

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

Desarrollo de una aplicación de tour Virtual para capacitación inmersiva  
de personal en la prevención de riesgos laborales

TECH-358

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Ciencias de la Computación**

Presentado por:

Pedro Pablo Bajaña Vásquez

Aarón Alejandro Franco Ramírez

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## Dedicatoria

---

A mi Querida madre, cuyo apoyo incondicional y amor inquebrantable han sido fundamentales en cada paso de este proyecto. Eres la persona que siempre me inspira a ser mejor y me brinda ánimos en cada momento. Has hecho todo lo que estaba a tu poder y mucho más para ayudarme alcanzar mis objetivos. te amo con todo mi corazón. Todos mis logros siempre serán tuyos.

**Pedro Bajaña**

## **Dedicatoria**

---

Le dedico este proyecto a mis padres, que sus enseñanzas, valores de perseverancia y esfuerzo me han convertido en la persona que soy ahora, los amo con todo mi corazón, todo se los debo a ustedes, este y cada logro que consiga en mi vida es también suyo.

A mi compañera de vida Melina Quiroga, que amo con todo mi corazón, gracias a sus palabras de aliento, motivación y sobre todo su gran amor, que me ayudó en cada paso de mi carrera.

**Aarón Franco**

## Agradecimientos

---

Primero agradezco a Dios por iluminar mi camino y brindarme fortaleza para enfrentar cada desafío en mi vida.

A mi Familia, María del Carmen, Cesar, Héctor, Moisés y María Eugenia, Juan, Victoria, Francisco y Angela por su apoyo económico, emocional, educativo, por su presencia han sido una fuente constante de motivación y fortaleza, gracias por enseñarme a no rendirme.

A mi novia Karla, por su paciencia y apoyo, tu confianza en mí y tu comprensión me han sostenido en momentos difíciles.

A mis amigos Aaron, Fabrizzio, Javier, Natalia y Miguel, gracias por todo su apoyo incondicional.

Y a mis mejores amigos Kerly, Andrés, Kane, Bárbara, Santiago. Gracias por su amistad sincera, han sido parte esencial en mi vida.

**Pedro Bajaña**

## Agradecimientos

---

Gracias a Dios por ser tan bondadoso, acompañándome y bendiciendo mi camino universitario, haciéndome fuerte y ayudándome a superar todos mis obstáculos.

A mi familia, mi hermano Alessandro Franco y mis padres Vanessa Ramírez y Alejandro Franco, palabras me faltarían para denotar lo importante que han sido en mi vida, gracias por todos los valores que me han inculcado, y por su infinito amor, los amo mucho y gracias por ser los mejores padres del mundo, lo han hecho más que excelente.

Al amor de mi vida Melina Quiroga, por ser mi más grande compañera de carrera, por siempre apoyarme, darme ánimos cuando más lo necesitaba y ayudarme cada día a ser la mejor versión de mí, te amo con todo mi corazón y gracias por estar en mi vida.

A mis amigos de carrera, Pedro, Miguel, Fabrizzio, Javier y Natalia, gracias por todo el apoyo mutuo y por hacer esta carrera tan increíble.

**Aarón Franco**

## Declaración Expresa

---

Nosotros Pedro Pablo Bajaña Vásquez y Aarón Alejandro Franco Ramírez acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de mayo del 2024.

---

Autor 1

---

Autor 2

## Evaluadores

---

---

**Ronald Raúl Criollo Bonilla**

Profesor de Materia

---

**Rodrigo Alexander Saraguro Bravo**

Tutor de proyecto

## Resumen

El presente proyecto se centra en el desarrollo de una aplicación de tour virtual 360 grados para capacitar a los empleados sobre seguridad y prevención de riesgos. Su objetivo es mejorar la eficacia de las capacitaciones mediante una experiencia inmersiva que permita a los empleados mejorar la retención de conocimientos mediante tecnologías innovadoras. Para el desarrollo, se utilizó el motor de videojuegos Unity, que provee el uso de esferas para la visualización de imágenes en 360 grados, scripts en C# para la navegación e interacción con los entornos, y una API en Node.js para la gestión de contenido. Se realizaron pruebas de funcionalidad y usabilidad con gafas de realidad virtual (Neo Pico 3 Pro y Meta Quest 3) para garantizar la efectividad del sistema en entornos reales. La aplicación permite una interacción efectiva con las maquinarias, haciendo uso de la realidad virtual, una estrategia adaptable a las necesidades específicas de las fábricas, se recomienda ampliar el alcance del tour a otras áreas de las plantas que requieran la integración de tecnologías de realidad aumentada para escenarios de emergencia más realistas.

**Palabras Clave:** Realidad Virtual, Unity, Experiencia inmersiva, Interacción



## **Abstract**

*The following project focuses on the development of an application of a 360° Virtual Tour specialized on training employees about workplace safety and risk prevention. Its main goal is to improve training effectiveness using an immersive experience that allows employees to improve their ability to retain knowledge with the use of new technologies. For the corresponding development, the game engine Unity was used, with its feature that allows developers to use spheres to visualize 360° images, alongside the use of C# scripts to navigate and interact with each environment, also including an-API developed in Node.js for media management inside the application. Usability and Functionality tests were made with VR Headsets (Neo Pico 3 Pro and Meta Quest 3) to guarantee the effectiveness of the app in real time. The application allows an effective interaction with the machinery, the usage of VR for training is an adaptable strategy that covers the basic needs of any factory, its recommended to expand the scope of the application to other parts of some factories that require an integration with augmented reality technologies, for more realistic emergency scenarios.*

*Keywords: Virtual Reality, Unity, Immersive Experience, Interaction*

## Índice General

Resumen.....	8
Abstract.....	9
Índice General.....	10
Abreviaturas .....	13
Índice de figuras .....	14
Índice de tablas .....	14
Capítulo 1.....	15
1.1 Introducción.....	15
1.2 Descripción del problema .....	15
1.3 Justificación del problema .....	2
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2 Objetivos específicos .....	3
1.5 Marco teórico .....	4
1.5.1 Tecnologías Inmersivas .....	4
1.5.2 Tour Virtual .....	5
1.5.3 Realidad Virtual.....	5
1.5.4 Realidad aumentada .....	6
1.5.5 Realidad mixta .....	6

1.5.6 Proyectos relacionados .....	7
Capítulo 2.....	9
2.1 Metodología. ....	9
2.2 Requerimientos .....	9
2.1.1 Historias de usuario.....	10
2.1.2 Requerimientos funcionales .....	11
2.1.3 Requerimientos no funcionales .....	12
2.2 Alcance y limitaciones .....	12
2.3 Beneficios y Riesgos .....	13
2.4 Usuarios de la solución .....	13
2.5 Recolección de datos .....	13
2.6 Diagrama de secuencia.....	15
2.7 Diagrama de casos de uso.....	16
2.8 Prototipado.....	17
2. 9 Diseño de la solución .....	19
Capítulo 3.....	20
3.1 Resultados y análisis.....	20
3.2 Implementación .....	20
3.3 Diseño e interacción .....	21
3.4 Historias de usuario desarrolladas .....	22
3.5. Evaluación de Experiencia .....	23

3.5.1 Pruebas.....	23
3.5 Análisis de costo .....	26
Capítulo 4.....	27
4.1 Conclusiones y recomendaciones .....	27
4.1.1 Conclusiones.....	27
4.1.2 Recomendaciones .....	27
Referencias .....	29
Apéndice A.....	31
Apéndice B.....	37

## Abreviaturas

3D	Tercera dimensión
API	Application Programming Interface
CRUD	Create Read Update Delete
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PDF	Portable document format
UI	User interface
UX	User experience
VR	Virtual reality
XR	Extended reality
API	Application Program Interface

## Índice de figuras

FIGURA 1: <i>DIAGRAMA DE SECUENCIA</i> .....	15
FIGURA 2: <i>DIAGRAMA DE CASOS DE USO</i> .....	16
FIGURA 3: <i>MENU PRINCIPAL</i> .....	17
FIGURA 4: <i>VISTA PRINCIPAL DE MAQUINARIA MONTACARGAS</i> .....	18
FIGURA 5: <i>VISTA DEL MONTACARGAS FINAL</i> .....	18
FIGURA 6: <i>DIAGRAMA DE ARQUITECTURA</i> .....	19
FIGURA 7: <i>REPRESENTACIÓN DE LA ESFERA EN LA APLICACION</i> .....	21
FIGURA 8: <i>HISTORIA DE USUARIO HU-001</i> .....	22
FIGURA 9: <i>HISTORIA DE USUARIO HU-002</i> .....	22
FIGURA 10: <i>HISTORIA DE USUARIO HUA-003</i> .....	23
FIGURA 11: <i>PRUEBAS DE USUARIO USANDO LAS META QUEST 3</i> .....	24
FIGURA 12: <i>PRUEBAS DE USUARIO USANDO PICO NEO 3</i> .....	25
FIGURA 13: <i>INSTRUCCIONES DEL USO DE LAS GAFAS DE REALIDAD VIRTUAL DENTRO DEL TOUR</i> .....	25
FIGURA 14: <i>INTERACCIÓN CON LA INTERFAZ DE LAS MAQUINARIAS</i> .....	26

## Índice de tablas

TABLA 1: <i>HISTORIAS DE USUARIO</i> .....	10
TABLA 2: <i>REQUERIMIENTOS</i> .....	11
TABLA 3: <i>ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN</i> .....	26

## **Capítulo 1**

### **1.1 Introducción**

La seguridad y la salud en el trabajo es un derecho fundamental de los empleados, y las empresas tienen la responsabilidad de protegerlos proporcionándoles las herramientas necesarias para proteger su integridad y bienestar laboral. El buen manejo y uso de maquinarias permiten a los trabajadores mejorar sus habilidades y conocimientos para realizar sus tareas, además de reducir accidentes y mejorar las respuestas en situaciones de emergencia. Las capacitaciones son cruciales para la prevención y seguridad de los empleados. Sin embargo, estas pueden presentar varios desafíos especialmente en industrias que usan maquinarias complejas y presentan riesgos para sus trabajadores.

La realidad virtual es una tecnología que nos permite simular entornos virtuales y experimentar ambientes inmersivos (M Handa, 2012), ofreciendo el desarrollo de una solución innovadora e inmersiva para la capacitación del personal, lo que permitirá a los empleados conocer su entorno laboral y las máquinas que utilizarán; de esta forma prevenir riesgos o situaciones de emergencia. Fábricas de producción como las confiterías usan maquinarias industriales que requieren un alto nivel de preparación para su correcto manejo, esto requiere que los empleados encargados sean capacitados y que conozcan los riesgos asociados a su uso y sepan actuar en casos de emergencia. Es por ello por lo que, en el presente proyecto se utilizará la realidad virtual como una herramienta para potenciar las capacitaciones en la prevención de riesgos y usos de maquinarias.

### **1.2 Descripción del problema**

El proceso de capacitación en la prevención de riesgos laborales y el uso de maquinarias empieza con la inducción de los nuevos empleados con su entorno de trabajo, esto incluye instrucciones de seguridad acerca del buen uso de las maquinarias, protocolos de emergencia, el debido uso de los implementos de seguridad y uniforme adecuado. Las capacitaciones enfrentan problemas significativos como el uso de maquinaria antigua que requiere una inducción más compleja y cruciales, métodos de capacitación monótonos que usan solo documentos y manuales, estos métodos suelen ser aburridos y pocos efectivos ya que no se capta la atención de los empleados por la cantidad extensa de documentos y la baja retención de información (interObservers, 2023). Aunque algunas fábricas de confitería cuentan con plataformas webs que ayudan en el proceso de capacitación estas siguen usando documentos, imágenes o archivos que no proporcionan una experiencia de aprendizaje interactiva. Otro problema por las capacitaciones presenciales es el uso de recursos y tiempo, ya que se requiere la disponibilidad de instructores calificados, planificación de las sesiones y uso de las instalaciones (interObservers, 2023).

Por último, los nuevos empleados se exponen a capacitaciones presenciales sin experiencia previa, ya que no tienen conocimientos previos sobre el uso de las maquinarias. La falta de capacitación previa puede aumentar la probabilidad de accidentes y lesiones (Pedram, 2017).

### **1.3 Justificación del problema**

La seguridad y bienestar de los empleados son prioridades fundamentales para cada empresa. Un entorno laboral seguro nos ayuda a proteger y construir un ambiente positivo y productivo. Sin embargo, el uso de métodos de capacitaciones ineficientes compromete la efectividad y aprendizaje de los nuevos empleados. El uso de métodos de capacitación monótonos que no captan la atención de los empleados nos subraya la necesidad de usar



herramientas digitales que nos ayuden a realizar una capacitación interactiva mejorando así la efectividad e impacto de las capacitaciones y reducción los riesgos de asistir a una capacitación presencial sin experiencia previa. Un estudio realizado por el grupo PwC emergency Technology demostró que los empleados que se capacitaron en un entorno virtual tuvieron una retención del 75% de los conocimientos adquiridos y una reducción significativa en errores operativos en comparación de los empleados que se capacitaron de la manera tradicional con el uso de documentos y archivos (Eckert & Mower, 2020). La falta de experiencia de los nuevos empleados se puede abordar con una capacitación más completa y accesible ya que se proporcionaría la información necesaria a los empleados desde el inicio de la inducción adquiriendo así las habilidades necesarias desde un principio, también de esta manera se redujera el uso de recursos y tiempo ya que se podrían organizar menos capacitaciones presenciales y estas durarían menos tiempo ya que los empleados tienen un conocimiento previo.

(interObservers, 2023)

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Desarrollar una aplicación de tour virtual en 360 grados para gafas de realidad virtual, para capacitar a empleados sobre seguridad y prevención de riesgos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Prototipar una interfaz de usuario que permita interactuar con las maquinarias de forma dinámica e intuitiva.
2. Integrar contenido dinámico sobre el uso de maquinarias o procesos según el análisis de riesgo de la empresa.
3. Desarrollar una plataforma informativa de capacitación para empleados con pocos conocimientos en tecnología

## 1.5 Marco teórico

La evolución de la tecnología en empresas industriales ha transformado los procesos tradicionales en flujos de trabajo digitales, optimizando procesos y operaciones, reduciendo costos y muchas otras ventajas. Esto ha sido posible gracias a: el análisis de datos, la computación en la nube, el uso de inteligencia artificial, el uso de la realidad virtual, y otras áreas de la computación. El uso de las tecnologías en la capacitación de empleados como plataformas en línea y móviles han facilitado el acceso a materiales de entrenamiento, esto ofrece muchas ventajas ya que nos permite usar aplicaciones de aprendizaje sin importar la ubicación o horario, además el uso de estas plataformas reduce costos asociados a sesiones presenciales optimizando así recursos. Otra ventaja sobre el uso de tecnologías para la formación de empleados es que se puede personalizar los caminos de aprendizaje, adaptando los programas a las necesidades de cada individuo. El uso de realidad aumentada o virtual ha mejorado las capacitaciones con las simulaciones interactivas y experiencias inmersivas, esto permite que los empleados participen en experiencias prácticas, además la realización de procedimientos sobre el uso de maquinarias sin poner en riesgo su bienestar. (Mitchel, 2023)

### 1.5.1 Tecnologías Inmersivas

La inmersión es un estado de la conciencia, en el cual una persona está físicamente aislada o perdida del entorno en el que se encuentra físicamente, mientras que el estado de su conciencia se encuentra enfocada en un entorno completamente distinto, muchas veces siendo este entorno artificial (M Handa, 2012).

Existen diferentes tecnologías inmersivas, como las tecnologías hápticas, en las que se aprovecha el sentido del tacto del usuario, empleando fuerzas o vibraciones para simular la manipulación de objetos virtuales. Además, existen las tecnologías inmersivas de Tele-

inmersión, el cual se basa en aislar por completo a un individuo con un medio tecnológico, y proveer de material adicional para que la experiencia tenga mayor nivel de realismo como por ejemplo el uso de gafas 3D o el sonido espacial (M Handa, 2012).

### **1.5.2 Tour Virtual**

Un tour virtual es la digitalización de un entorno que puede ser real o ficticio y que permite a los usuarios explorarlo de manera remota generalmente a través de una computadora, tableta o dispositivo móvil. Estos tours pueden utilizar una variedad de medios, como imágenes estáticas, imágenes panorámicas en 360 grados, videos, narraciones de audio y elementos interactivos, para brindar una experiencia inmersiva y detallada (Verma et al., 2022).

### **1.5.3 Realidad Virtual**

La realidad virtual o Virtual Reality (VR) es una tecnología que permite a los usuarios participar en entornos en 3D generados por computadora en el cual pueden interactuar con objetos y explorar espacios de manera similar a como lo harían en el mundo real (Verma et al., 2022). En un tour virtual, la realidad virtual se utiliza para crear experiencias inmersivas que simulan la sensación de estar presente físicamente en un lugar, aunque el usuario interactúe con un entorno digital.

La experiencia de realidad virtual se logra mediante el uso de dispositivos especializados, como gafas de realidad virtual, que colocan al usuario en el centro de la acción al bloquear su visión del mundo real y reemplazarla por la vista del entorno virtual (Wohlgenannt et al., 2020). Estos dispositivos también pueden incluir sensores de movimiento y controladores que permiten al usuario explorar y manipular el entorno virtual de manera intuitiva. En el caso específico de un tour virtual, la realidad virtual se utiliza para crear una representación digital interactiva de un

lugar físico, como un museo, una ciudad histórica o una propiedad en venta. Los usuarios pueden explorar este lugar virtualmente, moviéndose libremente a través de él y examinando detalles y puntos de interés en tiempo real. Los tours virtuales pueden ofrecer una experiencia realista, permitiendo a los usuarios sentir que están en el lugar que están explorando (Verma et al., 2022)

#### **1.5.4 Realidad aumentada**

Se considera realidad aumentada a la práctica que consiste en agregar elementos o información en el mundo físico, en el caso de las tecnologías inmersivas, se resume en utilizar tecnologías hápticas u otro medio digital, como un teléfono inteligente o una Tablet para crear experiencias en las cuales el usuario sea capaz de visualizar su entorno y encontrar elementos, que puede ser información, como en el caso del uso de gafas inteligentes, que permiten poder observar datos agregados en el entorno como por ejemplo: datos climáticos, hora, fecha, tareas pendientes, entre otros. Por otro lado, también se puede presentar en forma de elementos visuales, como en gafas de realidad aumentada para jugar videojuegos donde aparezcan personajes dentro de la habitación donde el usuario se encuentra (Craig, 2013).

#### **1.5.5 Realidad mixta**

Existe un tipo de tecnología inmersiva el cual combina ambas tecnologías presentadas anteriormente, tanto la realidad virtual como la realidad aumentada, en el caso de aplicaciones que utilicen elementos presentes en la realidad virtual para poder brindar una experiencia, pero que a su vez se dedique a pasar al mundo físico y agregar elementos digitales al medio, se la conoce como una aplicación de realidad mixta, también se considera en muchos casos a la realidad mixta como una versión más fuerte de la realidad aumentada, en la cual se presente un mundo físico junto con elementos virtuales con un alto grado de realismo, y jugando con las transiciones entre el mundo virtual y el real. (Maximilian Speicher, 2019)

### 1.5.6 Proyectos relacionados

En el ámbito de la medicina la realidad virtual es usada para entrenar médicos profesionales y se prevé que se volverá cada vez más relevante en el uso de entrenamiento clínico y tendrá un mayor enfoque en la seguridad del paciente. Las simulaciones basadas en realidad virtual pueden proporcionar retroalimentación en tiempo real en cambio las simulaciones tradicionales, basada en maniqués y pacientes simulados requieren una observación directa por parte del profesorado para así generar la retroalimentación. (Society for Academic Emergency Medicine., 2017).

En el campo de la educación la realidad virtual ha sido de gran uso, tanto en escuelas como universidades, en el caso de las universidades, muchas han hecho uso del VR para educar a los alumnos en diferentes temas, desde el entrenamiento en situaciones reales de sus carreras, hasta el entrenamiento en uso de maquinarias grandes, pesadas y costosas, hacer esta capacitación de forma virtual hace que la experiencia sea más rápida, comprensible y sostenible.

La universidad Tecnología Malasya (UTM) desarrollo un recorrido en realidad virtual 360 con comando de voz mediante el uso de gafas de realidad virtual, el propósito del proyecto fue para ayudar a estudiantes y visitantes que no conocen la universidad a poder familiarizarse con el ambiente y promover la belleza del campus (Adlin Shaflina binti Azizo, 2020).

En los últimos años se ha vuelto popular en varias industrias como medicina, entrenamiento de pilotos, conducción de trenes y muchos más. Un estudio realizado por otro proyecto que usa realidad virtual 360 para entrenar a brigadistas de rescate mineros, aunque este tipo de entrenamiento no es muy común en esta industria fue bien recibido, se obtuvieron resultados y conclusiones positivas, el estudio reconoce la importancia de los factores adicionales más allá de las características tecnológicas de la realidad virtual ,se debe considerar factores como las actitudes de los aprendices hacia el uso de esta tecnología (Pedram, 2017).Estas tecnología también se ha usado para preservar el patrimonio arquitectónico de la

casa tradicional de malaya mediante el desarrollo de un recorrido virtual 360, este recorrido puede proporcionar una experiencia real ,también proporciona información a los usuarios digitales, se concluyó que el recorrido virtual integro con éxito la información del patrimonio con los visitantes digitales generando así mayor entusiasmo e interés ya que ofrece imágenes panorámicas fascinantes en comparación a el uso de imágenes en folletos y libros (Nor Zalina Harun, 2021).

Las tecnologías inmersivas no solo se están usando para el entrenamiento si no el ambiente laboral como la medicina o la ingeniería. En este proyecto se empleará la realidad virtual para mejorar las capacitaciones en la prevención de riesgos en el uso de maquinarias mediante una aplicación de tour virtual 360 grados, de esta manera se podrá utilizar aprendizaje interactivo, facilitando así la formación y capacitación de los empleados.

## Capítulo 2

### 2.1 Metodología.

El proyecto destinado a la fábrica de confite requiere el desarrollo de un tour virtual 360 para el uso en capacitaciones para el personal nuevo o temporal sobre riesgos laborales en diferentes puntos de la fábrica y uso de maquinaria. Para alcanzar este objetivo se analizaron las necesidades actuales, la definición de puntos más importantes para integrar al tour, delimitando el alcance y funcionalidades del proyecto.

### 2.2 Requerimientos

Los requerimientos para el desarrollo del tour virtual se definieron a través de varias reuniones tanto virtuales como presenciales con el cliente, incluyendo visitas a la fábrica y la revisión de las maquinarias que se van a implementar en el tour. Se analizaron varios factores claves como la accesibilidad necesaria para que los empleados puedan acceder fácilmente a la información sobre los riesgos de las maquinarias. Se realizó la comparación con los recursos actuales que consisten en PDFs, videos y archivos que son utilizados para la capacitación, este análisis subrayó la necesidad de mejorar el acceso y la disponibilidad de la información.

### 2.1.1 Historias de usuario

En la Tabla 1 se mostrarán las historias de usuario realizadas.

**Tabla 1:** *Historias de usuario*

Id	Rol	Característica/Funcionalidad	Razón/Resultado
HU-001	Como un Empleado.	Necesito interactuar con una interfaz de usuario intuitiva en la aplicación de realidad virtual	Con la finalidad de Familiarizarme con la aplicación y usarla de la mejor manera
HU-002	Como un Empleado	Necesito Acceder a contenido dinámico sobre el uso de maquinarias	Con la finalidad Entender mejor los procesos y los riesgos asociados
HUA-003	Como Instructor	Necesito modificar el contenido de las maquinarias y escenarios	Con la finalidad de actualizar los procedimientos de una maquinaria o escenario
HU-004	Como Empleado	Necesito Utilizar una aplicación de tour virtual en 360 grados con gafas de realidad virtual	Con la finalidad Capacitarme en seguridad y prevención de riesgos antes de trabajar con las maquinarias reales
HUA-005	Como Instructor	Necesito un manual de usuario de la aplicación del tour virtual	Con la finalidad de que sepa el correcto uso de la aplicación para poder explicarle a los aspirantes que



---

deben hacer antes de  
empezar con el tour  
virtual

---

**Tabla 2:** *Requerimientos*

En la Tabla 2 se mostrarán los requerimientos funcionales y no funcionales.

Id	Rol	Titulo
RF-01	Empleado	Navegación interactiva
RF-02	Instructor	Contenido Multimedia
RF-03	Empleado	Gestión de Contenido
RNF-01	Empleado	Rendimiento
RNF-03	Empleado	Compatibilidad
RNF-04	Empleado	Estabilidad

### 2.1.2 Requerimientos funcionales

- **Navegación interactiva:** los usuarios deben poder navegar por las zonas predeterminadas de la fábrica utilizando el tour virtual 360, se debe contar con un menú que permita ver las diferentes zonas, de esta manera se puede elegir la zona con la cual queremos interactuar
- **Contenido Multimedia:** el tour debe incluir puntos que proporcionen la información necesaria y detallada sobre los riesgos y medidas de seguridad de las áreas seleccionadas

de la fábrica, esta información puede ser presentada con textos, imágenes, videos o gráficos.

- **Gestión de Contenido:** El tour debe permitir gestionar el contenido: texto, archivos, videos para ser reemplazados de una forma simple por el administrador de la plataforma.

### 2.1.3 Requerimientos no funcionales

- **Rendimiento:** el tour debe cargar de manera rápida y funciona con fluidez, se debe optimizar el contenido multimedia para reducir el tiempo de cargar, pero sin reducir la calidad
- **Compatibilidad:** el tour debe ser compatible con versiones actuales de los navegadores web.
- **Mantenibilidad:** se debe documentar el código de manera clara para poder facilitar la transferencia del conocimiento, se debe realizar un sistema que permita actualizaciones y mantenimiento.
- **Estabilidad:** se debe probar el tour extensivamente para evitar errores y fallos durante su ejecución.

## 2.2 Alcance y limitaciones

El tour virtual permitirá conocer varios puntos de la fábrica y capacitar sobre los diferentes riesgos asociados a las maquinarias utilizadas en la planta de confite. El tour constará con un menú inicial desde el cual los empleados podrán acceder a las distintas zonas de la fábrica y visualizar las maquinarias junto con la información correspondiente sobre los riesgos asociados a cada una.

El tour virtual está dividido por zonas, lo que significa que no será un recorrido continuo que permita una navegación completamente libre. Además, no se cubrirá toda la fábrica de confites, sino únicamente áreas seleccionadas con maquinarias relevantes para el análisis de riesgo. Adicionalmente, no se incluirá simulaciones que permitan a los empleados interactuar con escenarios de emergencias que podrían ocurrir en la fábrica

### **2.3 Beneficios y Riesgos**

La implementación del tour brindara una herramienta útil para los empleados. Podrán familiarizarse con los riesgos específicos asociados a cada tipo de maquinaria en la fábrica de confites. Las divisiones por zonas del tour permiten una navegación enfocada e intuitiva, la cual mejora la experiencia de aprendizaje ya que permite a los empleados tener fácil acceso a estas zonas.

Sin embargo, el proyecto presenta algunos riesgos que deben ser considerados. Uno de los principales riesgos del tour es que, al no cubrir toda la fábrica, algunas áreas y maquinarias no revisarán, esto puede reducir el conocimiento de los empleados sobre los riesgos de toda la fábrica, y estas zonas que no se cubrirán en el tour deben abordarse de otras maneras. Además, la información del tour debe mantenerse actualizada conforme se produzcan cambios en las maquinarias o procedimientos, esto requerirá el ingreso de nuevos datos, recursos y un seguimiento continuo de aplicación.

### **2.4 Usuarios de la solución**

- **Empleados:** personal encargado de operar las maquinarias de la fábrica de confites
- **Instructor:** personal administrativo encargado de guiar y entrenar a los empleados en el uso y riesgos de las maquinarias de la fábrica de confite

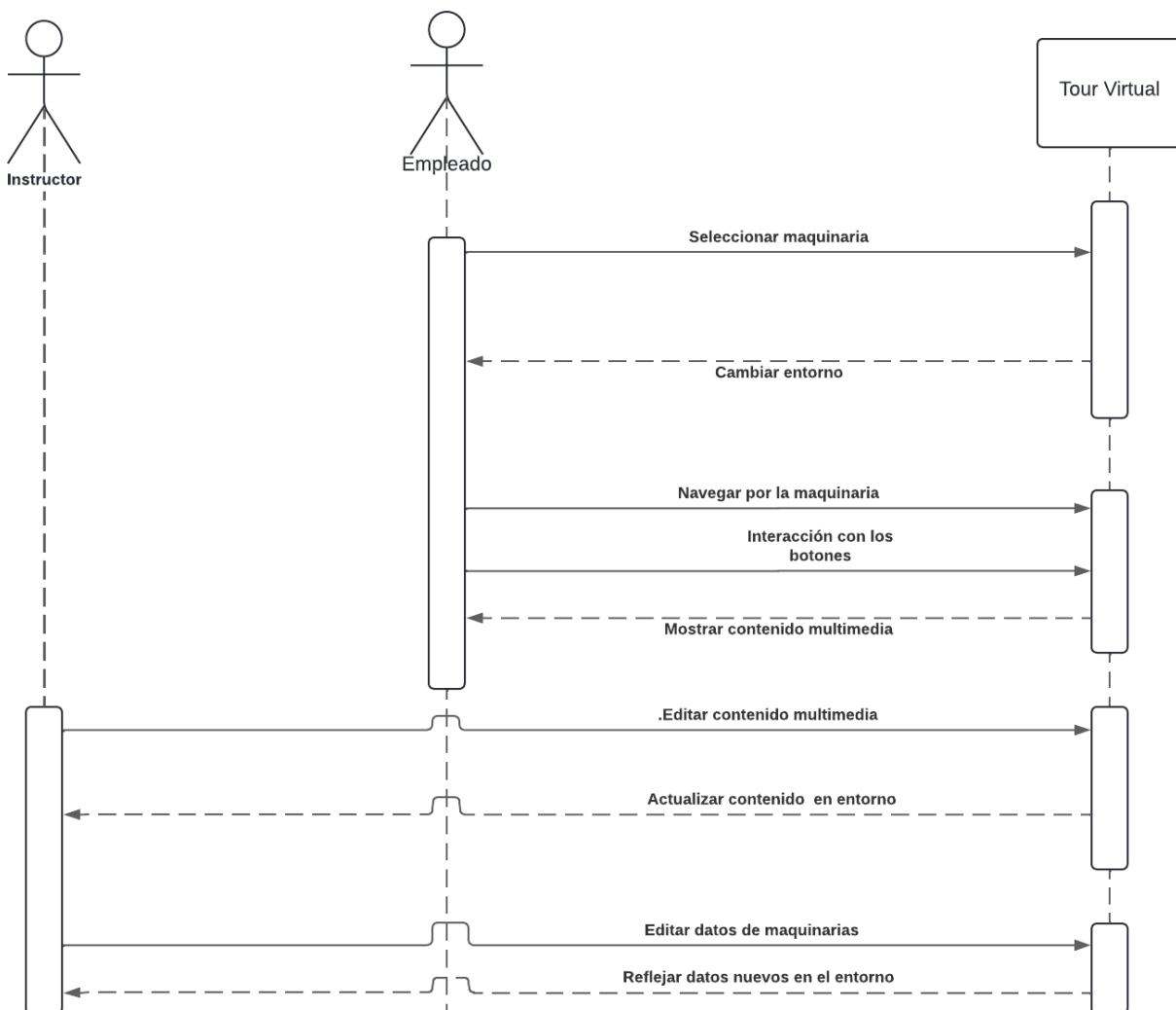
### **2.5 Recolección de datos**

Para poder definir que zonas de la fábrica se usarían para el tour virtual, se realizaron reuniones presencial y virtualmente con los clientes, en estas sesiones sirvieron para entender mejor el funcionamiento de la fábrica y sus maquinarias, así se pudo definir que zonas de la fábrica serian usadas para el tour virtual.

## 2.6 Diagrama de secuencia.

El diagrama de secuencia de la Figura 1 se ilustra las interacciones principales entre los usuario y sistema, se comienza con la selección de las maquinarias en las cuales se desea navegar e interactuar, estas interacciones desencadenan respuestas del sistema que mostrara la información en pantalla.

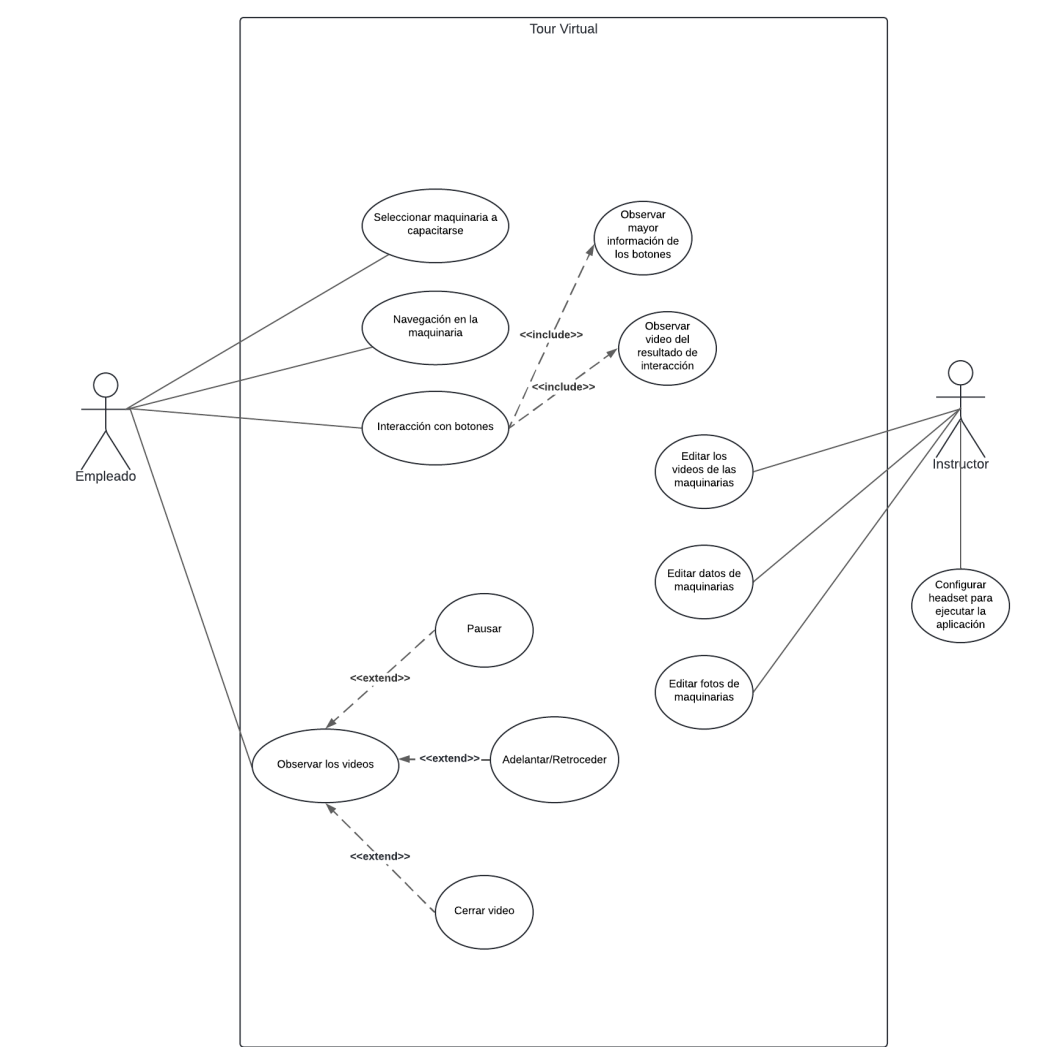
**Figura 1:** *Diagrama de secuencia*



## 2.7 Diagrama de casos de uso.

En la figura 2 se ilustra las funcionalidades principales del tour virtual, en este sistema los usuarios pueden seleccionar y navegar las escenas e interactuar con los elementos dentro de ellas y también manejar el contenido multimedia del tour.

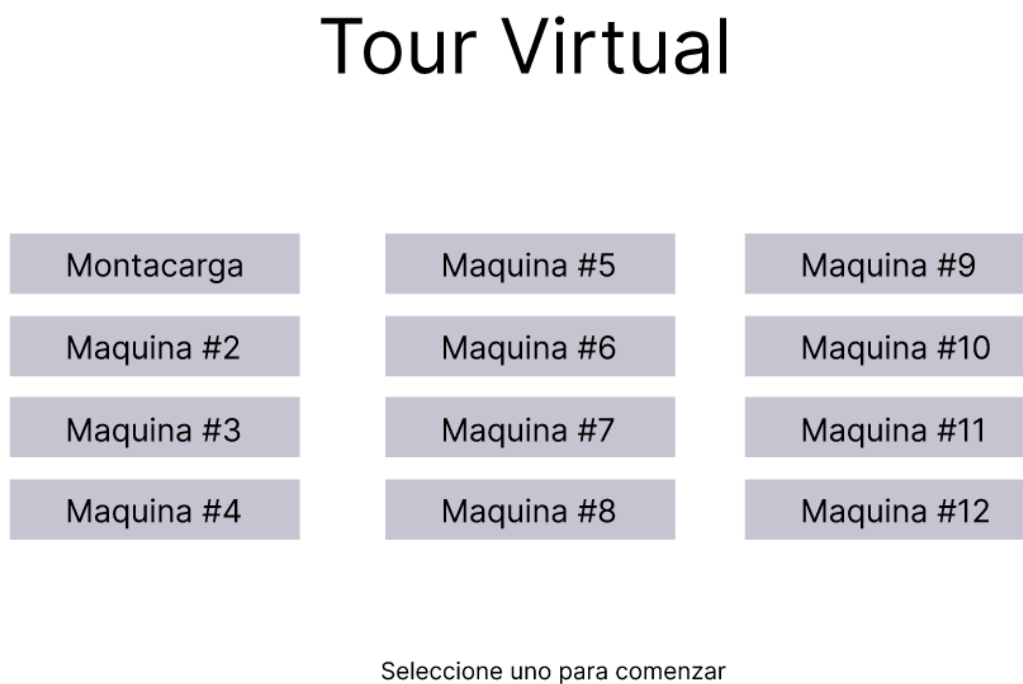
**Figura 2:** *Diagrama de casos de uso*



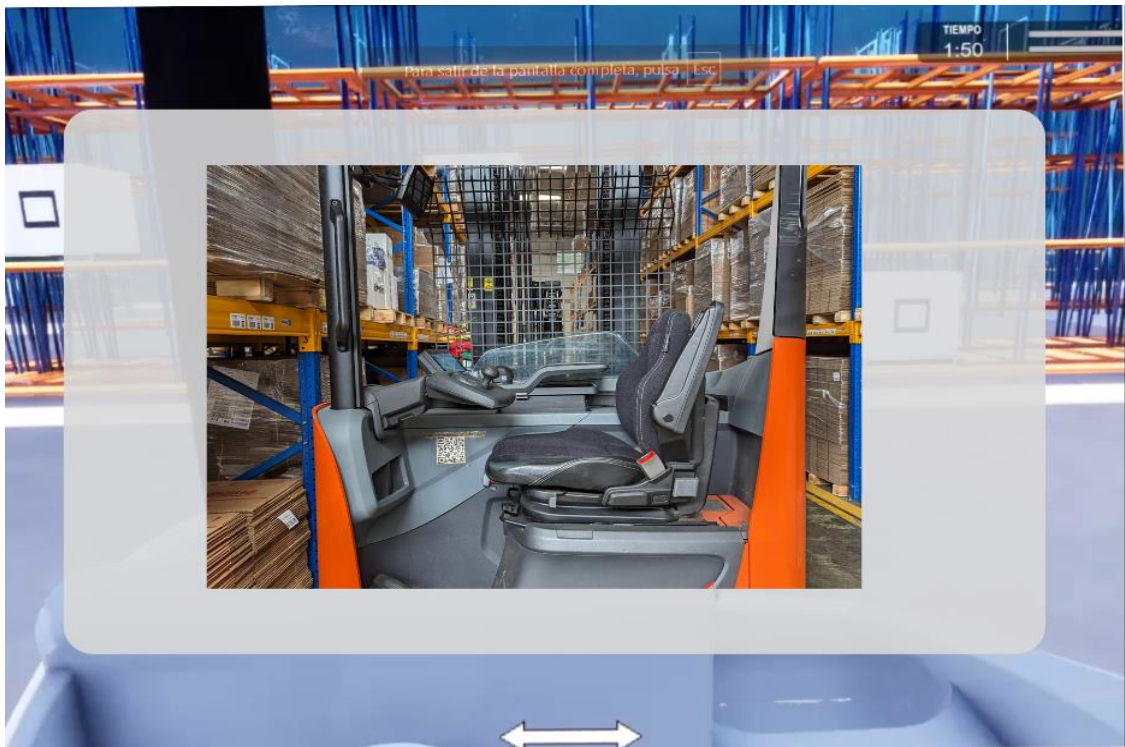
## 2.8 Prototipado.

Se realizo el prototipo antes del desarrollo del tour virtual ya que es fundamental para validar los conceptos y funcionalidades, identificar los problemas y alinear las expectativas con el cliente y los usuarios finales.

**Figura 3:** *Menú Principal*



**Figura 4:** *Vista principal de maquinaria montacargas*



**Figura 5:** *Vista del montacargas final*

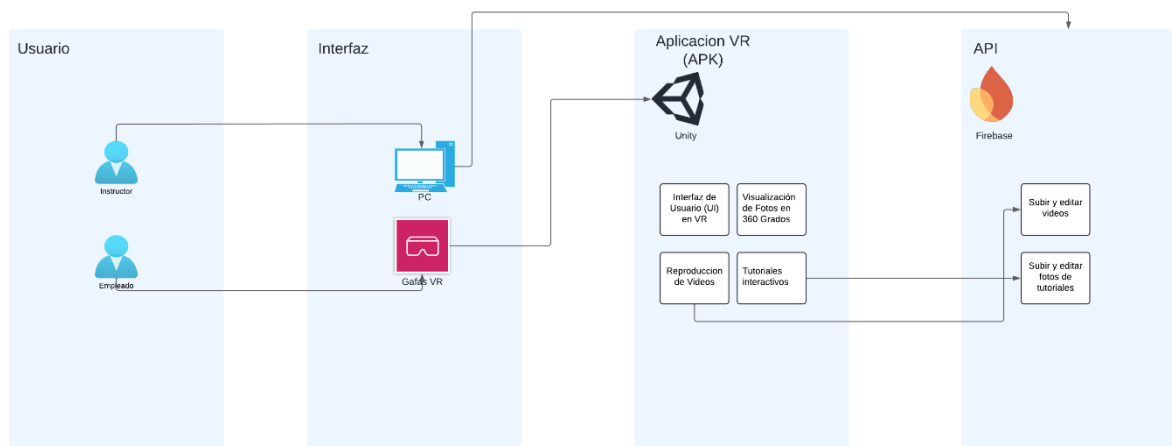




## 2. 9 Diseño de la solución

Para desarrollar el tour virtual, se utiliza el motor de videojuego Unity 2022.3.34 para crear la experiencia inmersiva en realidad virtual, aprovechando sus capacidades de renderizado, se implementa una interfaz de usuario que cuenta con menús, botones y paneles de información. A continuación, se indica la arquitectura en la Figura 6.

**Figura 6:** Diagrama de arquitectura



### Componentes

- **Motor de Juegos:** Unity 2022.3.34
- **Interfaz de Usuario (UI):** Menús, botones y paneles de información en VR.
- **Interacción del Usuario:** Captura de movimientos y acciones del usuario.
- **Reproducción de Videos:** Integrar un reproductor de video dentro del entorno VR.
- **Visualización de Fotos en 360 Grados:** Usar cámaras esféricas en el motor de juegos.
- **Tutoriales Interactivos:** Implementar tutoriales paso a paso sobre el uso de las maquinarias.

## Capítulo 3

### 3.1 Resultados y análisis

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos de la implementación del tour virtual y se realiza un análisis de la funcionalidad y efectividad de la aplicación desarrollada.

### 3.2 Implementación

Para el desarrollo e implementación de la aplicación de tour virtual se decidió utilizar Unity en su versión 2022.3.34, aprovechando los *assets* de realidad virtual proporcionados por Unity. Este motor de juegos permitió el desarrollo rápido y ágil, lo cual es esencial para una aplicación de capacitación sobre riesgos laborales que requiere actualizaciones frecuentes. Además, la amplia comunidad y extenso conjunto de bibliotecas disponibles, lo que garantizan un sólido soporte y acceso a soluciones para posibles desafíos durante el desarrollo.

La interacción en el tour virtual se implementó utilizando C#, un lenguaje de programación robusto y bien integrado en el ecosistema de Unity. La estructura modular del código C# se ajusta a la necesidad de mantener el proyecto bien organizado, lo que facilita su escalabilidad y mantenimiento a medida que la aplicación crece.

La visualización inmersiva se realizó mediante el uso de esferas para cargar imágenes 360, ofreciendo una experiencia de usuario envolvente, los botones interactivos permiten la visualización de paneles informativos, diseñados para mostrar contenido relevante seleccionado previamente, además la integración de reproductores de videos, y la capacidad de cargar contenido multimedia a través de CRUD administrado por una API la cual se realizó en un marco de desarrollo de NODE.JS que utiliza JavaScript , este lenguaje de programación proporciona tipado estático , lo que facilita la detección de errores durante la compilación y mejor la calidad del código al reducir errores en tiempo de ejecución.

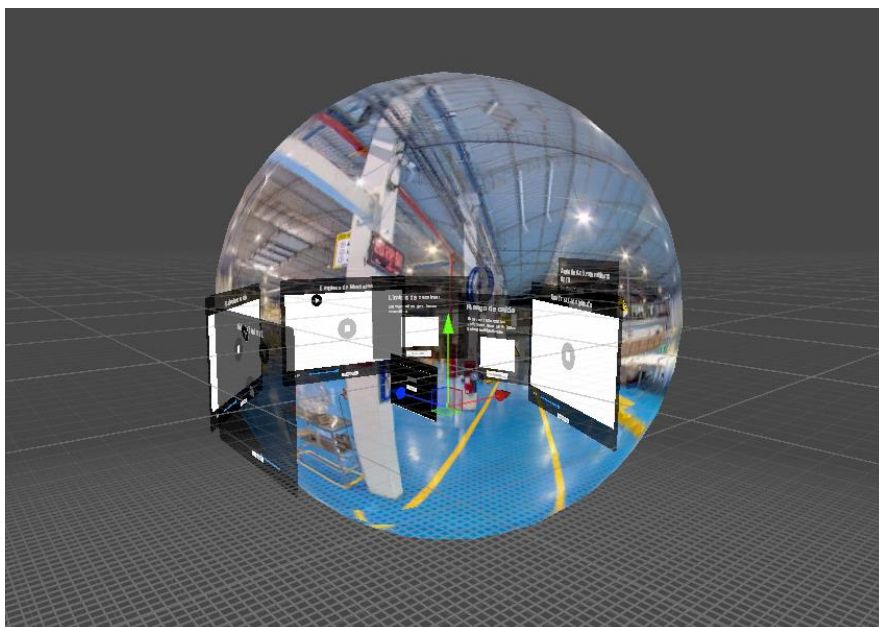
### 3.3 Diseño e interacción

El diseño del tour virtual está basado en esferas mostradas en la Figura 7 que sirven como contenedores de las imágenes panorámicas en 360 grados. Esta técnica permite a los usuarios explorar el entorno de manera inmersiva, mientras que los botones interactivos facilitan el acceso a los paneles de información adicional. La interacción se gestiona mediante scripts en C#, que controlan la navegación y funcionalidad del tour.

El contenido es administrado a través de un API desarrollada en NODE en su versión 18.12.1, este API soporta las operaciones CRUD para el contenido virtual, incluyendo la adición y eliminación de videos e imágenes, los paneles informativos se actualizarán garantizando que la información puede ser actualizada.

La sala principal y el menú, modelado en 3D, proporciona una interfaz intuitiva para los usuarios, mejorando la accesibilidad y navegación dentro de la aplicación. La integración del *XR Device simulator* permite simular y probar la experiencia de realidad extendida para así poder realizar pruebas durante el desarrollo.

**Figura 7:** Representación de la esfera en la aplicación



### 3.4 Historias de usuario desarrolladas

A continuación, se muestran los resultados para cada historia de usuario planteada anteriormente,

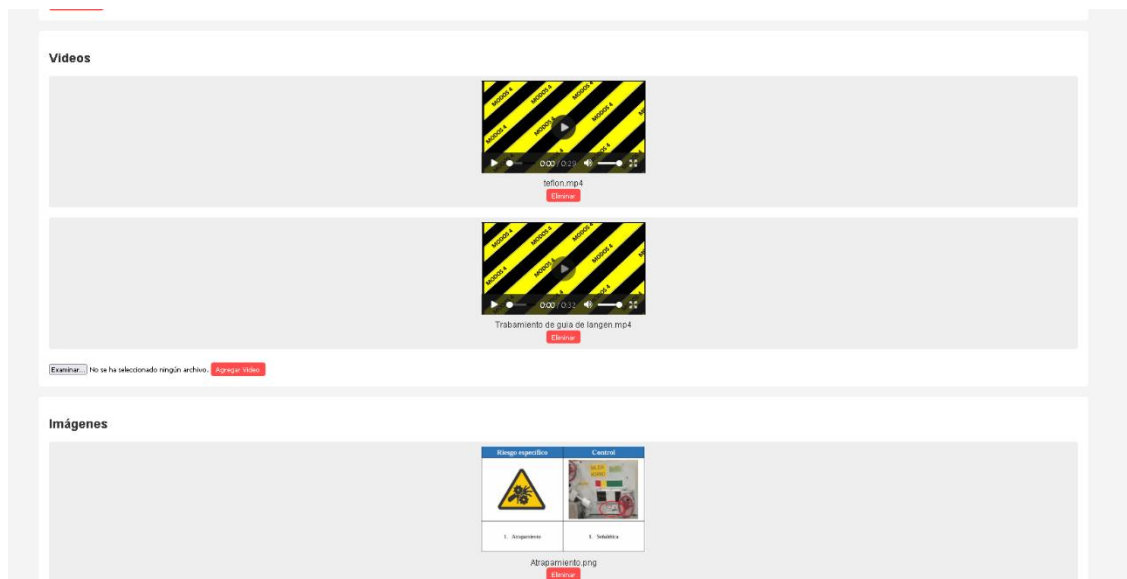
**Figura 8:** *Historia de usuario HU-001.*



**Figura 9:** *Historia de usuario HU-002.*



**Figura 10:** *Historia de usuario HUA-003.*



### 3.5. Evaluación de Experiencia

Para evaluar la efectividad del tour virtual, se planificaron pruebas con los usuarios potencial como los empleados e instructores.

#### 3.5.1 Pruebas

Durante la fase de desarrollo, se llevaron a cabo pruebas virtuales y presenciales con la participación de miembros de la empresa de confite y profesores de ESPOL, utilizando las gafas de realidad virtual Neo Pico 3 Pro y las Meta Quest 3 para garantizar la calidad y funcionalidad del tour virtual Mostrados en la Figura 11 y Figura 12.

#### Pruebas de funcionalidad

- Verificación que todas las características planificadas fueran implementadas correctamente
- Identificación y resolución de posibles problemas de rendimiento

### **Pruebas de usabilidad**

- Evaluación de la experiencia de usuario para asegurar accesibilidad y fácil uso
- Ajustes basados en retroalimentación durante las pruebas.

### **Presentación de funcionalidades**

- Demostraciones virtuales con el cliente, resaltando las funcionalidades del tour virtual
- Envío de contenido multimedia que muestra la ejecución del programa.

**Figura 11:** *Pruebas de usuario usando las Meta Quest 3*

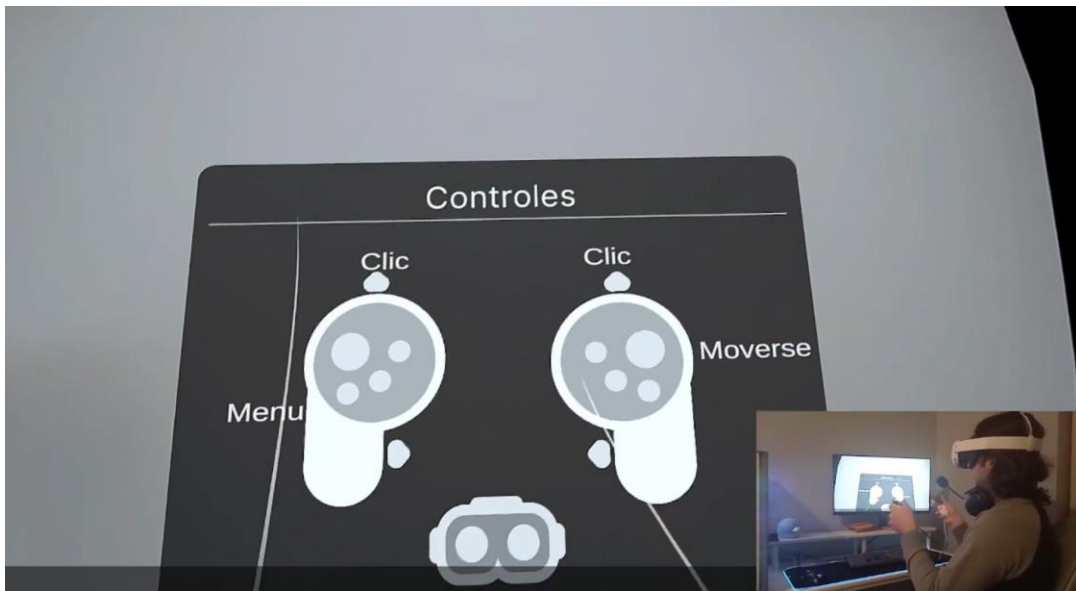




**Figura 12:** Pruebas de usuario usando Pico neo 3.



**Figura 13:** Instrucciones del uso de las gafas de realidad virtual dentro del tour.



**Figura 14:** Interacción con la interfaz de las maquinarias



### 3.5 Análisis de costo

En esta sección se analizará a detalle los aspectos financieros relacionados con el desarrollo del proyecto. En la Tabla 3 se consideraron gastos asociados al equipo de desarrollo, incluyendo a los desarrolladores que estuvieron involucrados en la implementación del tour virtual.

**Tabla 3:** Estimación de costos del desarrollo de la aplicación

Diseño de la aplicación (UX/UI)	\$	1600
Diseño de arquitectura de la aplicación	\$	1800
Implementación de la aplicación Unity	\$	6000
Pruebas de usabilidad	\$	1600
Gafas de Realidad Virtual	\$	400
Servidor	\$	120
Total	\$	11,520



## Capítulo 4

### 4.1 Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1.1 Conclusiones

- Implementar el prototipo permitió crear una experiencia nueva, atractiva y funcional para los próximos trabajadores. Capaz de recrear un espacio físico en una dimensión virtual y obtener información necesaria y relevante previo al interactuar directamente con tan solo probar las vistas de cada sección y presionar las alertas informativas.
- La inclusión de contenido dinámico al tour virtual facilita la comprensión de la información de la capacitación por la replicabilidad de reproducciones de acuerdo con la necesidad del usuario. Además, la empresa de confite a través de esta herramienta interfaz evidencia el cumplimiento de capacitar un contenido específico sobre todas las medidas seguridad adaptadas al análisis de riesgo del entorno laboral.
- El desarrollo de una plataforma virtual garantiza un proceso de formación inclusiva que considera la particularidad, limitación, condición e instrucción académica de cada usuario a través del acceso y manejo sencillo y libre del material audiovisual que contiene toda la información pertinente para que, posterior, se cuente con las aptitudes necesarias para ser partícipes de lo observado.

#### 4.1.2 Recomendaciones

- Expandir el alcance del tour virtual para incluir más áreas de la fábrica de confite, cubriendo todas las maquinarias y posibles riesgos, esto permitirá una formación más completa.
- Considerar la información de tecnologías de realidad aumentada para mejorar la formación en situaciones de emergencia o simulaciones de mantenimiento

- Incorporar pruebas que evalúen el conocimiento adquirido por los empleados a través del tour virtual, lo que permitirá medir su rendimiento de manera más precisa
- Optimizar la administración del contenido multimedia del tour virtual, ya que el sistema actual es básico. Se recomienda implementar una base de datos que permita una gestión más eficiente y organizada del contenido.

## Referencias

- Adlin Shafllina binti Azizo, F. b. (2020). *Virtual Reality 360 UTM Campus Tour with Voice Commands*. 6th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM).
- Calimanu, S. (s.f.).
- Calimanu, S. (24 de May de 2023). *How technology is changing the landscape of economic development*. <https://researchfdi.com/resources/articles/how-technology-is-changing-the-landscape-of-economic-development/#:~:text=The%20Digitalization%20of%20Industries%20and>
- Craig, A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications*. Newnes.
- Eckert, D., y Mower, A. (2020). *The Effectiveness of Virtual Reality Soft Skills Training in the Enterprise A Study*. PricewaterhouseCoopers.
- interObservers. (13 de agosto de 2023). *interObservers*. <https://interobservers.com/the-rising-impact-of-lack-of-training/>
- M Handa, E. A. (2012). *Immersive technology—uses, challenges and opportunities*.
- Maximilian Speicher, B. D. (2019). What is Mixed Reality?
- Mitchel, H. (13 de enero de 2023). *Role of Modern Technology in Employee Training & Development*. Edstellar: <https://www.edstellar.com/blog/role-of-modern->

technology-in-employee-training

Nor Zalina Harun, S. Y. (2021). *360° Virtual Tour of the Traditional Malay House as an Effort* . OP Conf. Ser.: Earth Environ.

Pedram, S. P. (2017). Evaluating 360-Virtual Reality for Mining Industry's Safety Training. En H. I.–P. Abstracts, *Communications in Computer and Information Science* . Springer, Cham.

Society for Academic Emergency Medicine. (2017). *Using Virtual Reality Simulation Environments to Assess Competence for Emergency Medicine Learners*. PubMed.

TaleSpin Labs. (2022). *The effectiveness of virtual reality in soft skills training*.

Veřroslav Holuřa \*, M. V. (2023). *Virtual Reality as a Tool for Sustainable Training and Education of Employees in Industrial Enterprises*.

Verma, S., Warriar, L., Bolia, B., y Mehta, S. (2022). *Past, present, and future of virtual tourism-a literature review*.

Wohlgenannt, I., Simons, A., y Stieglitz, S. (2020). *Virtual Reality*.

## Apéndice A



# DOCUMENTACIÓN

Tour virtual

Versión 1.0

**Contenido**

1. Descripción del Proyecto.....	2
2. Tecnologías Utilizadas.....	2
3. Creación del APK del Tour Virtual.....	2
4. Pruebas y Depuración .....	4

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

---

## 1. Descripción del Proyecto

El Tour Virtual es una aplicación inmersiva desarrollada para las gafas Pico Neo 3 Pro, diseñada para explorar de manera interactiva diferentes zonas de una fábrica. Permite a los usuarios moverse e interactuar dentro del entorno virtual mediante controles intuitivos y ofrece información relevante sobre riesgos y medidas de seguridad. La aplicación se conecta a una API para consumir datos en tiempo real.

## 2. Tecnologías Utilizadas

- **SDK Utilizado:** PICO Unity OpenXR SDK.
- **Versión de Unity:** 2022.3.34.
- **XR Plugin:** Versión 1.8.2.
- **Dispositivo:** Gafas Pico Neo 3 Pro, versión 5.9.8.
- **Sistema Operativo de las Gafas:** Android 10.
- **API de Backend:** [Apitourvirtual en GitHub](#).
- **Repositorio del Tour Virtual:** [TourVirtual en GitHub](#).

## 3. Creación del APK del Tour Virtual

### Paso 1: Clonar el Repositorio del Proyecto

1. Abre tu terminal o línea de comandos.
2. Clona el repositorio del Tour Virtual desde GitHub ejecutando:

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

bash

git clone https://github.com/aaalfran/TourVirtual.git

3. Abre el proyecto clonado en Unity (versión 2022.3.34).

#### **Paso 2: Configuración del Proyecto en Unity**

1. Asegúrate de tener instalado el **PICO Unity OpenXR SDK**.
2. Configura el **XR Plugin Management**:
  - o Ve a **Edit > Project Settings > XR Plug-in Management**.
  - o Habilita **OpenXR** como el proveedor de XR.
  - o Selecciona **PICO OpenXR** en el menú desplegable de dispositivos soportados.
  - o Revisa la documentación de configuración: [PICO OpenXR Configuration](#).
3. Configura la **Player Settings**:
  - o Ve a **Edit > Project Settings > Player**.
  - o En la sección de **Other Settings**, asegúrate de que la **API de gráficos** esté configurada en OpenGL ES3.
  - o Asegúrate de que el **Active Input Handling** esté configurado como **Input System Package (New)**.
4. Asegúrate de que la API utilizada esté configurada correctamente:
  - o Revisa que las llamadas de red hacia la [API de backend](#) sean correctas y estén funcionando como se espera.

#### **Paso 3: Construcción del APK**

1. En Unity, ve a **File > Build Settings**.

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------



2. Selecciona la plataforma **Android**.
3. Configura los ajustes de compilación:
  - o Selecciona la arquitectura ARM64 en **Player Settings > Other Settings > Target Architectures**.
  - o Marca **Development Build** si deseas realizar pruebas con logs de depuración.
4. Haz clic en **Build** para comenzar la creación del APK.

#### **Paso 4: Transferencia del APK a las Gafas Pico**

1. Conecta las gafas Pico a la computadora mediante un cable USB.
2. Copia el archivo APK generado al almacenamiento interno de las gafas.
3. Sigue los pasos del **manual de usuario** para instalar el APK en las gafas.

## 4. Pruebas y Depuración

### **Opciones de Pruebas:**

- **PICO Developer Center App:** Utiliza esta aplicación para probar y realizar ajustes en tiempo real.
- **Android Logcat:** Revisa los logs en tiempo real desde Unity o mediante Android Logcat para depurar errores de conexión o fallos en la ejecución.

**Documentación de PICO:** Revisa la guía de configuración de OpenXR de PICO: [Configuring Pico Open XR](#).

### **5. Recomendaciones y Solución de Errores Comunes**

#### **Errores Encontrados:**

1. **XR Device Simulator no funciona en las gafas Pico:**

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

- o Solución: Verifica que el **XR Plugin Management** esté correctamente configurado y que estés utilizando el **PICO Unity OpenXR SDK**.

**2. Problemas con el Canvas y la Interacción de UI:**

- o Solución: Asegúrate de utilizar un **Canvas XR UI** y que el **Event System** tenga el componente **XR UI Input Module**.

**3. Error de instalación del APK:**

- o Solución: Verifica que el APK esté construido con la arquitectura adecuada (**ARM64**) y que las configuraciones de Android estén alineadas con la versión del dispositivo.

**4. Movimientos del jugador en VR no restringidos adecuadamente:**

- o Solución: Configura los controles de movimiento en las diferentes escenas para limitar el movimiento de acuerdo a los requisitos (movimiento de la cabeza dentro de las esferas y con el mando en la sala de espera).

**5. Problemas de conexión a la API:**

- o Solución: Asegúrate de que las gafas tengan acceso a Internet y que la API esté en funcionamiento. Verifica las rutas y los endpoints utilizados en el código.

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

**Apéndice B**



# MANUAL DE USUARIO

TOUR VIRTUAL

VERSION 1.0

## Contenido

Instalación .....	2
Modo desarrollador.....	2
Apk .....	2
Uso del Tour Virtual en las Gafas Pico VR.....	4

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

## Instalación

### Modo desarrollador

Revisar documentación: <https://developer.picoxr.com/document/unity/pdc-basic-info/>

Debes activar el modo "Desarrollador" en tu casco de realidad virtual; de lo contrario, la herramienta PDC no mostrará la información del dispositivo una vez que el casco y la computadora estén conectados. A continuación, los pasos a seguir:

Nota: Actualizar el sistema de las Gafas PICO VR, Revisar: <https://knowledge.vr-expert.com/kb/how-to-update-the-operating-system-of-the-pico-neo-3/>

1. Enciende tu casco PICO VR.
2. Ve a Configuración > General > Acerca de.
3. Haz clic varias veces en el campo de Versión de Software hasta que la opción de Desarrollador aparezca en la parte inferior del panel de navegación izquierdo.
4. Haz clic en Desarrollador.
5. En la sección Desarrollador, habilita la Depuración USB.



#### Requisitos:

- Gafas Pico VR en **modo Desarrollador** con **Depuración USB** habilitada.
- Computadora con puerto USB y cable compatible.
- Archivo APK que deseas instalar.

#### Pasos para la Instalación del APK:

##### Paso 1: Copia el APK al Almacenamiento Interno de las Gafas

1. Conecta las gafas Pico a tu computadora utilizando un cable USB.
2. En la computadora, abre el **Explorador de archivos** (Windows) o **Finder** (macOS).
3. Busca la unidad de almacenamiento de las gafas Pico, que debería aparecer como un dispositivo externo.
4. Copia el archivo APK desde tu computadora a una carpeta en el almacenamiento interno de las gafas Pico. Puedes crear una carpeta llamada "APK" para organizar mejor los archivos.

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

1. Ponte las gafas Pico y enciéndelas.
2. Navega al menú principal y selecciona "**Explorador de Archivos**" o "**File Manager**".

**Paso 3: Instala el APK desde las Gafas Pico**

1. En el **Explorador de Archivos** de las gafas, navega a la carpeta donde copiaste el archivo APK.
2. Selecciona el archivo APK que deseas instalar.
3. Aparecerá una ventana emergente solicitando permiso para instalar aplicaciones desde fuentes desconocidas. Haz clic en "**Permitir**" o "**Settings**" y habilita "**Fuentes desconocidas**".
4. Vuelve al archivo APK y selecciónalo de nuevo.
5. Confirma la instalación seleccionando "**Instalar**".
6. Espera a que finalice el proceso de instalación. Una vez completado, verás un mensaje de "**Aplicación instalada**".

**Paso 4: Abre la Aplicación**

1. Regresa al menú principal de las gafas Pico.
2. Busca la aplicación instalada en la lista de aplicaciones.
3. Selecciona la aplicación para abrirla y verificar que funcione correctamente.

**Solución de Problemas Comunes:**

- **No aparece el archivo APK en las gafas:** Verifica que el archivo se haya copiado correctamente y que sea compatible con el sistema operativo de las gafas Pico.
- **Problemas al instalar aplicaciones desde fuentes desconocidas:** Asegúrate de habilitar la opción de **Fuentes desconocidas** en las configuraciones de seguridad.

## Uso del Tour Virtual en las Gafas Pico VR

### Preparativos:

- Ponte las gafas Pico VR y asegúrate de que estén encendidas.
- Sujeta los mandos (controladores) en ambas manos.

### Iniciar el Tour Virtual:

#### Paso 1: Accede a la Sala de Espera

1. Una vez que te coloques las gafas Pico, serás transportado automáticamente a la **Sala de Espera** del tour virtual.
2. En la **Sala de Espera**, verás el **Menú Principal** que contiene diferentes opciones y zonas de la fábrica que puedes explorar.

#### Paso 2: Navegar en la Sala de Espera

- Utiliza el **mando izquierdo** para moverte dentro de la Sala de Espera. Presiona el joystick en la dirección a la que deseas ir.
- Para seleccionar una zona de la fábrica, **apunta** con el mando derecho hacia el botón que representa la zona deseada y **presiona los botones frontales** para confirmar tu elección.

#### Paso 3: Explorar las Zonas de la Fábrica

- Dentro de cada zona de la fábrica, el movimiento es más restringido:
  - **Movimientos permitidos:** Puedes moverte girando la cabeza para cambiar la vista o utilizando el joystick del **mando derecho** para moverte a la izquierda o derecha.
  - **Interacción con objetos:** Señala con el mando derecho los elementos interactivos (botones, paneles, objetos) y presiona los botones frontales (A o B) para interactuar o activar elementos.

#### Paso 4: Usar los Botones Interactivos

- Los botones dentro del tour virtual son objetos que puedes señalar con el mando derecho para activar.
- Al apuntar a un botón, **presiona los botones frontales** del mando derecho para interactuar:

Elaborado por:	Pedro Bajaña Aaron Franco	Septiembre 2024
----------------	------------------------------	-----------------

- **Reproducir videos:** Señala y haz clic en los objetos correspondientes.
- **Ver información de riesgos:** Señala el botón designado para riesgos y haz clic.

**Paso 5: Avanzar en el Tour**

- Una vez que se muestre el contenido de los riesgos, encontrarás un botón que dice **“Entendido”**.
- Apunta al botón **“Entendido”** y haz clic en él para confirmar. Este botón desaparecerá, y el siguiente paso del tour aparecerá automáticamente.

**Paso 6: Regresar al Menú Principal**

- Si deseas regresar al **Menú Principal** en cualquier momento, presiona el **botón X** del **mando izquierdo**.

**Consejos Adicionales:**

- **Apunta correctamente:** Para seleccionar cualquier objeto, asegúrate de que el puntero esté sobre el botón u objeto antes de hacer clic.
- **Explora todas las opciones:** Asegúrate de interactuar con todos los objetos disponibles para obtener la experiencia completa del tour.
- **Familiarízate con los controles:** Practica los movimientos permitidos dentro de cada zona para navegar de forma más fluida.