales de ciudades, museos y atracciones turísticas. Los museos y galerías ofrecen recorridos en 3D

que permiten a los usuarios moverse libremente por las instalaciones y ver el arte desde cualquier ángulo [12].

### 2.10. Comercio electrónico 3D

Con Three.js, la presentación de productos en línea ha evolucionado y los minoristas pueden crear tiendas en línea en 3D donde los usuarios pueden interactuar con los productos como en una tienda física. Las empresas de muebles o moda pueden facilitar experiencias de compra remota al permitir que productos como muebles o ropa se vean en un espacio tridimensional [12].

### 2.11. Sector inmobiliario

La industria inmobiliaria utiliza Three.js para permitir a los compradores potenciales realizar un recorrido virtual por una casa o apartamento antes de visitarlo en persona. Esto es particularmente útil si vende una propiedad fuera de donde vive el comprador, ya que reduce la necesidad de viajar. Los compradores pueden recorrer toda la propiedad, ver el diseño y disfrutar plenamente del espacio sin estar físicamente presentes [13].

### 2.12. Educación y formación

Three.js también se utiliza en educación para crear herramientas interactivas y simulaciones que permiten a los estudiantes explorar temas complejos de una manera visual e inmersiva. Esto incluye de todo, desde laboratorios científicos virtuales hasta simuladores médicos y de ingeniería. En campos como la medicina, Three.js se ha utilizado para crear simulaciones en las que los estudiantes pueden explorar un entorno clínico o quirúrgico en 3D [13].

### 2.13. Introducción a Unreal Engine

El motor de juegos Unreal Engine destaca como uno de los más solicitados y populares en la actualidad. Unreal Engine ofrece un entorno de desarrollo completo que incluye todas las herramientas necesarias para crear un juego o una simulación [14]. A continuación, en la figura 9, se visualiza interfaz de Unreal Engine.



Figura 9: Interfaz de Unreal Engine

Fuente: [14]

#### 2.13.1. Origen y evolución de Unreal Engine

Unreal Engine ha sido un pilar en la industria de los videojuegos desde su lanzamiento en 1998. Desarrollado por Epic Games, marcó el inicio de un camino que llevó a esta empresa estadounidense a convertirse en una de las líderes del

sector [15]. A lo largo de los años, se han lanzado cuatro versiones de Unreal Engine, cada una con mejoras significativas en capacidades de procesamiento de datos, renderizado y texturizado.

### 2.13.2. Características y funcionalidades principales del motor

#### a) Nanite

Uno de los dos pilares fundamentales del nuevo motor gráfico de Epic, consiste en un innovador sistema de geometría virtualizada que permite generar complejas mallas poligonales con un número de triángulos que anteriormente pondría a prueba incluso a los procesadores más potentes del mercado. Con UE5, es posible generar mallas de una magnitud tal que resultan indistinguibles para el ojo humano, incluso en resoluciones superiores a 4K. Esto facilita la importación de modelos 3D directamente desde MetaHuman Creator o diseñados para cine, desde Zbrush, de manera instantánea [16]. A continuación, en la figura 10, Nanite aplicado a un LandScape.



**Figura 10:** Nanite en un landScape

**Fuente:** [16]

#### b) Lumen

En simbiosis con Nanite, se encuentra a Lumen, el sistema de iluminación de UE5 que integra iluminación global en tiempo real junto con técnicas como el raytracing para iluminación, sombras y reflejos [16]. Con Lumen, se elimina la necesidad de cocinar iluminaciones estáticas para ahorrar recursos, permitiendo una implementación rápida y efectiva de la iluminación global, colocación de luces específicas, oclusión ambiental y trazado de rayos. Esto facilita la creación de escenas dinámicas y detalladas en las que la iluminación indirecta se adapta dinámicamente a los cambios en la iluminación directa o en la geometría [16].

#### c) World Partition

Introduce un nuevo sistema de partición del entorno que divide el entorno en celdas independientes, lo que facilita el trabajo en equipo. Esto permite a diferentes miembros del equipo trabajar en la misma celda sin interferir en el trabajo de los demás, simplificando la coordinación y facilitando la creación de grandes mundos abiertos [16].

#### **d) Animaciones**

UE5 simplifica el proceso de animación al permitir la creación de rigs, animación y poses dentro del motor. Se pueden emplear sistemas como Full-Body para lograr movimientos naturales y Motion Warping para ajustar dinámicamente el movimiento de los personajes, todo dentro de la suite de gestión [16].

#### **e) MetaSounds**

Introduce una gestión avanzada del sonido que permite a los ingenieros de sonido trabajar en tiempo real, mezclando y combinando sonidos generados con otras fuentes de audio en función de su ubicación en el entorno 3D [16].

### **2.14. Aplicaciones Web**

#### **2.14.1. Aplicaciones web estáticas**

Las aplicaciones web estáticas están diseñadas para proporcionar información detallada pero limitada sin necesidad de actualizaciones frecuentes ni de mayor tamaño o funcionalidad [16].

#### **2.14.2. Aplicaciones web dinámicas**

Las páginas web dinámicas son un tipo de sitio web que genera contenido en tiempo real en función de las interacciones de los usuarios. A diferencia de las páginas web estáticas, que muestran el mismo contenido a todos los usuarios, las páginas web dinámicas se pueden personalizar y modificar en tiempo real [16].

### **2.15. Lenguajes de Programación**

#### **2.15.1. HTML 5**

HTML (lenguaje de marcado de hipertexto) es el elemento más fundamental de la Web, que determina el significado y la estructura del contenido web. El término "hipertexto" se refiere a enlaces que conectan páginas web entre sí, ya sea dentro de un único sitio web o entre diferentes sitios web. Al compartir contenido en Internet y vincular a páginas creadas por otros usuarios, usted se convierte en un participante activo en la "World Wide Web" [17].

#### **2.15.2. CSS**

Así es, CSS no forma parte de la especificación oficial HTML5 y nunca lo ha sido. Inicialmente, HTML proporcionaba estilos en etiquetas, pero a medida que el lenguaje evolucionó, escribir código se volvió más complejo y HTML por sí solo ya no podía satisfacer las demandas de los diseñadores. Sin embargo, con HTML5, la especificación se desarrolló con CSS a cargo del diseño, lo que resultó en una integración más importante entre HTML y CSS en el desarrollo web [17].

#### **2.15.3. JavaScript**

JavaScript se diferencia de HTML y CSS en que es un lenguaje de programación. Mientras HTML organiza la información como una serie de indicadores que son interpretados por el navegador, y CSS proporciona estilos de presentación del

documento (aunque es un lenguaje más dinámico por su última especificación), JavaScript es un lenguaje de programación que funciona con otros como C++ o Java es comparable [17].

La principal diferencia es que JavaScript puede realizar tareas personalizadas, desde manipular valores hasta calcular algoritmos complejos, interactuar con elementos de documentos y procesar dinámicamente su contenido [17].

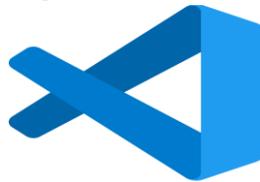
#### **2.15.4. PHP**

Es un lenguaje de programación del lado del servidor que se utiliza ampliamente para crear sitios web. Fue diseñado por el programador danés-canadiense Rasmus Lerdorf en 1994. Actualmente, PHP Group es responsable de su desarrollo y mantenimiento oficial [18].

### **2.16. Herramientas de desarrollo**

#### **2.16.1. Visual Studio Code**

Visual Studio Code, también conocido como VSCode, es un editor de código para programadores gratuito, de código abierto y compatible con múltiples plataformas. Aunque VSCode comparte parte de su nombre con otra herramienta de Microsoft, Visual Studio IDE, en realidad es una aplicación independiente desarrollada utilizando una base de código y tecnologías completamente diferentes [19]. A continuación, en la figura 11 el logo de Visual Studio Code.



**Figura 11:** Logo Visual Studio code

**Fuente:** [19]

## 2.16.2. Ventajas y desventajas de Visual Studio Code

Entre las ventajas de VS Code se mencionan las siguiente. A continuación, en la tabla 1 se detalla las ventajas y desventajas de Visual Studio Code.

**Tabla 1:** Ventajas y Desventajas de Visual Studio Code

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gratuito y de código abierto: VS Code es gratuito para descargar y utilizar, lo que lo hace accesible para cualquier persona.	Requiere conocimiento previo: Algunas características avanzadas pueden requerir conocimientos previos de programación o configuración.
Gran variedad de extensiones: Tiene una amplia gama de extensiones disponibles que pueden personalizar la experiencia de desarrollo según las necesidades del usuario.	Consumo de recursos: En comparación con editores de texto más ligeros, como Sublime Text o Atom, puede consumir más recursos, especialmente con múltiples extensiones activas.
Integración con Git: Ofrece una integración sólida con Git y otras herramientas de control de versiones, lo que facilita el seguimiento y la gestión de cambios en el código.	Curva de aprendizaje: Para usuarios nuevos, la interfaz puede parecer abrumadora al principio debido a la cantidad de funciones y opciones disponibles.
Depuración potente: Proporciona herramientas de depuración avanzadas que permiten a los desarrolladores rastrear y solucionar problemas en su código de manera eficiente.	Personalización requerida: Aunque ofrece una amplia gama de funciones, es posible que los usuarios necesiten personalizar la configuración para adaptarla completamente a sus necesidades específicas.
Soporte multiplataforma: Disponible en Windows, macOS y Linux, lo que permite a los desarrolladores trabajar en diferentes sistemas operativos.	Tiempos de carga lentos: Algunos usuarios han experimentado tiempos de carga lentos

## 2.16.3. Mapbox

Mapbox GL JS es una biblioteca de JavaScript que utiliza WebGL para generar mapas interactivos utilizando mosaicos vectoriales. Esta guía contiene tutoriales que le ayudarán a empezar a trabajar con Mapbox GL JS y ArcGIS Location Services para desarrollar varios tipos de aplicaciones cartográficas [20].

## 2.16.4. Arcane mirage

Un servicio de servidor especializado permite a los desarrolladores subir aplicaciones desarrolladas en Unreal Engine mediante archivos ZIP, principalmente desde entornos Windows. Estos servicios facilitan el empaquetado inicial y la distribución eficiente de aplicaciones, asegurando compatibilidad con las bibliotecas y configuraciones necesarias. Además, ofrecen herramientas para gestionar versiones, actualizar aplicaciones, y garantizar escalabilidad y rendimiento óptimos en entornos de producción. Su integración con otras tecnologías y capacidades multiplataforma los convierte en una solución integral para el despliegue de juegos y aplicaciones desarrolladas con Unreal Engine. [21]. Ver Tabla 2.

**Tabla 2:** Características de Arcane mirage.

<b>Características principales</b>	<b>Descripción</b>
Compatibilidad Unreal Engine	Optimizado para manejar aplicaciones y juegos desarrollados con Unreal Engine, asegurando compatibilidad con sus bibliotecas y configuraciones específicas.
Gestión de Versiones	Herramientas para gestionar múltiples versiones de aplicaciones y juegos, facilitando la administración y actualización continua.
Escalabilidad y Rendimiento	Capacidad para escalar y mantener un rendimiento óptimo incluso bajo cargas de usuarios elevadas, garantizando una experiencia fluida.

## **2.17. Metodología de Desarrollo**

### **2.17.1. Metodología a ágil Kanban**

El método se divide en varias etapas: análisis, planificación, ejecución y seguimiento. El análisis implica estudiar cuidadosamente un problema para comprender sus raíces y debilidades. Luego se desarrolla un plan de acción para resolver el problema identificado. Una vez elaborado el plan, se comenzó a implementarlo [22].

### **2.17.2. Historia**

Kanban se popularizó por primera vez en la década de 1940, cuando el gigante automovilístico japonés Toyota buscó racionalizar sus procesos de producción y reducir los costos relacionados con el inventario. Taiichi Ohno, ingeniero de Toyota [22], desarrolló un sistema de producción basado en la visualización de tareas y la reducción de inventario para producir sólo lo que se necesita en el momento adecuado. Kanban, que se traduce como “mapas visuales” en español, es el nombre de este sistema. Con el tiempo, Kanban se ha convertido en una herramienta muy valorada para la gestión de proyectos y la mejora de procesos, extendiéndose a otros mercados e industrias [23]. El método Kanban fue desarrollado por el ingeniero industrial japonés de Toyota, Taiichi Ohno, en la década de 1950 [24]. A continuación, en la figura 12 Taiichi Ohno.



**Figura 12:** Taiichi Ohno  
**Fuente:** [24]

### 2.17.3. Beneficios de la Metodología Kanban

La metodología Kanban ofrece varias ventajas [25]:

**Mejorar la eficiencia:** Kanban le permite identificar y eliminar cuellos de botella para mejorar el flujo de trabajo.

**Reducir costos:** Kanban ayuda a eliminar actividades innecesarias y redundancias, lo que resulta en una reducción general de costos.

### 2.17.4. Características de la Metodología Kanban

A Continuación, en la tabla 3, algunas de las principales características de la metodología Kanban.

**Tabla 3:** Aspectos importantes de Kanban

Aspectos	Definición
<b>Visualización del avance y dinámica del trabajo</b>	La metodología Kanban ofrece medios visuales, como tableros Kanban, que permiten a los equipos seguir de forma clara y rápida el avance y la dinámica de las tarea
<b>Restricción de tareas en curso</b>	Kanban establece límites en la cantidad de tareas que se pueden realizar simultáneamente, evitando congestiones y promoviendo un flujo de trabajo equilibrado y efectivo.
<b>Gestión eficaz de flujos de trabajo</b>	Proporciona herramientas y técnicas para administrar los flujos de trabajo de manera eficiente, asignando y priorizando tareas según la capacidad y la demanda del equipo.
<b>Clarificación de reglas y procesos</b>	Kanban facilita la definición y comprensión clara de las reglas y procedimientos de trabajo, incluyendo responsabilidades, etapas y criterios de finalización.
<b>Identificación y aprovechamiento de mejoras continuas</b>	Fomenta la mejora continua al ayudar a identificar oportunidades para optimizar el flujo de trabajo y los procesos, alentando a los equipos a experimentar con cambios incrementales para lograr mejoras constantes.

### 2.17.5. Tablero Kanban

El tablero Kanban es una herramienta de visualización del flujo de trabajo con el objetivo de aportar claridad al proceso y mejorar la eficiencia limitando el trabajo en progreso [25].

### 2.17.6. Tablero Kanban una breve historia

Kanban se originó como un sistema de programación visual dentro del sistema de producción de Toyota (TPS) [25].

Posteriormente, en 2007, David Anderson amplió esta idea e introdujo el concepto de tableros Kanban. De esta manera nació el tablero Kanban tal como hoy se lo conoce, convirtiéndose en una de las herramientas más útiles para la gestión ágil de proyectos en el trabajo del conocimiento [25].

### 2.17.7. Componentes

Las tarjetas Kanban son una representación visual de elementos de trabajo, cada uno de los cuales contiene información relevante como fecha de vencimiento, asignación de persona, descripción, etc.

Las columnas Kanban representan las diferentes etapas del flujo de trabajo en las que las tarjetas avanzan hacia su finalización [26].

Los límites del trabajo en progreso limitan la cantidad máxima de tarjetas en cada etapa del flujo de trabajo, lo que permite al equipo concentrarse en las tareas en cuestión y completarlas más rápido [26].

### 2.17.8. Fases Metodología Kanban

El Kanban se divide en varias fases que permiten una organización y gestión eficientes del flujo de trabajo. A continuación, en la tabla 4 las principales fases de Kanban.

**Tabla 4:** Fases Kanban.

<b>Fases de Kanban</b>	<b>Descripción</b>
<b>Inicio del proyecto</b>	En esta fase se establecen los objetivos del proyecto, se identifican las tareas requeridas y se asignan los recursos necesarios.
<b>Diseño del Tablero Kanban</b>	Durante esta etapa se crea el tablero Kanban que visualiza las tareas y su progreso. Se define la estructura del tablero, incluyendo las columnas que representan las diferentes etapas del proceso.
<b>Implementación Kanban</b>	Aquí se lleva a cabo la implementación del tablero Kanban y se comienza a utilizar en el equipo u organización.
<b>Monitoreo y Mejora Continua</b>	Esta fase implica el monitoreo constante del flujo de trabajo a través del tablero Kanban, buscando oportunidades de mejora continua

### 2.17.9. Metodología Kanban en video juegos

La metodología Kanban se puede aplicar de diversas formas en el diseño de videojuegos. Por ejemplo, se puede utilizar para dividir el proceso de desarrollo en fases y asignar tareas específicas a cada fase. Al crear un tablero Kanban para cada etapa de desarrollo, puede asignar tareas a cada etapa y visualizar fácilmente el estado de progreso del proyecto. La flexibilidad de Kanban facilita la adaptación a una variedad de situaciones, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia y el rendimiento de los equipos de desarrollo de videojuegos [26].

## 2.18. Estándar de Calidad

### 2.18.1. Norma ISO 25010

Los modelos de calidad son fundamentales en la evaluación de productos de software, porque definen las características de calidad que se tendrán en cuenta al evaluar sus propiedades. El modelo de calidad clasifica la calidad del producto en características y subcaracterísticas. A continuación, en la tabla 5, las principales características del Estándar ISO 25010 [27].

**Tabla 5:** Características del Estándar ISO 25010.

CALIDAD DEL PRODUCTO SOFTWARE								
ADECUACIÓN FUNCIONAL	EFICIENCIA DE DESEMPEÑO	COMPATIBILIDAD	CAPACIDAD DE INTERACCIÓN	FIABILIDAD	SEGURIDAD	MANTENIBILIDAD	FLEXIBILIDAD	PROTECCIÓN
COMPLETITUD FUNCIONAL	COMPORTAMIENTO TEMPORAL	COEXISTENCIA	RECONOCIBILIDAD DE ADECUACIÓN	AUSENCIA DE FALLOS	CONFIDENCIALIDAD	MODULARIDAD	ADAPTABILIDAD	RESTRICCIÓN OPERATIVA
CORRECCIÓN FUNCIONAL	UTILIZACIÓN DE RECURSOS	INTEROPERABILIDAD	APRENDIZABILIDAD	DISPONIBILIDAD	INTEGRIDAD	REUSABILIDAD	ESCALABILIDAD	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS
PERTINENCIA FUNCIONAL	CAPACIDAD		OPERABILIDAD	TOLERANCIA A FALLOS	NO-REPUDIO	ANALIZABILIDAD	INSTABILIDAD	PROTECCIÓN ANTE FALLOS
			PROTECCIÓN FRENTE A ERRORES DE USUARIO	RECUPERABILIDAD	RESPONSABILIDAD	CAPACIDAD DE SER MODIFICADO	REEMPLAZABILIDAD	ADVERTENCIA DE PELIGRO
			INVOLUCRACIÓN DEL USUARIO		AUTENTICIDAD	CAPACIDAD DE SER PROBADO		INTEGRACIÓN SEGURA
			INCLUSIVIDAD		RESISTENCIA			
			ASISTENCIA AL USUARIO					
			AUTO-DESCRIPTIVIDAD					

Fuente: [27]

### 2.18.2. Usabilidad

La capacidad de un producto de software para que los usuarios interactúen a través de su interfaz es fundamental para completar determinadas tareas. Algunas características [28]:

**Reconocimiento de idoneidad:** los usuarios pueden determinar si el software satisface sus necesidades.

**Capacidad de aprendizaje:** los usuarios pueden aprender a utilizar el software en un tiempo determinado.

**Operabilidad:** los usuarios pueden operar y controlar el software fácilmente.

**Protección contra error del usuario:** El sistema previene errores de operación por parte del usuario.

**Participación del usuario:** el producto presenta sus funciones e información de una manera atractiva y motivadora, fomentando la interacción continua.

**Inclusividad:** Los productos pueden ser utilizados por personas con diferentes contextos, como edad, capacidad, cultura, raza, idioma, género, etc.

**Soporte al usuario:** el producto puede ser utilizado por usuarios con características y capacidades específicas para lograr objetivos específicos.

**Autodescriptivo:** El producto presenta la información necesaria de tal manera que su uso sea inmediatamente visible para el usuario, sin requerir una interacción excesiva con el producto o recursos externos.

## CAPÍTULO III.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo de Investigación

##### 3.1.1. Conforme al objeto de estudio

La investigación de campo incluyó un proceso detallado de recolección y análisis de requisitos, así como una recopilación de información sobre las pequeñas y medianas empresas (Pymes) del Cantón Guano. Se caracterizó por un carácter descriptivo ya que se analizaron las encuestas para determinar la idoneidad del proyecto para la implementación de un software de recorrido virtual para Pymes junto con una vitrina web en el Cantón Guano.

##### 3.1.2. De acuerdo con la fuente de investigación

La investigación se realizó de manera bibliográfica, involucrando una búsqueda exhaustiva de información en diversas fuentes como revistas especializadas, libros, bases de datos científicas y una tesis relacionada con el desarrollo de un software de recorrido virtual para Pymes con la vitrina web de la región del Guano, utilizando la tecnología Three.js. . Esto proporciona una visión amplia e informada del tema de investigación, sentando las bases para un desarrollo de software exitoso.

#### 3.2. Diseño de Investigación

Se optó por un diseño de estudio mixto con enfoque exploratorio para medir la satisfacción de los usuarios con el uso del software de visitas virtuales para Pymes del cantón Guano, desarrollado con tecnología Three.js. El análisis de datos tiene como objetivo identificar patrones y tendencias en las reacciones de los usuarios mediante la combinación de técnicas de codificación cualitativa y análisis cuantitativo. Este enfoque permitirá obtener una comprensión profunda de la satisfacción del usuario y las áreas de posible mejora del software.

#### 3.3. Técnicas de recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos que se ha utilizado en la investigación para recopilar datos se detallan en la tabla 6:

Tabla 6: Técnicas de recolección de Datos.

Técnica	Instrumento
Encuesta	Cuestionarios
Entrevista	Ficha Entrevista

##### 3.3.1. Encuesta

Como análisis de la aplicación web, se planteó realizar una encuesta a una cantidad de turistas determinada por la fórmula para el cálculo de la muestra, con el objetivo de conocer resultados sobre la usabilidad en base a la norma ISO/IEC 25000.

### **3.3.2. Población de estudio y tamaño de muestra**

El proyecto de sistema orientado a las PYMES del cantón Guano se enfoca exclusivamente en la avenida Asunción, donde se han identificado 7 empresas. Debido al tamaño reducido de esta población y a las características del estudio, que se centra en la usabilidad conforme a la norma ISO 25010, se seleccionó una muestra de 15 participantes: 8 turistas y los 7 propietarios de las PYMES. Esta muestra permite evaluar tanto la experiencia del usuario desde la perspectiva de los turistas como la usabilidad del recorrido virtual desde el enfoque comercial de los propietarios.

### **3.3.3. Métodos de análisis, y procesamiento de datos**

Una vez fueron recopilados los datos sobre la satisfacción de los usuarios al utilizar el software de recorrido virtual para pymes del cantón Guano, desarrollado con la tecnología Three.js, se emplearon diversas técnicas de análisis y procesamiento de datos para comprender y extraer conclusiones significativas. En primer lugar, se llevaron a cabo análisis cualitativos de los datos recopilados, utilizando técnicas de codificación y análisis de contenido para identificar patrones y tendencias en las respuestas de los usuarios. Estos análisis permitieron una comprensión profunda de la satisfacción del usuario y las áreas de mejora potencial del software. Además, se utilizaron técnicas de visualización de datos, como gráficos y diagramas, para representar visualmente los resultados de los análisis cualitativos. Por último, se realizaron interpretaciones cualitativas para contextualizar los datos en relación con la experiencia del usuario y las necesidades específicas de las pymes del cantón Guano que utilizan el software de recorrido virtual.

## **3.4. Identificación de variables**

### **3.4.1. Variable dependiente**

Usabilidad

### **3.4.2. Variable independiente**

Software de recorrido virtual.

## **3.5. Operacionalización de variables**

A continuación, en la tabla 7 se puede visualizar el cuadro de Operacionalización de variables.

**Tabla 7:** Operacionalización de variables.

PROBLEMA	TEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	CONCEPTUALZACION	DIMENSION	INDICADORES
¿Cómo influye Three.js en la usabilidad de un software de recorrido virtual para pymes del cantón Guano?	Software de recorrido virtual para pymes con una vitrina web del cantón Guano utilizando la tecnología Three.js.	GENERAL	INDEPENDIENTE	Un recorrido virtual es una experiencia interactiva de exploración digital de un lugar, mientras que una ventana virtual de productos en 3D es una interfaz que muestra productos de forma tridimensional para su visualización.	Desarrollo del software de recorrido virtual.	<b>Independiente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de desarrollo</li> <li>• Cantidad de objetos 3D representados.</li> <li>• Nivel de satisfacción del usuario con la navegación con página web.</li> </ul>
		ESPECIFICOS	DEPENDIENTE	Usabilidad del Software		Normas de calidad ISO 25010.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar software de recorrido virtual para pymes del cantón Guano con una vitrina web utilizando la tecnología Three.js</li> </ul>	Software del Recorrido virtual.			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar sobre la Aplicación de la Tecnología Three.js en Software para Recorridos Virtuales en 3D.</li> <li>• Desarrollar el software para recorrido virtual en las pymes de Guano, mediante tecnología Three.js</li> <li>• Evaluar la usabilidad del software de recorrido virtual para pymes en Guano,</li> </ul>	Usabilidad de la aplicación de recorrido virtual.	La norma ISO/IEC 25010 se enfoca en la calidad del software, estableciendo características y subcaracterísticas que se evalúan para determinar su calidad en aspectos como funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.		
				<b>Realidad Virtual</b>		
				La realidad virtual ofrece la posibilidad de simular situaciones y entornos de manera realista, permitiendo a		

---

conforme a la norma ISO/IEC  
25010

los estudiantes explorar y  
aprender de una  
manera práctica y segura.

### 3.6. Metodología de Desarrollo

Se eligió la metodología Kanban para desarrollar el software de recorridos virtuales para Pymes del cantón Guano debido a su flexibilidad y capacidad de adaptación a un entorno de desarrollo dinámico. Además, Kanban promovió la colaboración continua y la mejora incremental, lo cual es fundamental para garantizar que el software desarrollado con la tecnología Three.js cumpla con las expectativas y necesidades de los usuarios finales.

### 3.7. Requerimientos

#### 3.7.1. Requerimientos Funcionales

Requerimientos funcionales, ver tabla 8.

**Tabla 8:** Requerimientos Funcionales.

ID	Prioridad	Requisito	Descripción
R1	Alta	Creación del Recorrido Virtual	Capacidad para diseñar y construir un recorrido virtual utilizando Unreal Engine 5.
R2	Media	Interactividad en el Recorrido	Integración de elementos interactivos como sonidos, imágenes, videos, y NPCs en el recorrido virtual.
R3	Media	Implementación de Personajes con IA	Desarrollo de personajes virtuales con inteligencia artificial que puedan interactuar con los usuarios.
R4	Alta	Visualización de Productos en 3D	Creación de una página web frontend para visualizar productos en 3D utilizando Three.js.
R5	Alta	Modificación de Imágenes en el Frontend	Implementación de una funcionalidad que permita a un superusuario modificar las imágenes en el frontend de la vitrina web, facilitando la actualización y personalización de los productos mostrados en la página web.

Los requerimientos funcionales del proyecto se determinaron a través de encuestas y entrevistas a los propietarios de Pymes del Cantón Guano. Ver figura 13.



**Figura 13:** Entrevista a propietarios de las Pymes Guano.

### 3.7.2. No Funcionales

Requerimientos funcionales, ver tabla 9.

**Tabla 9:** Requerimientos no funcionales.

Requisito	Descripción
Rendimiento	Garantizar tiempos de carga rápidos y un rendimiento fluido del recorrido virtual y la página web.
Seguridad	El sistema debe garantizar la protección de los datos del usuario y la integridad de los contenidos, incluyendo autenticación segura para el superusuario.
Usabilidad	Diseño intuitivo y fácil de usar tanto en el recorrido virtual como en la página web.
Compatibilidad	Compatibilidad con una amplia gama de dispositivos y navegadores para la página web.

### 3.7.3. Historias de usuarios

Historias de Usuarios, ver tabla 10.

**Tabla 10:** Historias de Usuarios Pymes.

Historia de Usuario	Descripción
U1	Como desarrollador, quiero diseñar y construir un recorrido virtual utilizando Unreal Engine 5, para ofrecer una experiencia inmersiva y detallada del entorno de la PYME.
U2	Como dueño de una PYME, quiero interactuar con elementos como sonidos, imágenes, videos y NPCs en el recorrido virtual, para proporcionar una experiencia más enriquecedora a mis clientes.
U3	Como dueño de una PYME, quiero que los visitantes del recorrido virtual puedan interactuar con personajes .
U4	Como dueño de una PYME, quiero visualizar productos en 3D en una página web frontend utilizando Three.js, para mostrar los detalles de mis productos de manera más realista.
U5	Como dueño de una PYME, quiero poder modificar las imágenes en el frontend de la vitrina web, para mantener el contenido actualizado y relevante para mis clientes.

### 3.7.4. Diseño

Durante este período se expone de manera esquemática la estructura de navegación en la aplicación web. Se señalan distintas perspectivas de la interfaz de usuario y su interacción, centrándose en los modelos tridimensionales y su representación.

- **Splash screen**

En la figura 14 se presenta la disposición esquemática de la navegación dentro del software de recorrido virtual. Se delinean varias vistas de la interfaz de usuario y cómo interactúan entre sí, centrándose especialmente en la exhibición y manipulación de modelos 3D.

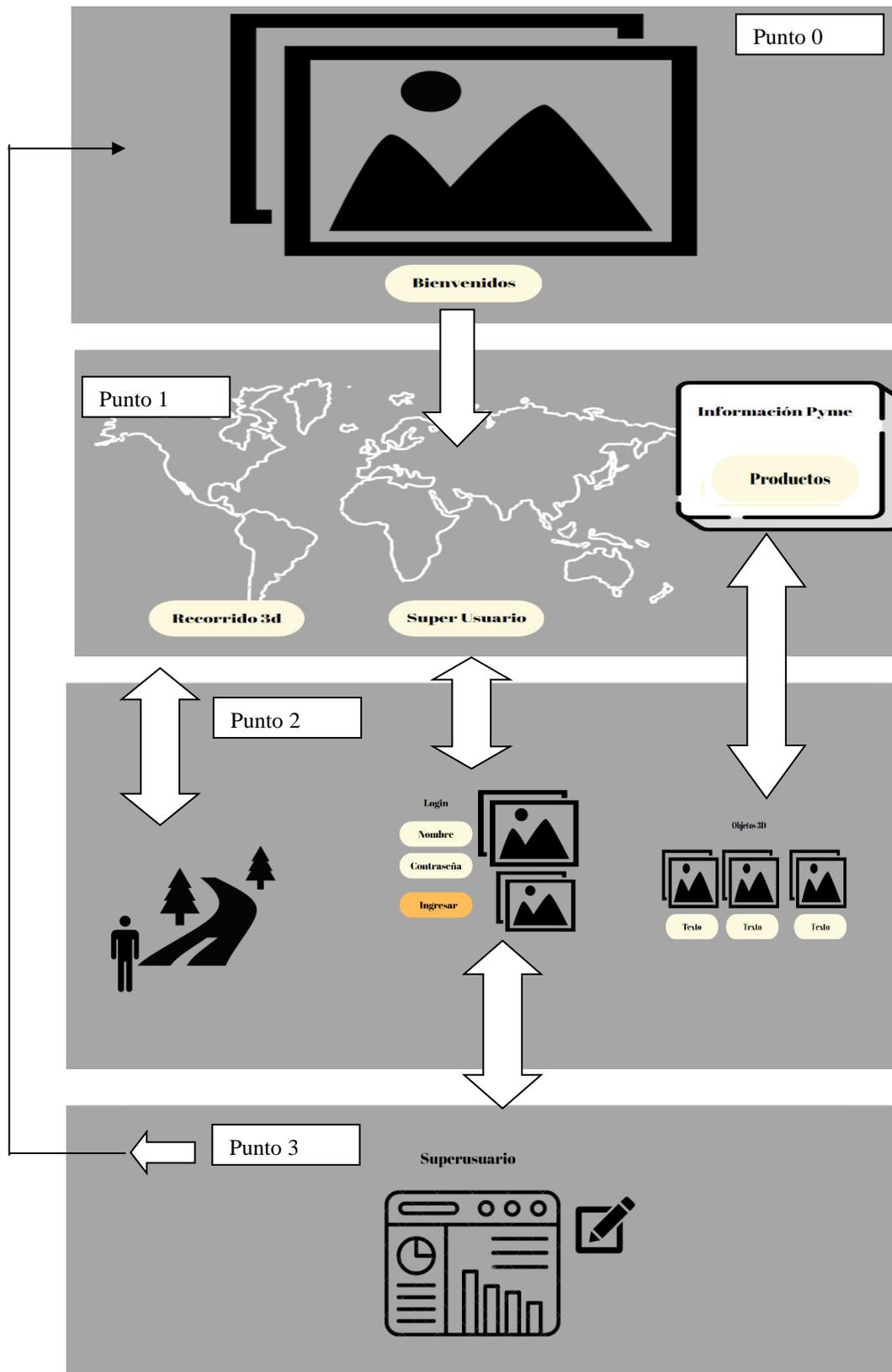


Figura 14: Estructura de interfaz de usuario y su interacción.

**En el punto de entrada** (Punto 0) a la página web, se muestra una animación inicial elaborada con Three.js, seguida de un botón de bienvenida. Al hacer clic en dicho botón, se activa el splash correspondiente al punto 1.

**En el punto 1**, se abre el recorrido en 2D, presentando un mapa con puntos de interés que representan las PYMES. Al hacer clic en cada punto, se despliega información básica sobre la PYME correspondiente. También aparece un cuadro flotante con un botón que dirige al usuario al punto 2.

**En el punto 2**, se muestra la información detallada de las PYMES en 3D, creadas con Three.js. Aquí, el usuario puede examinar los productos ofrecidos por cada PYME, girar y acercar los modelos 3D para obtener una vista más detallada. Además, se encuentra un botón de regreso que lleva al usuario de regreso al punto 1.

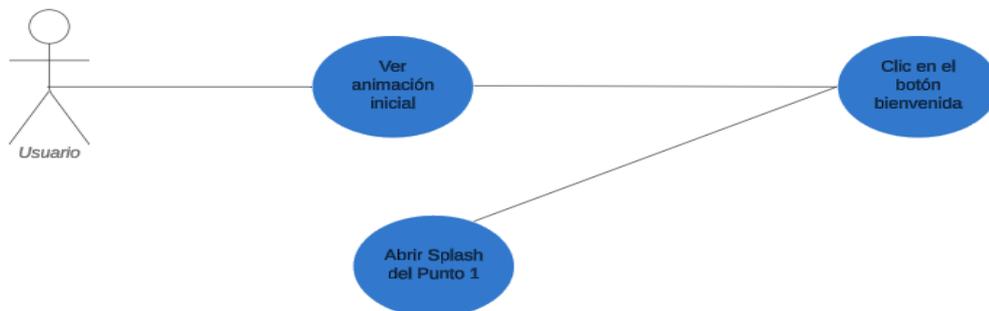
**En el punto 1**, también se encuentra un botón de "Superusuario". Al hacer clic en él, se despliega un formulario de inicio de sesión donde se requiere nombre de usuario y contraseña. Esto permite al usuario acceder a la capacidad de modificar imágenes y texto en el punto 2 relacionado con los objetos 3D de las PYMES.

**Además, en el punto 1**, hay un botón adicional que dice "Recorrido Virtual en 3D". Al hacer clic en este botón, se accede a un recorrido en 3D realizado en Unreal Engine. Aquí, el usuario puede moverse por las PYMES presentes en el recorrido en 2D y también interactuar con las NPC que se encuentran en el recorrido.

- **Diagrama de Casos de Uso**

**Proceso 1: Iniciar interacción**

Iniciar Interacción, En este proceso, el usuario ingresa a la página web y se encuentra con una animación inicial proporcionada por Three.js. Luego, al hacer clic en el botón de bienvenida, se activa el splash correspondiente al punto 1, preparando. Ver la figura 15.



**Figura 15:** Proceso 1.

## Proceso 2: Explorar recorridos en 2D

Al llegar al punto 1, el usuario puede explorar el recorrido en 2D, presentado como un mapa con puntos de interés que representan las PYMES. Al seleccionar un punto en el mapa, se despliega información básica sobre la PYME correspondiente. Además, tiene la opción de acceder como superusuario para realizar modificaciones específicas en las imágenes y el texto asociados a las PYMES en 3D. Ver la figura 16.

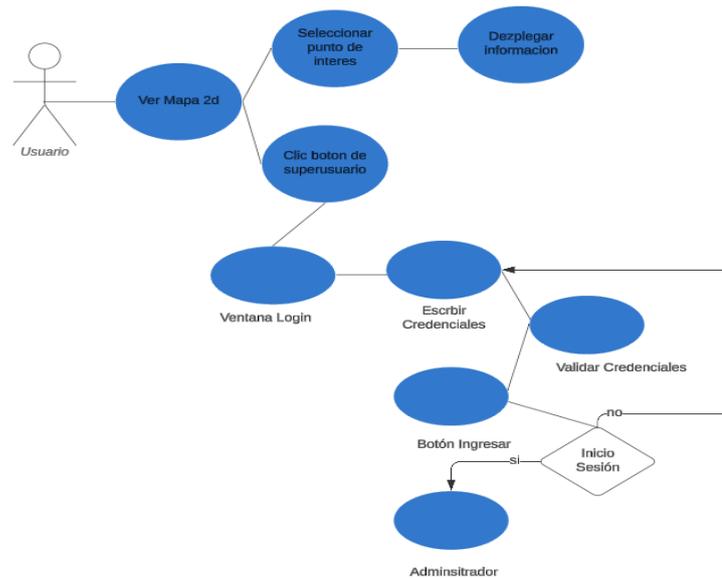


Figura 16: Proceso 2.

## Proceso 3: Explorar recorridos en 3D

Si el usuario decide explorar más a fondo, puede acceder al recorrido en 3D haciendo clic en el botón correspondiente. Esto le permite sumergirse en un entorno tridimensional donde puede interactuar con las PYMES de una manera más inmersiva. Ver la figura 17.

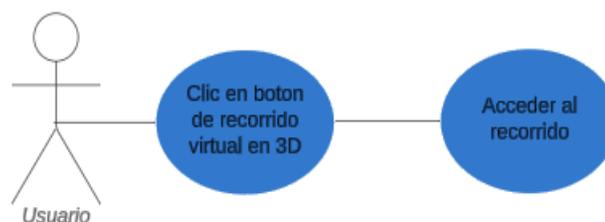
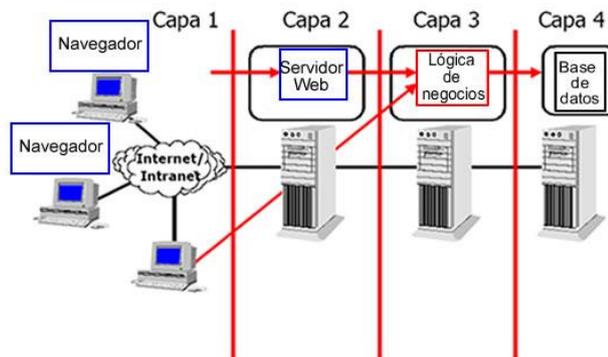


Figura 17: Proceso 3.

- **Diseño de arquitectura n capas**

El software se desarrolló utilizando Layered Architecture, un modelo de diseño que divide la lógica en diferentes capas interconectadas, lo que hace que el software sea más fácil de escalar y mantener. Ver figura 18.

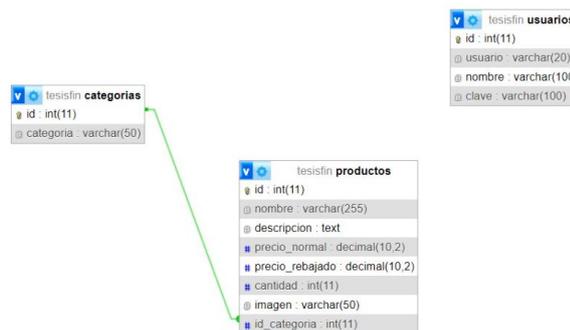


**Figura 18:** Arquitectura N capas.

Fuente: [29]

- **Modelado de la base de datos**

La Figura 19 muestra el diagrama de la base de datos. En él, las tablas con sus atributos y las relaciones forman el diagrama físico de la base de datos implementada.

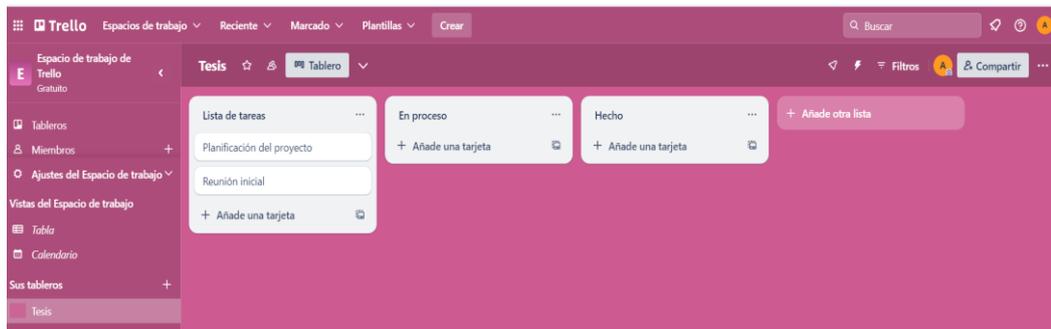


**Figura 19:** Base de datos.

### 3.7.5. Desarrollo del software de recorrido virtual mediante Kanban

Para el desarrollo del recorrido virtual para PYMES se definieron las actividades a realizar en la fase de diseño y desarrollo de software. Para la representación de las

actividades mediante tarjetas se utilizó un tablero Kanban virtual, empleando la herramienta basada en la web Trello. Ver figura 20.



**Figura 20:** Trello.

**Fuente:** [30]

- **Tablero Kanban**

Para el desarrollo del recorrido virtual para PYMES, se definieron las actividades a realizar en la fase de diseño y desarrollo del software. Para representar estas actividades mediante tarjetas, se utilizó un tablero Kanban virtual con la herramienta basada en la web Trello.

- **Actividades del Tablero Kanban**

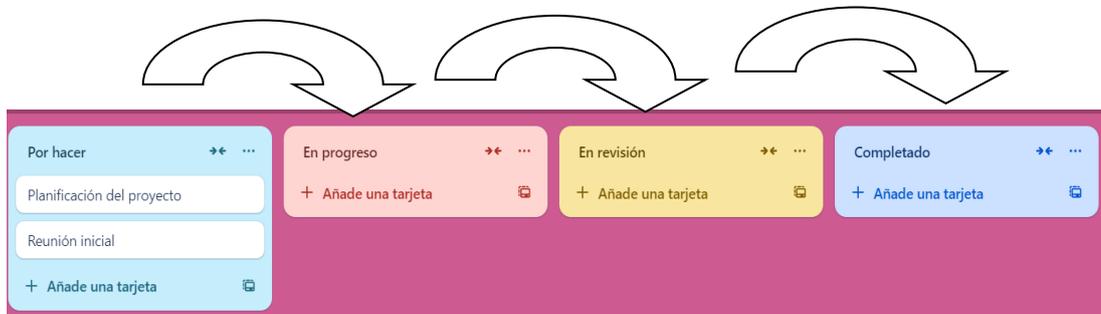
Se definieron cuatro columnas principales para el tablero Kanban:

- **Por Hacer:** En esta columna se añaden todas las tareas pendientes tanto en la fase de diseño como en la fase de desarrollo. La prioridad de cada tarea está definida por su posición, donde la tarea en la parte superior tiene una prioridad alta para su desarrollo.
- **En Progreso:** Las actividades que están actualmente en desarrollo se posicionan en esta columna. Se estableció un máximo de 4 tareas en esta columna para evitar el cuello de botella.
- **En Revisión:** Las tareas que han sido completadas, pero requieren revisión se colocan en esta columna. Esto garantiza que todas las actividades son revisadas antes de ser marcadas como completadas.
- **Completado:** Todas las tareas que fueron completadas y revisadas pasan a esta columna.

Para llevar un mejor control y gestión de las tareas, se estableció un color diferente para cada columna o actividad. Las tarjetas en la columna de "Por Hacer" llevan un color verde azulado, las tarjetas en la columna de "En Progreso" llevan un color anaranjado, las tarjetas en la columna de "En Revisión" llevan un color amarillo y las tarjetas en la columna de "Completado" toman un color azul.

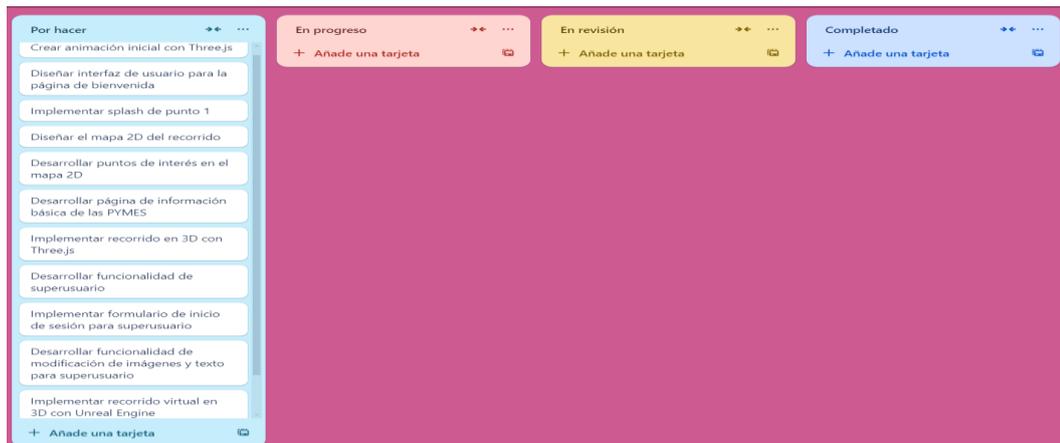
- **Flujo de trabajo**

El flujo comienza con la actividad de listar las tareas a realizar, luego avanza a la actividad en proceso y finalmente llega a la actividad final de completado. Ver la figura 21.



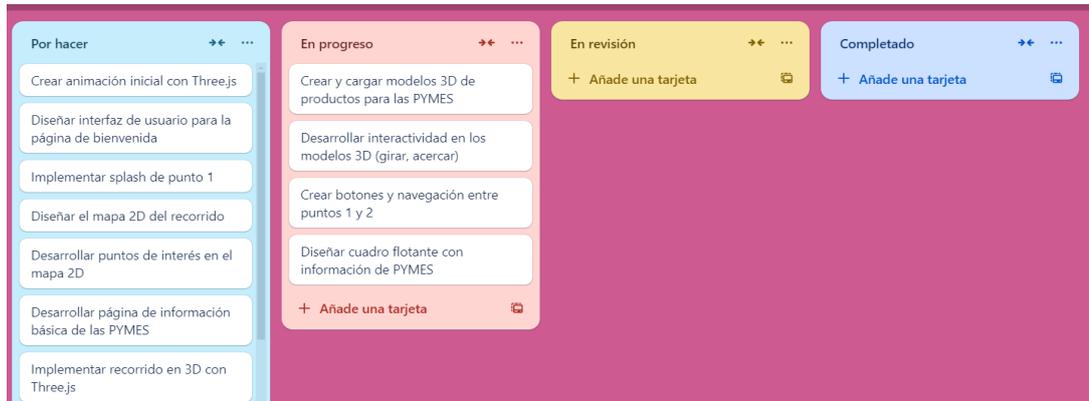
**Figura 21:** Flujo de trabajo en Tello.

Entre las fases de diseño y desarrollo del software se definieron 11 tareas. Estas tareas se organizaron por prioridad en la actividad "por hacer" del tablero Kanban. La Figura 22 muestra el tablero Kanban en su etapa inicial con la lista de tareas.



**Figura 22:** Fase por hacer.

La Figura 23 muestra una instancia del tablero Kanban en la segunda etapa. En este punto, las tareas de la actividad En curso se resaltarán en naranja.



**Figura 23:** Fase en progreso.

## En Revisión

La figura 16 muestra una instancia del tablero en la tercera etapa del proyecto. En este punto, hay un total de 3 tareas en revisión. Las tareas en esta columna están siendo evaluadas para asegurar que cumplen con los requisitos y estándares establecidos.

## Completado

La figura 24 también muestra la cuarta etapa del proyecto, donde se observa que 5 tareas están en la parte celeste del tablero, lo que indica que han sido completadas. Estas tareas han pasado exitosamente la revisión y están listas para su implementación o entrega.



**Figura 24:** Fase en revisión y completado.

- **Capa Acceso a Datos**

La conexión con la base de datos se configuró en la capa de acceso. Dentro de esta clase, se encuentran la función para establecer y verificar la conexión, junto con otras funciones adicionales. En la Figura 25 se puede ver un fragmento del código de la clase llamada "ClsDataBase".



```
conexion.php X
H: > tienda > config > conexion.php
1  <?php
2      $host = "localhost:3309";
3      $user = "root";
4      $clave = "tesis123";
5      $bd = "tesisfin";
6      $conexion = mysqli_connect($host,$user,$clave,$bd);
7      if (mysqli_connect_errno()){
8          echo "No se pudo conectar a la base de datos";
9          exit();
10     }
11     mysqli_select_db($conexion,$bd) or die("No se encuentra la base de datos");
12     mysqli_set_charset($conexion,"utf8");
13
```

Figura 25: Acceso a Datos.

## Capa Lógica de Negocios

La Capa Lógica de Negocios del proyecto de recorrido virtual para PYMES del cantón Guano se encarga de gestionar las operaciones y reglas del negocio, asegurando la funcionalidad de la aplicación web. Esta capa incluye las siguientes clases y funciones principales:

- **Gestión de Productos y Servicios de las PYMES**

**Registrar Producto:** Esta función permite agregar nuevos productos al sistema, capturando detalles esenciales como el nombre, la descripción, el precio y el archivo del modelo 3D. Es fundamental para mantener actualizado el catálogo de productos de las PYMES. Ver la figura 26.



```
<?php
require_once "../config/conexion.php";

if (isset($_POST)) {
    if (empty($_POST)) {
        $nombre = $_POST['nombre'];
        $cantidad = $_POST['cantidad'];
        $descripcion = $_POST['descripcion'];
        $p_normal = $_POST['p_normal'];
        $p_rebajado = $_POST['p_rebajado'];
        $categoria = $_POST['categoria'];
        $img = $_FILES['foto'];
        $name = $img['name'];
        $tmpname = $img['tmp_name'];
        $fecha = date("YmHis");
        $foto = $fecha . ".jpg";
        $destino = "../assets/img/" . $foto;
        $query = mysqli_query($conexion, "INSERT INTO productos(nombre, descripcion, precio_normal, precio_rebajado, cantidad, imagen, id_categoria) VALUES ('$nombre', '$descripcion', '$p_normal', '$p_rebajado', '$cantidad', '$foto', '$categoria')");
        if ($query) {
            if (move_uploaded_file($tmpname, $destino)) {
                header('Location: productos.php');
            }
        }
    }
}

include("includes/header.php"); >
<div class="d-sm-flex align-items-center justify-content-between mb-4">
<h1 class="h3 mb-0 text-gray-800">Productos</h1>
<a href="#" class="d-none d-sm-inline-block btn btn-sm btn-primary shadow-sm" id="abrirProducto"><i class="fas fa-plus fa-sm text-white-50"></i> Nuevos</a>
</div>
<div class="row">
<div class="col-md-12">
<div class="table-responsive">
<table class="table table-hover table-bordered" style="width: 100%;>
<thead class="thead-dark">
<tr>
</tr>
</thead>
</table>
</div>
</div>
</div>
```

Figura 26: Registrar Producto.

**Eliminar Producto:** Esta función facilita la eliminación de productos que ya no son relevantes o están fuera de stock. Al recibir el ID del producto, puede eliminar de manera segura el registro correspondiente en la base de datos. Ver la figura 27.

```
1 <?php
2 if (isset($_GET)) {
3     if (!empty($_GET['accion']) && !empty($_GET['id'])) {
4         require_once "../config/conexion.php";
5         $id = $_GET['id'];
6         if ($_GET['accion'] == 'pro') {
7             $query = mysqli_query($conexion, "DELETE FROM productos WHERE id = $id");
8             if ($query) {
9                 header('Location: productos.php');
10            }
11        }
12        if ($_GET['accion'] == 'cli') {
13            $query = mysqli_query($conexion, "DELETE FROM categorias WHERE id = $id");
14            if ($query) {
15                header('Location: categorias.php');
16            }
17        }
18    }
19 }
20 ?>
```

Figura 27: Eliminar producto.

### Recorrido Pymes:

**Cargar Mapa 2D:** Esta función proporciona los datos necesarios para renderizar el mapa 2D, incluyendo los puntos de interés que representan las PYMES. Esencial para ofrecer una experiencia de navegación intuitiva y detallada a los usuarios.

**Mostrar Detalle PYME:** Permite mostrar información básica sobre una PYME específica al hacer clic en su punto de interés en el mapa 2D. Recibe el ID de la PYME como parámetro y muestra los detalles correspondientes. Ver la figura 28.

```
<tbody>
<!-- Mapbox map -->
<div id="map"></div>
<div id="cardContainer" class="card-container">
<h2 id="placeTitle">Información del lugar</h2>
<p id="placeDescription">Detalles del lugar seleccionado.</p>
<button type="button" style="background-color: #0056b3; border: none; border-radius: 5px; padding: 10px 20px; color: #ffffff; cursor: pointer;">
  <a id="placelink" style="text-decoration: none; color: inherit;">Ir a Usuario</a>
</button>
</div>

<div id="contenedorBotones" class="flotante">
<!-- Botón 1 -->
<a href="#" id="miBoton" class="boton">RECORRIDO 3D</a>
<!-- Botón 2 -->
<a href="#" id="miBoton" class="boton">SUPER USUARIO</a>
</div>

<!-- Botones rojos para mostrar tarjetas -->
<div id="botones-container">
<button class="btn-rojo" data-index="0">Mostrar Lugar 1</button>
<button class="btn-rojo" data-index="1">Mostrar Lugar 2</button>
<button class="btn-rojo" data-index="2">Mostrar Lugar 3</button>
<button class="btn-rojo" data-index="3">Mostrar Lugar 4</button>
<button class="btn-rojo" data-index="4">Mostrar Lugar 5</button>
<button class="btn-rojo" data-index="5">Mostrar Lugar 6</button>
<button class="btn-rojo" data-index="6">Mostrar Lugar 7</button>
</div>
```

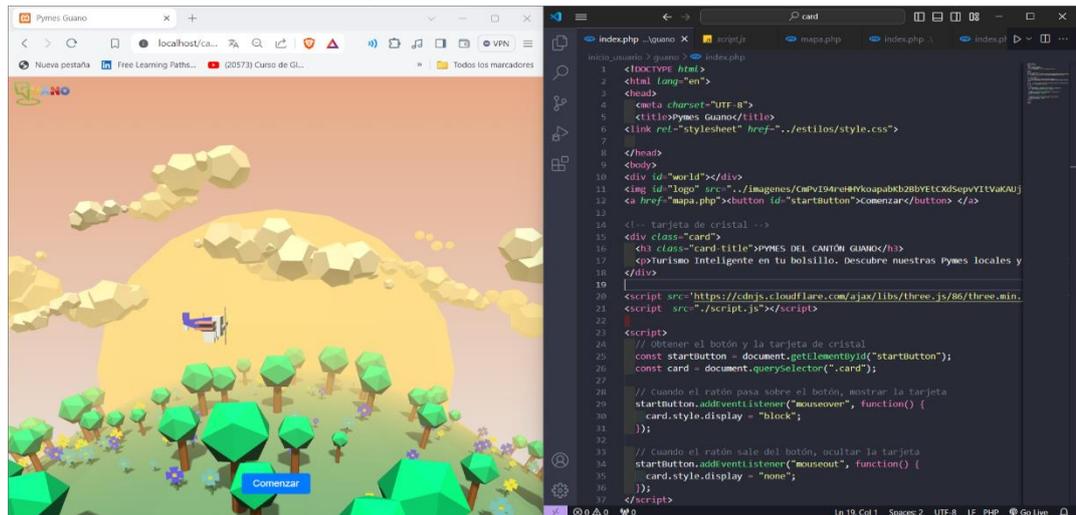
Figura 28: Recorrido 2D

## Capa Presentación

- **Ventana de inicio**

La Figura 29 presenta los componentes del software. Se incluye un botón para iniciar el recorrido en 2D, acompañado de una tarjeta emergente de bienvenida. En el fondo, se muestra una pantalla dinámica renderizada utilizando Three.js, con el código fuente correspondiente ubicado al lado.

Figura 29: Ventana de Inicio



- **Ventana Recorrido 2D**

La Figura 30 presenta la representación en 2D del itinerario de las Pymes de Guano. Incluye tarjetas informativas para cada Pyme, botones que habilitan la visualización en 3D de las mismas, y un acceso al modo superusuario. Este último permite la gestión de productos, enlazados a los botones dentro de las tarjetas. Adyacente a la ventana, se dispone el código necesario para la ejecución del sistema.

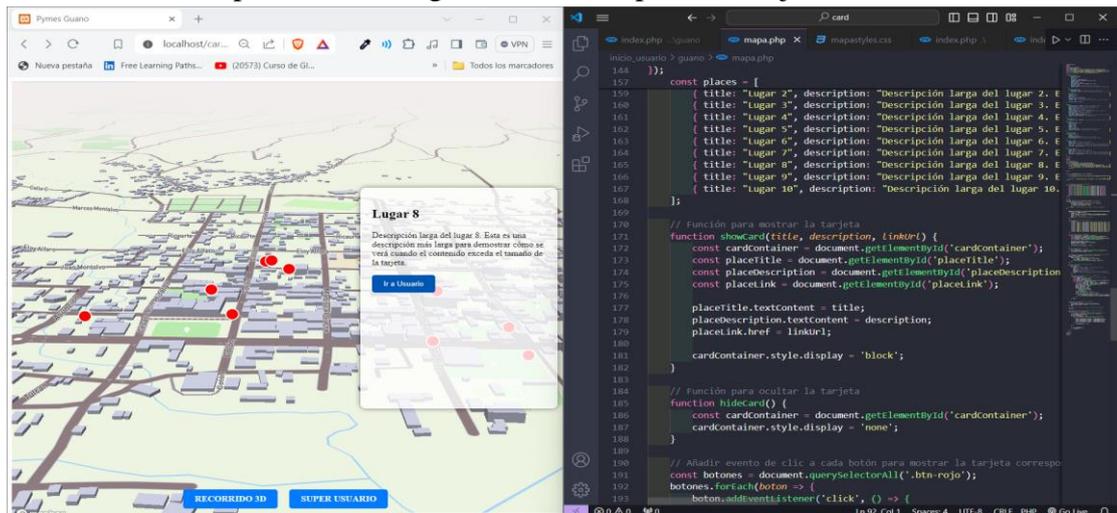


Figura 30: Ventana recorrido en 2D

- **Recorrido 3D**

Facilita la carga del recorrido virtual en 3D, proporcionando los datos necesarios para interactuar con el entorno virtual generado en Unreal Engine. Permite a los usuarios explorar las PYMES visualmente atractiva. Ver la figura 31.

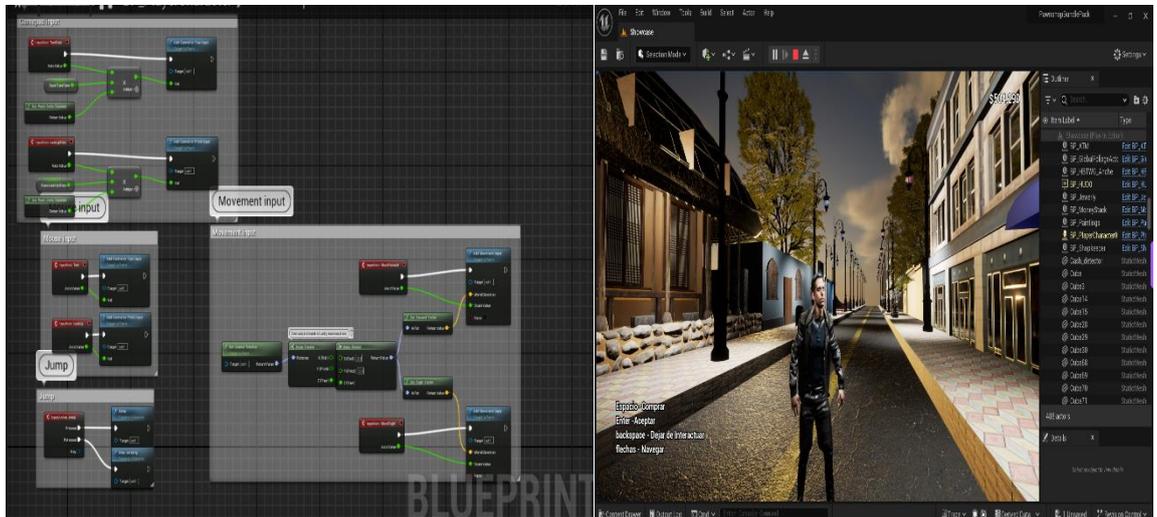


Figura 31: Carga de Recorrido Virtual

- **Ventana Super usuario Login**

En esta interfaz, se presenta un sistema CRUD de autenticación, acompañado de una imagen de fondo y un botón de confirmación. Consulte la figura 32 para más detalles.

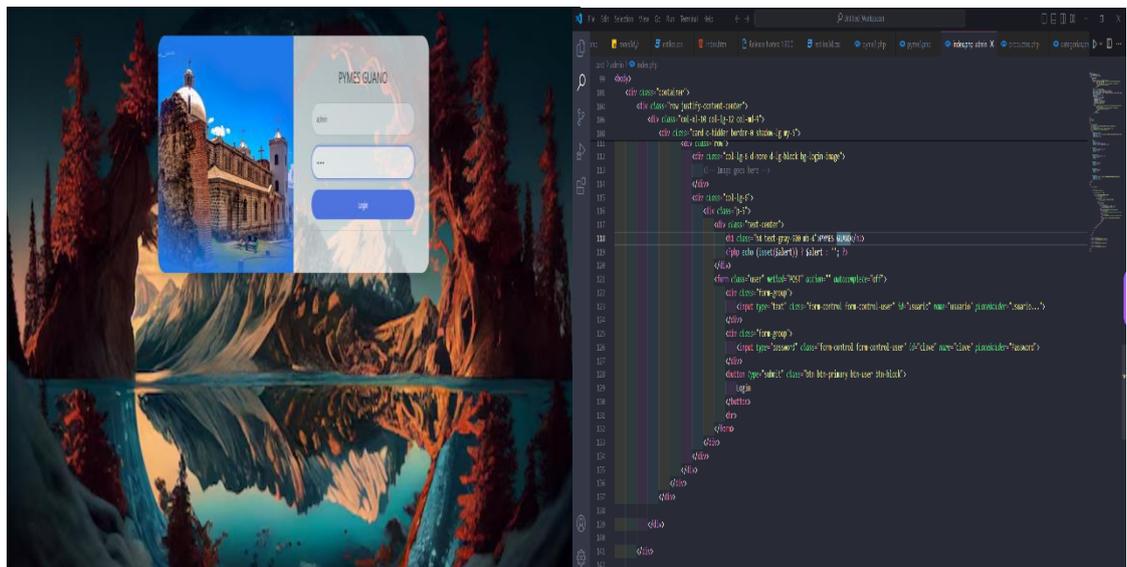


Figura 32: Ventana Login

- **Ventana Agregar productos en Super Usuario**

En esta ventana se muestra una ventana flotante junto a una interfaz CRUD, que incluye varios parámetros para agregar y eliminar productos. A la derecha, se encuentra el código correspondiente a su implementación. Ver la figura 33.

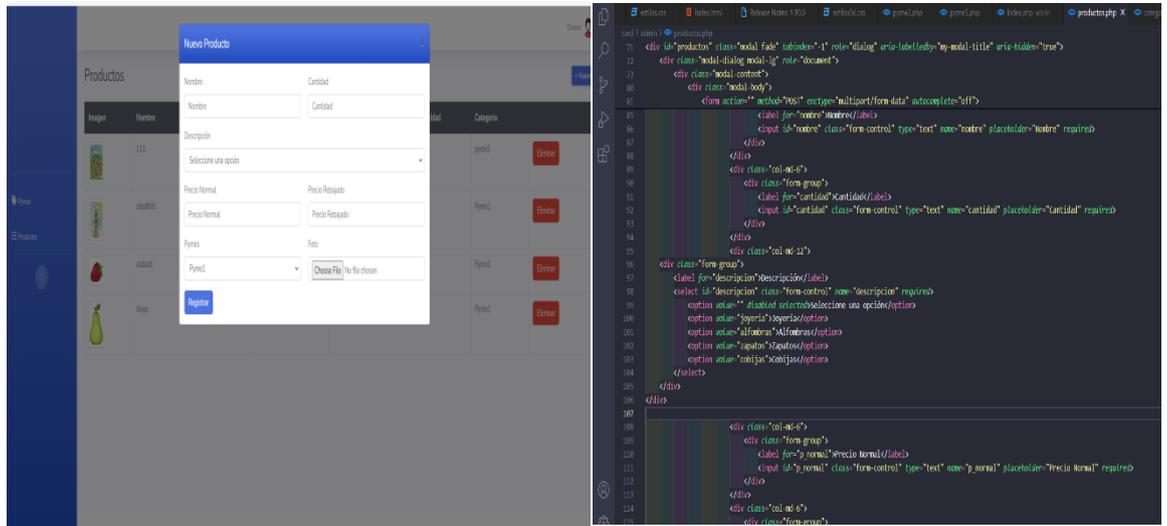


Figura 33: Agregar productos

- **Ventana Agregar Pymes en Super Usuario**

En esta ventana se muestra una ventana flotante junto a una interfaz CRUD, que incluye varios parámetros para agregar y eliminar pymes. A la derecha, se encuentra el código correspondiente a su implementación. Ver la figura 34.

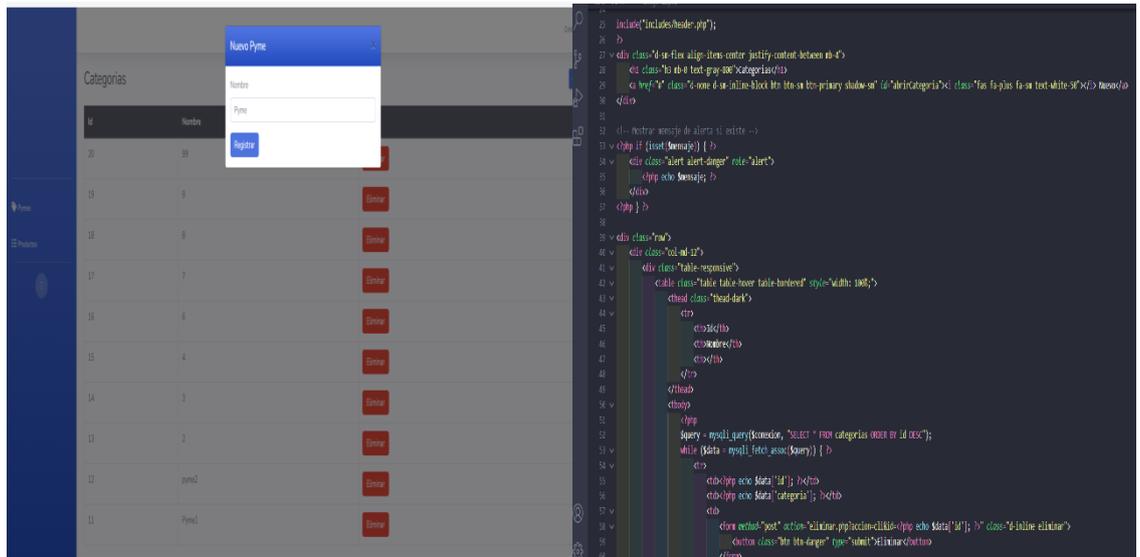


Figura 34: Agregar Pymes



### 3.8.Fase de Pruebas

#### Planificación de Pruebas

La creación de un software de recorrido virtual para pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en el cantón Guano, utilizando la tecnología Three.js, ha dado lugar al desarrollo de una vitrina web interactiva. Para evaluar la usabilidad del software, se incluyeron preguntas sin la escala de Likert 1 a 3, las cuales se detallan en la **tabla 11**, con el fin de obtener información adicional de los encuestados. Posteriormente, se empleó la escala de Likert para medir el nivel de satisfacción en aspectos como el porcentaje de aprendizabilidad, la protección frente a errores del usuario y la operabilidad, cuyos resultados se detallan en las **tablas 12 a 18**. La encuesta se realizó a través de Google Forms (**ver anexo 1**).

**Tabla 11:** Respuestas sin escala de Likert – Pregunta 1 a 3

Respuesta
¿Cuál es tu nombre?
¿Cuál es tu sexo?
Tipo de Usuario

**Tabla 12:** Escala de Likert - Pregunta 4.

Respuesta	Equivalencia
Muy difícil	1
Difícil	2
Neutral	3
Fácil	4
Muy fácil	5

**Tabla 13:** Escala de Likert - Pregunta 5.

Respuesta	Equivalencia
Nada intuitiva	1
Poco intuitiva	2
Neutral	3
Intuitiva	4
Muy intuitiva	5

**Tabla 14:** Escala de Likert - Pregunta 6.

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy lento e ineficiente	<b>1</b>
Lento e ineficiente	<b>2</b>
Neutral	<b>3</b>
Rápido y eficiente	<b>4</b>
Muy rápido y eficiente	<b>5</b>

**Tabla 15:** Escala de Likert - Pregunta 7.

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Nada atractiva	<b>1</b>
Poco atractiva	<b>2</b>
Neutral	<b>3</b>
Atractiva	<b>4</b>
Muy atractiva	<b>5</b>

**Tabla 16:** Escala de Likert - Pregunta 8.

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy difícil	<b>1</b>
Difícil	<b>2</b>
Neutral	<b>3</b>
Fácil	<b>4</b>
Muy fácil	<b>5</b>

**Tabla 17:** Escala de Likert - Pregunta 9.

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Insuficiente	<b>1</b>
Poco suficiente	<b>2</b>
Adecuada	<b>3</b>

Suficiente	4
Muy suficiente	5

**Tabla 18:** Escala de Likert - Pregunta 10.

<b>Respuesta</b>	<b>Equivalencia</b>
Muy largo	1
Largo	2
Adecuado	3
Rápido	4
Muy rápido	5

Para el estudio, se realizó una encuesta a 15 personas. Los detalles de los participantes se encuentran en la tabla 19.

**Tabla 19:** Personas Encuestadas.

<b>Nombre</b>	<b>Rol</b>
Nelly Granizo	Consumidor
Dayana Mora	Consumidor
Mario Vallejo	Consumidor
Deysi Mejía	Consumidor
Katherine Intriago	Consumidor
Arturo Intriago	Propietario de una Pyme
Lourdes Manobanda	Propietario de una Pyme
Paul Chicaiza	Propietario de una Pyme
Mariela Jaramillo	Propietario de una Pyme
Katheryn Sanchez	Propietario de una Pyme
Mauro Vásquez	Consumidor
Evelyn López	Consumidor
Leo García	Propietario de una Pyme
Carlos Zambrano	Consumidor
Víctor Zambrano	Propietario de una Pyme

## Categoría de preguntas conforme a la norma de usabilidad ISO/IEC 25010

La norma ISO/IEC 25010 establece un modelo de calidad que se aplica a sistemas y software, definiendo características y subcaracterísticas esenciales para evaluar la calidad de un producto. Dentro de este marco, se identifican varias características relevantes para la usabilidad, las cuales se describen a continuación, **ver tabla 20**.

**Tabla 20:** Preguntas con norma ISO 25010

Número de pregunta	Pregunta	Categoría (ISO 25010)	Tipo de respuesta
1	¿Cuál es tu nombre?	No aplicable	Respuesta abierta
2	¿Cuál es tu sexo?	No aplicable	Opción múltiple
3	Elija la respuesta correcta	No aplicable	Opción múltiple
4	¿Cómo calificaría la capacidad del software para prevenir errores mientras lo utilizaba?	Protección frente a errores de usuario	Escala de Likert (1-5)
5	¿Qué tan intuitiva le pareció la interfaz de usuario del software?	Operabilidad	Escala de Likert (1-5)
6	¿Qué tan rápido y eficiente consideró el software?	Operabilidad	Escala de Likert (1-5)
7	¿Qué tan atractiva le pareció la experiencia visual del software para su aprendizaje?	Porcentaje de Aprendizabilidad	Escala de Likert (1-5)
8	¿Qué tan fácil le resultó aprender a utilizar el software sin	Porcentaje de Aprendizabilidad	Escala de Likert (1-5)

necesidad de ayuda  
externa?

9	¿Considera que la cantidad de objetos 3D representados en el recorrido virtual fue suficiente para su experiencia?	Operabilidad	Escala de Likert (1-5)
---	--	--------------	------------------------

---

## CAPÍTULO IV.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la encuesta Evaluación de Usabilidad

Se tomó en cuenta a la población asignada para realizar las pruebas de la aplicación y completar la encuesta de evaluación de usabilidad. Para este propósito, se empleó Google Forms, llevando a cabo encuestas de manera personal (ver Anexo 3 y 4), lo que resultó en los siguientes hallazgos:

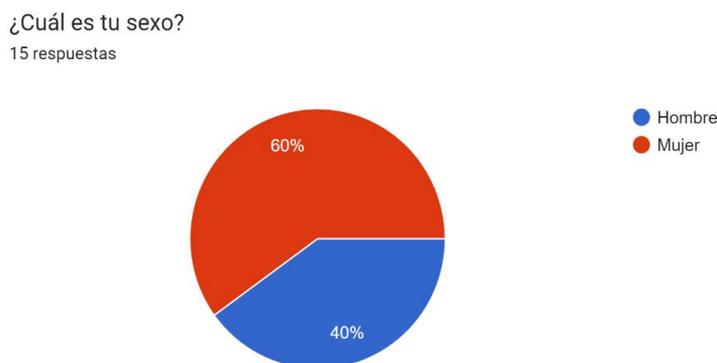


Figura 37: Pregunta 2 – Género.

La Figura 37 muestra los resultados obtenidos en cuanto a la distribución de género de los participantes de la encuesta. Se puede observar que:

- **60%** de los participantes son mujeres.
- **40%** de los participantes son hombres.
- 

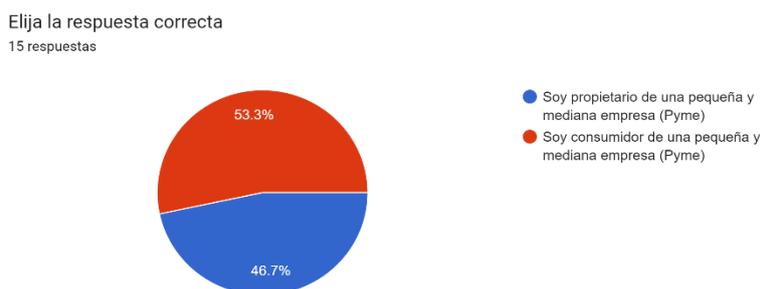
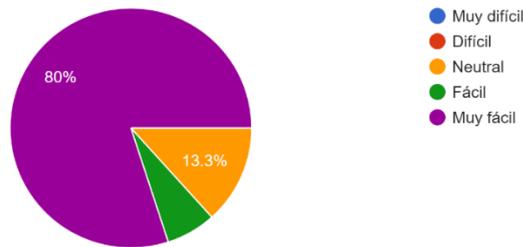


Figura 38: Pregunta 3 – Perfil de Encuestado.

La figura 38 muestra los resultados obtenidos en cuanto al perfil de los encuestados donde se puede observar que:

- **53.3%** de los participantes son consumidores de una Pyme.
- **46.7%** de los participantes son propietarios de una Pyme.

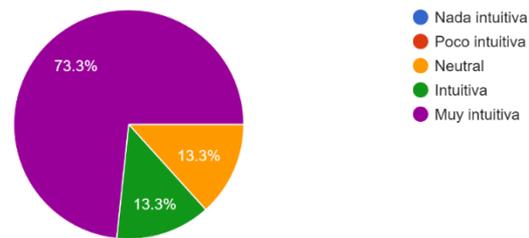
¿Cómo calificaría la capacidad del software para prevenir errores mientras lo utilizaba?  
15 respuestas



**Figura 39:** Pregunta 4 - Valoración de Usabilidad.

Los resultados de la pregunta 4, “¿Cómo calificaría la capacidad del software para prevenir errores mientras lo utilizaba?”, se reflejan en la Figura 39. De acuerdo con la gráfica de resultados, la mayoría de los encuestados, específicamente el **80%**, indicó que la interacción con el software fue muy fácil.

¿Qué tan intuitiva le pareció la interfaz de usuario del software?  
15 respuestas



**Figura 40:** Pregunta 5 - Valoración de Usabilidad.

Los resultados de la pregunta 5, “¿Qué tan intuitiva le pareció la interfaz de usuario del software?”, se presentan en la Figura 40. Según la gráfica de resultados, el **80%** de los encuestados calificó la interfaz como muy intuitiva, lo que indica una alta percepción de **operabilidad** y sugiere que la mayoría de los usuarios encontraron la interacción con el software fluida y accesible.

¿Qué tan rápido y eficiente le pareció el rendimiento del software?  
15 respuestas

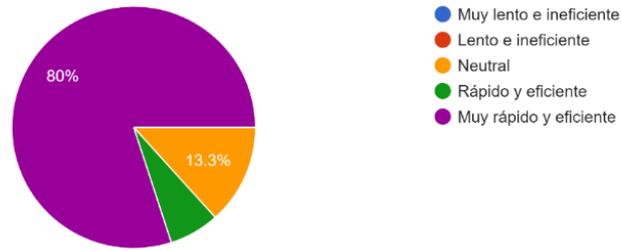


Figura 41: Pregunta 6 - Valoración de Usabilidad.

Los resultados de la pregunta 6, “¿Qué tan rápido y eficiente le pareció el rendimiento del software?”, se reflejan en la Figura 41. De acuerdo con la gráfica de resultados, a la mayoría es decir **80%** de los encuestados el software les pareció muy rápido y eficiente.

¿Qué tan atractiva le pareció la experiencia visual del software?  
15 respuestas

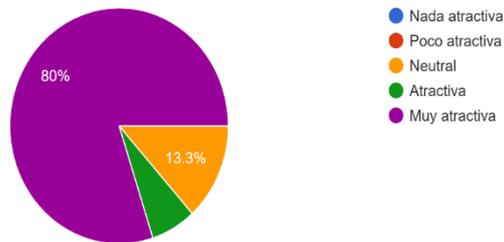


Figura 42: Pregunta 7 - Valoración de Usabilidad.

Los resultados de la pregunta 5, “¿Qué tan atractiva le pareció la experiencia visual del software?”, 15 respuestas se reflejan en la Figura 42. Según la gráfica, la mayoría de los encuestados, específicamente el **80%**, indicó que el software es muy atractivo.

¿Qué tan fácil le resultó aprender a utilizar el software sin necesidad de ayuda externa?  
15 respuestas

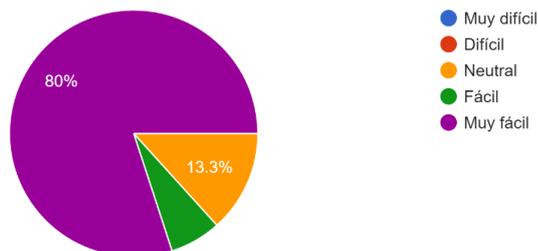
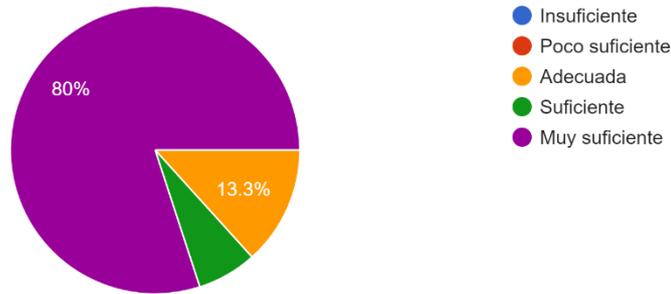


Figura 43: Pregunta 8 - Valoración de Usabilidad.

En la Figura 43 se reflejan los resultados de la pregunta 8, “**¿Qué tan fácil le resultó aprender a utilizar el software sin necesidad de ayuda externa?**”. Según la gráfica, el **80%** de los encuestados manifestó que la navegación por el software fue muy fácil.

¿Considera que la cantidad de objetos 3D representados en el recorrido virtual fue suficiente para su experiencia?  
15 respuestas



**Figura 44:** Pregunta 9 - Valoración de Usabilidad.

De acuerdo con la Figura 44, los resultados de la pregunta 9 “**¿Considera que la cantidad de objetos 3D representados en el recorrido virtual fue suficiente para su experiencia?**” indican que la mayoría de los encuestados es decir un **80%** consideró que los objetos en 3D realizados fueron muy suficientes.

#### **4.2. Discusión de los resultados**

El alto porcentaje (80%) de encuestados que encontraron la interacción con el software "muy fácil" sugiere que la metodología Kanban aplicada en el desarrollo del software facilitó una experiencia intuitiva y sin complicaciones. Esto es crucial para las PYMES, que generalmente tienen recursos limitados para la formación en nuevas tecnologías. Ver la tabla 21 donde se muestran los resultados de manera detallada.

**Tabla 21:** Resultados.

<b>Criterio</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Escala de Likert</b>	<b>Equivalencia de Encuestados</b>
<b>Distribución de Género</b>	<b>Género de los participantes</b>	Mujeres Hombres	60%, 40%
<b>Perfil de Encuestados</b>	<b>Propietario de una Pyme</b>	Propietarios No propietarios	53.3%, 40%
	<b>¿Cómo calificaría la capacidad del software para prevenir errores mientras lo utilizaba?</b>	Muy difícil Difícil Neutral Fácil Muy fácil	80% 0% 13% 5% 1.7%
	<b>¿Qué tan intuitiva le pareció la interfaz de usuario del software?"</b>	Nada intuitiva Poco intuitiva Neutral Intuitiva Muy intuitiva	0% 0% 13.3% 13.3% 73.4%
<b>Valoración de Usabilidad</b>	<b>¿Qué tan rápido y eficiente consideró el software?</b>	Muy lento e ineficiente Lento e ineficiente Neutral Rápido y eficiente Muy rápido y eficiente	0% 1.7% 13.3% 5% 80%
	<b>¿Qué tan atractiva le pareció la experiencia visual del software?</b>	Nada atractiva Poco atractiva Neutral Atractiva Muy atractiva	0% 1.7% 13.3% 5% 80%
	<b>¿Qué tan fácil le resultó aprender a utilizar el software sin necesidad de ayuda externa?</b>	Muy difícil Difícil Neutral	0% 0% 13.3%

<b>Criterio</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Escala de Likert</b>	<b>Equivalencia de Encuestados</b>
		Fácil	6.7%
		Muy fácil	80%
	¿Considera que la cantidad de objetos 3D representados en el recorrido virtual fue suficiente para su experiencia?	Insuficiente	0%
		Poco suficiente	0%
		Adecuada	5%
		Suficiente	1.7%
		Muy suficiente	80%

En el estudio de Li y Chen sobre recorridos virtuales para museos, se destaca la implementación de una capa lógica similar que gestiona la información de las exhibiciones y su representación en un entorno virtual [29]. Sin embargo, a diferencia de la solución para las PYMES de Guano, que incluye funciones específicas como "Registrar Producto" y "Eliminar Producto", el sistema de Li y Chen se enfoca más en la presentación y navegación de las exhibiciones sin una fuerte integración de gestión de inventario. Ambos sistemas comparten la funcionalidad de carga y renderizado de mapas en 2D y la visualización detallada de puntos de interés, aunque el recorrido virtual para museos se centra más en la experiencia educativa y menos en la gestión operativa de productos.

El estudio de Kim sobre recorridos virtuales en bienes raíces presenta una estructura similar en términos de la capa lógica y la presentación visual [30]. El sistema de Kim también utiliza una capa de negocio para gestionar las propiedades y sus detalles, con funcionalidades de adición y eliminación de propiedades que se asemejan a las funciones de "Registrar Producto" y "Eliminar Producto" en el software para PYMES. Sin embargo, el recorrido virtual en bienes raíces se enfoca más en la visualización en 3D de las propiedades, similar al recorrido 3D de las PYMES de Guano, pero con menos énfasis en la gestión continua de un catálogo de productos. Ambos sistemas destacan la importancia del atractivo visual y la facilidad de navegación, factores que son cruciales para la adopción por parte de los usuarios.

## **CAPÍTULO V.**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Se ha llegado a la conclusión de que Three.js es una herramienta versátil y poderosa que permite crear aplicaciones sorprendentes y visualmente atractivas en plataformas web. Esto ayudará a Guano a lanzar productos en pequeñas y medianas empresas (PYMES). La tecnología Three.js permitió a los usuarios demostrar y compartir contenido libremente con los usuarios, mejorando significativamente la experiencia del usuario y promoviendo el contenido local en el entorno digital.

El proceso de desarrollo de software de visitas virtuales utilizando Three.js permite a Guano desarrollar herramientas específicas para pymes. Se utilizó un enfoque iterativo, basado en metodologías ágiles como Kanban, que permite implementar el software en tiempo y forma para satisfacer las necesidades del desarrollador y del desarrollador. Además, se agregaron características estructurales y de comportamiento adicionales para satisfacer las necesidades del mercado local. Este proceso hace que el software sea menos costoso y más fácil de mantener.

En conclusión, el software desarrollado según la norma ISO/IEC 25010 demostró ser ampliamente utilizado, alcanzando un nivel de satisfacción global del 79,7%. Este resultado demuestra una experiencia positiva y funcional para los usuarios finales, que se distingue por la facilidad de uso, la alta velocidad, el atractivo visual, la capacidad de respuesta y la calidad del contenido 3D.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

El software ha sido evaluado como rápido y eficiente, según el 73,3% de los encuestados. Por lo tanto, optimizar el rendimiento. Esto implicaría revisiones de código continuas, optimización de consultas de bases de datos y una mejor gestión de recursos para que se cargue rápidamente y sea fácil de navegar incluso en dispositivos de gama baja.

La seguridad en un entorno local es importante. Esto implica la validación adecuada de los datos de entrada al no permitir vulnerabilidades internas del sistema, administrar los permisos de acceso dentro del sistema de forma segura y establecer procedimientos para la gestión segura de datos confidenciales almacenados dentro del sistema local. También implica aplicar técnicas de cifrado para proteger la integridad y confidencialidad de la información, afirmando así la solidez del software y la seguridad de los activos comerciales.

Niveles avanzados de personalización para adaptar el software a los requisitos particulares de la empresa al permitir configuraciones de interfaz configurables, soportar varios idiomas y una fácil integración con los sistemas actuales y también asegurar que sea posible escalar para que la creciente demanda y las características adicionales en el futuro sean compatibles.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. Jasmin Alban Velastegui, “FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y DESARROLLO TURÍSTICO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”
- [2] “Motor de videojuegos | Crea videojuegos multiplataforma con Unreal Engine - Unreal Engine.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.unrealengine.com/es-ES/uses/games>
- [3] “Three.js – Dallonses.” Accessed: May 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.dallonses.com/es/tecnologia/three-js/>
- [4] A. Kurtuluş, “The effects of web-based interactive virtual tours on the development of prospective mathematics teachers’ spatial skills,” *Comput Educ*, vol. 63, pp. 141–150, Apr. 2013, doi: 10.1016/J.COMPEDU.2012.11.009.
- [5] J. I. Messner, “An evaluation of immersive virtual reality systems for design reviews,” 2013, Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/286095846>
- [6] “How to capture an image using THREE.PerspectiveCamera? - Questions - three.js forum.” Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://discourse.threejs.org/t/how-to-capture-an-image-using-three-perspectivecamera/6749>
- [7] “Renderfarm.js - server side photorealistic rendering of threejs scenes - Showcase - three.js forum.” Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://discourse.threejs.org/t/renderfarm-js-server-side-photorealistic-rendering-of-threejs-scenes/12227/19?page=2>
- [8] “[ES] Three.js 101 : Hola Mundo! (Parte 1) | by @necsoft | Medium.” Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://medium.com/@necsoft/es-three-js-101-hola-mundo-parte-1-e821592823db>
- [9] “THREE.JS – Primeros pasos – The Five Planets.” Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://thefiveplanets.org/blog/three-js-pimeros-pasos/>
- [10] “THREEjs Virtual Tours Engine - Showcase - three.js forum.” Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: <https://discourse.threejs.org/t/threejs-virtual-tours-engine/42748>
- [11] “Plataformas HTML5 y JavaScript para juegos: three.js.” Accessed: Sep. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.itdo.com/blog/plataformas-html5-y-javascript-para-juegos-three-js/>

- [12] “¿Qué es Unreal Engine? Cómo funciona y por qué es tan famoso.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.somosxbox.com/que-es-unreal-engine-como-funciona-y-por-que-es-tan-famoso/986474>
- [13] “Unreal Engine 5: Características principales del nuevo motor gráfico de Epic.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://quasardynamics.com/principales-caracteristicas-de-unreal-engine-5/>
- [14] “Nanite, a revolution for virtualized geometry with Unreal Engine 5.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://sky-real.com/news/nanite-a-revolution-for-virtualized-geometry-with-unreal-engine-5/>
- [15] “Lumen Global Illumination and Reflections in Unreal Engine | Unreal Engine 5.0 Documentation | Epic Developer Community.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: [https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/lumen-global-illumination-and-reflections-in-unreal-engine?application\\_version=5.0](https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/lumen-global-illumination-and-reflections-in-unreal-engine?application_version=5.0)
- [16] O. Chavarrea Jairo Santiago Tutor and I. Diego Marcelo Reina Haro Riobamba, “UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICACIÓN WEB CON CONTENIDO 3D PARA SIMULAR OBJETOS DEL MUSEO DEL CANTÓN GUANO APLICANDO LA TECNOLOGÍA THREE”.
- [17] “HTML: Lenguaje de etiquetas de hipertexto | MDN.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTML>
- [18] “PHP: ¿Qué es PHP? - Manual.” Accessed: May 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- [19] “¿Qué es Visual Studio Code y cuáles son sus ventajas? | Arsys.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.arsys.es/blog/que-es-visual-studio-code-y-cuales-son-sus-ventajas>
- [20] “Documentación | Mapbox GL JS.” Accessed: May 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.esri.co/es-ec/productos/api/apis-web/mapbox-gl-js>
- [21] “¿QUE ES XAMPP Y COMO PUEDO USARLO? – Nettix Perú.” Accessed: May 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.nettix.com.pe/blog/web-blog/que-es-xampp-y-como-puedo-usarlo>
- [22] “Metodología Kanban y diseño de videojuegos.” Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/metodolog%C3%ADa-kanban-y-dise%C3%B1o-de-videojuegos-sergio-g-cabezas>
- [23] S. Xavier Zhuño Quizhpe, ““Desarrollo de un software educativo aplicando la metodología Kanban, para el aprendizaje de vocabulario básico de inglés.”

- [24] T. Ohno, "Toyota Production System Beyond Large -Scale Production Taiichi Ohno," *Production*, vol. 1999, no. December, pp. 1–155, 1988, Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: [https://books.google.it/books/about/Toyota\\_Production\\_System.html?id=7\\_-67SshOy8C&redir\\_esc=y](https://books.google.it/books/about/Toyota_Production_System.html?id=7_-67SshOy8C&redir_esc=y)
- [25] "¿Qué es un tablero Kanban y cómo utilizarlo? Explicación básica." Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://businessmap.io/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-tablero-kanban>
- [26] "Metodología Kanban y diseño de videojuegos." Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/metodolog%C3%ADa-kanban-y-dise%C3%B1o-de-videojuegos-sergio-g-cabezas>
- [27] "ISO 25010." Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- [28] "ISO 25010." Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?start=3>
- [29] "ARQUITECTURAS DE APLICACIONES WEB DE – Mundo 3d Web Vargas." Accessed: May 19, 2024. [Online]. Available: <https://tec755.wordpress.com/infografia/>
- [30] "Los museos virtuales como recurso& enseñanza-aprendizaje" Accessed: May 19, 2024. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2089302.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1: Encuesta

<https://forms.gle/X2sA5SjfjCGcPUJf8>

The image shows a Google Forms survey interface. At the top left is the Unach logo (Universidad Nacional de Chimborazo). To the right, it says 'CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN'. The main title of the survey is 'Evaluación de Usabilidad: SOFTWARE DE RECORRIDO VIRTUAL PARA PYMES CON UNA VITRINA WEB DEL CANTÓN GUANO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA THREE.JS'. Below the title is a rich text editor with icons for bold, italic, underline, link, and unlink. The first question is '¿Cuál es tu nombre?' with a text input field. The second question is '¿Cuál es tu sexo?' with radio button options for 'Hombre' and 'Mujer'. The third question is 'Elija la respuesta correcta' with radio button options: 'Soy propietario de una pequeña y mediana empresa (Pyme)' and 'Soy consumidor de una pequeña y mediana empresa (Pyme)'.

**Unach**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CARRERA DE  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA  
DE LA INFORMACIÓN

***Evaluación de Usabilidad: SOFTWARE DE RECORRIDO  
VIRTUAL PARA PYMES CON UNA VITRINA WEB DEL CANTÓN  
GUANO UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA THREE.JS***

B I U ↻ ✕

Descripción del formulario

¿Cuál es tu nombre?

Texto de respuesta breve

¿Cuál es tu sexo?

Hombre

Mujer

Elija la respuesta correcta

Soy propietario de una pequeña y mediana empresa (Pyme)

Soy consumidor de una pequeña y mediana empresa (Pyme)

¿Qué tan intuitiva le pareció la interfaz de usuario del software?

- Nada intuitiva
- Poco intuitiva
- Neutral
- Intuitiva
- Muy intuitiva

¿Qué tan rápido y eficiente consideró el software?

- Muy lento e ineficiente
- Lento e ineficiente
- Neutral
- Rápido y eficiente
- Muy rápido y eficiente

¿Qué tan atractiva le pareció la experiencia visual del software?

- Nada atractiva
- Poco atractiva
- Neutral
- Atractiva
- Muy atractiva

¿Qué tan fácil le resultó aprender a utilizar el software sin necesidad de ayuda externa?

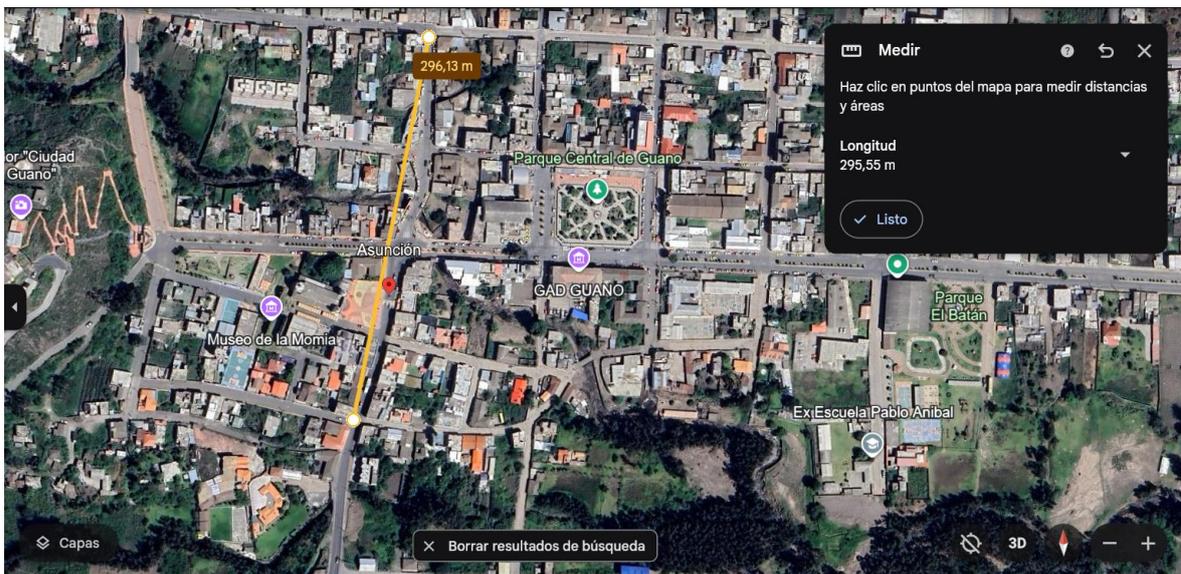
- Muy difícil
- Difícil
- Neutral
- Fácil
- Muy fácil

¿Considera que la cantidad de objetos 3D representados en el recorrido virtual fue suficiente para su experiencia?



- Insuficiente
- Poco suficiente
- Adecuada
- Suficiente
- Muy suficiente

## Anexo 2: Longitud Avenida Asunción



**Anexo 3: Encuesta a propietario de una PYME**



**Anexo 4: Encuesta a Consumidor**

