



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE SOFTWARE**

**Tema:**

---

**APLICACIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA  
PARA FOMENTAR EL TURISMO CULTURAL EN EL MUSEO DE LA  
UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR**

---

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la  
obtención del título de Ingeniera de Software

**ÁREA:** Software

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Desarrollo de software

**AUTOR:** Noelia Abigail Núñez Arroba

**TUTOR:** Ing. Oscar Fernando Ibarra Torres, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**febrero - 2024**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: APLICACIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA FOMENTAR EL TURISMO CULTURAL EN EL MUSEO DE LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Noelia Abigail Núñez Arroba, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Oscar Fernando Ibarra Torres, Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: APLICACIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA FOMENTAR EL TURISMO CULTURAL EN EL MUSEO DE LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2024.



---

Noelia Abigail Núñez Arroba

C.C. 1850193838

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2024.



---

Noelia Abigail Núñez Arroba

C.C. 1850193838

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por la señorita Noelia Abigail Núñez Arroba, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado APLICACIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA FOMENTAR EL TURISMO CULTURAL EN EL MUSEO DE LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2024.

-----  
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Santiago David Jara Moya, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Edison Homero Álvarez Mayorga  
PROFESOR CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo se lo dedico a mi padre, Patricio Núñez (que desde el cielo sé que me sigue apoyando), y mi madre, Anita Arroba, quienes siempre estuvieron junto a mí en el transcurso de mi vida estudiantil como una presencia constante llena de amor y de apoyo. También a mi hermano, Ariel, quien estuvo allí para ayudarme cuando lo necesitaba.*

*A mis tías, primas y abuelitos quienes de alguna manera estuvieron presentes y al tanto de lo que sucedía.*

*Además, a mis dos amigos quienes me daban fuerza para continuar (o me hacían reír en los momentos más duros).*

*Y a mis mascotas que me acompañaban en las noches de desvelo.*

***Noelia Abigail Núñez Arroba***

## AGRADECIMIENTO

*Primero quiero agradecer a Dios porque gracias a él es que puedo llegar hasta aquí.*

*A mis padres y hermano por siempre estar junto a mí apoyándome y acompañándome.*

*A mis tías, primas y abuelitos por estar siempre pendientes.*

*A mis amigos por ayudarme cuando los necesitaba, tenerme paciencia y darme apoyo.*

*A mi tutor Ing Fernando Ibarra por ayudarme y orientarme para realizar el presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. David Guevara, representante del colegio Bolívar por ayudarme y ser una guía en el transcurso de la realización del proyecto. También, a la Lic. Cristina León por darme la oportunidad de realizar el trabajo en el museo, así como por su tiempo.*

***Noelia Abigail Núñez Arroba***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xviii</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xx</b>
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos .....	2
1.3 Fundamentación teórica .....	3
1.4 Objetivos .....	24



1.4.1 Objetivo general.....	24
1.4.2 Objetivos específicos .....	24
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
2.1 Materiales.....	26
2.2 Métodos.....	26
2.2.1 Modalidad de la investigación .....	26
2.2.2 Población y muestra .....	26
2.2.3 Recolección de información.....	28
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos .....	37
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
3.1 Análisis y discusión de los resultados .....	39
3.2 Desarrollo de la propuesta.....	51
3.2.1 Fase I: Recopilación de requisitos.....	51
3.2.2 Fase II: Diseño de prototipo.....	62
3.2.3 Fase III: Construcción.....	70
3.2.4 Fase IV: Pruebas .....	90
3.2.5 Fase V: Implantación .....	94
3.3 Modelo de Aceptación Tecnológica.....	96
3.3.1 Cuestionario para el modelo TAM.....	96
3.3.2 Resultados del modelo TAM .....	97
3.4 Fotogrametría para modelos 3D.....	99

<b>CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>101</b>
4.1 Conclusiones .....	101
4.2 Recomendaciones.....	102
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de las varianzas del Alfa de Cronbach .....	28
Tabla 2. Resultados encuesta – Pregunta 1 .....	29
Tabla 3. Resultados encuesta – Pregunta 2 .....	30
Tabla 4. Resultados encuesta – Pregunta 3 .....	31
Tabla 5. Resultado encuesta – Pregunta 4.....	32
Tabla 6. Resultado encuesta – Pregunta 5.....	33
Tabla 7. Resultado encuesta – Pregunta 6.....	34
Tabla 8. Resultado encuesta – Pregunta 7.....	35
Tabla 9. Resultado encuesta – Pregunta 8.....	36
Tabla 10. Tabla comparativa de metodologías de desarrollo.....	41
Tabla 11. Tabla comparativa de herramientas para gestión de proyectos.....	43
Tabla 12. Tabla comparativa de herramientas de prototipado .....	44
Tabla 13. Tabla comparativa de herramientas de control de versiones .....	45
Tabla 14. Tabla comparativa de base de datos.....	46
Tabla 15. Tabla comparativa de herramientas frontend.....	47
Tabla 16. Tabla comparativa de herramientas Backend .....	47
Tabla 17. Tabla comparativa de frameworks CSS.....	48
Tabla 18. Tabla comparativa de herramientas para RA.....	49
Tabla 19. Tabla comparativa de aplicaciones para fotogrametría.....	50
Tabla 20. Plantilla para las Historias de Usuario [64] .....	52

Tabla 21. Historia de usuario - Autenticación de usuario .....	54
Tabla 22. Historia de usuario - Crear usuario .....	54
Tabla 23. Historia de usuario - Listar usuarios. ....	55
Tabla 24. Historia de usuario - Modificar usuario. ....	55
Tabla 25. Historia de usuario - Eliminar usuario. ....	55
Tabla 26. Historia de usuario - Cambiar contraseña propia.....	56
Tabla 27. Historia de usuario – Listar secciones del museo. ....	56
Tabla 28. Historia de usuario - Crear secciones del museo. ....	56
Tabla 29. Historia de usuario - Modificar secciones del museo. ....	57
Tabla 30. Historia de usuario - Eliminar sección.....	57
Tabla 31. Historia de Usuario - Listar piezas del museo .....	57
Tabla 32. Historia de usuario – Agregar nuevas piezas. ....	58
Tabla 33. Historia de usuario - Modificar piezas del museo.....	58
Tabla 34. Historia de usuario - Eliminar piezas del museo.....	58
Tabla 35. Historia de usuario - Ver piezas existentes en el museo.....	59
Tabla 36. Historia de usuario - Ver piezas en Realidad Aumentada. ....	59
Tabla 37. Estimación de historias de usuario mediante MTV .....	59
Tabla 38. Plan de entrega.....	60
Tabla 39. Pruebas de aceptación - Iteración 1.....	90
Tabla 40. Pruebas de aceptación – Iteración 2.....	91
Tabla 41. Pruebas de aceptación – Iteración 3.....	92

Tabla 42. Pruebas de usabilidad.....	92
Tabla 43. Cuestionario de evaluación del modelo TAM .....	97
Tabla 44. Resultados de la encuesta TAM – Utilidad percibida.....	97
Tabla 45. Resultados de la encuesta TAM – Facilidad de uso percibida.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de Scrum [36] .....	14
Figura 2. Metodología Kanban [37].....	15
Figura 3. Fases de la metodología XP .....	16
Figura 4. Fases de la metodología RAD .....	17
Figura 5. Resultados de la encuesta – Pregunta 1 .....	30
Figura 6. Resultados encuesta – Pregunta 2.....	31
Figura 7. Resultados encuesta – Pregunta 3.....	32
Figura 8. Resultado encuesta – Pregunta 4 .....	33
Figura 9. Resultado encuesta – Pregunta 5 .....	34
Figura 10. Resultado encuesta – Pregunta 6 .....	35
Figura 11. Resultado encuesta – Pregunta 7 .....	36
Figura 12. Resultado encuesta – Pregunta 8 .....	37
Figura 13. Diagrama del proceso actual de la gestión de información del museo.....	39
Figura 14. Diagrama del proceso con el sistema.....	41
Figura 15: Arquitectura de la aplicación.....	61
Figura 16. Diseño de la base de datos .....	61
Figura 17. Prototipo para la autenticación de usuario.....	62
Figura 18. Prototipo para el perfil de usuario. ....	63
Figura 19. Prototipo para la administración de los usuarios. ....	63
Figura 20. Prototipo para agregar un nuevo usuario.....	64

Figura 21. Prototipo para la administración de las secciones del museo. ....	64
Figura 22. Prototipo del modal para agregar una nueva sección del museo. ....	65
Figura 23. Prototipo para la administración de piezas. ....	65
Figura 24. Prototipo para agregar una nueva pieza. ....	66
Figura 25. Prototipo para los reportes .....	66
Figura 26. Prototipo de la página de inicio. ....	67
Figura 27: Prototipo para información de visitas. ....	68
Figura 28. Prototipo de la página de colección del museo. ....	68
Figura 29. Prototipo de modal de información de la pieza. ....	68
Figura 30. Prototipo para la visualización del código QR. ....	69
Figura 31. Prototipo de la visualización de la pieza 3D en móvil. ....	69
Figura 32. Ramas iniciales del proyecto en GitHub .....	70
Figura 33: Comando para crear el proyecto en React. ....	70
Figura 34: Comando para agregar Bootstrap al proyecto .....	70
Figura 35. Comando para agregar las herramientas para el backend. ....	71
Figura 36. Pantalla de ingreso a la aplicación .....	71
Figura 37. Código para iniciar sesión - Backend .....	71
Figura 38. Tabla del listado de usuarios. ....	72
Figura 39. Código para obtener usuarios - Backend. ....	72
Figura 40. Formulario para agregar un usuario. ....	73
Figura 41. Código para crear un nuevo usuario - Backend. ....	73

Figura 42. Formulario para editar usuario.....	74
Figura 43. Código para editar usuario - Backend .....	74
Figura 44. Eliminar usuario.....	75
Figura 45. Código para eliminar usuario – Backend.....	75
Figura 46. Tabla del listado de secciones.....	76
Figura 47. Código para obtener listado de secciones - Backend.....	76
Figura 48. Formulario para agregar nueva sección.....	77
Figura 49. Código para agregar sección - Backend .....	77
Figura 50. Formulario para editar una sección.....	78
Figura 51. Código para editar sección - Backend .....	78
Figura 52. Eliminar sección .....	79
Figura 53. Código para eliminar una sección - Backend .....	79
Figura 54: Tabla de listado de piezas .....	80
Figura 55. Código para listar piezas - Backend .....	80
Figura 56. Formulario para agregar una nueva pieza.....	81
Figura 57. Código para crear pieza – Backend .....	81
Figura 58: Formulario para editar pieza.....	82
Figura 59. Código para editar pieza – Backend .....	82
Figura 60. Perfil de usuario administrador.....	83
Figura 61. Perfil usuario encargado .....	83
Figura 62. Código para obtener un usuario - Backend.....	83



Figura 63. Reporte de piezas por popularidad .....	84
Figura 64. Impresión del reporte .....	85
Figura 65: Inicio.....	85
Figura 66. Inicio – Información .....	85
Figura 67. Inicio (colección).....	86
Figura 68. Colección .....	86
Figura 69. Modal con la pieza desde PC.....	87
Figura 70. QR de la pieza.....	87
Figura 71. Modelo 3D (Móvil).....	88
Figura 72. Código para aplicar Realidad Aumentada .....	88
Figura 73. Realidad aumentada con la pieza.....	89
Figura 74:Inicio (Visitas) .....	89
Figura 75. Información sobre visitas.....	90
Figura 76. Creación de la base de datos en producción .....	94
Figura 77. Servicio implementado en Railway .....	95
Figura 78. Aplicación web implantada .....	95
Figura 79. Código QR en museo.....	96
Figura 80. Modelo TAM - Utilidad percibida.....	98
Figura 81. Modelo TAM – Facilidad de uso percibida.....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Cuestionario realizado para la encuesta.....	111
Anexo B. Manual de usuario.....	111

## RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, varias organizaciones buscan captar el interés de las personas mediante el uso de nuevas tecnologías. Este es el caso de los museos que buscan atraer más visitantes y brindarles una mejor experiencia.

El presente proyecto, busca una manera de fomentar el turismo cultural en los museos, proponiendo una aplicación web que utilice realidad aumentada. Así pues, se realizaron encuestas para conocer el interés de los visitantes sobre esta tecnología. Además, para el desarrollo de la aplicación, se utilizó la metodología RAD (Rapid Application Development) la cual permite un contacto cercano con el cliente y una entrega rápida del producto. Como herramientas para el desarrollo se utilizó Express.js y React.js junto con el gestor de base de datos relacional MySQL. También, se utilizó Model Viewer para aplicar Realidad Aumentada y la técnica de fotogrametría para modelar las piezas 3D del museo.

Con esto se obtuvo una aplicación que permite gestionar las piezas del museo y que, a su vez, alimenta la página visible para los visitantes, quienes podrán observar información técnica sobre cada pieza, así como un modelo 3D de la misma.

**Palabras clave:** Aplicación web, realidad aumentada, turismo cultural, RAD.

## ABSTRACT

Currently, several organizations are seeking to capture people's interest through the use of new technologies. This is the case of museums that seek to attract more visitors and provide them with a better experience.

This project seeks a way to promote cultural tourism in museums by proposing a web application that uses augmented reality. Thus, surveys were conducted to find out the interest of visitors in this technology. In addition, the RAD (Rapid Application Development) methodology was used for the development of the application, which allows a close contact with the client and a quick delivery of the product. Express.js and React.js were used as development tools along with the MySQL relational database manager. Also, Model Viewer was used to apply Augmented Reality and the photogrammetry technique to model's 3D the museum's exhibits.

This resulted in an application that allows to manage the museum exhibits and, in turn, feeds the visible page for visitors, who can see technical information about each exhibit, as well as a 3D model of it.

**Keywords:** Web application, augmented reality, cultural tourism, RAD.

# CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Tema de investigación

APLICACIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA FOMENTAR EL TURISMO CULTURAL EN EL MUSEO DE LA UNIDAD EDUCATIVA BOLÍVAR

### 1.1.1 Planteamiento del problema

Durante varios años, los museos, a nivel mundial, se han centrado principalmente en el almacenamiento y la conservación de exhibiciones valiosas, dejando a la comunicación en un segundo plano. Esta situación ha creado una brecha entre museo y visitantes. No obstante, en los últimos años, los museos se han visto en la necesidad de idear estrategias para mejorar la comunicación y fomentar su función como entidades informativas y difusoras [1].

Además, el aspecto cultural de Ecuador es tan importante que en el artículo 276 de la Constitución de la República del Ecuador establece como objetivo del Estado “Proteger y promover la diversidad cultural y respetar sus espacios de reproducción e intercambio; recuperar, preservar y enriquecer la memoria social y el patrimonio cultural” [2]. Esto hace énfasis sobre la responsabilidad del Estado de preservar el legado histórico y promover la diversidad cultural en todas sus manifestaciones.

Sin contar que, la pandemia del COVID-19 ha causado revuelo en el sector turístico de Ecuador: hoteles, restaurantes, centros turísticos y museos han cerrado dejando a miles de personas sin trabajo. Como resultado directo de esta situación, el turismo ha asestado un duro golpe a la economía nacional, cayendo del tercer al sexto lugar en el ranking de ingresos de divisas no petroleras en 2022 [3].

Actualmente, el Museo de la Unidad Educativa Bolívar, posee visitantes que acuden gracias a una invitación, ocupando los días de fiesta de la localidad para visitar ingresar, aun así, la mayor parte de los turistas prefieren realizar otras actividades

recreacionales dejando de lado la posibilidad de asistir al museo como principal forma de recreación [4].

Dado que Ambato, al igual que el resto de Ecuador, depende en gran medida del turismo, es fundamental que el Museo de la Unidad Educativa Bolívar encuentre formas de innovar y ofrecer nuevas experiencias interactivas e innovadoras, así como contenidos más atractivos, para atraer la atención de más audiencia, en especial niños y adolescentes [3].

## **1.2 Antecedentes investigativos**

Una vez que se realizó una revisión sobre trabajos de investigación y artículos científicos en sitios dedicados a la recopilación de los mismos, encontrando los siguientes documentos referentes a aplicaciones con realidad aumentada para mejorar el turismo.

El artículo titulado ‘Augmented Reality in Tourism - Research and Applications Overview’, escrito por Anabel L. Keckes e Igor Tomicic, 2017 [5], plantea como puntos importantes para realizar aplicaciones de Realidad Aumentada la dinámica, interactividad, capacidad de entretenimiento, fuerte conexión entre el contexto del usuario y el contenido entregado. Además, la interfaz de usuario intuitiva debe evitar sobrecarga cognitiva y navegación simple dentro de la aplicación. También se menciona que la Realidad Aumentada es un factor que ayuda a mejorar la experiencia de los usuarios en el lugar turístico al que asisten. Sin contar, que proporciona una mejor comprensión y obtención de información, siempre y cuando, esta sea entregada de una manera adecuada sin afectar el uso de la aplicación ni la experiencia del usuario.

Para esto, Gilbert Adrián Mengana de la Fé y Dionis López Ramos, 2019 [6] en su artículo ‘Realidad Aumentada, una herramienta para la gestión de los valores patrimoniales’, presentan el diseño y la implementación de una aplicación móvil para el sistema operativo Android que busca utilizar la Realidad Aumentada con el fin de recorrer la sala de artes del museo Emilio Bacardí Moreau de Santiago de Cuba sin un guía. Lo que pretende es que, mediante la cámara del celular, se pueda visualizar la información de cada obra allí expuesta.

También José Francisco Maldonado Guerrón, 2019 [7], en su trabajo de investigación ‘Desarrollo de una aplicación basada en realidad aumentada para la promoción del Parque Nacional Yasuní’, propone el uso de una aplicación Web con realidad aumentada para promocionar el turismo al Parque Nacional Yasuní, con la intención de atraer varios visitantes, no solo de la índole científica, si no, público que tengan diversos bagajes culturales. Como resultado se obtuvo siete modelos 3D: cinco de fauna, dos de comunidades y un visor web, los cuales irían en la aplicación.

Así mismo, Franklin Orlando Caiza y Erika Liliana Sasig, 2022 [8] en su trabajo de investigación ‘Desarrollo de una aplicación web y móvil de realidad aumentada para el museo de la Casa de los Marqueses de Miraflores de la ciudad de Latacunga’, muestra el uso de Realidad Aumentada, en aplicaciones Web y móvil, para brindar información interactiva y mejorada con el fin de incrementar el interés de los visitantes. Además, menciona que el uso de esta aplicación mejoró la experiencia del recorrido, aumentando la satisfacción de las autoridades y visitantes de la Casa de los Marqueses de Miraflores.

### **1.3 Fundamentación teórica**

#### **1.3.1 Turismo**

El turismo es toda aquella actividad que implica el desplazamiento de los seres humanos a un lugar distinto del que se encuentran, esto con intenciones de descansar, divertirse y tener contacto con aquel lugar. Es por ello que el turismo se puede entender como un fenómeno complejo y multidisciplinar que engloba aspectos económicos, sociales, antropológicos, históricos, medioambientales y más; involucrando a sectores empresariales, estatales, no gubernamentales e incluso a las poblaciones que habitan en aquel sitio turístico, así como a los turistas [9]. Así que, al hablar de turismo se puede incluir varios lugares que dan como resultado una clasificación dependiendo la actividad que se vaya a realizar, pudiendo encontrar al turismo de negocios, gastronómico, de compras, cultural, de naturaleza y muchas otras clasificaciones más [4].

### **1.3.2 Turismo cultural**

El turismo cultural se puede definir como una actividad cuya esencia se encuentra en el aprendizaje, descubrimiento, experimentación y consumo de las atracciones o productos culturales, ya sean estas tangibles o intangibles, del lugar el cual se visita (lugar destino). Estas atracciones o productos culturales tienen relación con elementos distintivos en cuanto a lo espiritual, emocional, intelectual, y material de una sociedad en particular. Esto abarca: arte, arquitectura, patrimonio histórico, patrimonio culinario, literatura, creencias, tradiciones, música y culturas vivas junto con su estilo de vida [10].

### **1.3.3 Museos**

Los museos son dispositivos de memoria encargados de reconstruir el pasado cultural mediante la representación espacial y cronológica de una localidad, esto a través de sus distintas piezas de arqueología y saberes que se fusionan en este espacio para convertirlo en un instrumento socializador. Además, este espacio ha propiciado el diálogo para la educación, investigación, artesanía y turismo cultural volviéndose lugares de interés local [11].

### **1.3.4 Sistema de información (SI)**

Los sistemas de información cumplen un rol importante en la gestión de información de empresas y organizaciones, teniendo como elementos importantes los datos, la información y el conocimiento. De esta manera un SI puede definirse como un conjunto formal de componentes que interactúan entre sí para recopilar, elaborar y distribuir información necesaria con el fin de apoyar los procesos de toma de decisiones de una empresa u organización [12].

### **1.3.5 Aplicación web**

Las aplicaciones web son herramientas que trabajan con el estándar HTML (HyperText Markup Language) y permiten al usuario llevar a cabo diversas operaciones a través de un dispositivo conectado a Internet, con el objetivo de reducir



el tiempo empleado en dichas actividades. La facilidad de uso ha provocado en los usuarios una aceptación en esta tecnología. Además, permite un acceso simultáneo a sus funciones debido a la combinación de procesos y comunicación con la base de datos [13].

De esta se pueden destacar los siguientes tipos:

- **Redes sociales:** tienen el propósito de incitar a la creación de comunidades y oportunidades de intercambio social. Aquí destaca Facebook.
- **Foros:** aquí los usuarios están invitados a dialogar sobre temas de interés común.
- **Compartir y organizar fotografías:** están creadas con el propósito de almacenar, organizar, editar, visualizar y compartir fotografías. Un ejemplo de esto es Picasa.
- **Compartir video y música:** el propósito de estas es el almacenar, compartir y visualizar/escuchar música o vídeos. Aquí se puede mencionar a YouTube.
- **Ofimática Web:** son herramientas que no requieren instalarse en un equipo para funcionar. Se destaca Google Docs.
- **Blog:** sirven para la recolección de artículos u opiniones cuyos autores pueden ser uno o varios. Un ejemplo es WordPress.
- **Microbloggin:** sirve para que los usuarios puedan realizar publicaciones o enviar mensajes breves (con un máximo de 140 caracteres). El mejor ejemplo para esta categoría es Twitter (ahora llamado X) [14].

### 1.3.6 Desarrollo web

La Ingeniería de Software tiene un papel relevante en el desarrollo, portabilidad, funcionalidad, productividad y fiabilidad del software, siendo el Desarrollo Web el que demanda más capacidad debido a que se debe tomar en cuenta varios aspectos como: la naturaleza no lineal del hipertexto, la actualización de la información y las

múltiples plataformas en las cuales se deben desplegar. Es por esto que el empleo de tiempo y esfuerzo es mayor que en este tipo de aplicaciones que en una aplicación tradicional [15].

### **1.3.7 Framework**

El Framework es un paquete compuesto de carpetas y archivos estructurados que proporciona funciones útiles para el desarrollador, esto incluye: mejorar el flujo de trabajo y las prácticas referentes a los aspectos básicos de la programación (como el código repetitivo y la estructura general de la aplicación). Además, ayuda con estrategias para el enrutamiento, gestión de estado, agrupación, entre otros; simplificando y respaldando el proceso de construcción del sitio web [16].

### **1.3.8 Herramientas de desarrollo frontend**

#### ***a. Angular***

Fue creado inicialmente en 2008, en ese entonces conocido como AngularJS y se desarrollaba en JavaScript simple. Este fue uno de los primeros frameworks en tomar el enfoque Single Page Application (SPA). Luego se lanzó Angular 2 que fue una completa reescritura del framework basándose completamente en el uso de jerarquía de componentes e implementando TypeScript (el cual luego se convierte en JavaScript)[16].

#### ***b. React JS***

React es una biblioteca de JavaScript que fue desarrollada en 2011 por Facebook y pasó a ser un software de código abierto en 2013. Trabaja mediante componentes que se pueden unir para generar interfaces complejas y utiliza una extensión de sintaxis a JavaScript denominado JSX. Su principal propósito es desarrollar interfaces de usuario interactivas que faciliten la visualización al actualizar los datos. Además, también se puede usar para el desarrollo móvil (React Native) y de realidad virtual (React360) [17].

### *c. Vue*

Es un framework de JavaScript creado en 2014 por Evan You, un ex empleado de Google, y es de código abierto. Este permite crear aplicaciones model–view–viewmodel (MVVM). Está compuesto de componentes los cuales se ejecutarán dentro de otro componente. Sus ventajas principales radican en la velocidad de ejecución del código, velocidad de presentación de páginas, tamaño de código mínimo y alta flexibilidad [18].

## **1.3.9 Herramientas de desarrollo backend**

### *a. Django*

Django es un framework de código abierto cuya estructura web depende de Python. Se ocupa de varias tareas importantes de mejora web como: confirmación de clientes, mapas de sitios web, organización de contenidos y canales RSS (Really Simple Syndication). También, la disposición de las páginas de administrador (crear, recuperar, actualizar y borrar) están bien planificadas de manera que se pueden entregar a las páginas finales de manera limpia y segura [19]. Además, Django se encarga de registrar todos los cambios producidos en los modelos de la base de datos para proceder a realizar la migración correspondiente, sin la necesidad de aplicar parches SQL [20].

### *b. Laravel*

Laravel es un framework muy completo, tanto en su documentación como en sus elementos, el cual fue pensada para aquellos desarrolladores de PHP que necesitan crear modelos rápido con una perspectiva de gran alcance. Soporta una arquitectura MVC y utiliza Eloquent mediante al cual accedes a los datos de una base de datos de manera sencilla, eficaz y consistente [19].

### *c. Express.js*

Express.js es un framework, creado sobre Node js, el cual proporciona, de una manera simplificada, las funciones principales de Node, entre las cuales están: un módulo HTTP que permite el manejo de solicitudes de manera simple (sin necesidad de

reescribirlas), la definición de rutas para el manejo de solicitudes y el renderizado de activos estáticos [21].

### **1.3.10 Frameworks CSS**

Los frameworks CSS son colecciones de clases CSS que facilitan el diseño de una página. Para escoger framework CSS, a utilizar, se debe tener en cuenta la complejidad en su instalación, la curva de aprendizaje, las opciones de configuración, la integridad con otros sistemas y la disponibilidad a largo plazo [22].

#### ***a. Bootstrap***

Bootstrap posee un kit de herramientas que permite generar de manera fácil y rápida páginas web responsivas, esto gracias a su sistema de cuadrículas que se basa en la funcionalidad CSS: flexbox. Además, proporciona gran cantidad de temas prediseñados para distintas páginas, ya sean web o móvil, los cuales se pueden adquirir de forma paga. Incluso posee más de 1800 íconos de gran calidad que pueden ser utilizados de manera gratuita [23]. Sus características claves radican en su fácil generación de páginas responsivas, una comunidad amplia, componentes enriquecidos y personalización de los diseños mediante CSS [24].

#### ***b. Tailwind CSS***

Es una framework, creado en 2017, el cual proporciona clases de utilidad de bajo nivel más cortas que los nombres de estilos CSS; esto con la finalidad de crear código reducido y no utilizar hojas de estilos personalizadas [23]. Tailwind no proporciona componentes listos para usar, pues tiene como propósito dejar al desarrollador la libertad para diseñar y estructurar su sitio web según sus propios criterios [24].

Las principales características de Tailwind son:

- Gran flexibilidad al proporcionar a los desarrolladores las suficientes clases de utilidad para personalizar el diseño de su sitio web.
- Puede ser configurable según las necesidades del desarrollador.

- Es liviano, lo que minimiza el tiempo de carga.
- Ofrece un diseño minimalista y moderno.

### *c. Foundation*

Foundation es un framework empresarial avanzado para el desarrollo de interfaces de sitios web y aplicaciones móviles, el cual proporciona una interfaz de usuario y un desarrollo de experiencia de usuario rápido evitando la creación de todas las clases HTML, CSS y estilos desde cero. Su enfoque se basa en crear sitios web optimizados, ultrarrápidos, con una navegación fuera de lienzo y aceleración en la unidad de procesamiento de gráficos [22].

## **1.3.11 Lenguajes de programación para Realidad Aumentada.**

### *a. JavaScript*

Java Script es un lenguaje de programación para el desarrollo de páginas web dinámicas incorporando efectos, animaciones, acciones y ventanas de aviso con mensajes. Al ser un lenguaje de programación interpretado se los puede probar directamente en un navegador [25]. Al ser un lenguaje para navegadores, la mayoría de frameworks y herramientas para Realidad Aumentada en Web lo utilizan con el motivo de generar una buena experiencia y mejor integración [26].

### *b. Phyton*

Python es un lenguaje de programación creado en los años 90 por Guido van Rossum, el cual es considerado como un lenguaje multi-paradigmas ya que proporciona al desarrollador facilidades para una programación imperativa, funcional y orientada a objetos. Además, al ser un lenguaje de alto nivel cuenta con listas, tuplas, diccionarios y conjuntos, los cuales permiten realizar tareas complejas con pocas líneas de código [27]. Python es usado para Realidad Aumentado debido a su compatibilidad con herramientas de visión y su capacidad para realizar las operaciones necesarias como matrices de transformación [28].

### 1.3.12 Base de datos

Una Base de Datos es un grupo de datos que comparten el mismo contexto y son almacenados de manera sistemática en registros, los cuales facilitan el de los datos al momento de ingresar, buscar, modificar o eliminar información. Además, en muchos de los casos, las bases de datos evitan duplicidad de información mejorando así el rendimiento del sistema [29].

### 1.3.13 Base de datos relacionales

Estas bases de datos representan eventos que ocurren en el mundo real por medio de transacciones, teniendo como propiedades:

- **Atomicidad:** esta propiedad implica que todas las operaciones deben ser realizadas o ninguna.
- **Consistencia:** se asegura de la coherencia en la base de datos.
- **Aislamiento:** garantiza que, al momento de realizar una transacción, los datos utilizados en esta no pueden ser ocupados por otra.
- **Durabilidad:** asegura una vez terminada una transacción, los cambios provocados por la misma no se pueden perder ni deshacer [30].

#### a. *MySQL*

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional gratuito con actualizaciones regulares proporcionando nuevas características y medidas de seguridad, permite un manejo de datos en una gran cantidad de tablas y no desperdicia recursos del servidor. Aunque existen versiones de pago utilizadas de manera comercial, la versión gratuita brinda mejor seguridad y velocidad al no poseer todas las características de la versión paga, lo que puede ser productivo o contraproducente dependiendo del desarrollador [31].

### ***b. Oracle***

Oracle es uno de los gestores de bases de datos más utilizadas, especialmente, por organizaciones que manejan gran cantidad de datos, tablas y bases; esto es posible, pues, Oracle permite gestionar las bases de datos en servidores múltiples. Sus principales ventajas radican en la seguridad, robustez y la gran cantidad de características que posee, pero debido a su costo, las pequeñas empresas casi no pueden obtenerlo [31].

### ***c. Microsoft SQL Server***

Microsoft SQL Server sistema de gestión de base de datos que posee varias versiones las cuales pueden funcionar tanto de forma local como en la nube e incluso posee una versión para Linux. Sus características principales son: soporte de la información temporal y rastreo de modificaciones en datos. Además, las nuevas versiones incluyen seguridad, la cual implica generar permisos de usuario para que sólo los que posean ciertos privilegios puedan acceder a la información importante [31].

## **1.3.14 Base de datos no relacionales (NoSQL)**

Las bases de datos no relacionales se diferencian principalmente de las relacionales al no utilizar un lenguaje de consulta estructurado (SQL) como lenguaje principal, su estructura no es fija ni tabular y son adecuadas para una escalabilidad horizontal. Además, se basa en los principios “BASE”, mediante los cuales logra la disponibilidad en el mayor tiempo posible (Basically Available), flexibilidad en la consistencia (Soft State) y con el tiempo una eventual consistencia (Eventual consistency) [32].

### ***a. MongoDB***

MongoDB es una base de datos documental cuyo código es abierto y se considera como el líder de las bases de datos no relacionales. Esta fue escrita en C++ y brinda alta disponibilidad, particionamiento (sacrificando la consistencia), soporte tradicional y escalabilidad. Sus estructuras de datos son almacenadas en documentos que se asemejan a JSON (llamados BSON) proporcionando una integración rápida y fácil.

Además, BSON proporciona una manera de ordenar elementos con tres componentes: nombre de campo, tipo de dato y valor [33].

#### ***b. Cassandra***

Cassandra es un sistema de gestión de base de datos que permite repartir una gran cantidad de datos en varios servidores, de esta manera garantiza un alto grado de disponibilidad. Además, sus principales características radican en:

- Un esquema muy flexible el que permite añadir y eliminar campos de manera sencilla.
- La posibilidad de variar consultas clave gracias a que soporta consultas de alto rango.
- Un punto único de fallo no afectará el clúster debido a su alta escalabilidad [33].

#### ***c. Couchbase.***

Couchbase es una base de datos no relacional desarrollada en C++, se maneja por medio de documentos en formato JSON los cuales se almacenan en depósitos. Tiene su propio lenguaje de consulta denominado N1QL. Además, cuenta con tres versiones: Couchbase Server, Couchbase Mobile y Developer SDK, las que permiten que sea utilizada tanto en aplicaciones web y móviles [34].

### **1.3.15 Metodologías de desarrollo.**

Las Metodologías Ágiles nacieron con la necesidad de desarrollar software de forma rápida y adaptativa, respondiendo a cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto. De esta manera se ofreció una alternativa para equipos de desarrollo pequeños, que trabajan con plazos reducidos y requisitos cambiantes, dándoles la oportunidad de cambiar los procesos de desarrollo tradicional caracterizados por ser rígidos [35].



### *a. SCRUM*

Es un marco ágil propuesto para la gestión de proyectos mediante un proceso iterativo de desarrollo de software. Está centrado en generar el mayor valor en el menor tiempo. Esta se orienta a equipos que posean un rol determinado y hace uso iteraciones de corto tiempo (sprints) para desarrollar incrementalmente el sistema. Es popular debido a que se enfoca más en la gestión de proyectos que en prácticas técnicas de desarrollo de software, lo que lo hace aplicable a varios dominios [36].

#### *Ciclo de vida de SCRUM*

- **Fase de planeación:** se describe el objetivo general y se genera el Product Backlog en el cual se documenta los requerimientos y las historias de usuarios.
- **Fase de desarrollo:** Consiste en una serie de ciclos sprint, donde en cada ciclo se va añadiendo un incremento al sistema. Cada sprint pasa por las fases tradicionales del desarrollo de software.
- **Fase de cierre del proyecto:** aquí es cuando se alcanzan los objetivos y se cumplen los requisitos. La última versión del producto está terminada y lista para ser lanzada y distribuida. Además, está disponible la documentación y manuales de usuario.

#### *Roles de SCRUM*

- Product owner.
- Scrum master.
- Equipo de desarrollo auto organizado.

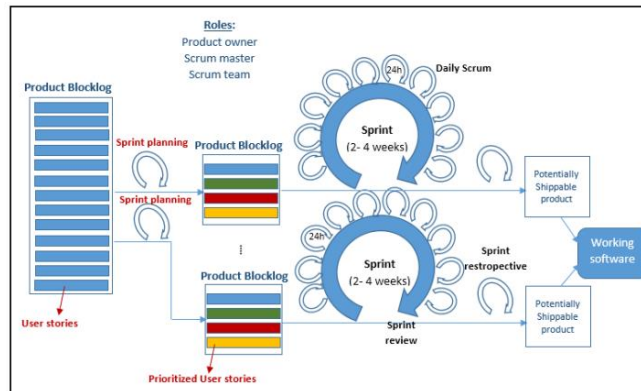


Figura 1. Ciclo de vida de Scrum [36]

### b. Kanban

Es un método de gestión ágil de proyectos que hace referencia a la forma de representación visual de información que ayuda a una mejor eficiencia en la ejecución de tareas de un proyecto. Kanban tiene como código lo siguiente: “visualizar el flujo de trabajo, determinar el límite de trabajo en curso y medir el tiempo en terminar una tarea” [37]. Además, cumple el rol tanto de un enfoque ágil como una herramienta lo que permite una fácil integración en otros dominios.

La principal herramienta de Kanban es el tablero kanban (puede ser físico o digital) que consiste en dividir en columnas las fases de desarrollo de software. Posteriormente, los miembros del equipo se encargan de anotar las distintas tareas en tarjetas y estas van pasando de columna en columna según se vaya avanzando en el proyecto, aportando, así, transparencia al trabajo [38].

#### *Reglas de Kanban*

- Visualizar el flujo de trabajo.
- Limitar el WIP (Work In Progress).
- Definir políticas explícitas.
- Medir el flujo de trabajo.
- Mejora continua.

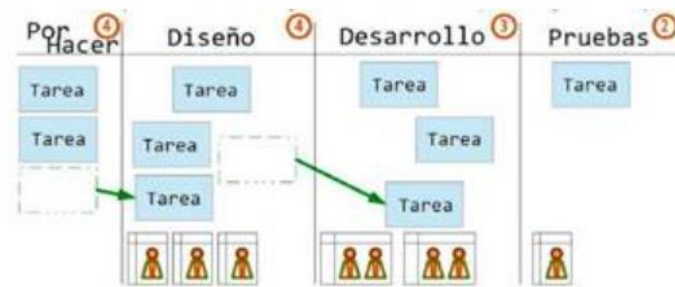


Figura 2. Metodología Kanban [37]

### c. *Extreme Programming (XP)*

Es una metodología ágil bastante sencilla y adaptable, debido a que puede supervisar requisitos ambiguos o cambiantes. Es recomendable que sea trabajado en grupos pequeños o medianos. Además, asegura la satisfacción del usuario. También, aborda los errores y defectos desde el principio. Al ponerlo en práctica se debe tener lanzamientos de software parcialmente realizados [39].

#### *Fases de la metodología XP*

- **Fase de exploración:** aquí se describen las necesidades del cliente. Usualmente se utilizan historias de usuario.
- **Fase de planificación:** se realiza una estimación de esfuerzo y se genera el cronograma, esta se divide en dos: planificación de lanzamiento y planificación de iteraciones.
- **Fase de iteraciones de lanzamiento:** aquí se incluyen tareas de diseño, codificación, pruebas e integración.
- **Fase de producción:** consiste en lanzar pequeñas versiones del software de manera incremental.
- **Fase de mantenimiento:** en XP, el software se actualiza y modifica continuamente durante un periodo de tiempo, las alteraciones que puedan causar problemas con la producción son canceladas.

- **Fase de muerte:** existen dos escenarios: el primero en el que el software tiene las funcionalidades correctas, satisfacción del cliente y no quedan historias de usuario; en este caso se genera un registro en un documento con extensión de 5 a 10 hojas; el segundo es cuando el software se vuelve difícil de mantener y el desarrollo debe parar [39].

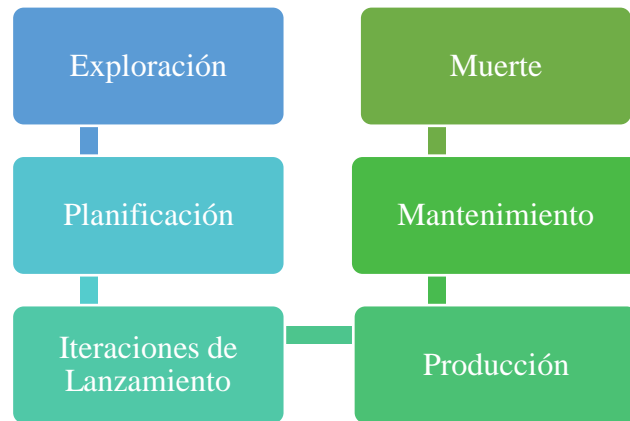


Figura 3. Fases de la metodología XP

#### *d. Rapid Application Development (RAD)*

El modelo Rapid Application Development (RAD) es una adaptación “de rápida velocidad” de la metodología en cascada. Además, está enfocada en entregas rápidas e iterativas, en la que la retroalimentación del cliente es constante y necesaria. Para esto, se valida los requisitos completados y se trabaja en modificaciones sugeridas en cada iteración [40].

#### *Fases de la metodología RAD*

- **Recopilación de requisitos:** en esta fase se identifican los propósitos y requisitos del sistema.
- **Diseño de prototipo:** se trabaja en la creación de representaciones visuales de diseños. Aquí los usuarios responden a los prototipos existentes y se van mejorando según las respuestas del usuario.
- **Construcción:** es una continuación directa de la segunda fase. En esta fase se comienza a construir el software de manera iterativa, así como se va probando.

- **Implementación:** una vez probados los sistemas y que cumplan con los requisitos, estos se proceden a implementar en la organización [41].

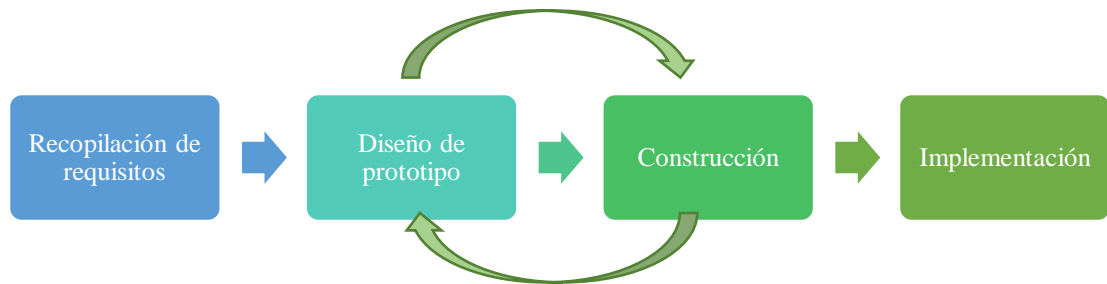


Figura 4. Fases de la metodología RAD

### 1.3.16 Herramientas para el desarrollo de prototipos

Las herramientas para desarrollo de prototipos permiten generar un diseño de manera sencilla e interactiva de aplicaciones o sitios webs, aplicaciones móviles y demás. Esto sirve para una mejor comunicación con el cliente y usuarios, conocer sus necesidades y las mejoras que buscan. Algunas de estas herramientas son:

#### a. *Figma*

Figma es un editor de gráficos vectorial que fue creada para diseñar la apariencia de aplicaciones web, escritorio, móviles y demás. Una de sus ventajas es el trabajo colaborativo, pues un mismo diseño puede ser editado por varias personas. La versión escritorio es compatible con Linux, Windows y Mac, también se puede trabajar mediante la versión web. Por ser una herramienta completa que permite generar prototipos de manera sencilla y rápida, muchos diseñadores UI/UX lo prefieren [42].

#### b. *Moqups*

Es una aplicación web de diseño que permite crear wireframes, diagramas y prototipos de aplicaciones, sitios web y paneles de una manera rápida, sencilla y atractiva. Con herramientas especializadas que aportan realismo a sus diseños, todo esto para simular de mejor manera la experiencia de usuario. Además, posee varias plantillas y elementos para que el usuario solo se limite a arrastrar y soltar [42].

### *c. Proto.io*

Es una plataforma que permite la creación de prototipos, de baja o alta fidelidad, para aplicaciones web y móvil. Posee una gran cantidad de fuentes, marcos y controles, brindando más de 250 componentes y 1000 plantillas. Se pueden agregar distintos tipos de interactividad (como transacciones de tiempo, de pantalla y animaciones) para una mejor experiencia en el diseño [43].

### **1.3.17 Herramientas para control de versiones**

El control de versiones es una parte fundamental en el desarrollo de un proyecto de software, pues permite mantener la sincronización entre los miembros del equipo. Además, permite visualizar los cambios que se han dado a lo largo del tiempo en los archivos y líneas de código conociendo quien los realizó. Sin contar que, de ser necesario, se puede regresar a una versión anterior del código [23]. A continuación, se describen, de manera breve, algunas de estas herramientas:

#### *a. Git*

Es un sistema de control de versiones de código abierto y gratuito el cual fue diseñado para manejar proyectos grandes y pequeños con una gran eficiencia y velocidad. Algunas de sus características son: posee una arquitectura distribuida, aprender a utilizarlo es fácil, ocupa poco espacio con un buen rendimiento, permite la creación de ramas locales, tiene un área de ensayo, puede manejar múltiples flujos de trabajo, entre otras[44].

#### *b. Mercurial*

Mercurial es una herramienta de gestión de control de fuentes gratuita. Utiliza una interfaz intuitiva lo que lo hace de fácil uso. Posee una arquitectura distribuida que permite a cada desarrollador posea una copia local del historial de desarrollo, así no dependerá del acceso a la red. Se puede instalar extensiones que permiten obtener más comandos y cambiar otros. Además, es difícil de dañar, pues las funciones peligrosas se encuentran ocultas o se deben instalar [44].

### *c. Apache Subversion*

Subversion es un sistema de control de versiones de código abierto el cual facilita el intercambio distribuido de archivos. Su arquitectura es centralizada, lo que quiere decir que un solo servidor central aloja los metadatos del proyecto [45]. Algunas de sus características son: los directorios, nombres y metadatos se encuentran versionados; la ramificación y etiquetado no consume muchos recursos; permite el bloqueo de archivos; se puede realizar una duplicación del repositorio en solo lectura y mucho más[44].

### **1.3.18 Herramientas de gestión de proyectos**

Las herramientas de gestión de proyectos proveen variedad de funcionalidades y características que ayudan a automatizar tareas, asignar recursos, identificar las distintas fases del proyecto, definir y controlar fechas e hitos del proyecto y más. El comprender estos instrumentos, junto con sus especificaciones, particularidades y características, es fundamental para una gestión eficiente [46]. Algunas de las herramientas de gestión de proyectos son: Asana, Jira y Trello.

#### *a. Asana*

Asana fue lanzado en 2012 con el propósito de organizar el trabajo y colaboración de los equipos, mostrando las distintas tareas por hacer junto con sus tiempos y actividades. Además, permite la automatización de tareas rutinarias, ver un resumen del proyecto, generar formularios y descarga plantillas que más se ajusten a la manera de trabajo del equipo [46].

#### *b. Jira*

Jira es una aplicación lanzada en 2004, la cual permite escoger la manera de trabajo del equipo, ya sea Kanban, Scrum o una mezcla de ambas. También permite generar una línea de tiempo que ayuda a la planificación de tiempos para cada tarea del proyecto. Además, permite la generación de distintos informes y gráficos, los cuales presentan información importante y lista para usar [46].

### *c. Trello*

Trello es una aplicación web que fue creada basada en Kanban para mantener las tareas organizadas. Presenta varios recursos para el trabajo en equipo como: reuniones, gráficos para una interacción eficaz y gestión de tareas que permite agregar comentarios, responsable, cambiar de estado y adjuntar archivos. Además, su versión paga cuenta con más opciones como el generar gráficos Burndown, Gantt, BurnUp [46].

### **1.3.19 Realidad Extendida**

El concepto de realidad extendida hace referencia a la combinación de entornos virtuales con los entornos reales lo que permite una interacción más fluida entre ambos. Además, este término engloba a la realidad virtual y realidad aumentada [47].

#### *a. Realidad Virtual.*

La Realidad Virtual (RV) es un sistema informático el cual permite generar un mundo artificial donde el usuario podrá visualizar, interactuar y manipular objetos, a tiempo real, mediante un dispositivo (sea un ordenador o una cámara) que sirve como interfaz[48]. En la actualidad existen dispositivos (como cascos o gafas) que permiten una inmersión más profunda.

#### *b. Realidad Aumentada (RA)*

La Realidad Aumentada es una tecnología que permite la integración de objetos virtuales con el entorno real, mediante el uso de dispositivos móviles. Existen algunas condiciones que una tecnología debe cumplir para que sea nombrada como RA. La primera es la combinación de lo real con lo virtual; la segunda, funcionamiento en tiempo real para que el usuario pueda interactuar con los objetos; por último, poder ser aplicada a un entorno 3D. De esta manera la RA funciona de manera similar a otras interfaces digitales, ya que, permite la transmisión de información digital a la percepción visual del usuario [49].



- **Realidad aumentada basada en patrones o marcas.** Aquí se utiliza marcadores (símbolos o imágenes) los cuales son reconocidos por el software para colocar el elemento 3D sobre ellos. A esto se le conoce como tracking (seguimiento) y sirve para ajustar del modelo en la pantalla, poder moverlo o girarlo [50].
- **Realidad aumentada basada en reconocimiento de imágenes (markless).** Este tipo de realidad aumenta hace uso de las imágenes que se encuentran en el entorno para tratarlos como activadores, sin necesidad de tener algún elemento intrusivo (como marcadores) en el entorno [50].
- **Realidad aumentada basada en geolocalización.** Para este tipo de realidad aumenta se debe utilizar la ubicación del dispositivo, pues trata de colocar una modelo 3D en una localización exacta [50].

### 1.3.20 Realidad Aumentada basada Web

La Realidad Aumentada (RA) ha sido investigada en varios campos de arquitectura, ingeniería y construcción. Hasta el momento, la mayoría de estas aplicaciones son móviles; pero la implementación de tecnologías, como WebRTC (Web Real-Time Communication), WebGL (Web Graphics Library) y WebVR (Realidad Virtual para Web), en los navegadores hace que este campo se extienda para la admisión de experiencias de Realidad Aumentada, así originando WebAR (web-based Augmented Reality) [26].

La tecnología WebAr permite acceder a RA tanto de manera móvil (con teléfonos inteligentes) como por PC sin la necesidad de complementos extras. La principal ventaja de esto es que se puede acceder por cualquier sistema solo requiriendo un navegador que lo admita [26].

### 1.3.21 Herramientas para Realidad Aumentada basada Web

Existen herramientas para WebAR que utilizan la interfaz de programación de aplicaciones de JavaScript con el motivo de facilitar la inserción de contenido AR en navegadores, pero también existen aquellas con una interfaz de usuario para facilitar su inserción y uso [26].

#### ***a. AR.js***

AR.js es una biblioteca liviana para aplicar realidad aumentada en la web, la cual incluye funciones de image tracking, realidad aumentada basada en ubicación y en marker tracking. Es basado en JavaScript usando una mezcla de three.js, A-Frame y jsartoolkit5 [51].

#### ***b. Zapworks***

Permite crear, administrar y publicar experiencias WebAR (tecnología que permite funcionar a la Realidad Aumentada en la Web) mediante el uso de herramientas, SDK, alojamientos y potente CMS. Permite trabajar con face tracking, world tracking e image tracking [52].

#### ***c. Onirix***

Onirix es una herramienta que tiene como finalidad que los usuarios puedan crear, compartir y alojar experiencias WebAR de manera sencilla, sin el uso de código. Fue construido usando JavaScript y estándares web como WebGL o WebAssembly. Permite el uso de surface tracking, image tracking y QR Code tracking [53].

#### ***d. 8thwall***

8thwall es una herramienta que permite generar experiencias WebAR envolventes integrando JavaScript y WebGL. Además, posee un editor de texto en la nube, plantillas, depurador remoto y vista previa. También permite el trabajo colaborativo controlando fuentes y gestionando equipos. Esta herramienta permite trabajar con world tracking, face tracking e objetivos de imagen [26].

#### ***e. Model viewer***

Es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google y mantenido por GitHub. Permite formatos 3D GLB (Android) y USDZ (Apple). utiliza three.js para un renderizado de alta calidad. Además, trabaja con tres modos AR WebXR, SceneViewer y QuickLook [54].

### *f. MindAR*

Es una biblioteca de código abierto que admite image tracking y face tracking. Se integra con A-Frame y recientemente con three.js. Cada biblioteca se construye de manera independiente, esto con el propósito de minimizar su tamaño [55].

#### **1.3.22 Contenido para la realidad aumentada.**

La creación del contenido digital para la realidad aumentada depende mucho de la proyección que tenga la aplicación, puesto que, permite introducir distinto material al entorno desde lo más simple, como texto, videos e imágenes 2D, hasta más complejo, donde se encuentra los modelos 3D de figuras, edificios y personas. Para generar estos objetos 3D se puede utilizar la manera tradicional, mediante programas de modelado (como Blender), o técnicas como la fotogrametría [56].

#### **1.3.23 Fotogrametría**

La fotogrametría es una técnica que, mediante imágenes de dos dimensiones, permite generar modelos en proyección ortogonal. Las primeras veces que fue utilizada esta técnica fue para la creación de mapas y su levantamiento 3D, pero ahora, con la potencia que ha ganado los sistemas más la mejora de los algoritmos para reconocimiento de patrones en imágenes, es posible la creación de objetos 3D no procesables [57], a esta técnica se le conoce como fotogrametría de objeto cercano.

El modelo 3D se obtiene al generar un proceso que incluye: el cálculo de la distancia angular y lineal, el tamaño (considerando área, perímetro y volumen) el posicionamiento vertical y horizontal, la altura, la forma de las entidades espaciales. Además, se valora la orientación absoluta, relativa e interna. Todo esto del conjunto de imágenes bidimensionales [58].

### **1.3.24 Herramientas para fotogrametría**

#### ***a. WIDAR***

Es una aplicación que permite generar modelos 3D mediante la técnica de fotogrametría. Además, permite editar las imágenes (color, tamaño, brillo) y el entorno del mismo para crear escenas llamativas. También permite exportar en varios formatos como OBJ, FBX, GLB y más. Está disponible tanto para Android como para iOS [59].

#### ***b. Kiri Engine***

Kiri Engine es una aplicación diseñada para teléfono y nube que permite el escaneo mediante fotogrametría para el modelado 3D, ofrece texturas 4K para mostrar un mejor acabado profesional. Aunque es gratuito, posee una limitación de tres escaneos por semana [60].

#### ***c. Polycam***

Polycam es una aplicación diseñada para iOS (aunque ya es compatible con Android) que permite la generación de imágenes 3D mediante fotogrametría o escaneo con LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging). Además, permite realizar mapeos con drones para la generación de edificios, estructuras y manzanas enteras [61].

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Implantar una aplicación Web con tecnología de Realidad Aumentada para fomentar el Turismo Cultural en el museo de la Unidad Educativa Bolívar.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Analizar el proceso de gestión de información de piezas culturales del museo de la Unidad Educativa Bolívar.

- Determinar las herramientas adecuadas respecto a la Realidad Aumentada para el desarrollo del proyecto planteado.
- Desarrollar una aplicación Web con tecnología de Realidad Aumentada para fomentar el Turismo Cultural en el museo de la Unidad Educativa Bolívar.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Materiales**

Para el presente trabajo de investigación se realizó encuestas a los visitantes del Museo de la Unidad Educativa Bolívar para conocer la satisfacción y el interés que se posee en ese momento sobre el lugar, así como descubrir si estos aumentarán al aplicar Realidad Aumentada a la información que maneja el museo.

El cuestionario que se generó para realizar las encuestas se encuentra en el **Anexo A**.

### **2.2 Métodos**

#### **2.2.1 Modalidad de la investigación**

##### ***a. Modalidad bibliográfica***

La investigación de modalidad bibliográfica se llevó a cabo para la recopilación de datos técnicos sobre las piezas del museo pertenecientes al área de Etnología.

##### ***b. Modalidad aplicada***

Se planteó una posible solución para fomentar el turismo cultural en el museo de la Unidad Educativa Bolívar, aplicando la Realidad Aumentada como nueva tecnología captando el interés de los visitantes e incentivando una próxima visita.

#### **2.2.2 Población y muestra**

##### ***a. Población***

Para el presente proyecto se tomó como población los visitantes que acuden en un mes al Museo de la Unidad Educativa Bolívar, obteniendo como promedio 200 personas.

**b. Muestra**

Debido a que a población total sobrepasa los 100 elementos, se obtuvo una muestra con el nivel de confianza de 95% con un margen de error del 5%.

La Ecuación 1 muestra la fórmula con la cual se obtendrá la muestra:

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1)d^2 + pqZ^2} \quad (1)$$

Donde:

n= Tamaño de muestra.

N= Población.

Z= Nivel de confianza.

p= Probabilidad a favor.

q= Probabilidad en contra.

d= Error de estimación aceptable.

Para un nivel de confianza del 95%, Z obtiene el valor de 1,96 con un margen de error del 5%. Dada la incertidumbre probabilística, p y q toman el valor de 50% cada una. Al sustituir los valores de la Ecuación 1, se obtiene:

$$\begin{aligned} n & \\ &= \frac{200(1,96)^2 * 0,5 * 0,5}{(200 - 1)0,05^2 + 0,5 * 0,5 * 1,96^2} \end{aligned} \quad (2)$$

Al resolver la Ecuación 2 se obtiene un tamaño de muestra de 132 visitantes del museo.

### 2.2.3 Recolección de información

#### a. Cálculo del Alfa de Cronbach

El Alfa de Cronbach se utiliza para medir la confiabilidad de un instrumento que posee más de dos respuestas. Este cálculo fue utilizado para medir la consistencia interna en la encuesta realizada y evaluar que los datos obtenidos no se encuentren sesgados. Los valores que se obtienen están dentro del rango de -1 a 1, así los valores negativos indican correlaciones negativas entre ítems, mientras que, en los valores positivos, aquellos que son mayores a 0.7 son los más aceptables [62].

Para el cálculo del Alfa de Cronbach lo primero que se debe hacer es obtener la varianza de cada pregunta. Para ello se ocupa la fórmula que se muestra en la Ecuación 3:

$$VAR = \sum \frac{[(X - \mu)^2]}{N} \quad (3)$$

Donde:

X = valor individual del conjunto de datos.

$\mu$  = media de los valores del conjunto de datos.

N = cantidad total de datos.

Obteniendo lo siguiente:

Tabla 1. Resultados de las varianzas del Alfa de Cronbach

Pregunta	Varianza
¿Qué tan interesado se encuentra en realizar turismo cultural en un museo?	0,358298898
¿Con qué frecuencia visita el museo del Colegio Bolívar en la ciudad de Ambato?	0,766528926
¿Con qué frecuencia, al visitar el museo, tiene un guía que proporcione información?	1,23875115
¿Cómo calificaría la información proporcionada por el guía del museo?	1,01423324
¿Consideraría volver a visitar este museo?	0,16867539
¿Considera que el uso de realidad aumentada ayudaría a mejorar el interés en el turismo cultural?	0,259584481



Pregunta	Varianza
¿Qué tipo de aplicación informática le gustaría utilizar para revisar información, de turismo cultural, del Museo del Colegio Bolívar?	0,20173324
Si el Museo del Colegio Bolívar implementara realidad aumentada en sus exhibiciones, ¿con qué frecuencia consideraría visitarlo?	0,53644399

En la Tabla 1. Resultados de las varianzas del Alfa de Cronbach Tabla 1 se muestra las varianzas por cada pregunta. Esto sirve para calcular el Alfa de Cronbach con la siguiente fórmula de la Ecuación 4:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} * \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right] \quad (4)$$

Donde:

K = número de ítems.

$\sum Vi$  = sumatoria total de la varianza de cada ítem.

Vt= varianza total.

$$\alpha = \frac{8}{8 - 1} * \left[ 1 - \frac{4,719008264}{13,03719008} \right] \quad (5)$$

Reemplazando los valores, la Ecuación 5 da como resultado 0,729182703. Debido a el cálculo del Alfa de Cronbach es mayor a 0,7 se puede decir que la encuesta confiable [62].

***b. Resultados de la encuesta aplicada a los visitantes del Museo de la Unidad Educativa Bolívar***

- *¿Qué tan interesado se encuentra en realizar turismo cultural en un museo?*

Tabla 2. Resultados encuesta – Pregunta 1

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy interesado	59	45%
Algo Interesado	65	49%
Neutral	8	6%
Poco interesado	0	0%
Nada interesado	0	0%
Subtotal	132	100%



Figura 5. Resultados de la encuesta – Pregunta 1

### **Análisis e interpretación de resultados**

La Figura 5 muestra que el 49% de la población encuestada se muestra interesada en realizar turismo cultural en un museo, mientras que el 45% se muestra muy interesado, seguido del 6% el cual su interés es neutro. Mientras que la población que no se encuentra interesado o poco interesado es del 0%.

En base a estos resultados, se puede entender que existe una gran cantidad de visitantes que considera importante conocer u obtener información sobre las culturas e historia del país.

- *¿Con qué frecuencia visita el museo del Colegio Bolívar en la ciudad de Ambato?*

Tabla 3. Resultados encuesta – Pregunta 2

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuente	6	5%
Frecuentemente	16	12%
Ocasionalmente	57	43%
Rara vez	48	36%
Esta es la primera vez	5	4%
Subtotal	132	100%

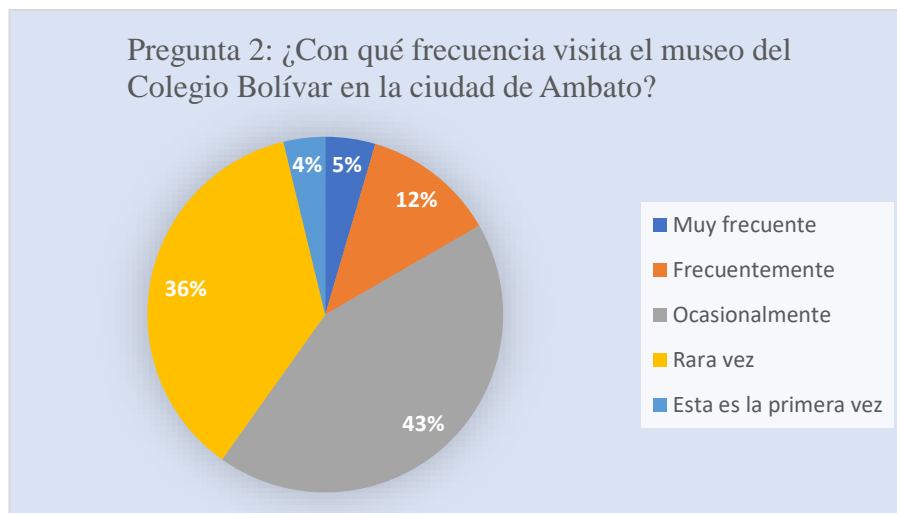


Figura 6. Resultados encuesta – Pregunta 2

### Análisis e interpretación de resultados

Según la Figura 6, de los visitantes que fueron encuestados, el 43% menciona que visita el museo ocasionalmente, mientras que el 36% lo hace rara vez, por otro lado, el 12% contestaron que sus visitas son frecuentemente, el 5% las realiza muy frecuentemente, y terminando con el 4% que indica que esta es su primera vez.

En base a los resultados obtenidos, se puede ver que la mayor parte de los encuestados visitar el museo no es una de las acciones que normalmente, pues sólo lo visitan rara vez u ocasionalmente.

- *¿Con qué frecuencia, al visitar el museo, tiene un guía que proporcione información?*

Tabla 4. Resultados encuesta – Pregunta 3

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuente	18	14%
Frecuentemente	15	11%
Ocasionalmente	49	37%
Rara vez	41	31%
Nunca	9	7%
Subtotal	132	100%

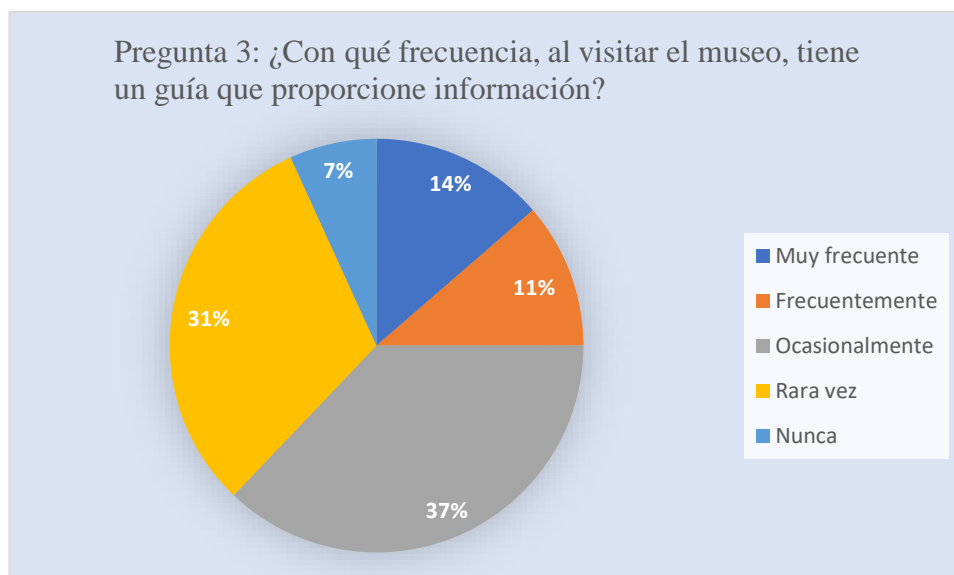


Figura 7. Resultados encuesta – Pregunta 3

### **Análisis e interpretación de resultados**

En la Figura 7 se puede observar cómo el 37% de los encuestados respondieron que solo en ocasiones existe una persona que los guíe en el museo, mientras que el 31% menciona que son raras vez hay alguien presente, el 14% dice que es muy frecuentemente, el 11% señaló que es frecuentemente, seguido por el 7% que nunca tuvo un guía apropiado.

Gracias a los datos obtenidos, se puede deducir que el guía del museo no siempre está presente para proporcionar información haciendo que, de esta manera, la experiencia del visitante en el museo no sea tan gratificante como se espera al no poder obtener la información deseada.

- ***¿Cómo calificaría la información proporcionada por el guía del museo?***

Tabla 5. Resultado encuesta – Pregunta 4

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy satisfactoria	26	20%
Satisfactoria	63	48%
Neutral	24	18%
Poco satisfactoria	15	11%
Nada satisfactoria	4	3%
Subtotal	132	100%

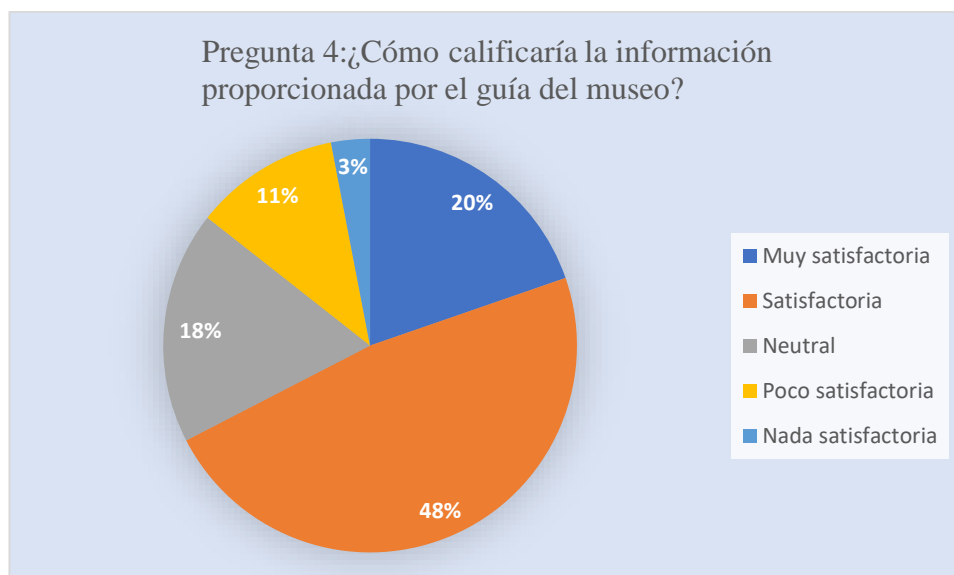


Figura 8. Resultado encuesta – Pregunta 4

### Análisis e interpretación de resultados

Según la Figura 8, el 48% de la población encuestada se muestra satisfecha por la información proporcionada por el guía del museo, mientras que el 20% la encuentra muy satisfactoria, el 18% señala que es neutral, el 11% dice que es poco satisfactoria y termina con el 3% que piensa que es nada satisfactoria.

Los datos obtenidos muestran que la información proporcionada, por el guía del museo, es satisfactoria, pero cabe recalcar que los visitantes solo pueden tener acceso a la información si se encuentra el guía presente.

- *¿Consideraría volver a visitar este museo?*

Tabla 6. Resultado encuesta – Pregunta 5

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Si	94	71%
Tal vez	35	27%
No	3	2%
Subtotal	132	100%

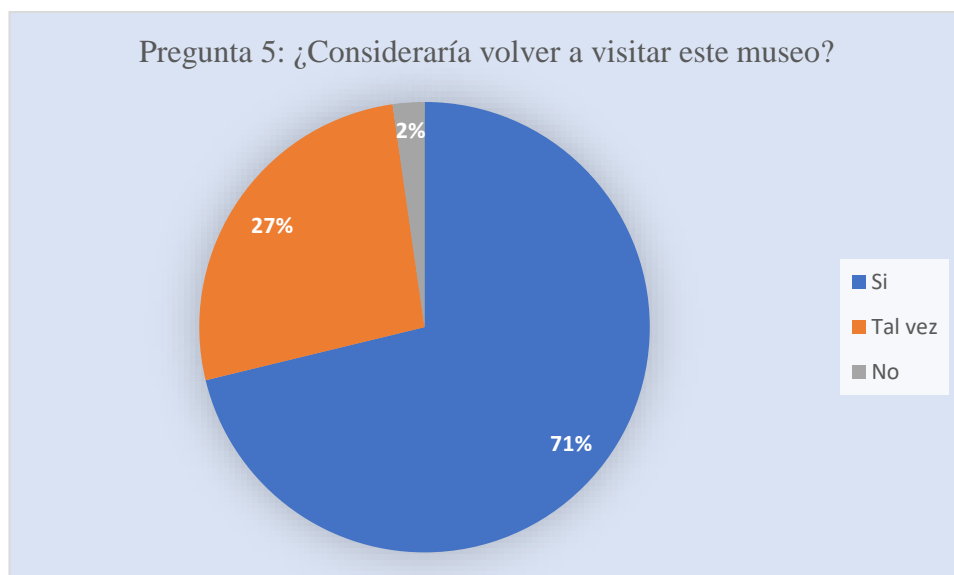


Figura 9. Resultado encuesta – Pregunta 5

### **Análisis e interpretación de resultados**

En la Figura 9, se puede observar cómo el 71% de la población encuestada respondió que consideraría volver a visitar el museo, mientras el 27% muestra que tal vez lo haría, tan sólo el 2% no considera volver.

Los datos obtenidos muestran que gran parte de la población tiene interés en el turismo cultural que ofrece el museo pese a haber obtenido o no información. Además, una parte de la población, no está decidida, aún, a regresar o no, lo que da hincapié a conversarla aplicando tecnologías llamativas en el museo.

- *¿Considera que el uso de realidad aumentada ayudaría a mejorar el interés en el turismo cultural?*

Tabla 7. Resultado encuesta – Pregunta 6

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Si	96	73%
Tal vez	28	21%
No	8	6%
Subtotal	132	100%

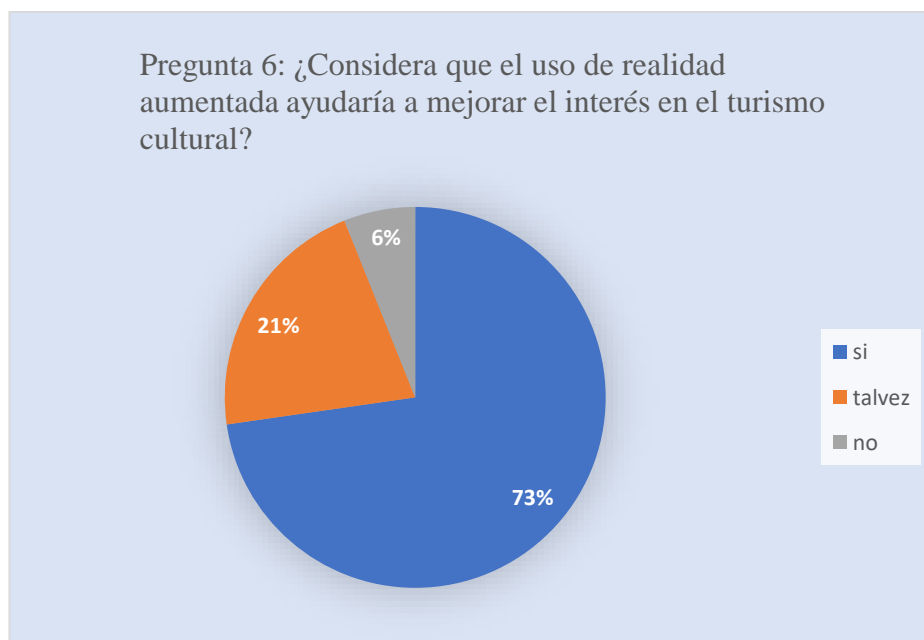


Figura 10. Resultado encuesta – Pregunta 6

### **Análisis e interpretación de resultados**

En la Figura 10 se muestra que el 73% de la población piensa que sí aumentaría el interés de los visitantes al aplicar realidad aumentada en el turismo cultural, mientras que el 21% no está seguro y sólo el 6% piensa que no es un factor que pueda influir en el interés.

Esto quiero decir que gran parte de la población encuentra interesante este tipo de tecnologías y que podría ser un factor relevante para aumentar las visitas en el museo.

- ***¿Qué tipo de aplicación informática le gustaría utilizar para revisar información, de turismo cultural, del Museo del Colegio Bolívar?***

Tabla 8. Resultado encuesta – Pregunta 7

<b>Indicador</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Web	95	72%
Movil	37	28%
Escritorio	0	0%
Ninguna	0	0%
Subtotal	132	100%

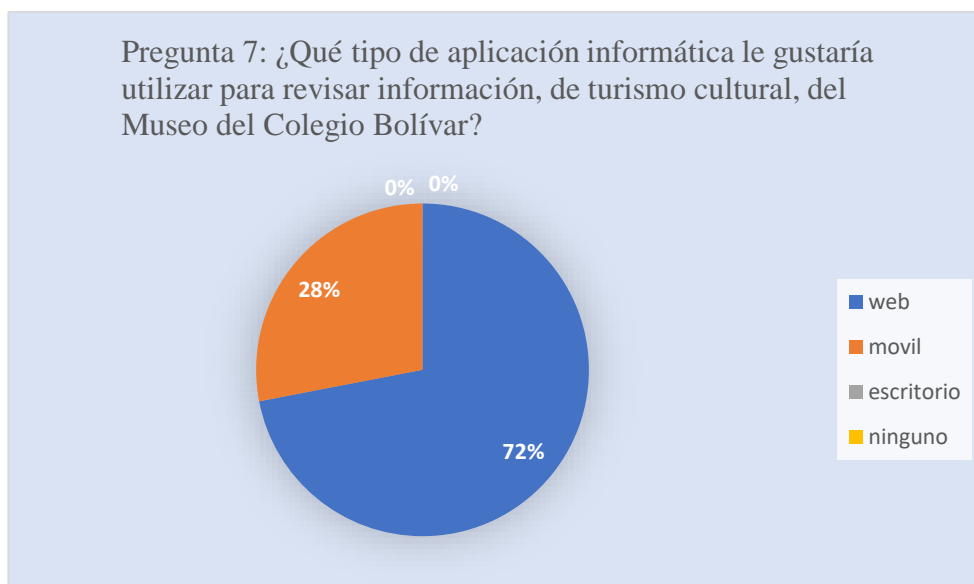


Figura 11. Resultado encuesta – Pregunta 7

### Análisis e interpretación de resultados

En la Figura 11 muestra que el 72% de los visitantes encuestados prefieren que la aplicación para obtener información sea con tecnología web, mientras que el 28% lo prefiere móvil. También muestra que ningún visitante está interesado en una aplicación de escritorio o no tener nada a en absoluto.

Los datos demuestran que gran parte de la población encuestada prefiere tener una aplicación web para poder obtener información de manera sencilla y versátil, de esta manera solo se necesitaría acceso a internet, sin tener que descargar herramientas adicionales.

- *Si el Museo del Colegio Bolívar implementara realidad aumentada en sus exhibiciones, ¿con qué frecuencia consideraría visitarlo?*

Tabla 9. Resultado encuesta – Pregunta 8

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy frecuente	38	29%
Frecuentemente	61	46%
Ocasionalmente	33	21%
Rara vez	0	5%
No regresaré	0	0%
Subtotal	132	100%



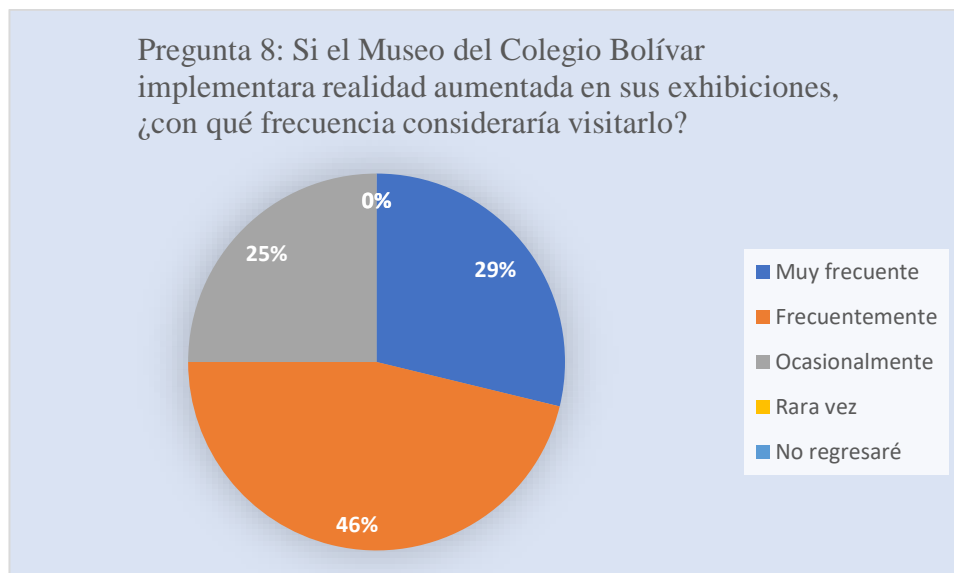


Figura 12. Resultado encuesta – Pregunta 8

### **Análisis e interpretación de resultados**

Según la Figura 12, el 46% de los encuestados mencionan que la frecuencia con la que visitarían el museo sería frecuentemente, mientras que el 29% piensa que lo haría de manera muy frecuente, el 25% lo haría en ocasiones. No se muestra personas que no regresarían o que rara vez lo harían.

Esto quiere decir que el grado de interés subió al mencionar la realidad aumentada en las exhibiciones del museo, pues en la actualidad los visitantes sólo lo frecuentan rara vez u ocasionalmente (como se menciona en los resultados de la pregunta 3).

### **2.2.4 Procesamiento y análisis de datos**

De acuerdo con las encuestas realizadas, se concluyó que:

- La mayoría de personas se encuentra interesada en realizar turismo cultural en un museo, debido a que así pueden conocer un poco más de la historia y las culturas del país de una manera entretenida y relajante.
- El poseer un guía en el recorrido solo sucede ocasionalmente, pero la información que proporciona en la mayoría de ocasiones suele ser satisfactoria, lo que conlleva a necesitar una mejor manera para obtener información sin tener que contar con el guía.

- La Realidad Aumentada genera un aumento de interés en los visitantes dando como resultado el querer aumentar la frecuencia con la que asisten al museo, lo que implica que el agregar esta tecnología atraería a más visitantes.
- La mayoría de los encuestados prefiere una aplicación web para obtener la información que necesitan, debido a que se puede ingresar usando cualquier dispositivo que tenga acceso a la red.
- Para finalizar, se puede deducir que el emplear Realidad Aumentada en las exhibiciones podría influir en la frecuencia de visita, teniendo un interés más alto en el turismo cultural.

Con esto se puede evidenciar que la Aplicación Web debe ir dirigida a proporcionar información interactiva a los visitantes, así como brindar información necesaria de exhibiciones y piezas, con el propósito de aumentar el grado de satisfacción y fidelizar a los visitantes.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

#### 3.1.1 Diagrama actual de proceso de gestión de información del museo

Para analizar el proceso de ingreso de una nueva pieza (ya sea un animal, fósil, moneda, hueso, entre otros) al museo, se realizó un diagrama de procesos sobre los pasos que sigue la encargada:

1. El museo adquiere una nueva pieza al museo.
2. La encargada analiza la pieza mediante curaduría.
3. La encargada registra la pieza en el “Registro de ingresos”.
4. La encargada registra la pieza en el inventario general.
5. La encargada registra la pieza en inventario específico de la colección designada.
  - a. Si pertenece a la colección de zoología se realiza un informe al ministerio del ambiente y se sube un registro a la plataforma SUIA.
6. Si la pieza fue donada, la encargada entrega un oficio de agradecimiento al donante.

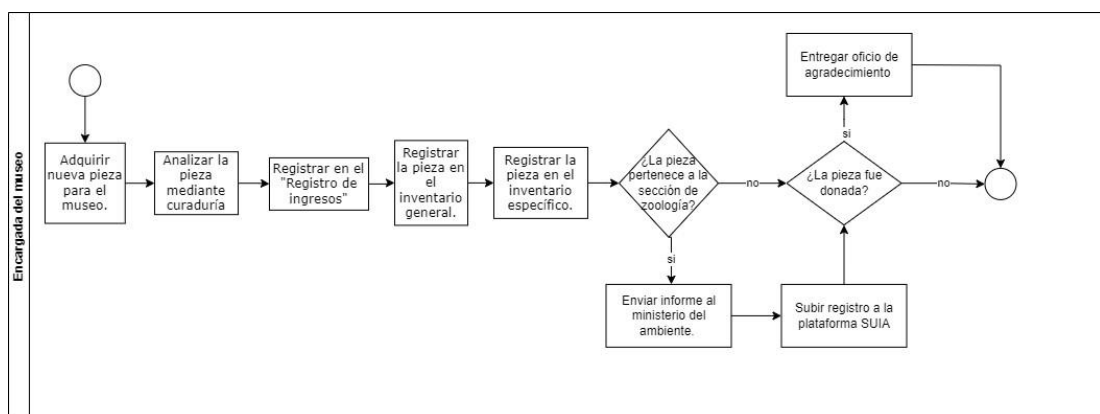


Figura 13. Diagrama del proceso actual de la gestión de información del museo.

### 3.1.2 Diagrama del proceso con el sistema

Para este proceso se debe tener en cuenta al administrador de la aplicación, al encargado de la aplicación y a la encargada del museo:

1. El museo adquiere una nueva pieza al museo.
2. La encargada analiza la pieza mediante curaduría.
3. La encargada registra la pieza en el “Registro de ingresos”.
4. La encargada registra la pieza en el inventario general.
5. La encargada registra la pieza en inventario específico de la colección designada.
  - a. Si pertenece a la colección de zoología se realiza un informe al ministerio del ambiente y se sube un registro a la plataforma SUIA.
6. Si la pieza fue donada, la encargada entrega un oficio de agradecimiento al donante.
7. El encargado de la aplicación genera el modelo 3D mediante fotogrametría.
8. El encargado de la aplicación inicia sesión en la aplicación:
  - a) Si el usuario existe, ingresa a la aplicación.
  - b) Si el usuario no existe, el administrador de la aplicación crea un nuevo usuario para el encargado y este ingresa a la aplicación.
9. El encargado de la aplicación busca la sección a la que pertenece la pieza:
  - a) Si la sección existe guarda la pieza.
  - b) Si la sección no existe, el administrador de la aplicación crea la sección.
10. El encargado de la aplicación guarda la pieza.

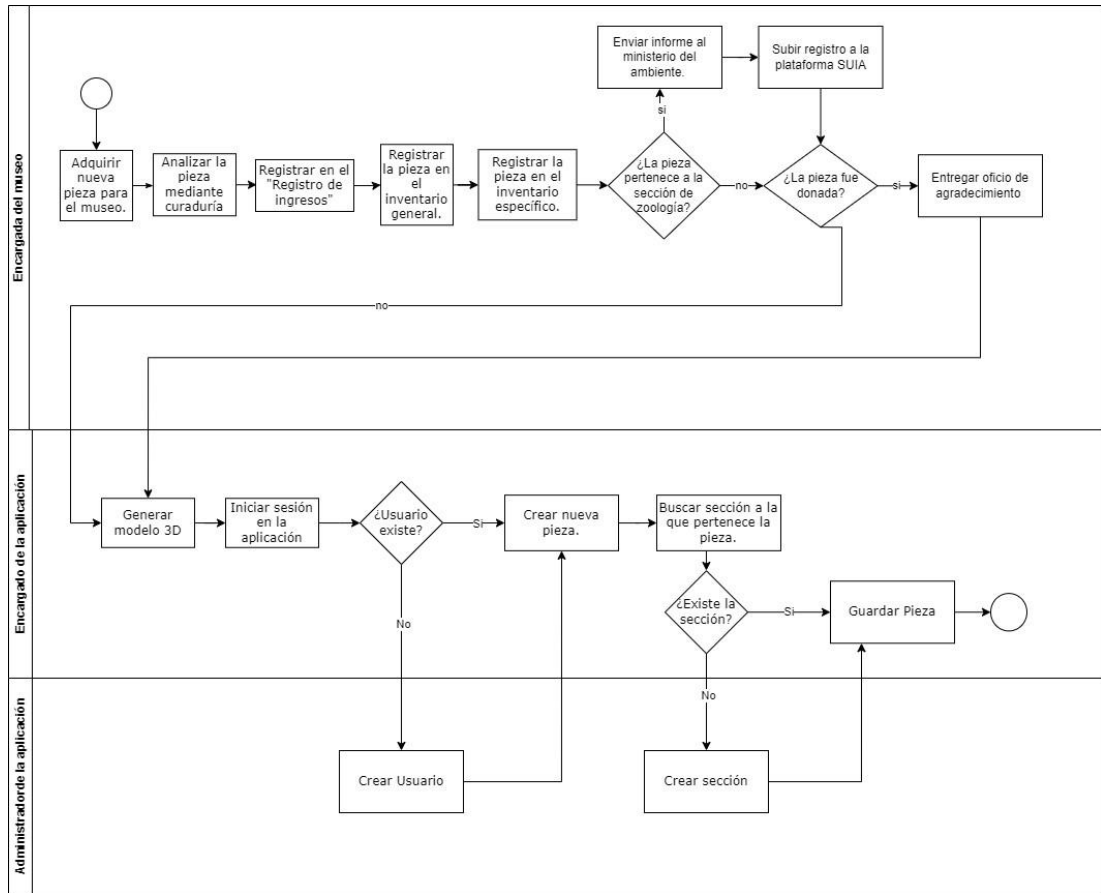


Figura 14. Diagrama del proceso con el sistema

### 3.1.3 Análisis y selección de la metodología de desarrollo

A continuación, se presenta una tabla comparativa donde se mencionan las principales características entre las metodologías de desarrollo ágiles utilizadas para el desarrollo de software.

Tabla 10. Tabla comparativa de metodologías de desarrollo.

Factores Comparativos	SCRUM	Kanban	XP	RAD
Nivel de interacción con el cliente	Alto	Medio	Alto	Alto
Complejidad de uso	Medio	Medio	Medio	Medio
Objetivo principal	Agilizar los procesos de un proyecto de software, utilizando una serie de reglas y	Proporcionar un conjunto de normas que permitan mejorar la visualización de las tareas y el	Producir software de alta calidad y facilitar la vida del equipo de desarrollo [63].	Acortar el tiempo normalmente requerido en el ciclo de vida de desarrollo de sistemas

<b>Factores Comparativos</b>	<b>SCRUM</b>	<b>Kanban</b>	<b>XP</b>	<b>RAD</b>
	tareas específicas divididas en iteraciones [37].	flujo de trabajo a través de la utilización del tablero Kanban [37].		tradicionales entre el diseño y la implementación de un sistema de información[41].
Método de aplicación	Los proyectos son divididos en iteraciones (sprints) con tareas a realizar en cada uno.	Las tareas a realizar son expuestas en un tablero visible para todos los miembros del equipo.	Se planifica distintas iteraciones donde se va entregando pequeñas versiones de software de manera incremental [39].	Se construye de manera incremental cada función, y se va probando con el usuario.
Principal ventaja	Sirve para la gestión de cualquier proyecto, desde su inicio hasta el fin.	Otorga información actualizada sobre el estado del proyecto haciendo transparente el trabajo de cada miembro del equipo [37].	Permite una programación organizada y planificada para evitar los errores que puedan suscitarse en el proceso.	Acorta el tiempo de desarrollo de un sistema con requisitos cambiantes.
Principal desventaja	Posee reglas rígidas y estrictas, en comparación a otros enfoques ágiles.	Propenso a generarse cuellos de botella.	Implica un gran esfuerzo de trabajo y puede resultar en costos altos en caso de fallar.	Si las necesidades y alcance del desarrollo de la aplicación no son formuladas correctamente, el desarrollo no será óptimo.
Tamaño de proyecto	Todos	Todos	Pequeño	Pequeño y mediano
Tamaño de equipo	Más de 1 menos de 10	No definido	De 2 a 10 miembros	
Entrega de Software	Iterativo e incremental	Continua	Iterativo e incremental	Rápido e iterativo

Después de analizar las características de las metodologías de desarrollo planteadas en la Tabla 10, se optó por utilizar la metodología RAD (Rapid Application Development), esto debido a su entrega rápida e iterativa, generando resultados rápidos y tangibles, sin contar que es perfecto para proyectos pequeños. Además, a pesar de que cada metodología aporta lo suyo para el desarrollo de software, la rapidez e interacción con el cliente son de vital importancia para cumplir con el proyecto en los plazos de tiempo planteados, generando un producto de alta calidad.

### 3.1.4 Análisis y selección de herramientas para gestión de proyectos

A continuación, se muestra una comparación, tomando en cuenta características relevantes, de tres herramientas de gestión de proyectos

Tabla 11. Tabla comparativa de herramientas para gestión de proyectos

<b>Factores comparativos</b>	<b>Asana</b>	<b>Jira</b>	<b>Trello</b>
Público objetivo	Proyectos de todo tipo	Creadores de software	Proyectos de todo tipo
Aplicaciones	Web, móvil (Android, IOS)	Web Se puede instalar en servidores.	Web, móvil (Android, IOS), escritorio (MacOS, Windows)
Tableros	Kanban	Scrum, Kanban o mixtas	Kanban
Aptos para metodologías ágiles.	Si	Si	No
Tamaño del proyecto	Grande	Grandes	Pequeños.
Tamaño de equipos	Grande	Grandes	Pequeños y medianos.
Seguimiento de tiempo	No	Si	No
Informes	Bien diseñados, amplios y personalizables.	Informes personalizados solo a administradores de cuentas empresariales.	No genera informes
Integraciones	Jira, Zoom, Salesforce, Google Drive, Microsoft Teams, Figma	Asana, Figma, Miro, Slack, GitHub, Zendesk, Microsoft Teams, Google Drive, GitHub y más	Slack, Jira Cloud, Miro, Kanban WIP, Dropbox, GitHub y más.
Gestión de tareas	Si	Si	Si
Subtareas	Si	Si	No
Interdependencia entre tareas	Si	Si	No
Estado de tareas	Si	Si	Si
Gráfico Gantt	Si	Si	Opcional
Exportación de datos	Si	Si	Si
Uso	Proyectos de toda índole.	Desarrollo de productos y software, ingeniería y más	Proyectos de diseño, marketing, personal, ventas, etc.
Precios (USD mensuales)	Personal: \$0 Starter: \$13,49 Advanced: \$30,49	Gratis: \$0 Estándar: \$8,15 De primera calidad: \$16 Empresa: variante	Free: \$0 Standard: \$5 Premium: \$10 Enterprise: \$17,50

Después de analizar la Tabla 11, se optó por el uso de Jira como herramienta para gestión de proyectos, esto debido a que tiene un enfoque para desarrollo de software y tiene integraciones con Figma y GitHub. Además, permite tener un seguimiento de tiempo y tareas proporcionando una línea de tiempo, donde se puede realizar conexiones entre las mismas, para así tener una visión más completa del proyecto.

### 3.1.5 Análisis y selección de herramientas de prototipado

A continuación, se presenta una comparación entre las herramientas de prototipado teniendo en cuenta características importantes de cada una.

Tabla 12. Tabla comparativa de herramientas de prototipado

<b>Factores Comparativos</b>	<b>Figma</b>	<b>Moqups</b>	<b>Proto.io</b>
Plataformas	Web. Móvil (iOS, android). Escritorio (Windows, MacOS)	Web.	Móvil (iOS, Android)
Interfaz	Interfaz de usuario intuitiva (arrastrar y soltar).	Arrastrar y soltar.	Interfaz de usuario intuitiva (arrastrar y soltar).
Prototipos	Genera prototipos interactivos de alta fidelidad.	Prototipos funcionales.	Se agrega la interactividad necesaria para que parezca real.
Colaboración tiempo real	Si	Si	Si
Curva de aprendizaje	Baja	Baja	Media-Baja
Control de versiones	Si	No	Si
Almacenamiento en la nube	Si	Si	Si
Integración con otras herramientas	Slack, Trello, Jira	Jira, Confluence	Sketch, Figma, Adobe XD, Adobe Photoshop, Adobe Fonts
Ventajas	Se puede descargar plugins. Fácil de usar y muy versátil.	Diseño intuitivo, rápido y limpio.	Librería de interacciones es muy completa. Permite probar en dispositivos reales.
Desventajas	Si el proyecto es muy grande, se tendrá problemas de rendimiento. Limitaciones en versión gratuita.	Limitaciones para la versión gratuita.	Precios altos. Solo funciona con internet.
Precios (USD mensuales)	Free: \$0 Professional: \$12 Organization: \$45 Enterprise: \$75	Free: \$0 Solo: \$17 Team: \$32 Unlimited: \$89	Freelancer: \$24 Startup: \$40 Agency: \$80 Corporate: \$160

Después de analizar la Tabla 12, se optó por utilizar Figma para el prototipado pues permite realizar prototipos de alta fidelidad, es de fácil uso, posee varias herramientas y la versión gratuita es muy completa. Además, permite compartir el diseño de manera rápida y recibir retroalimentaciones de la misma manera.



### 3.1.6 Análisis y selección de herramientas para control de versiones

Tabla 13. Tabla comparativa de herramientas de control de versiones

Factores comparativos	Git	Mercurial	Apache Subversion
Arquitectura	Distribuida.	Distribuida.	Centralizada (cliente-servidor).
Curva de aprendizaje	Media (compleja y varios comandos)	Baja (es simple y potente)	Baja (más fácil para principiantes)
Seguridad	Es bueno para usuarios experimentados.	Es bueno para usuarios no experimentados.	Es bueno para usuarios inexpertos.
Ramificaciones	Eficaz	Puede causar confusión.	Puede ser muy complicado.
Flujo de trabajo	Bifurcación y fusión	Ramificación y fusión	Centralizado
Trabajo off-line	Si	Si	Se encuentra limitado
Control de acceso	Depende de la plataforma donde se aloja.	Depende de la plataforma hosting	Control de acceso detallado.
Velocidad	Alta	Alta	Media
Interfaz gráfica	Sí (varias)	Si	Si
Ventajas	Mantiene un historial de cambios muy completo. Su velocidad y rendimiento son altas	Sencillez en el manejo. Permite buen manejo de archivos binarios grandes.	De fácil administración. Buen soporte con Windows y perfecta integración con herramientas ágiles. Buen manejo de archivos binarios.
Desventajas	Consumo de espacio de almacenamiento. Complejidad al iniciar por su gran cantidad de funciones.	No trabaja bien con extensiones o complementos que no sean programados con Python.	Genera repositorios pesados. Una verificación local requiere mayor espacio en disco.

Después de analizar la Tabla 13, se optó por utilizar git, ya que es una herramienta completa que brinda gran cantidad de interfaces gráficas, siendo eficaz y eficiente en el manejo de sus funciones. Al trabajar de manera distribuida, brinda al desarrollador más comodidad para realizar los cambios, lo que permite tener cierto control sobre el proyecto y sus distintas versiones.

### 3.1.7 Análisis y selección de la base de datos

A continuación, se presenta una tabla donde muestra las principales características a tener en cuenta sobre una base de datos, siendo comparadas dos bases de datos relacionales y dos no relacionales.

Tabla 14. Tabla comparativa de base de datos.

<b>Factores Comparativos</b>	<b>MongoDB</b>	<b>Cassandra</b>	<b>MySQL</b>	<b>Microsoft SQL Server</b>
Tipo	Orientado a documentos	Orientado a columnas	Sistemas de gestión de bases de datos relacionales.	Sistemas de gestión de bases de datos relacionales.
Lenguaje de desarrollo	C++	JAVA	C C++	C C++
Lenguaje de consulta	Personalizado basado en JavaScript	Cassandra Query Language (CQL)	SQL	SQL
Tipo de almacenamiento	Documentos BSON	Columnas	Tablas	Tablas
Triggers	No	Si	Si	Si
Sistemas Operativos	Linux MaC OS. Windows	Linux. MaC OS. Windows.	Linux. MaC OS. Windows. Oracle Solaris. OpenBSD. HP-UX.	Linux. MaC OS. Windows. En la nube.
Replicación	Master-Slave	Multi-Master	Master-Slave	Replicación transaccional
Tolerancia a Fallos	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
Seguridad	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
Características importantes.	Conserva algunas propiedades de SQL.	Arquitectura escalable. Es flexible. Escala horizontal.	Soporta amplia gama de tipos de datos. Gran escalabilidad.	Posee gran rendimiento. Incluye herramientas de procesamiento analítico en línea.
Áreas de uso	Almacenamiento y registro de eventos. Sistema de gestión de contenidos.	Sistemas bancarios. Sistemas financieros. Publicidad.	Aplicaciones basadas en web.	Gestión y análisis de datos.
Código Abierto	Si	Si	Si	No

Después de analizar las bases de datos mostradas en la Tabla 14, se llegó a la conclusión de usar MySQL como gestor de base de datos, debido a su amplia gama de tipos de datos, su escalabilidad, su sencillo uso y su fácil migración. Además, que esta es compatible con varios sistemas operativos, sin contar que al ser relacional va a mantener la consistencia de datos.

### 3.1.8 Análisis y selección de herramientas para desarrollo frontend

En la siguiente tabla se realizará una comparación entre tres de los frameworks en tendencia para el desarrollo web, tomando en cuenta sus características más relevantes.

Tabla 15. Tabla comparativa de herramientas frontend

<b>Factores comparativos</b>	<b>Angular</b>	<b>React JS</b>	<b>Vue</b>
Ultima versión	17.0	18.2	3.0.1
Curva de aprendizaje	Medio	Medio-Bajo	Bajo
Modo de trabajo	Módulos	Componentes	Componentes
Rendimiento	Medio	ligero	Muy ligero
Comunidad	Media	Amplia	Pequeña
Conocimientos nuevos	TypeScript	JSX, hooks	Ninguno
Flexibilidad	Pequeña	Grande	Grande
Tamaño del proyecto	Perfecto para proyectos grandes	Perfecto para proyectos medianos.	Perfecto para proyectos pequeños

Después de comparar las herramientas para desarrollo frontend en la Tabla 15, se opta por la utilización de React JS, esto debido a que trabaja perfecto con proyectos medianos y pequeños haciendo que su rendimiento aumente. Además, el trabajo por componentes es sencillo teniendo una curva de aprendizaje baja, el uso de JSX y hooks ayuda a que la programación y la interactividad con los datos sea más sencilla, sin contar que el soporte que ofrece la comunidad es amplio. También, el hecho de que se pueda trabajar con JavaScript influye al momento de elegirlo, puesto que es uno de los lenguajes más utilizados por las herramientas de Realidad Aumentada en web.

### 3.1.9 Análisis y selección de herramientas para desarrollo backend

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre tres frameworks backend, tomando en cuenta características importantes para su uso y desempeño.

Tabla 16. Tabla comparativa de herramientas Backend

<b>Factores comparativos</b>	<b>Django</b>	<b>Laravel</b>	<b>Express.js</b>
Última versión	4.1.3.	9.8.1.	4.18.2.
Filosofía	Buenas prácticas	Prioriza código PHP simple y elegante (sin sobrecarga de instrucciones).	Minimalista. Flexible. Personalizable.
Arquitectura	MVT (model-view-template)	MVC (model-view-controller)	Minimalista y liviana
Lenguaje	Python	PHP	JavaScript
Curva de aprendizaje	Moderado (conocimientos en Python), la curva aumenta para principiantes.	Moderado (conocimientos en php)	Bajo
Integración con base de datos	Sistema ORM (mapeo relacional de objetos) consistente	Utiliza Eloquent.	Se puede escoger bases de datos con ayuda de terceros

<b>Factores comparativos</b>	<b>Django</b>	<b>Laravel</b>	<b>Express.js</b>
Flexibilidad	Media	Alta	Alta
Seguridad	Altamente seguro, administra cuentas de usuarios y evita errores comunes.	Protección contra inyección SQL, utiliza hash Bcrypt	Buena, pero con algunas lagunas.
Comunidad y soporte	Comunidad pequeña en comparación a las demás.	Fuerte apoyo comunitario.	Comunidad más grande de las tres.
Escalabilidad y rendimiento	Es útil para aplicaciones multiplataforma.	Bajo (problemas en renderizado)	Alto
Uso	Gestión de grandes bases de usuarios. Para análisis de datos. Sistema de gestión de contenido	Desarrollo web. Aplicaciones web. Comercio electrónico.	Aplicaciones de una sola página. Aplicaciones que incluyan API's (Application Programming Interface). Microservicios.

Después de analizar la Tabla 16, se optó por utilizar Express.js, debido a la sencillez que propone su estructura, la rapidez de desarrollo y la flexibilidad que posee para poder incluir más componentes que serán útiles en el desarrollo. Además, al utilizar JavaScript reduce la curva de aprendizaje, pues la mayoría del proyecto se enfoca en el uso de JavaScript para su desarrollo.

### 3.1.10 Análisis y selección de frameworks CSS

La siguiente tabla muestra una comparativa entre frameworks CSS, que se encuentran en auge, teniendo en cuenta características relevantes para el desarrollo.

Tabla 17. Tabla comparativa de frameworks CSS

<b>Factores comparativos</b>	<b>Bootstrap</b>	<b>Tailwind CSS</b>	<b>Foundation</b>
Ultima versión	5.3	3.4	6.8.1
Navegadores compatibles	Chrome, Firefox, Safari, Microsoft Edge, Opera	Chrome, Firefox, Edge y Safari.	Chrome, Firefox, Safari, Opera, Mobile Safari, IE Mobile, Edge
Comunidad	Amplia	Pequeña	Pequeña
Lenguajes usados para su construcción	CSS, HTML, JavaScript, Sass, Less	PostCSS, CSS	CSS, JavaScript, Sass
Enfoque	Componentes	Clases de utilidad	Componentes
Velocidad de codificación	Alta	Media	Alta
Curva de aprendizaje	Baja	Media-Baja	Media-Alta

<b>Factores comparativos</b>	<b>Bootstrap</b>	<b>Tailwind CSS</b>	<b>Foundation</b>
Dificultad de personalización	Media	Baja	Baja
Responsivo (automático)	Si	No	Si
Complementos JavaScript	Si	No	Si
Peso	Medio	Bajo	Bajo

Después de analizar la Tabla 17, se opta por utilizar Bootstrap como framework CSS. Esto debido a que es fácil de utilizar, con una curva de aprendizaje bajo, una comunidad amplia, compatible con los navegadores principales que ocupan los dispositivos móviles y los computadores personales y, sobre todo, la velocidad en la que permite diseñar aplicaciones web responsivas.

### 3.1.11 Análisis y selección de herramientas para Realidad Aumentada en Web

A continuación, se presenta una tabla comparativa con características relevantes de seis de las herramientas usadas para la Realidad Aumentada en la Web.

Tabla 18. Tabla comparativa de herramientas para RA

<b>Factores Comparativos</b>	<b>AR.js</b>	<b>Zapworks</b>	<b>8thwall</b>	<b>Model Viewer</b>	<b>MindAR</b>
Tipos de seguimiento (tracking)	-Image -Marker -Location	-Face -World -Image	-World -Image -Face	-Plane	-Image -Face
Curva de Aprendizaje	Moderado	Fácil	Fácil	Fácil	Moderado
Compatibilidad con marcos 3D	Three.js A-frame	Three.js A-Frame Unity PlayCanvas Babylon.js	A-frame Three.js Babylon.js PlayCanvas	-	A-frame Three.js
Archivos que soporta	Videos, objetos 2D, 3D, gif	Imágenes 2D, 3D, videos	Videos, objetos 3D	Objetos 3D (GLB, USDZ)	Videos, objetos 3D
Precios (mensual)	Gratuito	Started: \$68 Pro: \$458	Starter: \$9 Plus: \$49 Pro: \$99	Gratuito	Gratuito

Después de analizar la Tabla 18, se opta por Model Viewer, debido a que su implementación es sencilla. Además, de entre las herramientas gratuitas es la única que no utiliza marcadores o localización para desplegar el elemento 3D en el entorno

(plane tracking). Sin contar que, como las demás herramientas, permite animaciones, sombras y demás efectos que mejoran la interacción y experiencia.

### 3.1.12 Análisis y selección de herramientas para fotogrametría.

A continuación, se presenta una comparación entre aplicaciones móviles para generar modelos 3d mediante fotogrametría. Para esta comparación y elección de herramientas no se tomó en cuenta aplicaciones para computadoras, debido a las características del hardware que se necesita para realizar este trabajo. Por otro lado, las aplicaciones móviles ocupan un procesamiento de su propio servidor.

Tabla 19. Tabla comparativa de aplicaciones para fotogrametría.

<b>Factores comparativos</b>	<b>Widar</b>	<b>Kiri Engine</b>	<b>Polycam</b>
Plataformas	Android, iOS	Android, iOS y web	Android, iOS
Forma de escaneo	Fotogrametría, LiDAR	Fotogrametría	Fotogrametría, LiDAR
Formato de exportación	OBJ, FBX, GLB, STL y subir a la nube	STL, OBJ, PLY, FBX y más	OBJ, GLB, FBX, DAE y ST
Características a destacar	Permite la edición del modelo 3D así como generar una escena.	Los modelos generados tiene texturas 4K.	Permite mapeo con drones de áreas extensas.
Destinatarios	Arquitectos, diseñadores 3D, aficionados, profesionales de RA y RV	Aficionados y profesionales	Aficionados y profesionales.
Precios (USD mensuales)	Free: \$0 Widar Pro: \$10	Básico: \$0 Pro: \$15	Free: \$0 Polycam Pro: \$18 Polycam for Teams: \$18

Después de realizar un análisis de la Tabla 19, se optó por utilizar Widar ya que su precio para obtener todas las características es bajo en comparación a las otras, además genera modelos 3D con alta precisión, permite descargas en formato GLB y, sobre todo, existe la opción de modificar las piezas en la misma aplicación (sin tener que recurrir a terceros).

## 3.2 Desarrollo de la propuesta

### 3.2.1 Fase I: Recopilación de requisitos

Para esta fase, se realizó una reunión con el cliente quien nos proporcionó los requisitos deseados.

#### a. Definición de Roles

Para realizar el presente proyecto se contó con cuatro con los siguientes roles:

Responsable	Rol	Función
Noelia Núñez	Desarrollador	Encargada de programar la aplicación Web según los requisitos planteados
Ing. Fernando Ibarra	Verificador	Encargado de dar seguimiento y monitoreo al desarrollo.
Ing. David Guevara	Cliente/Usuario	Representante de la Unidad Educativa Bolívar con quien se realizará las retroalimentaciones.
Lic. Cristina León	Cliente/Usuario	Encargada del museo quien proporcionará información necesaria sobre los procesos que maneja. Además de dar autorización para el acceso a piezas e información de las mismas.

#### b. Requerimientos técnicos

A continuación, se presentan las tecnologías utilizadas en el desarrollo de la aplicación web.

Tecnología	Versión	Descripción
React js	18.2	Librería frontend para el desarrollo de aplicaciones web.
Express js	4.18	Framework backend para desarrollo de aplicaciones web
Bootstrap	5.3	Librería para diseño frontend.
MySQL	10.6	Sistema gestor de base de datos.
Model Viewer	3.4	Herramienta para aplicar realidad aumentada en web.

#### c. Historias de usuario

Para el levantamiento de requisitos, se optó por el uso de Historias de Usuario, pues permite identificar los requerimientos del usuario final de una manera clara y sencilla,

procurando mantener una cercanía con el cliente. Las historias de usuario se realizarán con el modelo que se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Plantilla para las Historias de Usuario [64]

Historia de Usuario	
Número:	Usuario:
Nombre:	
Prioridad:	Riesgo:
Puntos estimados:	Iteración asignada:
Responsable:	
Descripción:	
Criterios de Aceptación:	

Donde:

- **Número:** identificador único de la historia de usuario.
- **Usuario:** perfil de usuario final.
- **Nombre:** nombre de la historia de usuario
- **Prioridad:** valores que se asignan según la necesidad del usuario (alta, media, baja).
- **Riesgo:** valores que se asignan de acuerdo al riesgo de desarrollo (alto, medio, bajo).
- **Puntos estimados:** número de horas estimadas para el desarrollo y cumplimiento de la historia de usuario.
- **Responsable:** persona encargada de realizar la historia de usuario
- **Descripción:** Requerimiento del cliente.
- **Criterios de Aceptación:** criterios que se deben tomar en cuenta para la aceptación de la historia de usuario [64].

Para priorizar una historia de usuario se utilizó la técnica MoSCoW, de esta manera se busca que quien está colocando el valor tenga consistencia del efecto que tendrá su decisión en el resultado final. El propósito de realizar esta técnica es el brindar un



mejor entendimiento y comprensión de lo importante y lo deseado. Su clasificación es:

- **Must Have** (es necesario): es necesaria su implementación, caso contrario la aplicación podría fallar.
- **Should have** (es recomendable): se debe implementar, aunque no sea de alta prioridad, es importante que esté presente.
- **Could have** (podría implementarse): es un requerimiento deseable, pero podría dejarse de lado por falta de tiempo o recursos.
- **Won't have** (no lo queremos ahora): son funcionalidades de baja prioridad que podría dejarse para ser colocada en el futuro [64].

Para este proyecto se decidió marcar la prioridad con números siendo:

- Must have: 4
- Should have: 3
- Could have: 2
- Won't have: 1

Por otro lado, para colocar los puntos estimados se utilizó la técnica MTV (Método por tres valores) que es una técnica basada en PERT (Program Evaluation and Review Technique). Consiste en calcular el tiempo promedio de la tarea teniendo en cuenta el tiempo optimista, pesimista y más probable [65]. Para ello se utiliza la fórmula de la Ecuación 6.

$$E(x) = \frac{O + 4M + P}{6} \quad (6)$$

Además, la fórmula para la varianza es:

$$Var(x) = \frac{(P - O)^2}{36}$$

Donde:

- $E(x)$  = tiempo promedio de la tarea.
- $Var(x)$  = varianza de la tarea.
- $O$  = tiempo optimista de la tarea.
- $M$  = tiempo más probable.
- $P$  = Tiempo pesimista.

Tabla 21. Historia de usuario - Autenticación de usuario

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 001	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Autenticación de usuario.	
Prioridad: 4	Riesgo: Alto
Puntos estimados: 5	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario, administrador o encargado, quiero ingresar mis credenciales para acceder a la aplicación.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro en la pantalla de inicio de sesión Cuando ingrese mi nombre de usuario y contraseña correctos Entonces el sistema validará los datos e ingresaré a la aplicación acorde al rol (Administrador, encargado).  Dado que me encuentro en la pantalla de inicio de sesión Cuando ingrese mi nombre de usuario y contraseña incorrectos Entonces el sistema enviará un mensaje de error.	

Tabla 22. Historia de usuario - Crear usuario

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 002	Usuario: Administrador
Nombre: Crear usuario.	
Prioridad: 4	Riesgo: Alto
Puntos estimados: 7	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero poder crear usuario para que otras personas tengan acceso a la aplicación.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro de la aplicación en el apartado "usuarios" Cuando ingrese a agregar usuario Entonces el sistema pedirá nombres, nombre de usuario, rol y contraseña del nuevo usuario.  Cuando llene los datos correspondientes sin que el nombre de usuario se repita	

<b>Historia de Usuario</b>	
Entonces el sistema creará un nuevo usuario.	
Cuando llene los datos con un nombre de usuario repetido Entonces el sistema no permitirá crear un usuario.	

Tabla 23. Historia de usuario - Listar usuarios.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 003	Usuario: Administrador
Nombre: Listar usuarios.	
Prioridad: 3	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 3	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero poder visualizar los usuarios para conocer quien tiene acceso a la aplicación.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentre dentro de la aplicación Cuando ingrese al apartado usuarios Entonces el sistema mostrará la lista de usuarios.	

Tabla 24. Historia de usuario - Modificar usuario.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 004	Usuario: Administrador
Nombre: Modificar usuario.	
Prioridad: 3	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 4	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero poder modificar datos de los usuarios para poder cambiar la contraseña o datos en caso de ser necesario.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentre dentro de la aplicación en el apartado “usuarios” Cuando seleccione la opción de editar un usuario Entonces el sistema me mostrará los datos del usuario para modificarlos.  Dado que me encuentre dentro de la aplicación en “modificar usuario” Cuando seleccione cambiar contraseña Entonces el sistema me pedirá una nueva contraseña para el usuario.	

Tabla 25. Historia de usuario - Eliminar usuario.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 005	Usuario: Administrador
Nombre: Eliminar usuario.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 2	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero poder eliminar usuarios para que ya no tengan acceso a la aplicación	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentre dentro de la aplicación en el apartado “usuarios”.	

<b>Historia de Usuario</b>	
Cuando seleccione eliminar un usuario Entonces el sistema me mostrará un mensaje de alerta, al aceptarlo, el usuario se eliminará.	

Tabla 26. Historia de usuario - Cambiar contraseña propia.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 006	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Cambiar contraseña propia.	
Prioridad: 4	Riesgo: Alto
Puntos estimados: 1	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario quiero poder cambiar mi contraseña para tener más seguridad.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro en el apartado de perfil Cuando seleccionar la opción de cambiar contraseña Entonces el sistema me pedirá ingresar la contraseña actual y la nueva contraseña.	

Tabla 27. Historia de usuario – Listar secciones del museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 007	Usuario: Administrador
Nombre: Listar secciones del museo.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 4	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero ver las secciones del museo para conocer las que se encuentran en el sistema.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro de la aplicación Cuando de escoja el apartado de “secciones” Entonces el sistema me mostrará una lista de secciones.	

Tabla 28. Historia de usuario - Crear secciones del museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 008	Usuario: Administrador
Nombre: Crear secciones del museo.	
Prioridad: 4	Riesgo: Alto
Puntos estimados: 5	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero crear secciones del museo con descripciones para tener ordenada la información.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del sistema en el apartado de secciones Cuando de escoja “agregar sección” Entonces el sistema me pedirá ingresar el nombre de la sección, descripción, ícono y número aproximado de piezas.	

Tabla 29. Historia de usuario - Modificar secciones del museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 009	Usuario: Administrador
Nombre: Modificar secciones del museo.	
Prioridad: 3	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 4	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero modificar secciones del museo para actualizar información.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del sistema en el apartado de secciones Cuando seleccione una sección para modificar Entonces el sistema me pedirá modificar los datos de aquella sección.  Dado que me encuentro dentro del sistema en “modificar sección” Cuando cambie el estado de la sección Entonces el sistema no mostrará esa sección al público.	

Tabla 30. Historia de usuario - Eliminar sección.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 010	Usuario: Administrador
Nombre: Eliminar sección.	
Prioridad: 3	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 1	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como administrador quiero eliminar una sección del museo.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del sistema en “secciones” Cuando seleccione una sección (sin piezas) para eliminar Entonces el sistema me enviará una alerta de “eliminar sección” la cual aceptaré y la sección se eliminará.  Dado que me encuentro dentro del sistema en “secciones” Cuando seleccione una sección (con piezas) para eliminar Entonces el sistema me enviará una alerta de “eliminar sección” la cual aceptaré y el sistema mostrará un mensaje indicando que no se puede eliminar la sección.	

Tabla 31. Historia de Usuario - Listar piezas del museo

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 011	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Listar piezas del museo.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 8	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario quiero listar piezas del museo para mostrar información técnica.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro de la aplicación Cuando de escoja el apartado de “piezas” Entonces el sistema me mostrará una lista de piezas.	

<b>Historia de Usuario</b>	
Dado que me encuentro en el apartado de “piezas” Cuando filtre por sección Entonces el sistema me mostrará las piezas que se encuentren en esa sección.	

Tabla 32. Historia de usuario – Agregar nuevas piezas.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 012	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Agregar nuevas piezas.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 11	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario quiero agregar nuevas piezas del museo para ir completando la información.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del apartado “piezas” Cuando escoja “agregar pieza” Entonces el sistema me permitirá colocar llenar los campos necesarios para la creación de la nueva pieza.	

Tabla 33. Historia de usuario - Modificar piezas del museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 013	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Modificar piezas del museo.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 6	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario quiero modificar las piezas del museo para actualizar información.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del apartado “piezas” Cuando seleccione una pieza para modificar Entonces el sistema me permitirá modificar los datos de la pieza.  Dado que me encuentro dentro de “modificar pieza” Cuando cambie el estado de la pieza Entonces el sistema no mostrará esa pieza al público	

Tabla 34. Historia de usuario - Eliminar piezas del museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 014	Usuario: Administrador, encargado
Nombre: Eliminar piezas del museo.	
Prioridad: 3	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 3	Responsable: Desarrollador
Descripción: Como usuario quiero eliminar las piezas del museo.	
Criterios de Aceptación:  Dado que me encuentro dentro del sistema en “piezas” Cuando seleccione una pieza para eliminar Entonces el sistema me enviará una alerta de “eliminar pieza” la cual aceptaré y la pieza se eliminará.	

Tabla 35. Historia de usuario - Ver piezas existentes en el museo.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 015	Usuario: Visitante
Nombre: Ver piezas existentes en el museo.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 13	Responsable: Desarrollador
<p>Descripción: Como visitante quiero observar las piezas de cada sección que existen en el museo para conocer más sobre las mismas.</p> <p>Criterios de Aceptación:</p> <p>Dado que me encuentro en el sitio web desde un computador Cuando escoja “colección” Entonces el sitio me mostrará una lista de piezas con su descripción técnica, gráfico y QR.</p> <p>Dado que me encuentro en el sitio web desde un móvil Cuando escoja “colección” Entonces la aplicación me mostrará una lista con las piezas que en ella se encuentren junto a su descripción técnica, gráfico y opción de ver en 3D.</p>	

Tabla 36. Historia de usuario - Ver piezas en Realidad Aumentada.

<b>Historia de Usuario</b>	
Número: 016	Usuario: Público
Nombre: Ver piezas en Realidad Aumentada.	
Prioridad: 4	Riesgo: Medio
Puntos estimados: 8	Responsable: Desarrollador
<p>Descripción: Como usuario quiero observar las piezas de cada sección en Realidad Aumentada para tener una mejor experiencia.</p> <p>Criterios de Aceptación:</p> <p>Dado que selecciono una pieza específica desde computador Cuando escanee su código QR con el móvil Entonces me enviará a una página que me permitirá ver la pieza en Realidad Aumentada.</p> <p>Dado que selecciono una pieza específica desde móvil Cuando seleccione la opción “ver en entorno” Entonces me mostrará la pieza con Realidad Aumentada.</p>	

**d. Estimación de historias de usuario con el método MTV**

La siguiente tabla muestra la estimación (en horas) de las historias de usuario ocupando el método MTV. Para el tiempo promedio se decidió aproximar el resultado a un número entero, mientras que la varianza se transformó el resultado a minutos.

Tabla 37. Estimación de historias de usuario mediante MTV

Número	Tiempo optimista (h)	Tiempo más probable (h)	Tiempo pesimista (h)	Tiempo promedio (h)	Varianza (min)
001	3	5	6	5	30
002	5	7	10	7	50

003	2	3	5	3	30
004	3	4	5	4	20
005	1	2	3	2	20
006	1	1	2	1	10
007	3	4	5	4	20
008	4	5	7	5	30
009	3	4	5	4	20
010	1	1	2	1	10
011	6	8	10	8	40
012	8	11	14	11	60
013	5	6	9	6	40
014	2	3	4	3	20
015	10	13	17	13	70
016	6	8	10	8	40
			Total:	86	9 (h)

**e. Plan de entrega**

Una vez definidos los requisitos, se ha generado el siguiente plan de entrega tomando en cuenta las prioridades del sistema.

Tabla 38. Plan de entrega.

Iteración	Código	Historia de Usuario	Tiempo estimado	
			Horas	Días
Iteración 1	001	Autenticación de usuario.	5	1
	002	Crear usuario.	7	2
	003	Listar usuario.	3	1
	004	Modificar usuario.	4	1
	005	Eliminar usuario.	2	1
	006	Cambio de contraseña propia.	1	1
Iteración 2	007	Listar sección del museo.	4	1
	008	Crear sección del museo.	5	1
	009	Modificar sección del museo.	4	1
	010	Eliminar sección del museo.	1	1
	011	Listar piezas del museo.	8	2
	012	Agregar pieza del museo.	11	2
	013	Modificar pieza del museo.	6	1
	014	Eliminar pieza del museo.	3	1
Iteración 3	015	Ver piezas existentes en el museo.	13	2
	016	Ver piezas en Realidad Aumentada	8	2

**f. Arquitectura del sistema**

La arquitectura de la aplicación web se dividirá en dos secciones:



**Cliente:** esta sección es la encargada de interactuar con el usuario. Consta en un aplicativo web donde los encargados del museo pueden administrar la información de las piezas y los visitantes puedan observar cada una de las piezas, teniendo la opción de visualizarla con Realidad Aumentada.

**Servidor:** aquí es donde los servicios y la base de datos se comunican. Los servicios escucharán las peticiones de la capa cliente y dará respuesta a las mismas.

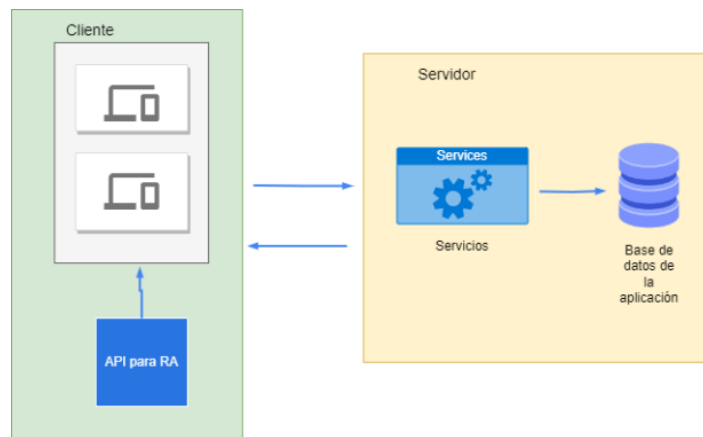


Figura 15: Arquitectura de la aplicación.

### *g. Diseño de la base de datos*

Para poder administrar la información de la aplicación se realizó una base de datos donde se encuentran las principales características que deben tener las entidades (usuarios, secciones, piezas). De esta manera se busca mantener un orden en la información para poder presentarla a los visitantes. La Figura 16 muestra el diseño relacional de la base de datos la cual se implementó en MySQL.

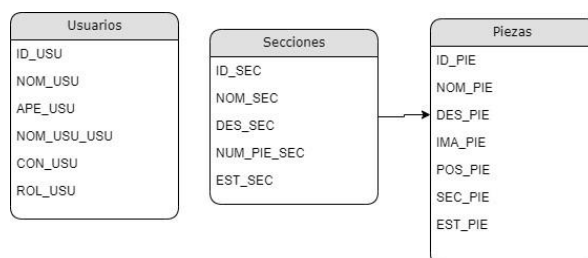


Figura 16. Diseño de la base de datos

### 3.2.2 Fase II: Diseño de prototipo

En esta fase se procedió a desarrollar el prototipo web, teniendo en cuenta que se tiene una vista para los visitantes y una para los administradores. Posteriormente se realizó la retroalimentación con el cliente para captar los errores y hacer las modificaciones respectivas.

#### a. *Prototipo Web administrador/encargado*

- *Autenticación de usuario*

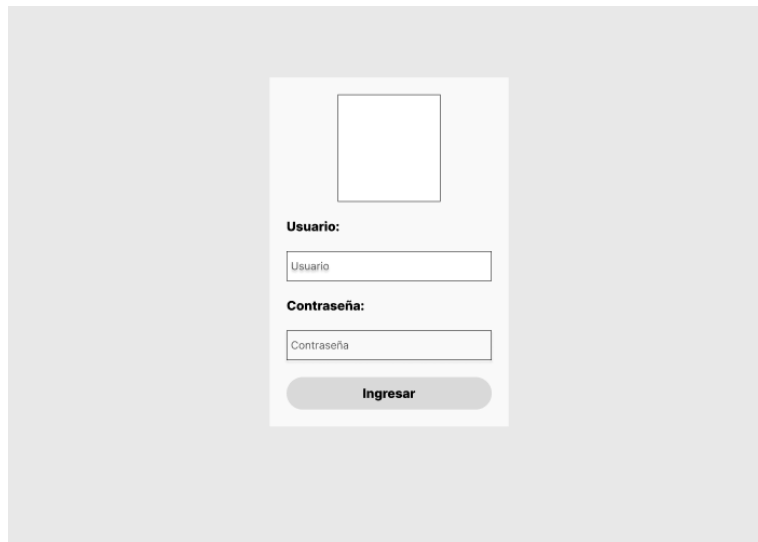
El prototipo muestra un formulario de autenticación centrado en una pantalla gris. El formulario tiene un recuadro vacío para una imagen de perfil. Debajo, hay un campo de texto etiquetado 'Usuario:' con el texto 'Usuario' dentro. A continuación, hay un campo de texto etiquetado 'Contraseña:' con el texto 'Contraseña' dentro. En la parte inferior del formulario, hay un botón gris con el texto 'Ingresar'.

Figura 17. Prototipo para la autenticación de usuario.

En la Figura 17 se puede observar como el usuario debe ingresar su nombre de usuario y contraseña. Dependiendo del rol se mostrará las opciones. En caso de ser “Administrador” tendrá acceso a usuarios y secciones, si es “Encargado”, solo podrá acceder a las piezas. Ambos tienen acceso al perfil.

- *Perfil de usuario*

Menú: \*Perfil | Usuarios | Secciones | Piezas | Reportes | Salir

### Perfil

Nombre:

Apellido:

Nombre de usuario:

Rol:

Figura 18. Prototipo para el perfil de usuario.

En la Figura 18 se observa la parte del perfil del usuario, donde se muestra la información del mismo con la posibilidad del cambio de contraseña, así como sus datos.

- *Administración de usuarios*

Menú: Perfil | \*Usuarios | Secciones | Piezas | Reportes | Salir

### Usuarios

Buscar:

Rol:

Nombre de usuario	Nombre	Apellido	Rol		
xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx	Administrador	<input type="button" value="Editar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	Encargado	<input type="button" value="Editar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
xxxxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	Encargado	<input type="button" value="Editar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Figura 19. Prototipo para la administración de los usuarios.



- *Agregar una nueva sección*

**Agregar Sección**
**X**

**Nombre de sección:**

**Descripción:**

**Número de Piezas**

**ícono:**

**Estado**

Guardar
Cancelar

Figura 22. Prototipo del modal para agregar una nueva sección del museo.

En la Figura 22 se muestran los datos que deben llenarse para la creación de una nueva sección, los cuales también se mostrarán cuando se necesite realizar alguna edición en la misma.

- *Administración de piezas*

Perfil
Usuarios
Secciones
\*Piezas
Reportes
Salir

## Piezas

Agregar Sección
Estado: 
Secciones:

Nombre	Descripción Técnica	Imagen 3D	Poster	Sección	Estado		
xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxx	xxx.glb	xxx.webp	xxxxxxxx	Habilitado	Editar	Eliminar
xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxx	xxx.glb	xxx.webp	xxxxxxxx	Habilitado	Editar	Eliminar
xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxx xxx	xxx.glb	xxx.webp	xxxxxxxx	Deshabilitado	Editar	Eliminar

Figura 23. Prototipo para la administración de piezas.

En la Figura 23 se muestra el listado de las piezas que se encuentran en el sistema. Además, existe la opción de filtrar por sección o estado, eliminarlas y agregar una nueva pieza.

- **Agregar una nueva pieza**

El formulario 'Agregar Pieza' contiene los siguientes elementos:

- Sección:** Un menú desplegable con 'Sección 1' seleccionado.
- Nombre:** Un campo de texto con 'Pieza X' ingresado.
- Descripción Técnica:** Un área de texto con el placeholder 'Describir...'. A la izquierda del campo hay un ícono de un lápiz.
- Imagen 3D:** Un botón con el texto 'Cargar imagen'.
- Poster:** Un botón con el texto 'Cargar poster'.
- Estado:** Un menú desplegable con 'Seleccionar...' seleccionado.
- Botones de acción:** Un botón verde 'Guardar' y un botón rojo 'Cancelar'.

Figura 24. Prototipo para agregar una nueva pieza.

La Figura 24 muestra los datos necesarios que se debe llenar para crear una nueva pieza, todos los datos deben ser llenados de la manera correcta porque serán mostrados a los visitantes del museo que ingresen a la aplicación en la parte de visitantes.

- **Reportes**

La pantalla 'Reportes' tiene un menú superior con las opciones: Perfil, Usuarios, Secciones, Piezas, \*Reportes y Salir. El contenido principal se divide en dos secciones:

- Reportes:** Incluye tres filtros de selección:
  - Cantidad de piezas: Menú desplegable con 'Todos' seleccionado.
  - Por secciones: Menú desplegable con 'Todos' seleccionado.
  - Por popularidad: Menú desplegable con 'Todos' seleccionado.Debajo de los filtros hay un botón 'Imprimir reportes'.
- Piezas populares:** Un área que actualmente muestra un cuadro vacío con una 'X' diagonal, indicando que el contenido no está disponible o es un placeholder.

Figura 25. Prototipo para los reportes

En la Figura 25 se muestra el prototipo del apartado el cual permitirá generar reportes según el interés que se muestra en una pieza. Se puede filtrar por cantidad de piezas, secciones y popularidad, así como imprimir el reporte.

***b. Prototipo Web público***

• ***Página de inicio***

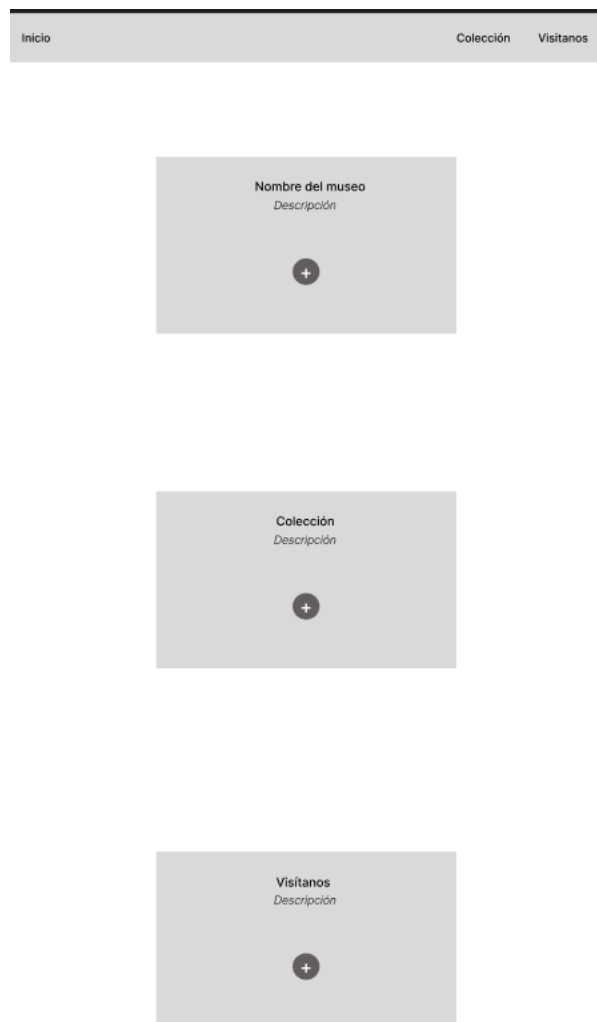


Figura 26. Prototipo de la página de inicio.

La Figura 26 muestra el inicio de la aplicación, donde se observa el nombre del museo junto a su descripción; la colección y un apartado de visitas donde se verá, en un modal, la dirección del museo, así como los horarios de atención (Figura 27) .

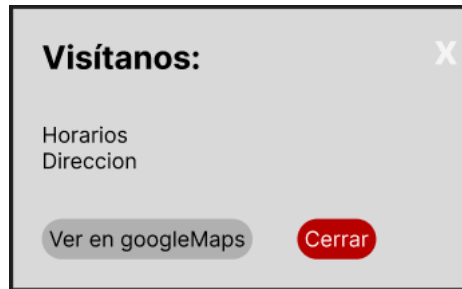


Figura 27: Prototipo para información de visitas.

- *Página de la colección del museo*

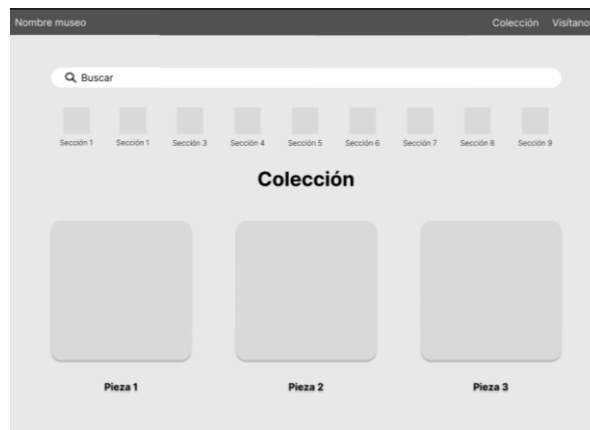


Figura 28. Prototipo de la página de colección del museo.

En la Figura 28 se puede observar la página donde se muestra las piezas que se encuentran en el museo. Esta página se cargará dependiendo de las piezas que se encuentren en la base de datos. Se puede filtrar las piezas por sección, así como buscar una pieza en específico. Al dar clic en una pieza se abre el modal que se muestra en la Figura 29.

- *Modal de información de pieza*



Figura 29. Prototipo de modal de información de la pieza.



En la Figura 29 se muestra un modal donde se verá la imagen en 3D de la pieza, así como su nombre, una descripción técnica y un botón para ver el código QR (en caso de encontrarse desde un computador) como muestra en la Figura 30. En caso de encontrarse en un dispositivo móvil, el botón le llevará a una página donde se verá la pieza con la posibilidad de mostrarla en el entorno (Figura 31)

- ***Modal con el código QR***



Figura 30. Prototipo para la visualización del código QR.

En la Figura 30 se puede observar el modal donde se mostrará el código QR, el cual deberá ser escaneado por el usuario para poder ver la pieza en realidad aumentada.

- ***Vista desde el teléfono móvil de la pieza en 3D.***

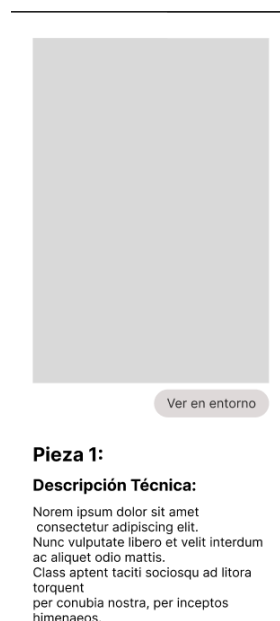


Figura 31. Prototipo de la visualización de la pieza 3D en móvil.

La Figura 31 muestra la manera que aparecerá la pieza 3D en el móvil después de escanear el código QR. Se mostrará la imagen 3D, el nombre de la pieza, la descripción técnica y un botón que permita ver la pieza en el entorno (Realidad Aumentada).

### 3.2.3 Fase III: Construcción

#### a. *GitHub*

Para el control de versiones del proyecto se decidió utilizar GitHub para almacenar los repositorios git. Para ello se crearon dos ramas “developBack” y “developFront” en las cuales se trabajaron sus distintos archivos. Además, “developFront” se decidió dividir en “Visitas” y “Admin”, las cuales se crearán una vez se inicie el proyecto y se descargue todas las herramientas.

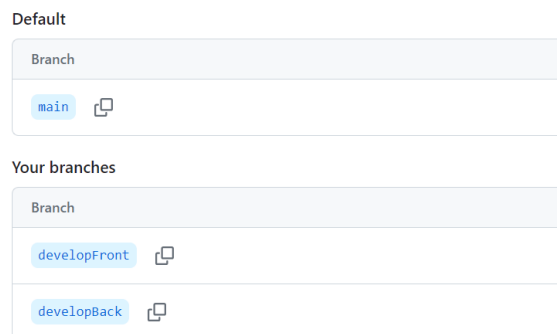


Figura 32. Ramas iniciales del proyecto en GitHub

#### b. *Instalación de herramientas*

Para la parte frontend de la aplicación se decidió trabajar con React, el cual ocupa el siguiente comando para la creación del proyecto:

```
Vostro M102\Documents\GitHub\MuseoColegioBolivarApp> npx create-react-app museo-ueb-ra
```

Figura 33: Comando para crear el proyecto en React.

Además, se ocupó Bootstrap como framework CSS. Para instalarlo en el proyecto se tuvo que colocar el siguiente comando:

```
Vostro M102\Documents\GitHub\MuseoColegioBolivarApp> npm install bootstrap@5.3.2
```

Figura 34: Comando para agregar Bootstrap al proyecto

En cuanto al backend, se hizo uso de express. Para instalarlo, en el proyecto, se utilizó el siguiente comando:

```
hub\MuseoColegioBolivarApp\back> npm i express cors mysql2 sequelize
```

Figura 35. Comando para agregar las herramientas para el backend

### c. *Aplicativo Web Administrador/Encargado*

- *Ingreso a la aplicación*

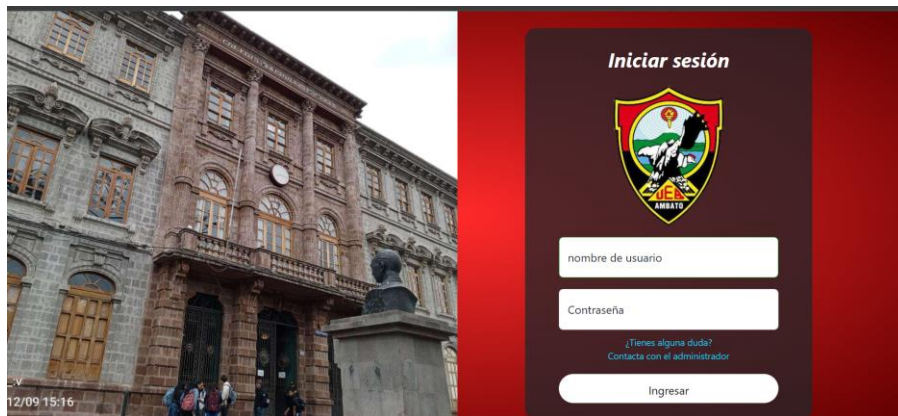


Figura 36. Pantalla de ingreso a la aplicación

```
//Iniciar sesión
export const iniciarSesion = async(req,res)=>{
  try {
    const usuario = await UsuarioModelo.findAll({
      where: {
        NOM_USU_USU:req.body.nombreUsuario,
        CON_USU: req.body.contrasena
      }
    })
    if(usuario.length > 0){
      const tokenPayload={id:usuario[0].ID_USU ,rol:usuario[0].ROL_USU }
      const token = jwt.sign(tokenPayload,'MuseoHectorVasquezSalazar',{expiresIn:'30m'})
      res.json({token, "id":usuario[0].ID_USU ,"rol":usuario[0].ROL_USU } )
    }else{
      res.json({"mensaje": "Nombre de usuario o contraseña incorrectos"})
    }
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 37. Código para iniciar sesión - Backend

Para ingresar a la aplicación, los usuarios deberán colocar su nombre de usuario y contraseña, como lo muestra en la Figura 36. Estas serán validadas gracias a una petición a la base de datos (Figura 37) la cual enviará el id y el rol del usuario junto

con un token. En caso de estar los datos equivocados, se enviará un mensaje indicando que los datos son incorrectos.

- **Listado de Usuarios**

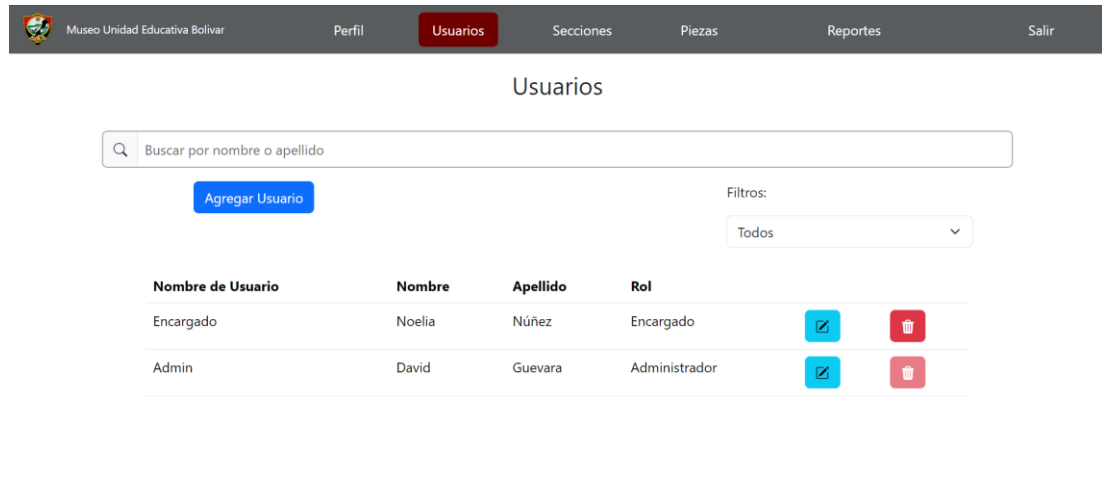


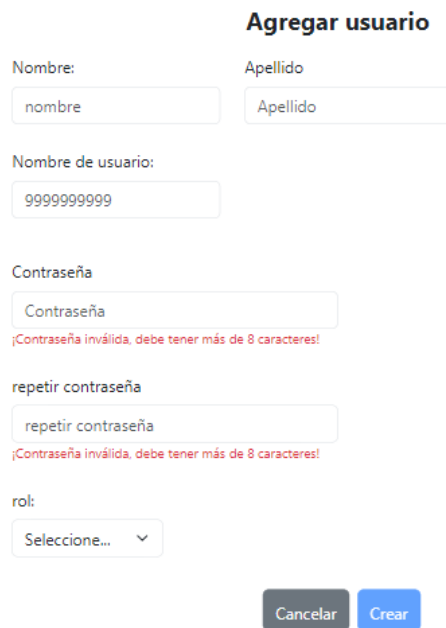
Figura 38. Tabla del listado de usuarios.

```
//mostrar todos los registros
export const obtenerUsuarios= async(req, res) =>{
  try {
    const usuarios= await UsuarioModelo.findAll()
    res.json(usuarios)
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 39. Código para obtener usuarios - Backend

En el apartado de usuarios, Figura 38, se muestra una lista de los usuarios los cuales se podrán buscar por el nombre y apellido. Esto gracias al método que se muestra en la Figura 39, el cual se encarga de traer todos los usuarios que se encuentran en la base de datos. Por motivos de seguridad, los usuarios administradores no podrán ser eliminados o modificados en cuanto a su nombre de usuario y contraseña.

- *Agregar nuevo usuario*



Formulario para agregar un usuario. El título es "Agregar usuario".

Campos de entrada:

- Nombre:
- Apellido:
- Nombre de usuario:
- Contraseña:   
¡Contraseña inválida, debe tener más de 8 caracteres!
- repetir contraseña:   
¡Contraseña inválida, debe tener más de 8 caracteres!
- rol:

Botones: Cancelar, Crear

Figura 40. Formulario para agregar un usuario

```
//crear
export const crearUsuario= async(req,res)=>{
  try {
    await UsuarioModelo.create(req.body)
    res.json({
      "mensaje": "Registro creado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 41. Código para crear un nuevo usuario - Backend

Para agregar usuario se deberá llenar la información relevante donde la contraseña tiene que tener más de 8 dígitos y el nombre de usuario ser único (Figura 40). En la Figura 41 se muestra el código del backend, el cual permite crear un usuario y guardarlo en la base de datos.

- *Editar usuario*

---

**Editar usuario**

Nombre:	<input type="text" value="Encargado 2"/>	Apellido	<input type="text" value="Encargado"/>
Nombre de usuario:	<input type="text" value="Encargado"/>	rol:	<input type="text" value="cargado"/>

Figura 42. Formulario para editar usuario

```
//editar
export const editarUsuario= async(req,res)=>{
  try {
    await UsuarioModelo.update(req.body,{
      where:{
        ID_USU:req.params.id
      }
    })
    res.json({
      "mensaje": "Registro actualizado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 43. Código para editar usuario - Backend

En la Figura 42 se muestran los datos del usuario a editar. Además, en caso de ser necesario, se podrá cambiar la contraseña. Se verificará que el nuevo nombre de usuario no exista en la base de datos. Para la actualización de los datos se utiliza el código que se muestra en la Figura 43.

- *Eliminar usuario*

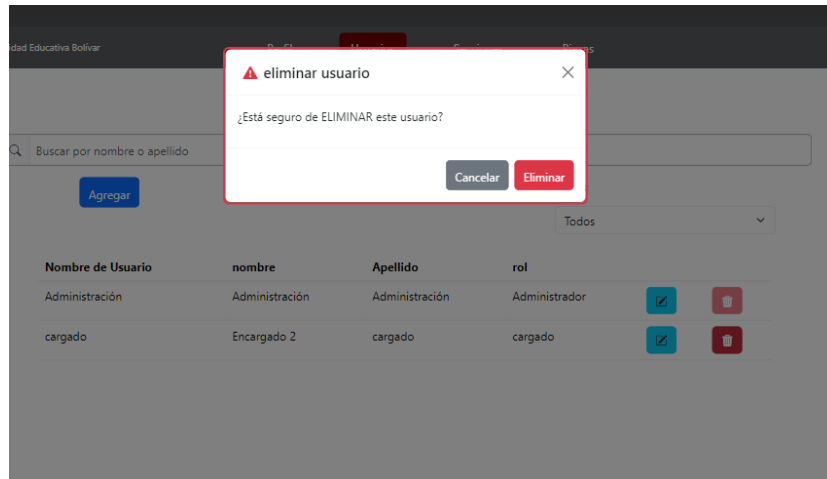


Figura 44. Eliminar usuario

```
//eliminar
export const borraUsuario= async(req,res)=>{
  try {
    await UsuarioModelo.destroy({
      where:{ID_USU:req.params.id}
    })
    res.json({
      "mensaje": "Registro eliminado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 45. Código para eliminar usuario – Backend

Para eliminar usuario se debe seleccionar el ícono del basurero, aparecerá un mensaje de alerta sobre esta acción el cual, dependiendo de la decisión, eliminará el usuario o no (Figura 44). En la Figura 45 se muestra el código del backend con el cual se elimina al usuario.

- *Listado de secciones*



Nombre	Descripción	Cantidad de piezas	Ícono	Estado
Numismática	Se exhiben monedas, billetes y medallas conmemorativas de los diferentes países del Mundo. También medallas de reconocimiento al Colegio Nacional "Bolívar" por los 100 y 150 años de educar juventudes.	100		Habilitado  
Fotografía	Cuenta con fotografías de los paisajes y montañas del Ecuador, tomadas a principio del siglo XX.	94		Habilitado  
Zoología	Colección de la fauna del Ecuador con especies de la Costa, Sierra, Oriente y Galápagos de animales vertebrados naturalizados mediante la técnica de la taxidermia. Además, presentan 5 especies que no pertenecen al Ecuador.	199		Habilitado  
Etnografía	Atuendos de danzantes de la provincia de Tungurahua, atuendos	50		Habilitado  

Figura 46. Tabla del listado de secciones.

```
//mostrar todos los registros
export const obtenerSecciones= async(req, res) =>{
  try {
    const secciones= await SeccionModelo.findAll()
    res.json(secciones)
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 47. Código para obtener listado de secciones - Backend

Las secciones es otro apartado al cual solo tiene acceso el administrador de la aplicación. Aquí se podrán ver todas las secciones almacenadas en la base de datos, además de poder modificarlas y eliminarlas (este último solo en caso de no tener piezas en ella) como muestra la Figura 46. Para ello, la Figura 47 muestra el código que se utilizó.



- **Agregar sección**

**Agregar sección**

Nombre de sección:

Descripción:

Cantidad de Piezas:

Icono:

Estado:

Figura 48. Formulario para agregar nueva sección

```
//crear
export const crearSeccion= async(req,res)=>{
  try {
    await SeccionModelo.create(req.body)
    res.json({
      "mensaje": "Registro creado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 49. Código para agregar sección - Backend

La Figura 48 muestra el formulario que se debe llenar para crear una nueva sección del museo. Todos los campos deben ser llenados para que la sección sea creada. En la Figura 49 se observa el código que se utilizó para este propósito.

- **Editar sección**


**Editar sección**

Nombre de sección:

Descripción:

Cantidad de Piezas:

Icono:



Estado:

Figura 50. Formulario para editar una sección.

```
//editar
export const editarSeccion= async(req,res)=>{
  try {
    await SeccionModelo.update(req.body,{
      where:{
        ID_SEC:req.params.id
      }
    })
    res.json({
      "mensaje": "Registro actualizado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 51. Código para editar sección - Backend

La Figura 50 muestra los datos que pueden ser editados sobre la sección, el id que se necesita es enviado por el URL como parámetro. Así mismo, la Figura 51 muestra el código del backend, que permitirá la actualización de la sección.

- *Eliminar sección*

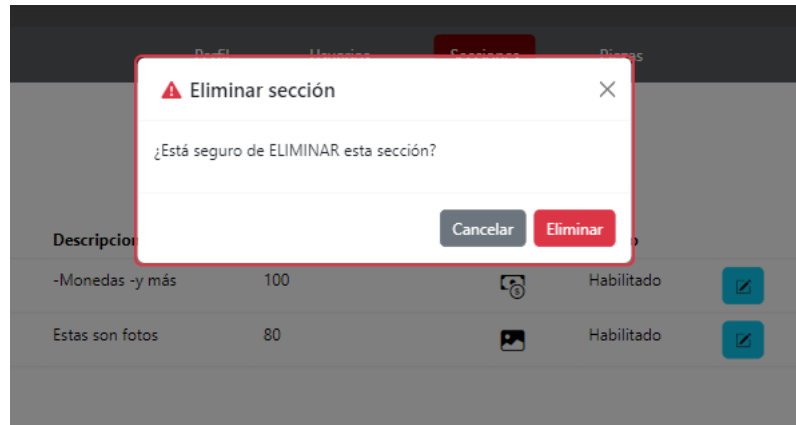


Figura 52. Eliminar sección

```
export const borrarSeccion= async(req,res)=>{
  try {
    await SeccionModelo.destroy({
      where:{ID_SEC:req.params.id}
    })
    res.json({
      "mensaje": "Sección eliminada correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 53. Código para eliminar una sección - Backend

De la misma manera que con los usuarios, si se desea eliminar una sección, se debe seleccionar en el botón con el ícono del basurero, este enviará un mensaje de advertencia el cual será aceptado o rechazado según el deseo de cada usuario, como se muestra en la Figura 52. La sección solo se eliminará si no contiene piezas en ella. Por otro lado, la Figura 53 muestra el código con el cual se elimina la sección.

- *Listado de piezas*

Museo Unidad Educativa Bolívar | Perfil | Usuarios | Secciones | **Piezas** | Reportes | Salir

Piezas

Buscar pieza

Agregar Pieza

Estado: Todas las piezas

Secciones: Todas las secciones

Nombre	Descripcion Técnica	Imagen 3D	Poster	Sección	Estado
Jaguar	- Su aspecto general es tosco y macizo - De adulto puede medir entre 1.12 y 1.85 m de largo, sin incluir la cola. - La cola puede oscilar entre 45 y 75 cm de longitud.	1-3D.glb	1-poster.webp	Zoología	Habilitado
Águila	- Un macho mide entre 80 y 87 cm, una hembra entre 90 y 95 cm. - Un macho pesa entre 3 y 4 kg, una hembra pesa entre 4 y 6 Kilogramos. - Se nutre de mamíferos, aves,	46-3D.glb	46-poster.webp	Zoología	Habilitado

Figura 54: Tabla de listado de piezas

```

//mostrar todos los registros
export const obtenerPiezas= async(req, res) =>{
  try {
    const piezas= await PiezaModelo.findAll()
    //guardar imagen en servidor
    piezas.map(img=>{
      //poster
      fs.writeFileSync(path.join(__dirname, '../bdImágenes/'+
img.dataValues.ID_PIE + '-poster.webp'
),img.dataValues.POS_PIE)
img.dataValues.NOM_POS_PIE=img.dataValues.ID_PIE + '-poster.webp'
      //3d
      fs.writeFileSync(path.join(__dirname, '../bdImágenes/'+
img.dataValues.ID_PIE+'-3D.glb'
),img.dataValues.IMA_PIE)
img.dataValues.NOM_IMA_PIE=img.dataValues.ID_PIE+'-3D.glb'
    })

    res.json(piezas)
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}

```

Figura 55. Código para listar piezas - Backend

En la Figura 54 se puede observar el listado de piezas que se encuentran en el museo, con la posibilidad de buscar por nombre, filtrar por sección y estado. Para traer los datos desde la base, se utilizó el código que se muestra en la Figura 55, donde convierte los datos tipo blob en archivos para luego utilizarlos en la aplicación.

- **Agregar pieza**

---

**Agregar pieza**

Nombre de la pieza:

Descripción técnica:

Imagen 3D:  
 Ninguno archivo selec.  
Cargar imagen .glb

Póster Imagen:  
 Ninguno archivo selec.  
Cargar imagen .webp

Sección:  Estado:

---

Figura 56. Formulario para agregar una nueva pieza.

```
//crear
export const crearPieza= async(req,res)=>{
  try {
    //leer imagen guardada
    req.body.IMA_PIE= fs.readFileSync(path.join(__dirname, '../imagenes/'+req.files.IMA_PIE[0].filename))
    req.body.POS_PIE= fs.readFileSync(path.join(__dirname, '../imagenes/'+req.files.POS_PIE[0].filename))
    //
    await PiezaModelo.create(req.body)
    res.json({
      "mensaje": "Pieza creada correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 57. Código para crear pieza – Backend


En la Figura 56 se puede observar el formulario para crear una pieza. Los archivos a subir están controlados para que solo sean del tipo que se requiere (.glb para modelos 3D y .webp para el poster del modelo). En la Figura 57 se muestra el código que se utiliza para guardar la pieza en la base de datos.


- *Editar pieza*

### Editar pieza

Nombre de la pieza:

Descripción técnica:

Imagen 3D:  
  
 Ninguno archivo selec.  
1 3D.glb

Póster Imagen:  
  
 Ninguno archivo selec.  
1 póster.webp

Sección:  Estado:

Figura 58: Formulario para editar pieza.

```

export const editarPieza= async(req,res)=>{
  try {
    //leer imagen guardada
    console.log(req.files)
    if("IMA_PIE" in (req.files)){
      req.body.IMA_PIE= fs.readFileSync(path.join(__dirname, '../imagenes/'+req.files.IMA_PIE[0].filename))
    }
    if("POS_PIE" in (req.files))[]
      req.body.POS_PIE= fs.readFileSync(path.join(__dirname, '../imagenes/'+req.files.POS_PIE[0].filename))
    []
    //
    await PiezaModelo.update(req.body,{
      where:{
        ID_PIE:req.params.id
      }
    })
    res.json({
      "mensaje": "Registro actualizado correctamente"
    })
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}

```

Figura 59. Código para editar pieza – Backend

En la Figura 58 se puede observar la pieza a editar con sus respectivos datos. De la misma manera, los archivos a enviar solo pueden ser .glb o .webp. En la Figura 59 se muestra el código que se utiliza para la actualización de la pieza.

- **Perfil**

Museo Unidad Educativa Bolívar

Perfil Usuarios Secciones Piezas Reportes Salir

### Perfil

Nombre: David Apellido: Guevara

Nombre de usuario: Admin Rol: Administrador

Cambiar Contraseña

Guardar Cambios

Zona de peligro

Eliminar Cuenta

Figura 60. Perfil de usuario administrador

Museo Unidad Educativa Bolívar

Perfil Piezas Salir

### Perfil

Nombre: Encargado 2 Apellido: Encargado

Nombre de usuario: Encargado Nombre de usuario: Encargado

Cambiar Contraseña

Guardar cambios

Figura 61. Perfil usuario encargado

```
//mostrar un registro
export const obtenerUsuario= async(req,res)=>{
  try {
    const usuario = await UsuarioModelo.findAll({
      where: {
        ID_USU:req.params.id
      }
    })

    res.json(usuario[0])
  } catch (error) {
    res.json({ message: error.message})
  }
}
```

Figura 62. Código para obtener un usuario - Backend

En la Figura 60 se muestra el perfil del usuario con la posibilidad de modificar sus propios datos, incluido la contraseña. Además, el usuario administrador puede eliminar su propia cuenta. El código que se muestra en la Figura 62 se encarga de traer un solo usuario el cual se busca por el id pasado como parámetro.

Cabe recalcar que los usuarios administradores tendrán acceso a su perfil, usuarios, secciones y piezas, mientras que los usuarios encargados sólo a su perfil y a las piezas, como se muestra en la Figura 60 y en la Figura 61 respectivamente.

- **Reportes**

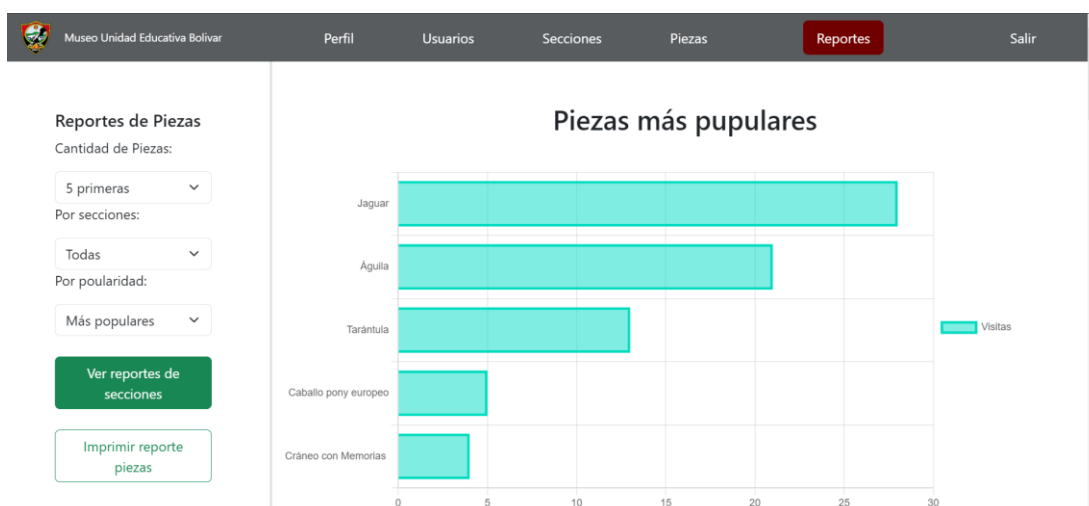


Figura 63. Reporte de piezas por popularidad

En la Figura 63 se puede observar el apartado donde se evidencian las piezas más populares o menos populares (dependiendo de lo que el usuario desee), de esta manera se busca conocer el interés de los usuarios visitantes para dar una mejor atención en el museo. Además, se puede obtener el reporte de las visitas en las distintas secciones e imprimir dichos reportes como se muestra en la Figura 64



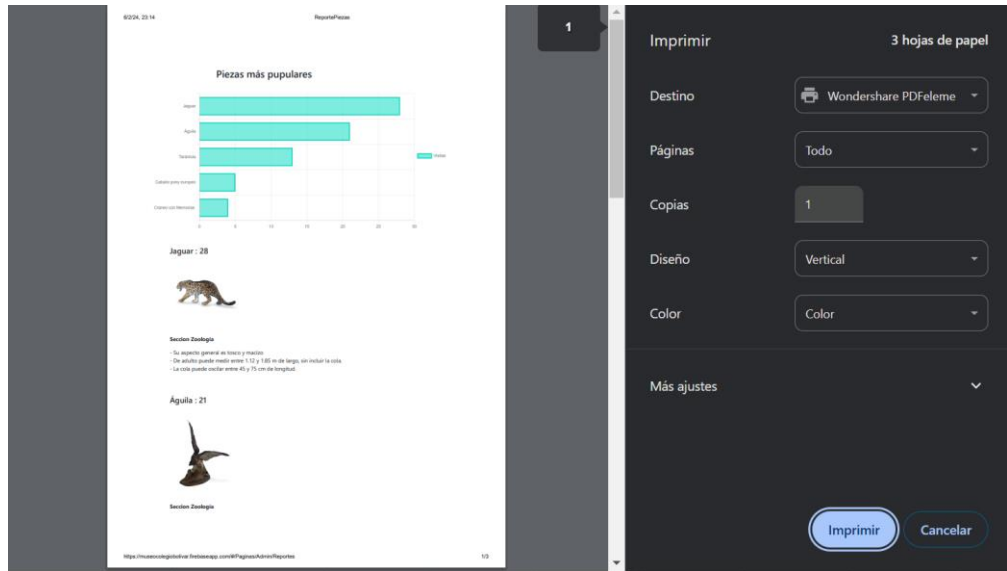


Figura 64. Impresión del reporte

**d. Aplicación web pública**

- **Inicio**

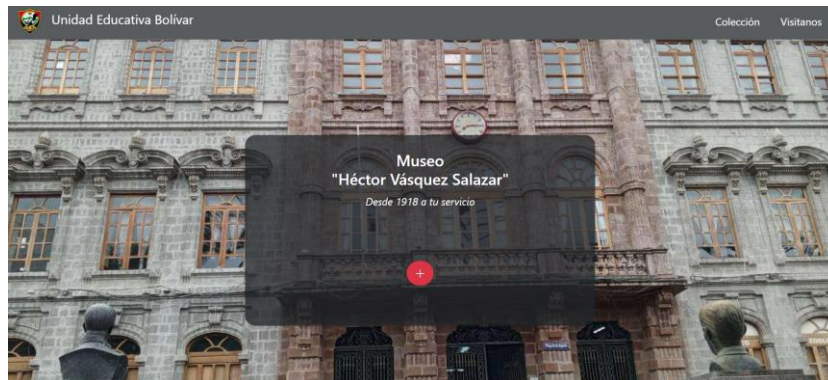


Figura 65: Inicio



Figura 66. Inicio – Información

En la Figura 65 y Figura 66 se puede observar la parte inicial de la aplicación para los visitantes donde se da a conocer un poco sobre la información del Museo “Hecto Vásquez Salazar”

- ***Colección***

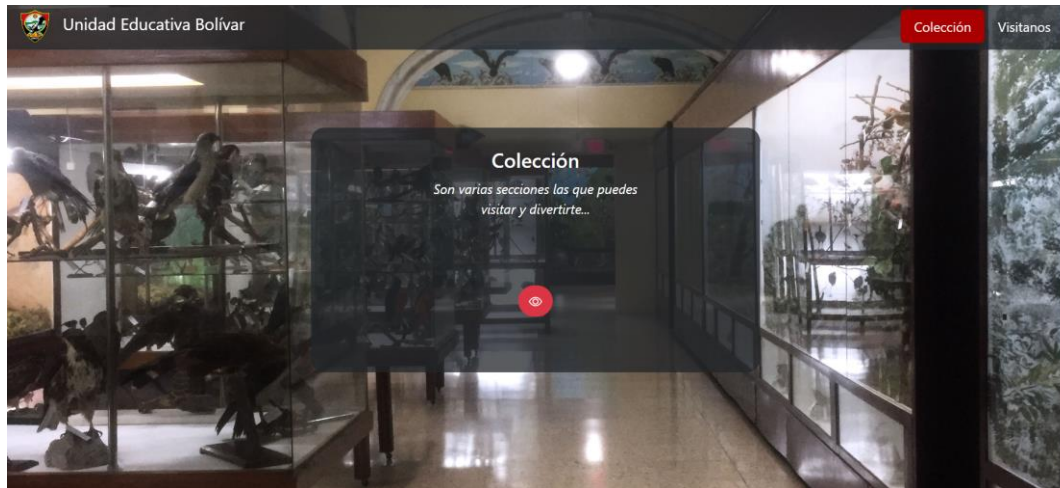


Figura 67. Inicio (colección)

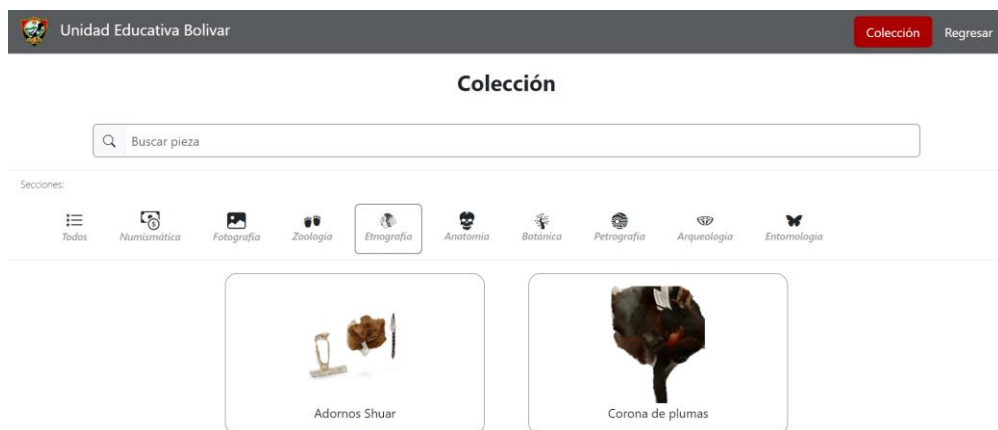


Figura 68. Colección

En la Figura 67 se muestra el apartado de Colección en el Inicio, de allí se dirige hacia otra página donde se mostrará las piezas que existen (Figura 68) donde se podrá buscar por nombre de la pieza y filtrar por sección.



Figura 69. Modal con la pieza desde PC.

Al seleccionar una pieza se abre un modal, donde aparece la información técnica de la misma, junto con el modelo 3D con el cual se puede interactuar, como muestra en la Figura 69.

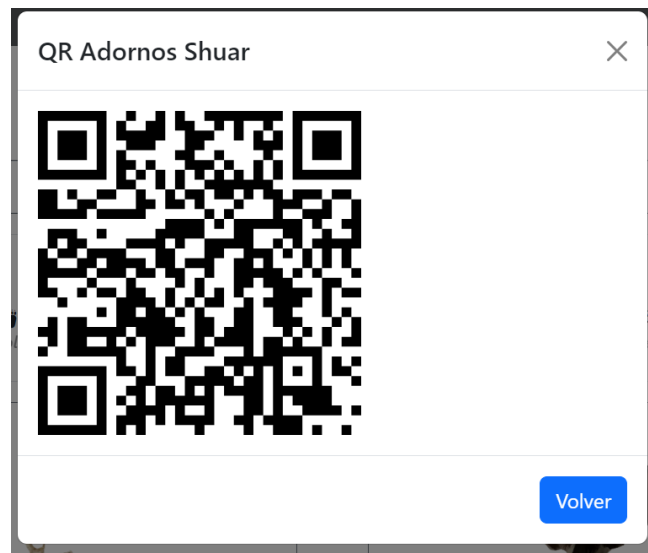


Figura 70. QR de la pieza



Figura 71. Modelo 3D (Móvil)

Además, si se está en computadora, se tiene la posibilidad de observar el código QR (Figura 70) que redireccionará a otra página para tener la opción de ver la pieza en el entorno real (RA) como muestra la Figura 71.

```

<model-viewer src={URI+nombreImagen3DPieza}
ar ar-modes="webxr scene-viewer quick-look"
camera-controls poster={URI+nombrePosterPieza}
shadow-intensity="2"
exposure="1" shadow-softness="0"
tone-mapping="commerce"
style={{height:"100%",width:"100%"}}>
  <div className="progress-bar hide " slot="progress-bar">
    <div className="update-bar"></div>
  </div>
  <button slot="ar-button" id="ar-button">
    Ver en tu espacio
  </button>
</model-viewer>

```

Figura 72. Código para aplicar Realidad Aumentada

La Figura 72 muestra el uso de la herramienta para Realidad Aumentada en la Web “Model Viewer” la cual permite observar el modelo 3D, en el entorno real, a través de la pantalla del celular.



Figura 73. Realidad aumentada con la pieza

En la Figura 73 se puede observar la pieza en el entorno real desde un dispositivo móvil, aplicando así la Realidad Aumentada.

- **Visitanos**

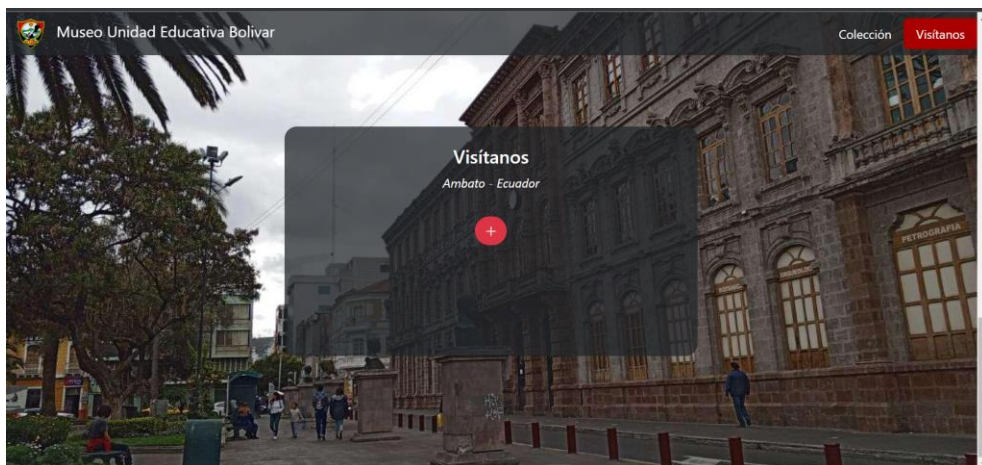


Figura 74:Inicio (Visitanos)



Figura 75. Información sobre visitas

La Figura 74 muestra el apartado de “Visítanos” en la página “Inicio”. Aquí se da más información sobre el horario de visitas y la ubicación exacta del museo, con la posibilidad de verla en Google Maps (Figura 75).

### 3.2.4 Fase IV: Pruebas

#### a. Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación se realizaron con el fin de comprobar el cumplimiento de todas las historias de usuario que fueron especificadas al inicio del proyecto (Fase I: Recopilación de requisitos). Para realizarlas, se las dividió por cada iteración planteada.

- *Iteración 1*

Tabla 39. Pruebas de aceptación - Iteración 1

Pruebas de aceptación				
No.	Historia de usuario	Criterio	Estado	Responsable
1	001	La autenticación exitosa dirige a la página que corresponde.	Aceptado	Usuario
2	001	Credenciales equivocadas el sistema informa del error.	Aceptado	Usuario
3	001	Comprobar que el administrador tenga permiso para realizar cualquier acción en: Usuarios, Secciones, Piezas.	Aceptado	Desarrollador
4	001	Comprobar que el encargado tenga permiso para realizar cualquier acción en: Piezas	Aceptado	Desarrollador
5	002	Creación de un nuevo usuario.	Aceptado	Usuario Administrador
6	002	Comprobación de la creación del usuario en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador

<b>Pruebas de aceptación</b>				
<b>No.</b>	<b>Historia de usuario</b>	<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
7	003	Ver los usuarios del sistema.	Aceptado	Usuario Administrador
8	004	Editar usuarios del sistema.	Aceptado	Desarrollador
9	004	Cambiar contraseña de usuario.	Aceptado	Usuario Administrador
10	004	Comprobar que los datos se editen correctamente en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
11	005	Eliminación de usuarios	Aceptado	Usuario Administrador
12	005	Comprobar que se elimine de la base de datos	Aceptado	Desarrollador
13	006	Cambiar contraseña propia	Aceptado	Usuario

- **Iteración 2**

Tabla 40. Pruebas de aceptación – Iteración 2

<b>Pruebas de aceptación</b>				
<b>No.</b>	<b>Historia de usuario</b>	<b>Criterio</b>	<b>Estado</b>	<b>Responsable</b>
1	007	Listar secciones del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
2	008	Crear nueva sección del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
3	008	Comprobar la creación de la nueva sección del museo en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
4	009	Editar secciones del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
5	009	Comprobar que los cambios se hayan realizado en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
6	009	Comprobar que la sección deshabilitada no se muestre al público	Aceptado	Usuario Visitante
7	010	Eliminar sección del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
8	010	Opción de no eliminar la sección del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
9	010	Comprobar que se haya eliminado la sección de la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
10	011	Listar piezas del museo.	Aceptado	Usuario Administrador
11	011	Filtrar piezas por sección.	Aceptado	Usuario Administrador
12	012	Creación de una nueva pieza.	Aceptado	Usuario Administrador
13	012	Verificar la creación de la pieza en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
14	013	Editar pieza.	Aceptado	Usuario Administrador
15	013	Comprobar que la pieza deshabilitada no se muestre al público.	Aceptado	Usuario Visitante
16	013	Comprobar que se realicen los cambios en la base de datos.	Aceptado	Desarrollador
17	014	Eliminar pieza.	Aceptado	Usuario Administrador

Pruebas de aceptación				
No.	Historia de usuario	Criterio	Estado	Responsable
18	014	Comprobar que la pieza se haya eliminado de la base de datos.	Aceptado	Desarrollador

- **Iteración 3**

Tabla 41. Pruebas de aceptación – Iteración 3

Pruebas de aceptación				
No.	Historia de usuario	Criterio	Estado	Responsable
1	015	Listar piezas en parte pública del sistema.	Aceptado	Usuario Visitante
2	015	Desde computador: ver QR que direcciona a una página para ver la pieza en Realidad Aumentada (computador)	Aceptado	Usuario Visitante
3	016	Desde computador: escanear QR para que direcciona a una página que permita ver la pieza en Realidad Aumentada.	Aceptado	Usuario Visitante
4	016	Desde móvil: ver el modelo 3D en Realidad Aumentada	Aceptado	Usuario Visitante

**b. Pruebas de usabilidad**

Para realizar las pruebas de usabilidad se tomó en cuenta los 10 principios de Jakob Nielsen, así evaluar la facilidad de uso y aprendizaje.

Tabla 42. Pruebas de usabilidad

Pruebas de usabilidad				
ID	Principio	Criterio	Observación	Estado
1	Visibilidad del estado del sistema.	Mensajes claros y apropiados que indiquen lo que sucede en el sistema.	Mensajes de aclaración cuando se cumple una acción.	Aceptado
2	Relación entre el sistema y el mundo real.	Información presentada de manera lógica y entendible para el usuario.	Lenguaje claro y concorde a los usuarios. Iconos usados a diario que representan claramente la acción.	Aceptado
3	Control y libertad del usuario.	Permitir que el usuario salga o evite situaciones no deseadas.	Botones de cancelación en acciones como eliminar, crear o editar. Botones de retroceso en caso	Aceptado



Pruebas de usabilidad				
ID	Principio	Criterio	Observación	Estado
			de ingresar a una URL que no existe o que no tiene permisos.	
4	Estándares y consistencia	Seguir las convenciones de diseño con las que el usuario se encuentra familiarizado.	Consistencia en el diseño de botones, barras de navegación y modales.	Aceptado
5	Prevención de errores	Evitar que el usuario cometa errores.	Uso de bloqueo de botones cuando se es necesario. Impedir envío de información cuando no se llena todo el formulario.	Aceptado
6	Reconocimiento en lugar de recuerdo	Los usuarios no deben memorizar lo que deben hacer.	Uso de botones claros con iconos reconocibles. Muestra de los elementos necesarios de manera clara, sin que estén ocultos.	Aceptado
7	Diseño minimalista y estético	Un diseño que no distraiga al usuario de lo que debe hacer.	Se encuentran presentes sólo los componentes necesarios.	Aceptado
8	Ayuda y documentación	Indicaciones claras.	Se indica los errores de manera que el usuario pueda entender. Páginas que no se tiene acceso, muestran mensaje y opción a regresar al principio.	Aceptado
9	Flexibilidad y eficiencia de uso	El sitio web debe poder ser utilizado tanto por novatos como por expertos.	El sitio web puede ser utilizado por todos, pero no se ha colocado atajos muy técnicos para usuarios más experimentados ya que no se vio necesario. Al presionar "Enter" se salta al siguiente cuadro de texto.	Por implementar (de ser necesario en el futuro)
10	Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y corregir los errores	Ayudar a los usuarios a entender los errores del sistema	Se coloca mensajes claros en caso de no existir cierta página o en caso de ocurrir algún error.	Aceptado

### 3.2.5 Fase V: Implantación

La implantación se realizó en host gratuitos (entregados por el representante de la empresa) debido a que, en la actualidad, los servidores y redes se encuentran en una reestructuración y mantenimiento.

#### *a. Configuración de la base de datos en producción*

Para la base de datos se utilizó “Alwaysdata” el cual ofrece administración para MySQL y PostgreSQL donde se realizó una importación de la base de datos que se utilizaba para pruebas, de esta manera, se asegura tener los campos correctos y que no implique errores futuros.

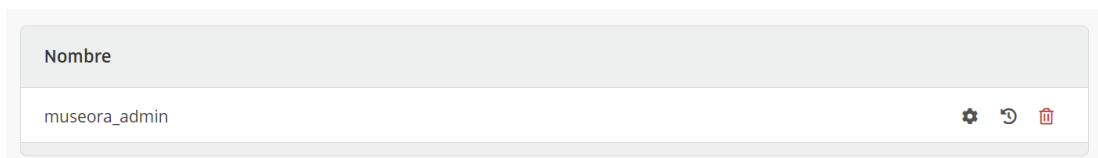


Figura 76. Creación de la base de datos en producción

#### *b. Despliegue*

Los servicios fueron implementados en la plataforma Railway, el cual permite la construcción e implementación de aplicaciones mediante Docker. Contiene un plan gratuito el cual se podrá cambiar de ser necesario. Para desplegar los servicios solo se debe registrar una cuenta de GitHub que contenga el código en uno de los repositorios [66]. Cada vez que el repositorio se actualice, los cambios también se harán en los servicios.

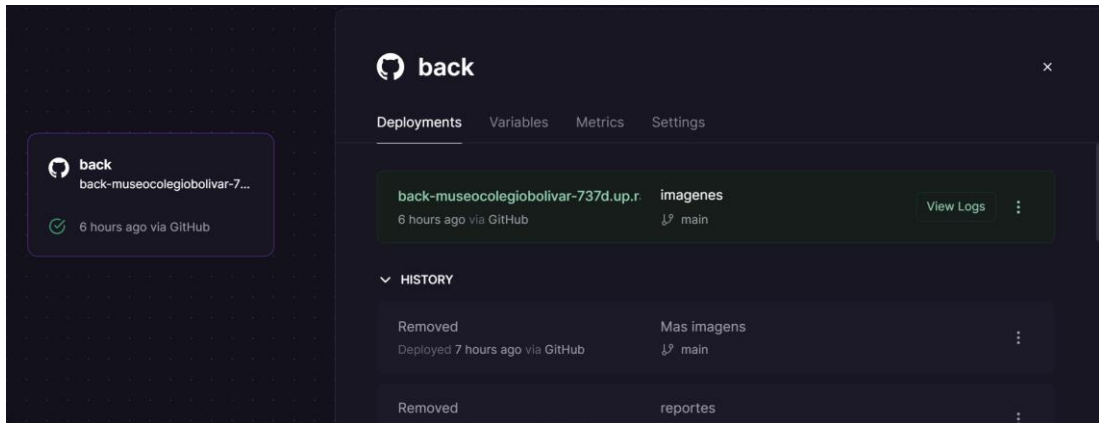


Figura 77. Servicio implementado en Railway

Por otro lado, para el despliegue del frontend se utilizó firebase hosting que proporciona un alojamiento seguro para microservicios, contenido dinámico y estático, permitiendo funciones como la implementación continua, compatibilidad con SSL (Secure Sockets Layer) y redes globales de contenido [67]. Firebase proporciona la guía de despliegue de proyectos. Además, en React se debe preparar el proyecto con “npm run build” y para desplegar con “firebase deploy”.

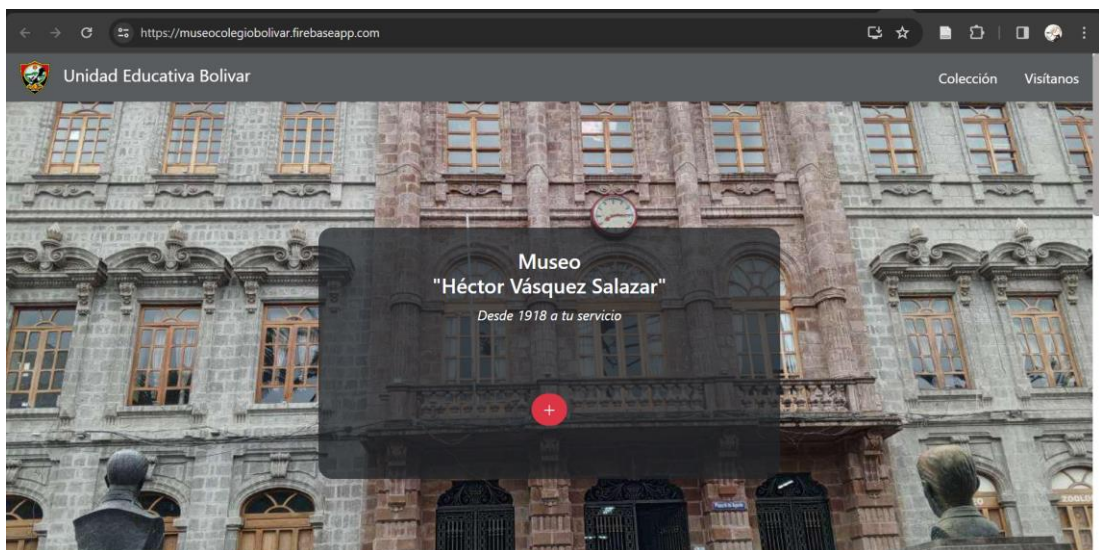


Figura 78. Aplicación web implantada

Además, se aplicó el Modelo de Aceptación Tecnológica con el motivo de analizar si la nueva tecnología será aceptada o no. También, al entregar el producto se generó un manual de usuario para la parte administrativa de la aplicación (**Anexo B**) y se colocó códigos QR en el museo para que los visitantes puedan escanearlos y ver la información de las piezas (Figura 79).



Figura 79. Código QR en museo

### **3.3 Modelo de Aceptación Tecnológica**

El Modelo de Aceptación Tecnológica es reconocido como uno de los referentes con gran relevancia en cuanto a la adopción de un marco tecnológico por parte de los usuarios, teniendo en cuenta la Utilidad Percibida (UP) y la Facilidad de Uso Percibida (FUP). Ambos conceptos referencian las bondades que muestra el uso de los Sistemas Informáticos para realizar cierta tarea [68].

#### **3.3.1 Cuestionario para el modelo TAM**

Para las respuestas del cuestionario se utilizó la escala de Likert siendo 5 el valor más alto y 1 el más bajo, los cuales indican nivel con el que se encuentre de acuerdo el usuario sobre las afirmaciones presentadas.

- 5 = Totalmente de acuerdo.
- 4 = De Acuerdo.
- 3 = Neutral.
- 2 = En desacuerdo.
- 1 = Totalmente en desacuerdo.

Tabla 43. Cuestionario de evaluación del modelo TAM

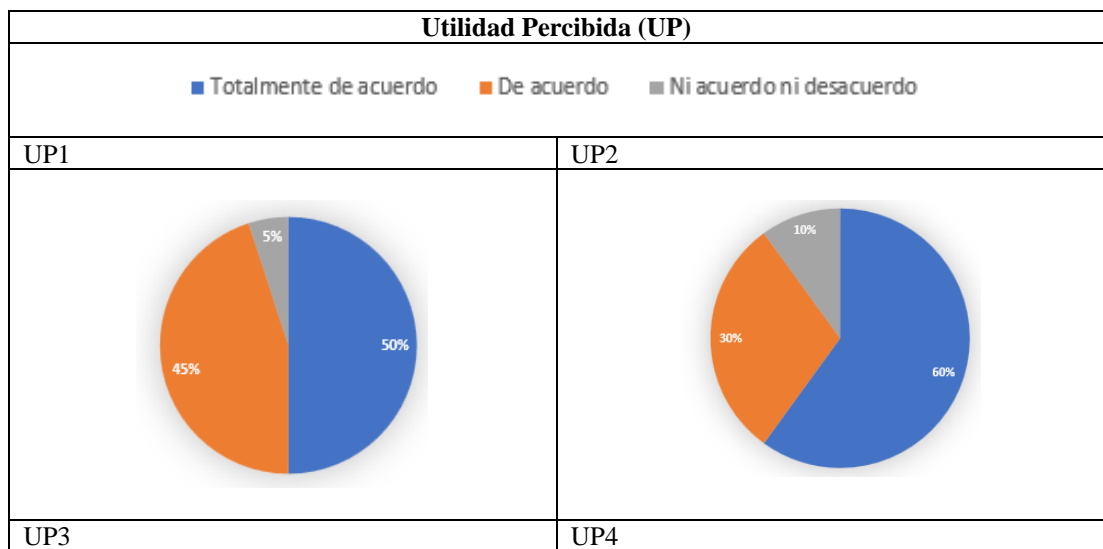
Cuestionario	
UP	Utilidad percibida
UP1	Usar la aplicación me ayuda a obtener información más rápido de las piezas del museo.
UP2	La Realidad Aumentada mejoró la experiencia de los visitantes en el museo.
UP3	Usar la aplicación aumenta el interés por asistir al museo.
UP4	Considero que el uso de la aplicación ayuda a fomentar el turismo cultural en Ambato
FUP	Facilidad de uso percibida
FUP1	Utilizar la aplicación es fácil para mí.
FUP2	Mi interacción con la aplicación es clara y entendible.
FUP3	Es fácil para mi utilizar la tecnología de Realidad Aumentada en la aplicación.
FUP4	Es fácil encontrar lo que quiero en la aplicación.

### 3.3.2 Resultados del modelo TAM

El cuestionario de la Tabla 43 fue aplicado a sesenta personas entre visitantes e interesados. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 44. Resultados de la encuesta TAM – Utilidad percibida

Resultados de la encuesta					
UP	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De Acuerdo	Totalmente de acuerdo
UP1	0%	0%	5%	45%	50%
UP2	0%	0%	10%	30%	60%
UP3	0%	0%	7%	37%	56%
UP4	0%	0%	6%	27%	67%



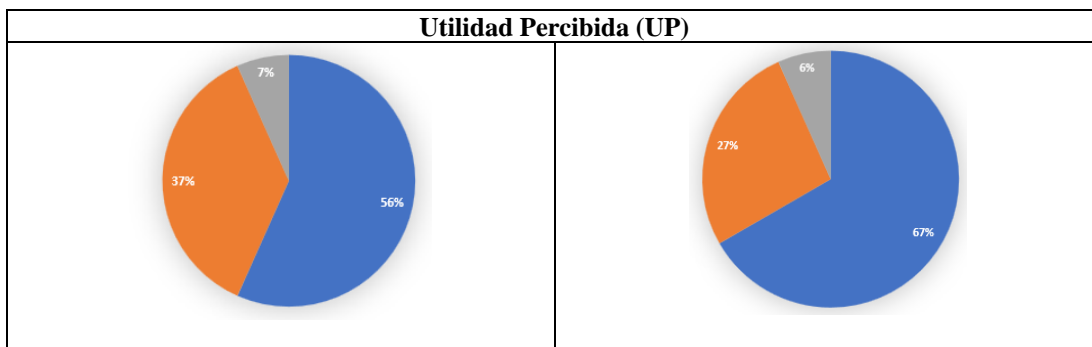
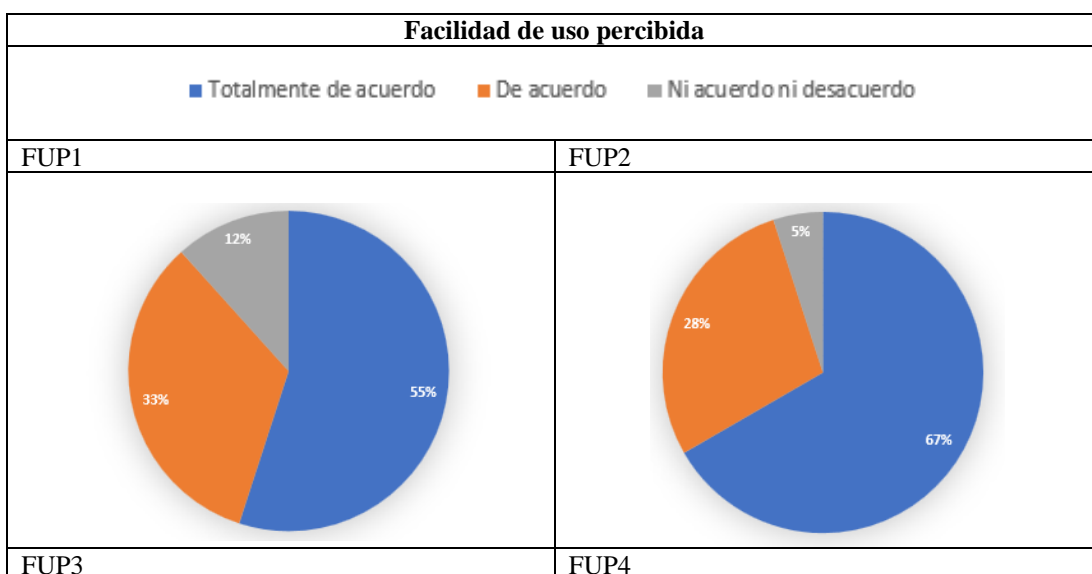


Figura 80. Modelo TAM - Utilidad percibida

Como se observa con la encuesta realizada, se deduce que la utilidad que los usuarios perciben es alta ya que consideran que, gracias a la aplicación, ayuda a la obtención de información, mejora de experiencia de los visitantes en el museo aumentando el interés por asistir y fomentando el turismo cultural.

Tabla 45. Resultados de la encuesta TAM – Facilidad de uso percibida

<b>Resultados de la encuesta</b>					
<b>FUP</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Neutral</b>	<b>De Acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
FUP1	0%	0%	12%	33%	55%
FUP2	0%	0%	5%	28%	67%
FUP3	0%	0%	8%	55%	37%
FUP4	0%	0%	0%	28%	72%



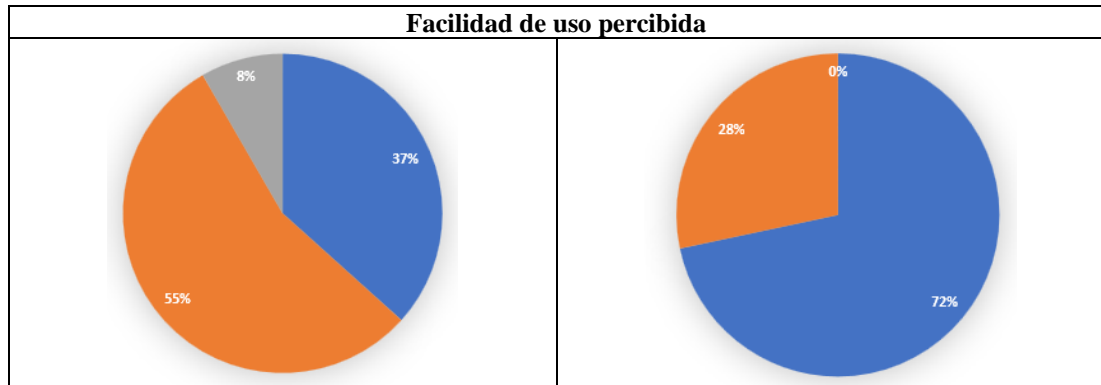


Figura 81. Modelo TAM – Facilidad de uso percibida

Por lo que se puede observar en los resultados de las preguntas referentes a la facilidad de uso, la mayor parte de usuarios dicen que la aplicación es clara y entendible. Además, gran parte de los usuarios admite poder encontrar lo que busca, mostrando que se encuentra ordenada y es de fácil uso.

### 3.4 Fotogrametría para modelos 3D

Para esta sección se utilizó la cámara del dispositivo móvil y la aplicación Widar. Antes de comenzar, se analizaron dos casos:

- Si la pieza no se podía sacar del mostrador, se alistó el escenario de manera que los reflejos sean mínimos. Para ello se procuró no contar con mucha iluminación que provoque reflejos en los cristales. Las fotos fueron tomadas siguiendo un recorriendo en forma de “s” comenzando desde la parte superior derecha y comenzando a descender.
- Por otro lado, si se tiene un mejor acceso a las piezas, se procuró que la luz no refleje en las superficies y que las sombras sean mínimas. En esta ocasión, la luz fue la del museo sin tener muchas complicaciones por los reflejos. Las fotos fueron tomadas desde la parte superior y caminando alrededor de la pieza hasta llegar a la parte inferior.

Cosas a tener en cuenta:

- Los objetos no deben reflejar luz o ser de material translucido.

- La luz no debe ser fuerte, se recomienda una luz natural.
- Se recomienda tener como mínimo 60 fotos de la pieza.
- Si se utiliza una aplicación con disparos automáticos, es recomendable ajustar su velocidad en bajo o medio, para dar tiempo a la cámara que capte el objeto y sus características.
- Las fotos debes tomarse de cerca, pero permitiendo que se vean puntos de conexión entre foto y foto. No es recomendable utilizar zoom debido a que baja la calidad de imagen.



## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El proceso de con el que se manejan las piezas del museo de la Unidad Educativa Bolívar garantiza que la información esté distribuida por varios sitios, a los cuales ninguno de los visitantes tiene acceso. Con la implementación de esta aplicación web, la información relevante de las piezas del museo se encuentra al alcance de cualquier interesado, aportando así al propósito de difusión y educación sobre las culturas y especies que existen en el Ecuador.
- Las encuestas demostraron que más de la mitad de la población muestra se encuentra interesada en el turismo cultural, pero la información no siempre está disponible, lo que presenta una oportunidad para entregar esta información de manera innovadora e interactiva.
- El método TAM muestra que el 57% de los usuarios piensa que es más rápido obtener la información de cada pieza desde la aplicación, haciendo que su satisfacción, en cuanto a la experiencia, aumente y dando indicios del interés en asistir al museo.
- El uso de la metodología RAD para desarrollo, en conjunto con las demás herramientas utilizadas, mostró ser de gran ayuda para lograr conseguir un producto que cumple con todos los requisitos, en el menor tiempo posible y asegurando la satisfacción del usuario y el cliente.
- La herramienta Model Viewer utilizada para implementar Realidad Aumentada resultó ser sencilla de implementar y muy útil para mejorar la experiencia del visitante, mostrando un gran potencial que depende del uso que se le dé.
- La Realidad Aumentada es una tecnología que está en auge y cada vez se va mejorándola, esto hace que llame la atención de jóvenes, niños y mayores, tanto así que, en las encuestas realizadas a los visitantes, muestra cómo afecta

en el interés y aumenta las posibilidades de regreso al museo con la mención de implementar esta tecnología, dado así una pauta de lo importante que son las innovaciones tecnológicas para atraer turistas.

- La implantación de la aplicación Web con Realidad Aumenta brinda una mejor forma de acceder a la información sobre las piezas que se exhiben en el museo, así como una manera innovadora de atraer turistas despertando el anhelo de conocer más sobre las culturas e historia del Ecuador, como lo indica los resultados del método TAM.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se aconseja al administrador de la aplicación continuar aumentando la colección para mantener actualizada las exhibiciones en todo momento. De esta manera se garantiza obtener una extensa y diversa gama de piezas para mostrar a los visitantes, proporcionándoles una enriquecedora experiencia. Además, con esto se busca obtener una aplicación de gran calidad y atractivo.
- También, es recomienda, a la encargada del museo, colocar imágenes QR en las exhibiciones físicas, para que aquellos turistas, que asistan presencialmente, tengan la posibilidad de observar las piezas con mayor cercanía y exactitud mejorando la experiencia y satisfacción al visitarlo.
- Además, para la elaboración del modelo 3D mediante fotogrametría, se recomienda utilizar cámaras especializadas, y en caso de no poseerlas, un celular iPhone 11 o mayor, debido a su cámara de alta calidad y a su sensor LiDAR que permite tener una mejor comprensión de las profundidades de los objetos.
- Se espera que en el futuro se pueda aplicar tecnologías de “Face tracking” (seguimiento de rostro) en la aplicación web, (para ello se puede ocupar como MindAR o alguna otra herramienta), para que las visitas puedan entretenerse con filtros basados en las exhibiciones y a la vez publicarlo mediante redes sociales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Fernández-Hernández, T. Vacas-Guerrero, y F. E. García-Muiña, «La comunicación digital en los museos Estudio comparado de las herramientas de la web 2.0», *Adres. ESIC Int. J. Commun. Res.*, vol. 24, n.º 24, pp. 102-121, ene. 2021, doi: 10.7263/adresic-024-06.
- [2] L. S.A, «Constitución de la República del Ecuador | Descargar PDF Constitución de la República del Ecuador | Actualizado 2023», Lexis S.A. Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republica-ecuador>
- [3] L. G. Chávez Fonseca, J. A. Ortiz Miranda, y M. S. Fiallos Coba, «Propuesta de creación del museo interactivo en la ciudad de Ambato-Ecuador», *Rev. Univ. Soc.*, vol. 14, n.º 6, pp. 574-585, dic. 2022.
- [4] M. A. Toledo Villacís, «Análisis socio-espacial del turismo en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua (Ecuador)», jun. 2023, Accedido: 3 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/160893>
- [5] A. Keckes y I. Tomicic, «Augmented Reality in Tourism - Research and Applications Overview», *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 15, n.º 1, pp. 157-167, 2017, doi: 10.7906/indecs.15.2.5.
- [6] G. A. Mengana-de la Fé y D. López-Ramos, «Realidad Aumentada, una herramienta para la gestión de los valores patrimoniales.», *Santiago*, n.º 149, Art. n.º 149, jun. 2019.
- [7] J. F. Maldonado Guerrón, «Desarrollo de una aplicación basada en realidad aumentada para la promoción del Parque Nacional Yasuní.», bachelorThesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2019. Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/2913>
- [8] F. O. Caiza Chacha y E. L. Sasig Silva, «Desarrollo de una aplicación web y móvil de realidad aumentada para el museo de la Casa de los Marqueses de Miraflores de la ciudad de Latacunga», bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad

Técnica de Cotopaxi (UTC)., 2022. Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9751>

[9] M. Ledhesma, *Tipos de turismo: nueva clasificación*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

[10] Universidad de Alicante (España) y P. Espeso -Molinero, «Tendencias del turismo cultural», *PASOS Rev. Tur. Patrim. Cult.*, vol. 17, n.º 6, pp. 1101-1112, 2019, doi: 10.25145/j.pasos.2019.17.076.

[11] A. M. Freire, «REPRESENTACIÓN E IDENTIDAD: LOS MUSEOS LOCALES EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA EN LA COSTA ECUATORIANA», *Chungará Arica*, vol. 51, n.º 2, pp. 305-319, jun. 2019, doi: 10.4067/S0717-73562019005001501.

[12] D. D. Benítez, «SISTEMAS DE INFORMACIÓN, APLICACIÓN EN EMPRESAS.», *Contrib. Econ.*.

[13] J. R. Molina Ríos, M. P. Zea Ordóñez, M. J. Contenido Segarra, y F. G. García Zerda, «ESTADO DEL ARTE: METODOLOGÍAS DE DESARROLLO EN APLICACIONES WEB», *3C Tecnol. Innov. Apl. Pyme*, vol. 6, n.º 3, pp. 54-71, sep. 2017, doi: 10.17993/3ctecno.2017.v6n3e23.54-71.

[14] R. M. ALICIA y R. M. JESUS MARIA, *Aplicaciones Web 2.<sup>a</sup> edición*. Ediciones Paraninfo, S.A., 2014.

[15] E. Bautista-Villegas, «Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel», *Rev. Amaz. Digit.*, vol. 1, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2022, doi: 10.55873/rad.v1i1.168.

[16] E. Wohlgethan, «Supporting Web Development Decisions by Comparing Three Major JavaScript Frameworks: Angular, React and Vue.js», Munich University of Applied Sciences, München, Alemania, 2018.

[17] E. Saks, «JavaScript frameworks: Angular vs React vs Vue», Haaga-Helia University of Applied Sciences, Helsinki, Finlandia, 2019.

- [18] R. Baida, M. Andrienko, y M. Plechawska-Wójcik, «Performance analysis of frameworks Angular and Vue.js», *J. Comput. Sci. Inst.*, vol. 14, pp. 59-64, mar. 2020, doi: 10.35784/jcsi.1577.
- [19] I. H. Madurapperuma, M. S. Shafana, y M. J. A. Sabani, «State-of-Art Frameworks for Front-end and Back-end Web Development», 2022.
- [20] J. A. Solórzano, «Desarrollo de una aplicación web multiplataforma usando el framework Django, para publicitar eventos sociales, aplicado en el municipio del cantón morona», Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, 2018.
- [21] C. Peters, «Building Rich Internet Applications with Node.js and Express.js», p. 15, 2017.
- [22] B. Temere, «Responsive web application using Bootstrap and Foundation : Comparing Bootstrap and Foundation Frontend Frameworks». Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://www.theseus.fi/handle/10024/130524>
- [23] A. Kujala, «Development of a modern full stack web application», Turku University of Applied Sciences, Finlandia, 2023.
- [24] B. Bankov, «Software solutions for responsive and accessible web systems», Universidad de Economía de Varna, may 2023.
- [25] J. Mohedano, J. M. Saiz, y P. S. Román, *Iniciación a Javascript*. Ministerio de Educación, 2012.
- [26] J. N. S. Júnior y A. R. M. Cuperschmid, «WebAR para visualização de modelo da edificação: avaliação da ferramenta 8th Wall Web», *SIMPÓSIO Bras. Tecnol. INFORMAÇÃO E Comun. NA Constr.*, vol. 2, pp. 1-7, ago. 2019, doi: 10.46421/sbtic.v2i00.136.
- [27] I. Challenger-Pérez, Díaz, Yanet, y R. Becerra-García, «El lenguaje de programación Python/The programming language Python», vol. XX, n.º 2, pp. 1-13, junio de 2014.

- [28] S. Cerdá Peris, «Diseño y desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada sin marcas con OpenCV», *Ing. Agua*, vol. 18, n.º 1, p. ix, sep. 2014, doi: 10.4995/ia.2014.3293.
- [29] V. Valverde, N. Portalanza, y P. Mora, «Análisis descriptivo de base de datos relacional y no relacional», *Atlante Cuad. Educ. Desarro.*, n.º junio, jun. 2019, Accedido: 11 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/06/base-datos-relacional.html>
- [30] Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato, W. C. Esquivel, G. L. Sevilla, y Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato, «Paralelismos entre bases de datos relacionales y no relacionales (un enfoque en seguridad)», *RECIBE Rev. ELECTRÓNICA Comput. INFORMÁTICA Bioméd. ELECTRÓNICA*, vol. 10, n.º 2, pp. C1-1-C1-16, nov. 2021, doi: 10.32870/recibe.v10i2.189.
- [31] J. M. Lozano Banqueri, «Creación y gestión de una base de datos con MySQL y phpMyAdmin», jul. 2018, Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://crea.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/9445>
- [32] L. Marrero *et al.*, «Un estudio comparativo de Bases de Datos Relacionales y Bases de Datos NoSQL», presentado en XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Córdoba, 2019, pp. 589-600.
- [33] J. Castillo, J. Garcés, M. Navas, D. Jácome, y J. Armas, «Base de Datos NoSQL: MongoDB vs. Cassandra en operaciones CRUD (Create, Read, Update, Delete)», *Rev. Publicando*, vol. 4(1), n.º 11, pp. 79-107, 2017.
- [34] I. Carvalho, F. Sá, y J. Bernardino, «NoSQL Document Databases Assessment: Couchbase, CouchDB, and MongoDB», en *Proceedings of the 11th International Conference on Data Science, Technology and Applications*, Lisbon, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2022, pp. 557-564. doi: 10.5220/0011352700003269.

- [35] J. H. Canós, Letelier, Patricio, y Penadés, Carmen, «Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software», Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2003, pp. 1-8.
- [36] S. Alsaqqa, S. Sawalha, y H. Abdel-Nabi, «Agile Software Development: Methodologies and Trends», *Int. J. Interact. Mob. Technol. IJIM*, vol. 14, n.º 11, p. 246, jul. 2020, doi: 10.3991/ijim.v14i11.13269.
- [37] J. Gaete *et al.*, «Enfoque de aplicación ágil con Serum, Lean y Kanban», *Ingeniare Rev. Chil. Ing.*, vol. 29, n.º 1, pp. 141-157, mar. 2021, doi: 10.4067/S0718-33052021000100141.
- [38] N. A. Hamdulay, «FRAMEWORK STUDY FOR SOFTWARE DEVELOPMENT VIA SCRUM, AGILE AND KANBAN», vol. 11, n.º 2, 2023.
- [39] A. Akhtar, B. Bakhtawar, y S. Akhtar, «EXTREME PROGRAMMING VS SCRUM: A COMPARISON OF AGILE MODELS», *Int. J. Technol. Innov. Manag. IJTIM*, vol. 2, n.º 2, Art. n.º 2, oct. 2022, doi: 10.54489/ijtim.v2i2.77.
- [40] H. R. Garcés Gómez, E. J. Jalón Arias, y L. O. Albarracín Zambrano, «Análisis de la metodología de desarrollo rápido de aplicaciones en el control de nóminas agrícolas», *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonía*, vol. 6, n.º 11 (Enero-Junio), pp. 199-215, 2021.
- [41] B. Rudianto y Y. E. Achyani, «Penerapan Metode Rapid Application Development pada Sistem Informasi Persediaan Barang berbasis Web», *Bianglala Inform.*, vol. 8, n.º 2, Art. n.º 2, sep. 2020, doi: 10.31294/bi.v8i2.8930.
- [42] Білушак Т. М. y Прімакова Д. І., «Uso de una exposición virtual para la promoción del patrimonio cultural de la emigración ucraniana en el marco de la estrategia de marketing en internet.», *ВЧЕНІ ЗАПИСКИ*, vol. 33, n.º 5, pp. 282-289, 2022, doi: <https://doi.org/10.32782/2710-4656/2022.5.2/47>.
- [43] M. R. Z. NAVA, «Análisis de herramientas para el diseño de mockups.», Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz-Innovasolver, ago. 2017. Accedido:

16 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://reini.utcv.edu.mx:80/handle/123456789/881>

[44] E. Tello, C. Sosa, y D. Tello, «Revisión de los sistemas de control de versiones utilizados en el desarrollo de software», *Ing. USBMed*, vol. 3, n.º 1, pp. 74-81, jun. 2012, doi: <https://doi.org/10.21500/20275846.267>.

[45] F. Lanubile, C. Ebert, R. Prikładnicki, y A. Vizcaino, «Collaboration Tools for Global Software Engineering», *IEEE Softw.*, vol. 27, n.º 2, pp. 52-55, mar. 2010, doi: 10.1109/MS.2010.39.

[46] G. Santos y C. Costa, «Project Management Tools: an analysis of possible agile or traditional influences», *Actas CAPSI 2021*, oct. 2021, [En línea]. Disponible en: <https://aisel.aisnet.org/capsi2021/9>

[47] P. J. O. Rodríguez, «De la Realidad Extendida al Metaverso: una reflexión crítica sobre las aportaciones a la educación», *Teoría Educ. Rev. Interuniv.*, vol. 34, n.º 2, Art. n.º 2, jun. 2022, doi: 10.14201/teri.27864.

[48] J. Otegui Castillo, «La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso de marketing», *Enpresen Zuzendaritza eta Administrazio Aldizkaria*, n.º 24, pp. 155-229, 30 de diciembre de 2017.

[49] M. D. González Zamar y E. Abad Segura, «La Realidad Aumentada como recurso creativo en la educación: una revisión global», *Creat. Soc. Rev. Asoc. Para Creat.*, n.º 32, pp. 164-190, 2020.

[50] C. Rigueros, «La realidad aumentada: lo que debemos conocer», vol. 5, n.º 2, pp. 257-261, ene. 2018.

[51] A. Chico Fernández de Terán y A. Gustavo, «La realidad aumentada en la educación: usabilidad y ejemplos de su aplicación», Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Cataluña, 2019. Accedido: 17 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/97427>



- [52] L. E. Reeves *et al.*, «Use of augmented reality (AR) to aid bioscience education and enrich student experience», *Res. Learn. Technol.*, vol. 29, ene. 2021, doi: 10.25304/rlt.v29.2572.
- [53] G. Candelario, «Modelo 3D del desarrollo del cáncer de mama sobre realidad aumentada.», Universidad de Guadalajara, Jalisco, 2021.
- [54] «Preguntas frecuentes sobre <visor-modelo>». Accedido: 24 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://modelviewer.dev/docs/faq.html#general-questions>
- [55] T. H. Giang, «An Implementation Methodology for Augmented Reality Applications», University of twente, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://purl.utwente.nl/essays/94321>
- [56] C. C. Urrego Salas, «Desarrollo de un prototipo de software orientado a el apoyo en procesos de capacitación de seguridad y salud en el trabajo», 2022.
- [57] J. Caro-Herrero, «Fotogrametría y modelado 3D: un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística», 2012.
- [58] M. Balaguer, «Fotogrametría de Objeto Cercano. Conceptos básicos».
- [59] «WIDAR | 3D Edit, Scan and Compose», WIDAR. Accedido: 9 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.widar.io>
- [60] I. Saha *et al.*, «A 3D printed Embouchure-Assistive Device for Musicians with Facial Palsy», *BME Horiz.*, vol. 1, n.º 3, Art. n.º 3, dic. 2023, doi: 10.37155/2972-449X-vol1(3)-79.
- [61] «Polycam - LiDAR & 3D Scanner for iPhone & Android». Accedido: 9 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://poly.cam/>
- [62] R. Toro, M. Peña-Sarmiento, B. L. Avendaño-Prieto, S. Mejía-Vélez, y A. Bernal-Torres, «Análisis Empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según Opciones de Respuesta, Muestra y Observaciones Atípicas», *Rev. Iberoam. Diagnóstico Eval. - E Aval. Psicológica*, vol. 2, n.º 63, p. 17, 2022.

- [63] A. Shrivastava, I. Jaggi, N. Katoch, D. Gupta, y S. Gupta, «A Systematic Review on Extreme Programming», *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1969, n.º 1, p. 012046, jul. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1969/1/012046.
- [64] A. Menzinsky, G. López, J. Palacio, M. Á. Sobrino, R. Álvarez, y V. Rivas, *Historias de Usuario*. Ingeniería de Requisitos Ágil, 2022.
- [65] F. Núñez, G. Villa, y P. Oríz, «Uso de técnicas de estimación en el cálculo de la duración de proyectos de TIC en Uruguay», *Prisma Tecnológico*, vol. 6, n.º 1, pp. 40-43, 2015.
- [66] M. Hiorthøy, «Analyzing and Benchmarking the Performance of Different Cloud Services for Agile App Deployment», Master thesis, Oslomet - storbyuniversitetet, 2023. Accedido: 16 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/11250/3100826>
- [67] R. Pandey, «Chat Application using React.js and Firebase», vol. 7, n.º 1, 2023.
- [68] R. Roig-Vila, J. Rojas-Viteri, y N. A. Lascano-Herrera, «Análisis del uso de Moodle desde la perspectiva del modelo TAM en tiempos de pandemia», *RiiTE Rev. Interuniv. Investig. En Tecnol. Educ.*, pp. 95-112, jun. 2022, doi: 10.6018/riite.519341.

## ANEXOS

### Anexo A. Cuestionario realizado para la encuesta

1. ¿Qué tan interesado se encuentra en realizar turismo cultural en un museo?
2. ¿Con qué frecuencia visita el museo del Colegio Bolívar en la ciudad de Ambato?
3. ¿Con qué frecuencia, al visitar el museo, tiene un guía que proporcione información?
4. ¿Cómo calificaría la información proporcionada por el guía del museo?
5. ¿Consideraría volver a visitar este museo?
6. ¿Considera que el uso de realidad aumentada ayudaría a mejorar el interés en el turismo cultural?
7. ¿Qué tipo de aplicación informática le gustaría utilizar para revisar información, de turismo cultural, del Museo del Colegio Bolívar?
8. Si el Museo del Colegio Bolívar implementara realidad aumentada en sus exhibiciones, ¿con qué frecuencia consideraría visitarlo?

### Anexo B. Manual de usuario.



Figura B1. Portada del manual

## Cosas a tomar en cuenta:

- 1 EL usuario administrador tiene acceso a todas las funcionalidades del sistema
- 2 El usuario encargado solo tiene acceso a su perfil y al apartado de "Piezas"
- 3 Se debe cerrar sesión, caso contrario permanecerá abierta hasta que sea cerrada.

Figura B2. Aclaraciones del sistema.

## Iniciar Sesión

Ingresar a:  
dominio\_actual/IniciarSesiónMuseo

- 1.- Introducir nombre de usuario
- 2.- Introducir contraseña
- 3.- Si no se recuerda el nombre de usuario o contraseña se debe acercar a un administrador para recuperarlos

Figura B3. Manual - Iniciar Sesión

## Perfil

- 1.- El apartado perfil muestra la información del usuario que ingresó sesión.
- 2.- Los cambios modificados en el perfil se pueden guardar.
- 3.- Se puede cambiar la contraseña dando clic en "Cambiar contraseña"

Figura B4. Manual – Perfil

**Usuarios**

1.- El apartado usuarios muestra a los usuarios registrados en la aplicación.

2.- Dando clic en el botón agregar usuario se abre un formulario para ingresar un nuevo usuario.

3.- Se puede filtrar a los usuarios por rol y buscarlos por nombre y apellido.

4.- Se puede editar la información de los usuarios.

5.- Al dar clic se elimina solo a usuarios Encargados.

Figura B5. Manual – Usuarios

**Agregar usuario**

1.- Se deberá llenar el campo con el nombre y apellido del usuario.

2.- El nombre de usuario debe ser único.

3.- La contraseña debe tener más de 8 caracteres.

4.- El rol se escoge entre Administrador y Encargado.

Figura B6. Manual- Agregar usuarios

**Editar usuario**

1.- Se podrá modificar el nombre y apellido del usuario.

2.- Se podrá modificar el rol del usuario **solo** si es encargado.

3.- Se podrá cambiar el nombre de usuario a uno que no exista en la base de datos, **solo** si es encargado.

4.- Se podrá cambiar la contraseña del usuario **solo** si es encargado.

Figura B7. Manual – Editar usuarios

# Secciones

Nombre	Descripción	Cantidad de piezas	Icono	Estado
Numérica	-Monedas y más 2	100		Habilitado
Fotografía	Estas son fotos 2	80		Habilitado

- 1.- El apartado secciones muestra las secciones registradas en la aplicación.
- 2.- Dando clic en el botón agregar sección se abre un formulario para ingresar una nueva sección.
- 3.- Al dar clic se puede editar la información de las secciones.
- 4.- Al dar clic se elimina las secciones que **NO** contengan piezas.

Figura B8. Manual – Secciones

# Agregar Sección

- 1.- El nombre que se coloque aparecerá en la página de los visitantes.
- 2.- Una breve descripción de la sección
- 3.- Se colocará la cantidad aproximada de piezas de la sección.
- 4.- Se colocará el icono deseado obtenido de: <https://icons.getbootstrap.com/> con el formato: **bi nombreicono**
- 5.- Se seleccionará el estado:  
**Habilitado:** se muestra en página visitantes.  
**Deshabilitado:** No se muestra en página visitantes.

Figura B9. Manual – Agregar sección

# Editar Sección

Mismas consideraciones a tomar que al momento de "Agregar Sección"

- 1.- Al dar clic en "Guardar Cambios" los datos se actualizarán mostrando los cambios tanto en la tabla de secciones como en la página de visitantes.

Figura B10. Manual – Editar sección

# Piezas



**1.-** El apartado de piezas muestra las piezas registradas en la aplicación.

**2.-** Dando clic en el botón agregar pieza se abre un formulario para ingresar una nueva pieza..

**3.-** Se puede filtrar por secciones o buscar la pieza por el nombre.

**4.-** Al dar clic se puede editar la información de las piezas..

**5.-** Al dar clic en el botón rojo se elimina la pieza.

**1.-** El apartado de piezas muestra las piezas registradas en la aplicación.

**2.-** Dando clic en el botón agregar pieza se abre un formulario para ingresar una nueva pieza..

**3.-** Se puede filtrar por secciones o buscar la pieza por el nombre.

**4.-** Al dar clic se puede editar la información de las piezas..

**5.-** Al dar clic en el botón rojo se elimina la pieza.

Figura B11. Manual – Piezas

# Agregar Pieza



**1.-** El nombre que se coloque aparecerá en la página de los visitantes.

**2.-** La descripción que se coloque aparecerá en la página de los visitantes.

**3.-** La imagen 3D debe ser de formato .gltf.

**4.-** La imagen del poster debe ser: .webp; .jpg o .png.

**5.-** Se seleccionará el estado: **Habilitado:** se muestra en página visitantes. **Deshabilitado:** No se muestra en página visitantes.

**6.-** La sección que se elija será a la que pertenezca la pieza.

**1.-** El nombre que se coloque aparecerá en la página de los visitantes.

**2.-** La descripción que se coloque aparecerá en la página de los visitantes.

**3.-** La imagen 3D debe ser de formato .gltf.

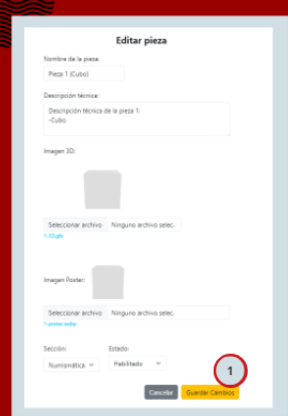
**4.-** La imagen del poster debe ser: .webp; .jpg o .png.

**5.-** Se seleccionará el estado: **Habilitado:** se muestra en página visitantes. **Deshabilitado:** No se muestra en página visitantes.

**6.-** La sección que se elija será a la que pertenezca la pieza.

Figura B12. Manual – Agregar pieza

# Editar Pieza



**1.-** Tomar en cuenta las mismas consideraciones que al agregar una pieza

**1.-** Al dar clic en "Guardar Cambios", los cambios serán visibles, tanto en la tabla de piezas, como en la página de los visitantes.

Tomar en cuenta las mismas consideraciones que al agregar una pieza

**1.-** Al dar clic en "Guardar Cambios", los cambios serán visibles, tanto en la tabla de piezas, como en la página de los visitantes.

Figura B13. Manual – Editar pieza

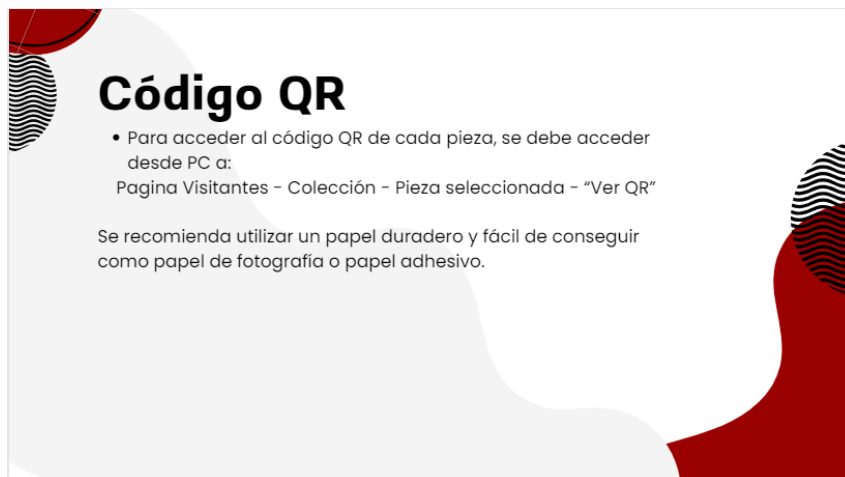


## Fotogrametría

Aspectos a tener en cuenta:

- Tomar más de 60 fotos.
- Las fotos deben tener puntos referenciales y deben ser ortogonales entre si (no pueden ser de un solo plano).
- Los artefactos fotografiados no pueden ser de material translucido.
- Es recomendable utilizar un software para móvil.
- Las fotos deben ser nítidas, de recomendación utilizar un trípode para evitar movimientos de la mano.
- La luz debe ser baja, solo lo suficiente para enfocar adecuadamente al objeto (de preferencia luz natural).
- De preferencia, si se utiliza un celular para las fotografías, utilizar un iPhone 11 o superior, por la calidad de cámara.

Figura B14. Manual – Recomendaciones para fotogrametría



## Código QR

- Para acceder al código QR de cada pieza, se debe acceder desde PC a:  
Pagina Visitantes - Colección - Pieza seleccionada - "Ver QR"

Se recomienda utilizar un papel duradero y fácil de conseguir como papel de fotografía o papel adhesivo.

Figura B15. Manual – Impresión código QR