



Sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, mediante visión artificial y realidad virtual

Mejía Guerrero, José Luis

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática

PhD. Loachamín Valencia, Mauricio Renán.

7 de febrero del 2022



TrabajoGraduación_JOSÉ_MEJÍA.docx

Scanned on: 16:30 February 10, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	0
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	0
Ommited Words	1998



Website | Education | Businesses

.....
PhD. Loachamín Valencia, Mauricio Renán

Director



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, “**Sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, mediante visión artificial y realidad virtual**” fue realizado por el señor **Mejía Guerrero, José Luis** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 7 de febrero del 2022

.....
PhD. Loachamín Valencia, Mauricio Renán

C. C.: 1711378362



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Responsabilidad de autoría

Yo, **Mejía Guerrero, José Luis**, con cédula de ciudadanía n° 1724155880 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, mediante visión artificial y realidad virtual**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 7 de febrero del 2022

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'José Luis Mejía Guerrero', is positioned above the printed name.

Mejía Guerrero, José Luis

C.C.: 1724155880



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Autorización de publicación

Yo, **Mejía Guerrero, José Luis**, con cédula de ciudadanía n° 1724155880, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, mediante visión artificial y realidad virtual**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 7 de febrero del 2022

Mejía Guerrero, José Luis

C.C.: 1724155880

Dedicatoria

Con mucho amor le dedico este gran trabajo a mi mamita, ella es la persona más importante en mi vida, la motivación de cada esfuerzo realizado y la razón de todas mis metas cumplidas me ha dado el apoyo incondicional más grande y siempre ha creído en mí, usted mamita es mi inspiración de vida y le agradezco mucho, te amo, gracias, gracias.

José Luis Mejía Guerrero

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a mi Dios por darme una hermosa vida y la oportunidad de lograr este gran objetivo, gracias por darme las dificultades de vida que en su momento creí que eran obstáculos pero que en realidad fueron lecciones que me ayudaron a ser mejor persona, gracias por la sabiduría, inteligencia, fortaleza y amor que me has brindado y por ser el refugio cuando más te necesité, siempre mi amor para ti.

Quiero agradecer a la persona más importante en mi vida, mi madre, Mónica Guerrero, por todo el apoyo, los consejos, por ser mi mejor amiga y escucharme cuando más la necesité, por darme valores que me han permitido llegar muy lejos y ser la persona que siempre quisiste que fuera, todo lo he conseguido gracias a ti mi mamita preciosa.

A mi padre Jorge, mis hermanos, Isra y Dome, por ser unas grandiosas personas y haber estado conmigo incondicionalmente en este camino, gracias por ser una hermosa familia, los amo mucho y quiero ser su apoyo por siempre.

A mis abuelitos José Luis y Lucía, por todas esas sabias lecciones y motivaciones, gracias por darme los valores que me guiaron a ser un hombre íntegro, a mis tíos y primos, por ser el apoyo moral, económico y anímico para lograr este gran objetivo cuando estuve a punto de darme por vencido.

Quiero agradecer de manera especial a mis tutores y amigos, Sonia Cárdenas y Mauricio Loachamín, por creer siempre en mí y haberme dado la oportunidad de lograr grandes cosas, por su confianza y respaldo, los llevaré siempre en mi corazón.

A mi buen amigo Juan Erazo, por ser ese apoyo cuando más te necesité y ser un ejemplo de ser humano, nunca cambies mi bro.

A mis mejores amigas, Joss y Kathy, por ser esas magníficas personas que llegaron a mi vida y con las que compartí los mejores momentos en la universidad, tantas anécdotas hermosas, las quiero mucho, son las mejores.

A mis amigos, Christian Tigsilema y Bryan Rodríguez, por ser las personas con las que he compartido gran parte de mi vida y siempre ser unos amigos incondicionales.

Gracias y mil gracias a todos, los amo.

José Luis Mejía Guerrero

ÍNDICE DE CONTENIDO

Copyleaks	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	5
Agradecimiento	7
Índice de tablas	13
Índice de figuras	14
Resumen.....	18
Abstract.....	19
CAPÍTULO I	20
INTRODUCCIÓN	20
Antecedentes.....	20
Planteamiento del problema	21
Justificación e Importancia.....	22
Objetivos.....	23
Objetivo General	23
Objetivos Específicos	24
Alcance.....	24
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO.....	26
Realidad virtual.....	26
Aplicaciones con escenarios virtuales	26

Visión Artificial	27
Reconocimiento de emociones.....	28
Polígono de tiro	30
Tipo de componentes	30
Componentes estructurales	30
Paredes.....	30
Pisos	31
Techos	31
Áreas contiguas.....	31
Pasillos y puertas	31
Componentes físicos	31
Cabinas de tiro	31
Estación de control.....	32
Trampas de bala	32
Sistemas de objetivo	32
Deflectores	32
Ventanas.....	33
Sistemas de control de seguridad.....	33
Metodología de Desarrollo.....	33
Herramientas de Desarrollo.....	34
Modelado de objetos.....	34
Blender.....	34
Motor de videojuegos.....	35
Unity.....	35
Servidor de aplicaciones	35
XAMPP Server	35
Base de datos.....	36
MariaDB/MySQL	36
Herramientas de Aplicaciones Web y desktop	36
Node.js.....	36
Angular.....	37

Lenguaje de programación C#	38
Lenguaje de programación Python	39
Tensorflow.....	39
Keras.....	40
Capítulo III.....	42
Desarrollo.....	42
Metodología de Kaur	42
Fase conceptual.....	42
Análisis de requisitos	42
Diagramas de casos de uso.....	43
Administrador/Entrenador.....	43
Participante	45
Casos de uso detallados.....	46
Administrador/Entrenador.....	46
Participantes	57
Diseño de la base de datos.....	59
Manejo de sesiones.....	60
Usuarios y personas.....	60
Entrenamiento	60
Gestión y Reportes.....	61
Arquitectura del sistema.....	63
Diseño de interfaces	64
Módulo de gestión y reportes	64
Interfaz para configurar entrenamiento.....	69
Diagrama de reconocimiento de emociones	72
Felicidad.....	74
Tristeza	75
Enojo.....	75
Temor.....	76
Sorpresa.....	76
Neutro	77

Fase de modelado.....	77
Creación de los entornos virtuales	77
Selva Amazónica.....	77
Zona rural.....	80
Zona costera	81
Zona nevada	83
Creación de objetos 3D.....	84
Avatar y arma	85
Objetivos de tiro	86
Arma	87
Tanque.....	88
Fase de ensamblado	89
Integración de componentes.....	89
Interfaces módulo de gestión y reportes.....	91
Interfaces de configuración de entrenamiento	99
Proceso de reconocimiento de emociones	101
Fase de optimización.....	106
Fase de validación.....	106
Análisis de resultados.....	108
Resultados antes y después del entrenamiento	108
Reconocimiento de emociones.....	109
Análisis de resultados de aciertos y errores durante el entrenamiento	110
CAPÍTULO IV	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
Conclusiones	112
Recomendaciones	113
BIBLIOGRAFÍA	114

Índice de tablas

Tabla 1. Caso de uso 1: Ingresar al módulo de entrenamiento	46
Tabla 2. Caso de uso 2: Ingresar al módulo de gestión y reportes	47
Tabla 3. Caso de uso 3: Ingresar al módulo de reconocimiento	49
Tabla 4. Caso de uso 4: Gestionar entrenadores	50
Tabla 5. Caso de uso 5: Gestionar participantes.....	51
Tabla 6. Caso de uso 6: Gestionar escenarios.....	52
Tabla 7. Caso de uso 7: Gestionar armas	53
Tabla 8. Caso de uso 8: Gestionar objetivos	54
Tabla 9. Caso de uso 9: Gestionar reportes	55
Tabla 10. Caso de uso 10: Selección del escenario	57
Tabla 11. Caso de uso 11: Práctica de tiro	58
Tabla 12. Caso de uso 12: Interacción	59
Tabla 13. Ejemplos de colores relacionados con emociones.....	74
Tabla 14. Verificación de resultados.....	105

Índice de figuras

Figura 1 Reconocimiento de imágenes.....	29
Figura 2. Fases de desarrollo de la metodología Kaur	42
Figura 3. Diagrama de caso de uso general	43
Figura 4. Diagrama de caso de uso del administrador/entrenador.....	45
Figura 5. Diagrama de caso de uso del participante.....	46
Figura 6. Modelo conceptual de la base de datos	61
Figura 7. Modelo lógico de la base de datos	62
Figura 8. Modelo físico de la base de datos.....	63
Figura 9. Arquitectura del sistema con los 4 módulos.....	64
Figura 10. Inicio de sesión en el módulo de gestión y reportes	64
Figura 11. Interfaz para barra superior de menú principal.....	65
Figura 12. Interfaz para gestionar y listar elementos	65
Figura 13. Interfaz para agregar elementos.....	66
Figura 14. Interfaz para editar elementos	66
Figura 15. Modal para confirmación de eliminación de elemento.....	67
Figura 16. Interfaz para listar reportes	67
Figura 17. Mensaje de confirmación para eliminar registro de reporte	68
Figura 18. Reporte completo de los resultados por usuario	68
Figura 19. Inicio de sesión configuración de entrenamiento	69
Figura 20. Menú de opciones configuración de entrenamiento	69
Figura 21. Interfaz para seleccionar usuario.....	71
Figura 22. Interfaz para configurar el escenario	71

Figura 23. Interfaz para configurar los objetivos	72
Figura 24. Diagrama del módulo de reconocimiento de emociones.....	72
Figura 25. Modelo de muestra de reconocimiento	73
Figura 26. Bosquejo de representación de la emoción felicidad.....	74
Figura 27. Bosquejo de representación de la emoción tristeza.....	75
Figura 28. Bosquejo de representación de la emoción enojo	75
Figura 29. Bosquejo de representación de la emoción temor.....	76
Figura 30. Bosquejo de representación de la emoción sorpresa.....	76
Figura 31. Bosquejo de representación de la emoción neutra.....	77
Figura 32. Selva Amazónica Zamora Chinchipe	78
Figura 33. Modelado de árboles para la selva amazónica	78
Figura 34. Modelamiento con elevaciones de la selva amazónica	79
Figura 35. Modelado de selva amazónica.....	80
Figura 36. Pasochoa obtenida desde Google Maps.....	80
Figura 37. Modelamiento zona rural	81
Figura 38. Modelado de zona rural.....	81
Figura 39. Zona de Santa Elena obtenida de Google Maps	82
Figura 40. Modelamiento de la zona costera	82
Figura 41. Modelado de zona costera	83
Figura 42. Zona nevada satelital en Ecuador	83
Figura 43. Modelado de zonas nevadas.....	84
Figura 44. Modelado de zona nevada.....	84
Figura 45. Modelado de brazos y arma	85
Figura 46. Modelado de soldado	85

Figura 47. Modelado de objetivo de tiro, silueta de persona	86
Figura 48. Modelado de objetivo de tiro, silueta de persona dentro de botella.....	86
Figura 49. Modelado de objetivo de tiro, silueta diana de precisión	87
Figura 50. Modelado de arma inicial	87
Figura 51. Modelado de arma con texturas.....	88
Figura 52. Modelado de tanque inicial	88
Figura 53. Modelado de tanque con texturas.....	89
Figura 54. Integración de objetos 3D con escenario selva amazónica	89
Figura 55. Integración de objetos 3D con escenario zona rural	90
Figura 56. Integración de objetos 3D con escenario zona costera	90
Figura 57. Integración de objetos 3D con escenario zona nevada	91
Figura 58. Interfaz de ingreso de usuario	92
Figura 59. Interfaz de menú principal.....	92
Figura 60. Listado y gestión de datos.....	93
Figura 61. Listado de datos para escenarios.....	93
Figura 62. Listado de datos para objetivos de tiro.....	94
Figura 63. Formulario para insertar nuevos datos.....	94
Figura 64. Formulario para modificar datos	95
Figura 65. Modal para eliminar registro	95
Figura 66. Reportes generales de resultados del entrenamiento	97
Figura 67. Reportes individuales de entrenamiento	98
Figura 68. Reportes estadísticos de emociones.....	98
Figura 69. Interfaz de inicio de sesión en Canvas	99
Figura 70. Menú principal	99

Figura 71. Opción para configurar participantes	100
Figura 72. Opción para configurar escenarios y armas.....	101
Figura 73. Opción para configurar objetivos	102
Figura 74. Diagrama de procesamiento.....	103
Figura 75. Validación del modelo con la emoción felicidad	103
Figura 76. Validación del modelo con la emoción tristeza	104
Figura 77. Validación del modelo con la emoción enojo	104
Figura 78. Validación del modelo con la emoción sorpresa	105
Figura 79. Validación del modelo con la emoción temor	106
Figura 80. Validación del modelo con la emoción neutra	107
Figura 81. Diagrama flujo del proceso de validación.....	107
Figura 82. Usuario firmando el consentimiento informado	108
Figura 83. Participante realizando la tarea virtual.....	109
Figura 84. Validación del módulo de reconocimiento de emociones.....	109
Figura 85. Resultados sobre cuestionario antes de la tarea virtual.....	110
Figura 86. Resultados sobre cuestionario después de la tarea virtual	110
Figura 87. Resultados en el reconocimiento de emociones durante los entrenamientos	111

Resumen

El personal militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador requiere realizar entrenamientos permanentes técnicos y operativos, para lo cual es necesario contar con herramientas tecnológicas propias de la institución. La Escuela de Formación de Soldados del Ejército necesita incrementar el número de horas de entrenamiento en diferentes habilidades tácticas y desarrollar destrezas de tiro con armas de calibre menor. En este trabajo se presenta el desarrollo de un aplicativo que permite realizar sesiones de entrenamiento en un polígono de tiro virtual, reconocer y analizar las emociones que se producen en el personal durante el entrenamiento y la generación de reportes con los resultados del entrenamiento realizado. Para el desarrollo del software se aplicó la metodología de Kaur y las herramientas utilizadas fueron Unity, Blender, Angular, MySQL, C#, entre otras. La aplicación incluye interfaces de usuario, entornos virtuales con sus respectivos objetos 3D y tipos de objetivos, un repositorio de base de datos, la implementación de un algoritmo de reconocimiento de emociones y reportes que muestran los resultados del entrenamiento de cada participante. Las puntuaciones obtenidas en el cuestionario de usabilidad demuestran que el aplicativo puede ser una herramienta útil para entrenar al personal militar y fortalecer destrezas en tiro con armas de calibre menor. Los dispositivos utilizados permitieron ver la profundidad de los objetos 3D y sentir la inmersión en los entornos durante todo el entrenamiento.

Palabras clave:

- **ENTORNO VIRTUAL**
- **POLÍGONO DE TIRO**
- **ENTRENAMIENTO**
- **RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES**

Abstract

The military personnel of the Armed Forces of Ecuador require permanent technical and operational training, for which it is necessary to have the institution's own technological tools. The Army Soldiers Training School needs to increase the number of hours of training in different tactical skills and develop shooting skills with smaller caliber weapons. This paper presents the development of an application that allows training sessions in a virtual shooting range, recognize, and analyze the emotions that occur with people during training and generate reports with the results of the training carried out. For the development of the software, the Kaur methodology was applied, and the tools used were Unity, Blender, Angular, MySQL, C#, among others. The application includes user interfaces, virtual environments with their respective 3D objects and target types, a database repository, the implementation of an emotion recognition algorithm, and reports that show the results of each participant's training. Those obtained in the usability questionnaire show that the application can be a useful tool to train military personnel and strengthen shooting skills with smaller caliber weapons. The devices used allowed to see the depth of the 3D objects and feel the immersion in the environments throughout the training.

Keywords:

- **VIRTUAL ENVIRONMENT**
- **SHOOTING RANGE**
- **TRAINING**
- **EMOTIONS RECOGNITION**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

A través de los años, el mecanismo de empleo de estas armas ha ido evolucionando, principalmente en los componentes de bala y mecanismos de disparo, lo que ha hecho útil su empleo en el ámbito de la seguridad en distintos países y también en sus entrenamientos (Cameron, 2006).

Investigaciones acerca de aplicaciones en polígonos de tiro, específicamente en ensayos balísticos han permitido determinar los elementos básicos de protección y tecnología para el equipamiento en sus prácticas. Además, se han obtenido excelentes resultados utilizando este método de entrenamiento en instituciones militares, policía o seguridad y defensa (GACEK et al., 2018).

En muchos países del mundo se utilizan sistemas de polígonos virtuales de tiro para entrenar a sus soldados, y los estudios demuestran que puede ser una técnica eficaz debido a que mejora habilidades de combate en tiro, fortalece la práctica y el perfeccionamiento correspondiente a la precisión (Li et al., 2018).

El Grupo Especial de Operaciones de las Fuerzas Armadas del Ecuador dispone de un polígono virtual de tiro, sin embargo, por ser una herramienta que no ha sido desarrollada en el país, se dificultan los mantenimientos preventivos y correctivos ya que representan un costo elevado. Por lo que impulsan proyectos que permitan impartir instrucción y entrenamiento de tiro al personal militar en forma permanente para alcanzar y fortalecer destrezas en las actividades operativas y tácticas (Ejercitoecuatoriano, 2020).

El Centro de Investigaciones de Aplicaciones Militares CICTE de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ha impulsado la creación y desarrollo de un polígono virtual para el

entrenamiento del personal militar. En este sentido, existen trabajos preliminares, en el primero se desarrolló un trabajo de graduación de la carrera de Ingeniería Electrónica, Automatización y Control, titulada “Desarrollo de un sistema de calificación para un polígono virtual de tiro basado en visión por computador” (Castro Silva, 2018), en esta versión se ha considerado la proyección de siluetas virtuales estáticas en 2D y la detección de puntos de interés para estimar la ubicación y detección del disparo mediante un disparador láser. En el segundo, es el desarrollo de un trabajo de graduación de la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, titulado “Prototipo de un sistema de tiro para el entrenamiento del personal de las Fuerzas Armadas del Ecuador, usando Realidad Virtual y Técnicas de Inteligencia Artificial” (Andrade & Yandún, 2020), en este trabajo se modelaron dos entornos virtuales con animación, textura y sonido. Para el entrenamiento de tiro se utilizaron dispositivos de inmersión e interacción, gafas de realidad virtual con sus respectivos controles touch.

En este contexto, se propone contribuir con el desarrollo de dos módulos de software que se requieren en el proyecto de investigación PIM-02 bajo la dirección del Crnl. Víctor Villavicencio. El primer módulo contribuirá en el entrenamiento del personal militar y el segundo permitirá estudiar situaciones emocionales de los soldados durante dicho entrenamiento, utilizando tecnología de Realidad Virtual y técnicas de Visión Artificial.

Planteamiento del problema

El presupuesto asignado para actividades tácticas y operativas de las Fuerzas Armadas es cada vez más reducido. Un caso específico, es el presupuesto destinado al entrenamiento de tiro, donde se tienen que realizar gastos de movilización, adquisición de material bélico, entre otros. Ante tal situación, el número de sesiones para el entrenamiento disminuyen y, por tanto, no se garantiza el adecuado proceso de desarrollo de habilidades y estrategias de tiro.

Adquirir un sistema de entrenamiento de polígono virtual de tiro representa una fuerte inversión para el Ecuador, además implica contratar mantenimiento preventivo y correctivo del sistema en forma anual, es por ello por lo que se requiere desarrollar un sistema propio y flexible a las necesidades de las Fuerzas Armadas del Ecuador y que además permita ahorrar al Estado ecuatoriano.

Por otro lado, algunas instituciones militares han realizado investigaciones relacionadas al trastorno de estrés postraumático, depresión, suicidio, problemas psiquiátricos y la situación emocional de los soldados día a día en sus labores. Estas enfermedades mentales han dado diversos resultados que tienen conexión con las emociones, las cuales pueden dar datos acerca de la situación mental en la que se encuentra un soldado, todos estos estudios se han analizado con técnicas convencionales como exámenes psicológicos, entrevistas y test, los cuales pierden objetividad (Tokuno et al., 2011).

En este sentido, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE financia el proyecto de investigación PIM-02 con el fin de implementar un polígono virtual para apoyar en el desarrollo de habilidades tácticas en el personal militar. En contribución a las necesidades se determina crear un aplicativo con dos módulos. Un módulo con escenarios para entrenamiento en prácticas de tiro. Otro módulo para determinar las emociones que se pueden producir en el personal militar durante las fases de entrenamiento y evaluación. Dicho entrenamiento puede generar diferentes estados emocionales, los cuales pueden afectar al rendimiento o causar fatiga y/o frustración.

Justificación e Importancia

El personal militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador requiere realizar entrenamientos permanentes técnicos y operativos, para lo cual es necesario contar con una herramienta tecnológica propia de la institución. El uso de dicha herramienta permitirá ahorrar recursos

financieros, material bélico y sobre todo precautelar la salud y seguridad del personal militar. Específicamente, la Escuela de Formación de Soldados del Ejército necesita incrementar el número de horas de entrenamiento en diferentes habilidades tácticas y desarrollar destrezas de tiro con armas de calibre menor. Por lo que este trabajo propone contribuir con el desarrollo de un polígono de tiro virtual.

Además, las emociones de los soldados son un aspecto importante para evaluar mientras se realizan las sesiones de entrenamiento. El estudio de este aspecto permitirá identificar estados humanos emocionales en las que se encuentra el soldado durante el entrenamiento. Los resultados de estas evaluaciones serán analizadas e interpretadas por el personal especialista con el fin de proponer tratamientos oportunos al personal que lo requiera y, por tanto, iniciar nuevos estudios relacionados.

Con la implementación de este sistema, se podrán incrementar las horas de sesiones de práctica, optimizar recursos e inversión. El personal militar podrá fortalecer sus habilidades y mejorar el aprendizaje conforme avancen las sesiones de entrenamiento. Además, este sistema podrá ser implementado en diferentes unidades militares para contribuir en el entrenamiento y actualización permanente del personal militar y fortalecer habilidades orientadas a las Seguridad y Defensa del país.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, aplicando técnicas de visión artificial y realidad virtual, para contribuir en el desarrollo de un proyecto de investigación financiado por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos Específicos

- Recopilar información técnica y los requerimientos del sistema mediante reuniones con los especialistas e instructores de tiro.
- Desarrollar el módulo funcional del polígono virtual de tiro para entrenamiento del personal militar en armas de calibre menor.
- Desarrollar el módulo de reconocimiento de emociones implementando algoritmos de visión artificial.
- Realizar las pruebas y validación del sistema con personal militar.
- Analizar los resultados junto al equipo de especialistas del proyecto.

Alcance

Se desarrolló un sistema de software para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos. Se detectan los estados humanos emocionales básicos en las que se encuentra el soldado durante el entrenamiento.

Se realizaron reuniones con los investigadores del proyecto, especialistas e instructores de tiro con el fin de conocer las técnicas que se aplican.

El desarrollo del módulo funcional del polígono virtual de tiro incluye cuatro entornos virtuales: selva amazónica, zona rural, zona costera y zona nevada. Cada entorno integra componentes y objetos en 3D acordados con los especialistas. Los objetos 3D se modelan en Blender. Los entornos se configuran y se programan con Unity, JavaScript y C#. Los objetos 3D fundamentales en los entornos serán: las siluetas, las manos del participante, las dianas y el arma.

Antes de iniciar la tarea virtual, los participantes fueron registrados en el sistema con sus datos personales, y se configura el tipo de entrenamiento, las distancias de las dianas y el

arma. Los datos de la evaluación del entrenamiento serán registrados y guardados en la base de datos.

El módulo de reconocimiento de emociones se realiza mediante la implementación de un algoritmo de Visión Artificial. Principalmente se identificarán las emociones básicas del ser humano: Alegría/Felicidad, Miedo/Ansiedad, Ira, Tristeza y Sorpresa. El análisis se realizará en base a las reacciones externas del soldado antes, durante y cuando finaliza el entrenamiento, específicamente mediante expresiones faciales.

Para validar el sistema se realizaron pruebas con el personal militar del CICTE. Se aplica el protocolo de validación. Finalmente, se analizan los datos obtenidos en el estudio para determinar la funcionalidad y la utilidad del aplicativo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Realidad virtual

Para entender nuestro mundo en términos de realidades alternativas, revisamos la propuesta del filósofo francés Gilles Deleuze, quien sugirió que nuestro mundo se compone de construcciones reales con objetos físicos que se pueden tocar (ordenador portátil, ropa), o también objetos virtuales (asistentes virtuales como Alexa, Siri), los cuales no integran la realidad como la conocemos, pero es posible interactuar (Farshid et al., 2018).

La realidad virtual permite una experiencia realista a través de entornos virtuales usando dispositivos especiales de entrada y salida con los cuales, los usuarios pueden interactuar de muchas formas, visual, auditiva y táctil, con el fin de obtener una experiencia muy semejante a la realidad física (X. Liu et al., 2018).

Aplicaciones con escenarios virtuales

En una investigación realizada por (Kuchelmeister, 2018), la realidad virtual puede simular experiencias diseñando escenarios virtuales con entornos inmersivos. Los entornos virtuales son sistemas de visualización que incluyen proyección cilíndrica de 360 grados, pantallas curvas, proyección hemisférica e instalaciones múltiples, estos medios inmersivos proporcionan contenido digital de gran resolución escalable para múltiples usuarios, esto lo convierte en una experiencia ideal para vivencias impactantes como por ejemplo, selvas, desiertos, escenarios simulados en aviones, automóviles, edificios, etc., ahorrando recursos de infraestructura que generalmente son complejos de adquirir.

Los escenarios virtuales son un medio potente de visualización territorial y espacial que permiten interpretar y transmitir información, facilitando las herramientas de manejo para el usuario.

Los entornos de realidad virtual permiten a los usuarios socializar, jugar, interactuar y trabajar con la inmersión virtual tecnológica, estas experiencias digitales han sido creadas con sistemas multiusuarios desde la década de 1980. Las versiones modernas de realidad virtual incluyen gráficos en 3D muy potentes en su construcción, con los cuales se pueden diseñar entornos de trabajo de fantasía, reinos, diseños de épocas antiguas, futuras, ambientes climáticos y el número de personas que participan en ellos, ha crecido exponencialmente en los últimos años, actualmente más de mil millones de personas alrededor del mundo, tienen la oportunidad de acceder a esta tecnología (Patterson et al., 2012).

El ciberespacio según (Experimental et al., 2013), debería ser la extensión creativa de nuestro universo ya que representa el nuevo paradigma arquitectónico y espacial, sin embargo, los mundos virtuales no deben evaluarse como sustitutos del mundo real, sino como dimensiones adicionales que ofrecen nuevos campos para la expresión artística ya que carece de restricciones físicas, esto representa un desafío para los diseñadores, que deben aplicar su imaginación y creatividad.

Los escenarios virtuales se están aplicando con más frecuencia en videojuegos, simulaciones, aplicaciones didácticas, entornos militares, policiales y médicos, lo que demuestra que es un desarrollo productivo para la sociedad y seguirá creciendo a pasos agigantados.

Visión Artificial

Las tecnologías de Inteligencia Artificial están insertándose en la vida cotidiana de las personas y tecnologías de producción con más frecuencia, la visión artificial es una de las técnicas más importantes de la IA.

El estado actual del estudio de la visión artificial ha tomado un gran interés en las últimas décadas, el desarrollo es de gran valor en áreas como la electrónica, sistemas

informáticos, biología, seguridad y defensa, diseño, medicina, educación, entre otras (J. Liu & Gou, 2010).

Un sistema de visión artificial puede ser definido como un conjunto de técnicas que se implementa a través de sistemas informáticos, los cuales son capaces de interpretar una imagen de forma automática y los cuales están constituidos en los siguientes pasos: adquisición de imagen, segmentación, extracción de características y clasificación. Existen varios métodos de taxonomías para la segmentación de imágenes: segmentación basada en bordes y basadas en regiones, hay otros métodos que se basan en colores, analizando la extracción de características consiste en evaluar las regiones de las imágenes por sus características principales, la clasificación se considera el agrupamiento de imágenes según las variables y características antes seleccionadas (Romualdo et al., 2014)

El sistema de visión artificial se caracteriza por tener una estructura de dos secciones, la primera es el procesamiento de imágenes y la segunda es la medición de propiedades. El procesamiento de imágenes se centra en el análisis de imágenes multivariante para la extracción de características, la medición de propiedades comprende un algoritmo para la capacidad de automatizar las características obtenidas, con ello, se puede personalizar y optimizar las necesidades requeridas (Tomba et al., 2010).

Reconocimiento de emociones

Las emociones son una parte esencial en nuestras vidas ya que son vitales para entender quiénes somos y cómo nos comportamos, además que tienen gran importancia para que podamos funcionar como seres humanos que se comportan y toman decisiones racionales.

La emoción juega un papel muy importante para la vida cotidiana de las personas, expresando emociones, las personas pueden entenderse y comunicarse de mejor manera, existen diversas emociones que se manifiestan, las más básicas como ejemplo se puede

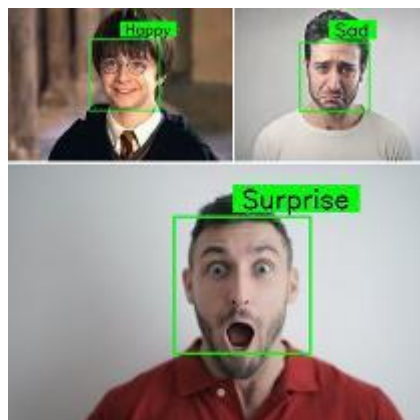
mencionar la de felicidad, tristeza, enojo y sorpresa. En las ciencias médicas y psicológicas, el estudio de las emociones resulta muy beneficioso ya que se pueden diagnosticar enfermedades y tratarlas más efectivamente (Cai et al., 2020).

La tecnología actualmente está en un estado de gran evolución y las emociones se utilizan en una gran variedad de aplicaciones como la interacción entre humanos y computadoras. Las emociones se representan por medio de gestos y expresiones faciales. El reconocimiento de las emociones mediante aplicaciones tecnológicas, ha tomado gran importancia ya que las redes neuronales profundas necesitan gran cantidad de datos para su entrenamiento, por lo tanto los algoritmos necesitan ser más optimizados en el respectivo proceso de clasificación (Viegas, 2020).

La detección de condiciones emocionales es una característica importante para los investigadores tecnológicos en el área interfaz hombre-máquina, la emoción es una respuesta fisiológica y la integración de disciplinas psicológicas, médicas y la inteligencia artificial, proveerán beneficios absolutos a la humanidad (Umamaheswari & Akila, 2019).

Figura 1

Reconocimiento de imágenes



Nota. Imagen donde realiza reconocimiento de emociones a partir de fotos de rostros, en los cuales se muestra la felicidad, tristeza y sorpresa. Recuperado de (DUTTA, 2021).

Polígono de tiro

Según (Kardous & Murphy, 2010), la aplicación del polígono de tiro se utiliza con frecuencia por las fuerzas del orden y se implementa seguridad con campos recreativos, áreas protegidas contra los imprevistos climáticos y seguridad para el personal. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), cuenta con 16.000 a 18.000 campos de tiro los cuales operan en Estados Unidos y según estadísticas, hay más de un millón de personas que lo practican.

Tipo de componentes

La mayoría de los campos de aplicación con polígono de tiro cuenta con áreas de 80 y 120 pies de largo y 8 a 10 pies de altura, estos campos son estructuras independientes, mientras que otras se encuentran dentro de edificios con el suficiente espacio disponible, los componentes básicos consisten en una línea de tiro, un objetivo y una trampa de balas. El diseño y arquitectura pueden variar según el diseño requerido, pero deben contar con los requisitos básicos para la correcta y segura aplicación del polígono de tiro como lo son la balística, protección y equipamiento personal, ventilación, aislamiento acústico y ventilación.

Componentes estructurales

Paredes

Las paredes generalmente se construyen con bloques de hormigón, y mampostería, los muros deben ser fuertes e impenetrables para proporcionar la protección suficiente contra balística perdida y salpicaduras de materiales.

Pisos

Los pisos son realizados de hormigón armado con un acabado superficial liso, el área de la superficie debe estar libre de obstrucciones, estos suelos suelen estar sutilmente inclinados para facilitar el mantenimiento y limpieza.

Techos

Normalmente los techos están contruidos con vigas de acero y hormigón prefabricado para facilitar el mantenimiento y prevenir la acumulación de plomo, estos techos estarán diseñados con deflectores para redirigir las balas perdidas y evitar salpicaduras.

Áreas contiguas

Los espacios adicionales que generalmente se añaden a un campo de aplicación de tiro proporcionan áreas de refuerzo como una sala de limpieza de armas, baños incluyendo duchas, oficinas, salas de almacenamiento y mantenimiento, se debe incluir las medidas adecuadas para maximizar la pérdida de transmisión de sonido en la aplicación del tiro.

Pasillos y puertas

Los pasillos se utilizan para aislar físicamente el fuego proveniente de las áreas contiguas, también sirven para reducir la transmisión del sonido durante el entrenamiento y las puertas son de cierre automático.

Componentes físicos***Cabinas de tiro***

Las cabinas proporcionan tiradores en un área definida y para reducir el peligro potencial de fallas de encendido y cartuchos de bala expulsados de otros tiradores, las cabinas están hechas de tabiques o paneles que son diseñadas acústicamente para reducir el efecto de descarga de las armas de otros tiradores.

Estación de control

La estación de control alberga los controles principales para el equipo del campo de tiro, la comunicación, las luces y su seguridad, los controles son operados por un funcionario especializado como responsable de la gestión y operación. Las estaciones de control suelen estar construidas con bloques de hormigón con ventanas para la observación de prueba.

Trampas de bala

Se las utilizan para absorber la energía de la bala y capturarla, estas trampas de bala vienen en una gran variedad de diseño y generalmente se construyen con placas de metal que son impenetrables, su espesor depende de la velocidad y niveles de energía de los proyectiles que son disparados, actualmente, las trampas de bala modernas consisten en acero endurecido.

Sistemas de objetivo

Estos sistemas consisten en un objetivo de tiro específico, un portador de objetivo de tiro y un sistema de objetivos de tiro, estos sistemas están compuestos por una hoja de papel o un trozo de cartón corrugado con una imagen de destino impresa en la hoja, este sistema permite al campo de polígono de tiro, operar de manera más eficiente y segura en el transporte de la aplicación del tiro tanto en direcciones superiores e inferiores. Este sistema permite al maestro de rango, controlar el funcionamiento de los objetivos a través de la estación de control en la cabina. Algunos polígonos de tiro presentan módulos de control local que se pueden utilizar en las cabinas de filmación.

Deflectores

Los deflectores suelen estar contruidos con placas blindadas y acero cubierto con madera contrachapada la cual es resistente al fuego y se instalan en un ángulo de 25 a 30 grados medidos horizontalmente desde el techo, generalmente se utilizan para proteger los techos,

artefactos de iluminación, conductos de ventilación y cualquier otro elemento que esté al descubierto y en peligro de balas perdidas.

Ventanas

El desafío que tienen las ventanas es controlar el ruido dentro del campo de tiro y limitar la transmisión del sonido en áreas adyacentes, las ventanas son impredecibles en las cabinas de control y otras operaciones del control maestro, deben prestarse especial atención a los requisitos de prueba de balas.

Sistemas de control de seguridad

Los sistemas de control de seguridad están instalados para proteger a los participantes durante imperfecciones en el funcionamiento del campo de polígono de tiro para situaciones de emergencia, dichos sistemas pueden incluir luces de advertencia, alarmas, campanas y monitores de flujo de aire y filtración.

Metodología de Desarrollo

La metodología seleccionada para el desarrollo del polígono virtual es la de Kaur, ya que en sus etapas hace énfasis en el diseño previo y los factores humanos para que el producto final cuente con garantías de usabilidad (Kisielnicki, 2008).

Las etapas son las siguientes:

- Fase conceptual: En esta etapa definiremos los requisitos los cuales se basan en reuniones con los especialistas, casos de uso, base de datos del sistema, diseño de interfaces y diseño de módulo de reconocimiento de emociones.
- Fase de modelado: Creación de entornos virtuales, creación de objetos en 3D.
- Fase de ensamblado: En esta etapa integraremos los elementos y componentes del sistema los cuales constan de la integración de interfaces de usuario, proceso de reconocimiento de emociones, integración módulo de gestión y reportes.

- Fase de optimización: Optimizamos los componentes creados como, por ejemplo, textura, iluminación, mejoramiento de código y procesamiento.
- Fase de validación: En esta fase, validaremos el sistema entero con especialistas y usuarios comunes, los pasos de validación consisten en informarse del proyecto, firmar el consentimiento informado y contestar los cuestionarios previos y posteriores a las pruebas.

La metodología de Kaur es muy importante para integrar los requerimientos del modelado y se acopla de gran manera con los casos de uso “UML”, en el diseño de escenarios, los sistemas de entornos virtuales, la interacción humano-computadora y el modelamiento en 3D, son los puntos clave para una óptima interacción con los sistemas. Esto da como resultado la construcción de escenarios con su planificación para los componentes seleccionados y el correcto adecuamiento de texturas, iluminación y sonido.

Herramientas de Desarrollo

A continuación, se describen las herramientas tecnológicas utilizadas en el proyecto, las cuales fueron gratuitas, académicas y de código abierto.

Modelado de objetos

Blender

Blender es una plataforma de creación y modelado 3D de código abierto y gratuita, es compatible con toda la canalización 3D lo que contiene el modelado, simulación, renderización, composición y seguimiento de movimiento, sus herramientas también se emplean para la edición de video y algunos componentes permiten el desarrollo de videojuegos. Este programa es multiplataforma y se ejecuta en todos los sistemas operativos los cuales son Windows, Linux y Mac (Blender, 2021).

Motor de videojuegos

Unity

Esta plataforma permite el desarrollo de videojuegos integrando funciones para la creación de contenidos en 3D, además proporciona una funcionalidad completa y lista para realizar contenido de alto rendimiento para publicarlo en diferentes plataformas. Unity ayuda a los desarrolladores y diseñadores independientes, grandes y pequeños estudios, corporaciones multinacionales, estudiantes y demás personas a facilitar el esfuerzo, tiempo y costos para crear videojuegos.

Con Unity se puede crear y publicar el videojuego en las plataformas: Mac OSX, Windows ejecutable, navegadores web, iPhone, iPad, teléfonos y tabletas Android, Wifi, PS3 y Xbox 360.

Unity permite la creación de juegos basados en navegador, juegos de disparos en primera persona, juegos de carreras, estrategia, en tiempo real, juegos en tercera persona y muchos más aplicaciones (Moddb, n.d.).

Servidor de aplicaciones

XAMPP Server

Es un paquete de software libre que permite principalmente, la gestión del sistema de base de datos, incluido el lenguaje de programación PHP, servidor web Apache, cualquiera de los sistemas operativos y la base de datos MaríaDB/MySQL.

Es una distribución gratuita y fácil de instalar que permite el adecuado uso para la integración de sistemas (Apachefriends, 2021).

Base de datos

MariaDB/MySQL

MariaDB es un gestor de bases de datos relacionales de código abierto, su fundación fue en base a los creadores originales de MySQL, y se garantiza que seguirá siendo de código abierto. Se basa en desempeño de estabilidad, apertura, accesibilidad, y la comunidad de MariaDB Foundation, se asegura que sus contribuciones sean aceptadas por contribuciones técnicas, entre sus nuevas funcionalidades, se encuentra el agrupamiento avanzado de clúster y tiene compatibilidad con características del gestor de base de datos Oracle, lo que permite consultar los datos exactamente como en años pasados (Mariadb, 2021).

Herramientas de Aplicaciones Web y desktop

Node.js

Fue realizado como un entorno de ejecución para JavaScript orientado a eventos asíncronos, está diseñado para crear aplicaciones web escalables y rápidas, en el que contrasta con el modelo de concurrencia actual, empleando hilos, estas aplicaciones con hilos son ineficientes y muy difíciles de usar, con ello los usuarios de Node están libres de preocuparse por el bloqueo de procesos, ya que no existe. Casi ninguna función de Node se realiza directamente, por lo que el proceso nunca se bloquea, es por ello que Node otorga sistemas escalables (Node.js, n.d.).

Módulos

Node.js implementa CommonJS para sus módulos integrados, con ello se puede personalizar dichos módulos para estructurar las aplicaciones Node, las aplicaciones brindan portabilidad con otros marcos compatibles con CommonJS, como por ejemplo narwhal. Crear un módulo personalizado es muy sencillo ya que solo se debe proporcionar un archivo JavaScript,

ponerle un nombre al módulo que se requiera crear y agregar el código necesario con JavaScript (Jan Van Ryswyck, 2011).

Angular

Angular es una plataforma de desarrollo web que se basa en Typescript, como plataforma incluye:

- Un marco que se basa en componentes para crear aplicaciones web escalables.
- Una colección de bibliotecas correctamente integradas las cuales presentan grandes características en las que se incluyen enrutamiento, administración de formularios, comunicación cliente-servidor y más.
- Un conjunto de herramientas para desarrolladores que permiten ayudar a desarrollar, compilar, probar y actualizar el código.

Angular permite escalar desde proyectos que se basen en un solo desarrollador hasta aplicaciones de nivel empresarial. Angular está diseñado para que la actualización sea lo más sencilla posible, Lo mejor de todo es que el ecosistema Angular consta de un grupo diverso de casi 2 millones de desarrolladores, autores de bibliotecas y creadores de contenido (Angular, 2021).

Los componentes son bloques de construcción que componen una aplicación. Un componente incluye una clase TypeScript con un decorador `@Component ()`, una plantilla HTML y estilos. El decorador `@Component ()` especifica la siguiente información específica de Angular:

- El selector de CSS define cómo se usa el componente en una plantilla. Los elementos HTML de su plantilla que coinciden con el selector en el que se convierten en instancias del componente.
- Una plantilla HTML le indica a Angular cómo renderizar el componente.

- Un grupo opcional de estilos CSS definen la apariencia de los elementos HTML de la plantilla.

Cada componente tiene una plantilla HTML el cual define la representación de ese componente. Se define esta plantilla en línea o por ruta de archivo.

Angular extiende HTML con sintaxis adicional que permite insertar valores dinámicos desde su componente. Angular presenta una gran ventaja ya que actualiza automáticamente el DOM renderizado cuando cambia el estado de su componente.

La inyección de dependencia permite declarar las dependencias de las clases de TypeScript sin ocuparse de su instanciación. En cambio, Angular maneja la instanciación para el desarrollador. Este patrón de diseño permite a los desarrolladores escribir código más comprobable y flexible.

Lenguaje de programación C#

Es un lenguaje moderno, orientado a objetos, C# permite a los desarrolladores crear muchos tipos de aplicaciones seguras y sólidas que se ejecutan en .NET. Este lenguaje tiene sus raíces en la familia de lenguajes C, C ++, Java y JavaScript. Proporciona diferentes estructuras de lenguaje para respaldar directamente estos conceptos, lo que lo convierte en un lenguaje natural para crear y usar componentes de software. Este lenguaje siempre ha agregado funciones para admitir nuevas cargas de trabajo y prácticas emergentes de diseño de software (Microsoft, 2021).

Varias funcionalidades de C# ayudan a crear aplicaciones sólidas y duraderas. Su papelera de recolección de basura recupera automáticamente la memoria ocupada por objetos inaccesibles no utilizados. El manejo de excepciones proporciona un enfoque estructurado y extensible para la detección y recuperación de errores, las expresiones lambda admiten técnicas de programación funcional y su sintaxis de Language Integrated Query (LINQ) permite crear un

patrón para trabajar con datos desde cualquier fuente, el soporte de lenguaje para operaciones asincrónicas proporciona sintaxis para construir sistemas distribuidos, con ello presenta un sistema de tipos unificado, todos los tipos de C#, incluidos los tipos primitivos como int y double, heredan de un único tipo de objeto raíz, todos los tipos comparten un conjunto de operaciones comunes y los valores de cualquier tipo se pueden almacenar, transportar y operar de manera consistente, otra de las características de C# es que admite tipos de valores y tipos de referencia definidos por el usuario, se permite la asignación dinámica de objetos y el almacenamiento en líneas de estructuras ligeras, los métodos y tipos genéricos que admite este lenguaje, proporcionan mayor seguridad y rendimiento de tipos.

Lenguaje de programación Python

Python presenta un lenguaje interpretado, orientado a objetos y de alto nivel el cual presenta semántica dinámica. Sus estructuras de datos integradas de alto nivel, combinadas con el tipado y enlace dinámicos, lo hacen muy atractivo para el desarrollo eficiente, rápido y óptimo de aplicaciones, así como para su uso como lenguaje de scripts para conectar componentes. La sintaxis de Python es simple y fácil de aprender y enfatiza la legibilidad y, por lo tanto, reduce el costo de mantenimiento del programa. Python admite módulos y paquetes, lo que fomenta la estructura modular de la estructura de la programación y la reutilización del código. El intérprete de Python y la extensa biblioteca estándar están disponibles en formato fuente o binario sin cargo para todas las plataformas principales y se pueden distribuir libremente (Python, 2021).

Tensorflow

Tensorflow es una plataforma de código abierto con utilidad en el aprendizaje automático, tiene un ambiente integral y flexible de herramientas, bibliotecas y recursos

presentados por la comunidad que permite a los investigadores y colaboradores innovar en el aprendizaje automático (Tensorflow, 2021).

Fácil construcción de modelos

TensorFlow contiene diferentes niveles de abstracción para que se pueda elegir el más adecuado de acuerdo con necesidades específicas, lo que facilita el entrenamiento de modelos mediante el uso de la API de Keras, la cual optimiza el aprendizaje automático.

Aplicación en Machine Learning

TensorFlow proporciona una ruta directa a la producción, ya sea en servidores, dispositivos periféricos o en la web, TensorFlow le permite entrenar e implementar su modelo fácilmente, adaptando el idioma y plataforma de acuerdo con los requerimientos necesarios.

Investigación escalable

Con Tensorflow se puede crear y entrenar modelos de última generación sin sacrificar la velocidad ni el rendimiento, con ello brinda la flexibilidad y el control con características como la API de Keras y la API de subclases de modelos para topologías complejas. Para una fácil creación de prototipos y una depuración rápida, se puede utilizar la ejecución ágil, posee un ecosistema de potentes bibliotecas y modelos complementarios que se puede experimentar con: BERT, Ragged Tensors, TensorFlow Probability, Tensor2Tensor.

Keras

Keras es una API de aprendizaje profundo, escrita en Python y se ejecuta sobre plataformas de aprendizaje automático, se integra con Tensorflow que permite una experimentación rápida, resultados más precisos para la investigación (Keras, 2021).

Keras presenta las siguientes características:

- **Simple:** Reduce la carga cognitiva del desarrollador para que pueda concentrarse en los problemas específicos.

- **Flexible:** Keras adopta el principio de divulgación progresiva, la cual adapta la complejidad de manera, por lo que los flujos de trabajo suelen ser más simples, rápidos y fáciles de manejar, mientras que los flujos de trabajo más avanzados se manejan con rutas claras en base a lo aprendido.
- **Potente:** Proporciona un rendimiento y escalabilidad que son sólidos los cuales son utilizados por industrias y organizaciones como la NASA, Youtube y Waymo.

Capítulo III

Desarrollo

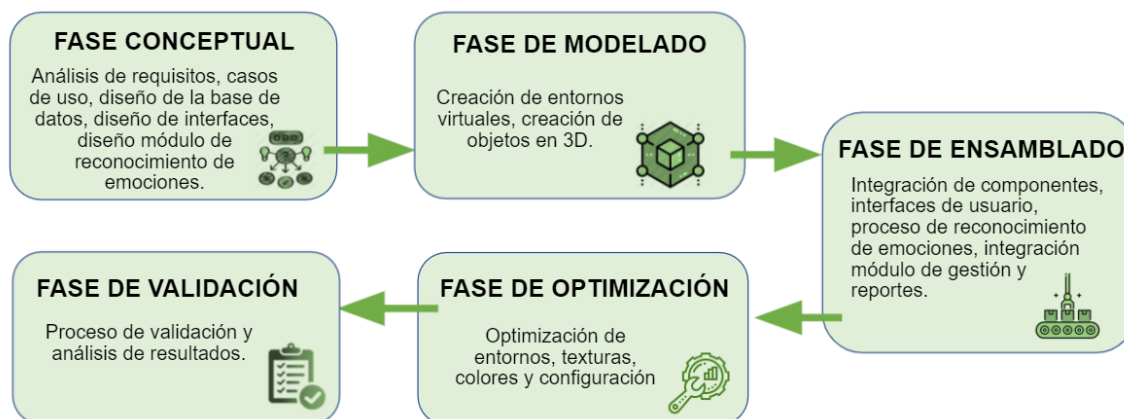
En este capítulo se describen las fases de la metodología utilizada para desarrollar el aplicativo y sus módulos.

Metodología de Kaur

Las fases de la metodología de desarrollo se muestran en la Figura 2.

Figura 2

Fases de desarrollo de la metodología Kaur



Fase conceptual

Análisis de requisitos

En esta etapa se recopila la información relacionada con el proyecto. Se han realizado reuniones con los investigadores del proyecto, personal militar especialista en tiro de la ESFORSE, y profesionales especializados en psicología y neuropsicología. Las reuniones se llevaron a cabo en el Centro de Investigaciones de Aplicaciones Militares CICTE.

Las reuniones permitieron identificar los requisitos específicos para el desarrollo del aplicativo, los procesos que se ejecutan, instrumentos y materiales utilizados, especificación de armas, componentes y posición de tiro.

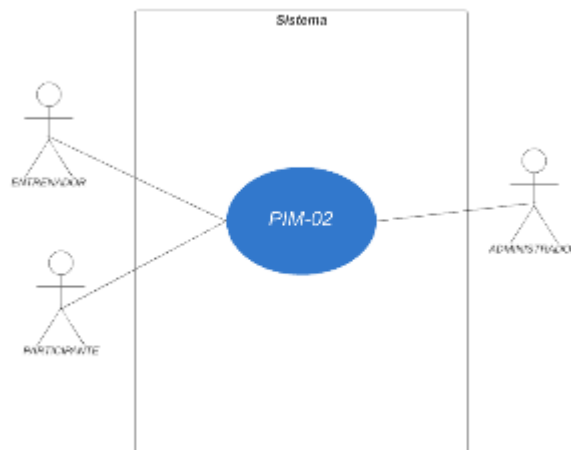
El sistema incluye escenarios virtuales e interacción con diversos componentes que simulen un polígono de tiro virtual. Se desarrollan tres módulos, uno para gestión y reportes, otro para el entrenamiento de tiro y uno para el reconocimiento de emociones. Se requiere una interfaz de usuario entrenador para registrar los datos personales del participante. La información del personal y las puntuaciones durante el entrenamiento se registran en una base de datos y generan reportes de toda la actividad realizada durante el entrenamiento.

Diagramas de casos de uso

Se describen los requisitos funcionales del aplicativo, los tipos de usuarios y sus roles.

Figura 3

Diagrama de caso de uso general



Administrador/Entrenador

Las funciones del usuario administrador/entrenador son:

- Ingresar al módulo de gestión y reportes:

Gestionar entrenadores: El sistema de gestión y reportes permite al administrador visualizar, crear, modificar y eliminar datos de los entrenadores.

Gestionar participantes: El sistema de reportes y gestión permite al administrador visualizar, crear, modificar y eliminar datos de los participantes.

Gestionar escenarios: El sistema de reportes y gestión permite al administrador visualizar, crear, modificar y eliminar las características de los escenarios establecidos.

Gestionar armas: El administrador puede visualizar, crear, modificar y eliminar las armas previstas en el entrenamiento.

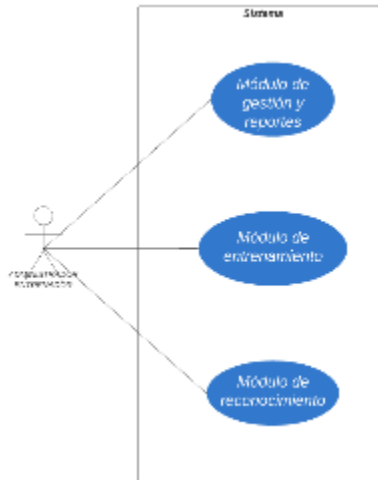
Gestionar objetivos: El administrador puede visualizar, crear, modificar y eliminar los objetivos de disparo.

Gestionar reportes: El administrador visualizar y modificar los datos de reportes como resultados, estadísticas, etc.

- Ingresar al módulo de entrenamiento: la interfaz despliega un control de acceso al módulo de entrenamiento. El usuario debe ingresar su nombre de usuario y contraseña registrados en la base de datos.
- Ingresar al módulo de reconocimiento: la interfaz activa la cámara para realizar la detección de los gestos del usuario. La información se transmite a la base de datos y mediante el algoritmo implementado se realiza el análisis y se determina la emoción del participante.

Figura 4

Diagrama de caso de uso del administrador/entrenador



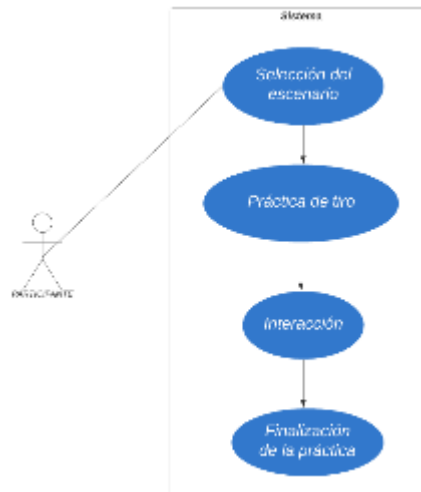
Participante

Las funciones del usuario participante se describen en los diagramas de caso de uso.

- Selección del escenario: El participante se sitúa en el escenario virtual colocando los dispositivos de realidad virtual para la interacción si fuese el objetivo, caso contrario se enfocaría en las pantallas integradas sin realidad virtual.
- Práctica de tiro: El participante realizará la práctica en primera persona, observando todo el escenario y el objetivo de tiro, toma el arma y apunta hacia el mismo, aplicando habilidades de posición y coordinación para obtener un buen puntaje.
- Interacción: El participante se le coloca los dispositivos de visualización e interacción para que pueda realizar la tarea virtual de entrenamiento.

Figura 5

Diagrama de caso de uso del participante



Casos de uso detallados

Administrador/Entrenador

Tabla 1

Caso de uso 1: Ingresar al módulo de entrenamiento

CASO DE USO		CONCEPTO	
CU-01		Ingresar al módulo de entrenamiento	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción		Permite al administrador y entrenador ingresar al módulo de entrenamiento.	
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema solicita las credenciales las cuales son el nombre de usuario y su respectiva contraseña.	
	2	El Usuario administrador o entrenador otorga los datos solicitados y da click en el botón "ingresar".	
	3	El sistema verifica la conexión con el servidor para validar el ingreso del administrador.	
	4	El sistema valida que la información ingresada sea la correcta y se encuentren las credenciales en la base de datos.	
	5	El sistema muestra la ventana de menú de opciones para interactuar con la ejecución de entrenamiento.	
Postcondición		El sistema permitirá iniciar sesión a los participantes para ejecutar el entrenamiento.	
Excepciones	Paso	Acción	
	3	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión.	
	4	Si el sistema no valida la información ingresada, emite un mensaje para verificar las credenciales del usuario administrador.	
Comentarios		Este módulo no valida el número de intentos con los cuales el usuario puede validar su ingreso.	

Tabla 2

Caso de uso 2: Ingresar al módulo de gestión y reportes

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-02		Ingresar al módulo de gestión y reportes	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción		Permite al administrador y entrenador ingresar al módulo de gestión y reportes.	
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema solicita las credenciales las cuales son el nombre de usuario y su respectiva contraseña.	
	2	El Usuario administrador o entrenador otorga los datos solicitados y da click en el botón “ingresar”.	
	3	El sistema verifica la conexión con el servidor para validar el ingreso del administrador.	
	4	El sistema valida que la información ingresada sea la correcta y se encuentren las credenciales en la base de datos.	
	5	El sistema muestra la ventana de menú para que el usuario pueda interactuar con las distintas opciones de gestión de reportes.	
Postcondición		El sistema permitirá iniciar sesión al usuario administrador para verificar las opciones de reportes.	
Excepciones	Paso	Acción	
	3	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión.	
	4	Si el sistema no valida la información ingresada, emite un mensaje para verificar las credenciales del usuario administrador.	
	Comentarios		Este módulo no valida el número de intentos con los cuales el usuario puede validar su ingreso.

Tabla 3*Caso de uso 3: Ingresar al módulo de reconocimiento*

CASO DE USO		CONCEPTO
CU-03		Ingresar al módulo de reconocimiento
Actor		Administrador, entrenador
Descripción		Permite al administrador y entrenador ingresar al módulo de reconocimiento.
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El usuario ingresa al módulo y ejecuta el programa.
	2	El sistema ejecuta las librerías y algoritmos correspondientes.
	3	El sistema verifica la conexión con el servidor para la conexión a la base de datos.
	4	El sistema valida la ejecución de la cámara.
	5	El sistema muestra la ventana con el reconocimiento de emociones.
Postcondición	El sistema permitirá reconocer las emociones de los participantes	
Excepciones	Paso	Acción
	3	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión.
	4	Si el sistema no valida la cámara ejecutada, emite un mensaje para seleccionar una cámara correcta.
Comentarios	Este módulo no valida cámaras IP's.	

Tabla 4

Caso de uso 4: Gestionar entrenadores

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-04		Gestionar entrenadores	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción	Permite al administrador las operaciones de visualizar, editar, actualizar y eliminar a los entrenadores del sistema.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador ingresa a la opción “gestionar entrenadores” y visualiza los entrenadores registrados.	
	3	El usuario da click en el botón “Agregar” y esto le permite agregar sus nombres, nombres de usuario, contraseña y tipo de usuario.	
	4	El usuario da click en “guardar” y los datos del entrenador se guardan en la base de datos.	
	5	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	6	El usuario da click en el botón “editar” y puede modificar los datos del entrenador.	
	7	El usuario da click en “guardar” y los datos se actualizan en la base de datos.	
	8	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	9	El usuario da click en el botón “eliminar” y el entrenador se eliminará de la base de datos.	
10	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.		
Postcondición	El sistema permitirá la correcta gestión y manejo del entrenador utilizado.		
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los entrenadores no se pudieron cargar correctamente.	
	5	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el entrenador no se pudo agregar correctamente.	
	7	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los entrenadores no se pudieron modificar.	
9	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el entrenador no se pudo eliminar.		
Comentarios	Las contraseñas pueden tener cualquier caracter.		

Tabla 5

Caso de uso 5: Gestionar participantes

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-05		Gestionar participantes	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción	Permite al administrador y entrenador las operaciones de visualizar, editar, actualizar y eliminar a los participantes del sistema.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador o entrenador ingresa a la opción “gestionar participantes” y visualiza los entrenadores registrados.	
	3	El usuario da click en el botón “Agregar” y esto le permite agregar sus nombres, apellidos, número de cédula, fuerza, grado, tipo de usuario, género y fecha de nacimiento.	
	4	El usuario da click en “guardar” y los datos del participante se guardan en la base de datos.	
	5	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	6	El usuario da click en el botón “editar” y puede modificar los datos del participante.	
	7	El usuario da click en “guardar” y los datos se actualizan en la base de datos.	
	8	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	9	El usuario da click en el botón “eliminar” y el participante se eliminará de la base de datos.	
10	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.		
Postcondición	El sistema permitirá la gestión y manejo de los participantes utilizados.		
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los participantes no se pudieron cargar correctamente.	
	5	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el participante no se pudo agregar correctamente.	
	7	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los participantes no se pudieron modificar.	
9	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el participante no se pudo eliminar.		
Comentarios	Los tipos de datos de fuerza y género están definidos por un selectbox.		

Tabla 6

Caso de uso 6: Gestionar escenarios

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-06		Gestionar escenarios	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción	Permite al administrador y entrenador las operaciones de visualizar, editar, actualizar y eliminar a los escenarios del sistema.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador o entrenador ingresa a la opción “gestionar escenarios” y visualiza los escenarios registrados.	
	3	El usuario da click en el botón “Agregar” y esto le permite agregar el nombre del escenario, la descripción e imagen.	
	4	El usuario da click en “guardar” y los datos del escenario se guardan en la base de datos.	
	5	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	6	El usuario da click en el botón “editar” y puede modificar los datos del escenario.	
	7	El usuario da click en “guardar” y los datos se actualizan en la base de datos.	
	8	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	9	El usuario da click en el botón “eliminar” y el escenario se eliminará de la base de datos.	
10	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.		
Postcondición	El sistema permitirá la correcta gestión y manejo de los escenarios utilizados.		
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los escenarios no se pudieron cargar correctamente.	
Excepciones	5	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el escenario no se pudo agregar correctamente.	
	7	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los escenarios no se pudieron modificar.	
Excepciones	9	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el escenario no se pudo eliminar.	
	Comentarios	Los escenarios se modelarán en el módulo virtual.	

Tabla 7

Caso de uso 7: Gestionar armas

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-07		Gestionar armas	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción	Permite al administrador y entrenador las operaciones de visualizar, editar, actualizar y eliminar las armas de práctica de tiro de los participantes.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador o entrenador ingresa a la opción “gestionar armas” y visualiza las armas registradas.	
	3	El usuario da click en el botón “Agregar” y esto le permite agregar el nombre del arma, la descripción e imagen.	
	4	El usuario da click en “guardar” y los datos del arma se guardan en la base de datos.	
	5	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	6	El usuario da click en el botón “editar” y puede modificar los datos del arma.	
	7	El usuario da click en “guardar” y los datos se actualizan en la base de datos.	
	8	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	9	El usuario da click en el botón “eliminar” y el arma se eliminará de la base de datos.	
	10	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
Postcondición	El sistema permitirá la correcta gestión y manejo de las armas utilizadas.		
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que las armas no se pudieron cargar correctamente.	
	5	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el arma no se pudo agregar correctamente.	
Excepciones	7	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que las armas no se pudieron modificar.	
	9	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el arma no se pudo eliminar.	
Comentarios	Las armas se diseñarán en el módulo virtual.		

Tabla 8

Caso de uso 8: Gestionar objetivos

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-08		Gestionar objetivos	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción	Permite al administrador y entrenador las operaciones de visualizar, editar, actualizar y eliminar a los objetivos del entrenamiento.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador o entrenador ingresa a la opción “gestionar objetivos” y visualiza los objetivos registrados.	
	3	El usuario da click en el botón “Agregar” y esto le permite agregar el nombre del objetivo, la descripción e imagen.	
	4	El usuario da click en “guardar” y los datos del objetivo se guardan en la base de datos.	
	5	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	6	El usuario da click en el botón “editar” y puede modificar los datos del objetivo.	
	7	El usuario da click en “guardar” y los datos se actualizan en la base de datos.	
	8	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	9	El usuario da click en el botón “eliminar” y el objetivo se eliminará de la base de datos.	
10	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.		
Postcondición	El sistema permitirá la correcta gestión y manejo de los objetivos utilizados.		
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los objetivos no se pudieron cargar correctamente.	
	5	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el objetivo no se pudo agregar correctamente.	
Excepciones	7	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los objetivos no se pudieron modificar.	
	9	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el objetivo no se pudo eliminar.	
Comentarios	Los objetivos aparecerán en el menú para un tipo de entrenamiento adecuado.		

Tabla 9

Caso de uso 9: Gestionar reportes

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-09		Gestionar reportes	
Actor		Administrador, entrenador	
Descripción		Permite al administrador y entrenador las operaciones de visualizar los reportes del entrenamiento efectuado.	
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El sistema verifica la conexión a la base de datos y los servidores.	
	2	El administrador o entrenador ingresa a la opción “gestionar reportes” y visualiza los reportes registrados.	
Secuencia normal	Paso	Acción	
	3	El usuario da click en el botón “Ver detalles” y esto le permite visualizar los reportes más específicos por participante.	
	4	El usuario da click en “eliminar” y el sistema le da al usuario la opción de eliminar un reporte.	
Postcondición		El sistema permitirá la correcta gestión y manejo de los reportes utilizados.	
Excepciones	Paso	Acción	
	1	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que los reportes no se pudieron cargar correctamente.	
	3	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que reporte por participante no se pudo cargar correctamente.	
	4	Si el sistema no logra verificar la conexión con el servidor, emite una alerta con un mensaje en el que avisa que se verifiquen las credenciales de conexión y emite un mensaje que el reporte no se pudo eliminar correctamente.	
Comentarios		Los reportes medirán estadísticas y resultados del entrenamiento.	

Participantes**Tabla 10***Caso de uso 10: Selección del escenario*

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN
CU-10		Visualización del escenario
Actor		Participante
Descripción	El participante se sitúa en el escenario virtual colocando los dispositivos de realidad virtual	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El entrenador da indicaciones sobre la visualización del escenario de los alrededores del escenario.
	2	El participante visualiza el entorno seleccionado para una inmersión completa.
	3	El participante visualiza el objetivo de tiro y sus características utilizando los dispositivos de realidad virtual.
Postcondición	El participante estará apto y familiarizado con el entorno y escenario virtual.	
	Paso	Acción
Excepciones	1	Si el escenario no carga de manera adecuada, el sistema informa al entrenador y se pausa el entrenamiento para corregir errores de procesamiento.
Comentarios	Los escenarios permitirán una mejor experiencia visual y la familiarización durará de 10 a 15 segundos.	

Tabla 11*Caso de uso 11: Práctica de tiro*

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN
CU-11		Práctica de tiro
Actor		Participante
Descripción	El participante realizará la práctica en primera persona, observando todo el escenario y el objetivo de tiro, toma el arma y apunta hacia el mismo, aplicando habilidades de posición y coordinación para obtener un buen puntaje.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El participante deberá posicionarse para comenzar la práctica de tiro.
	2	El participante toma los dispositivos de mano y apunta hacia el objetivo.
	3	El participante deberá apuntar de manera céntrica hacia el objetivo para obtener un mejor puntaje
	4	El participante verificará el número de balas para finalizar la práctica.
Postcondición	El participante estará preparado para verificar su puntaje.	
	Paso	Acción
Excepciones	2	Si el objetivo presenta inconvenientes, el sistema informará al entrenador para solventar problemas técnicos.
Comentarios	El participante deberá respetar la distancia hacia el objetivo.	

Tabla 12*Caso de uso 12: Interacción*

CASO DE USO		ESPECIFICACIÓN	
CU-12		Interacción	
Actor		Participante	
Descripción	El participante se le coloca los dispositivos de visualización e interacción para que pueda realizar la tarea virtual de entrenamiento.		
Secuencia normal	Paso	Acción	
	1	El participante dispara municiones con el arma apuntando hacia el objetivo.	
	1	El sistema una vez concluido el número de municiones, termina el entrenamiento.	
	2	El participante se retira su equipamiento con la ayuda de los entrenadores.	
	3	El entrenador se dirige hacia el módulo de gestión y reportes.	
	4	El entrenador verifica el puntaje de tiro y sus emociones y le indica al participante.	
5	El participante verifica su puntaje y considera los puntos a mejorar.		
Postcondición	El participante estará capacitado para verificar su eficiencia de tiro.		
	Paso	Acción	
Excepciones	1	Si el sistema presenta inconvenientes para terminar la sesión de entrenamiento, se informa al entrenador para que se encargue de finalizar manualmente.	
Comentarios	No hay un tiempo definido para terminar la práctica.		

Diseño de la base de datos

Para el diseño de la base de datos, se han considerado los casos de uso y requerimientos del sistema. La herramienta para modelar la base de datos es Power Designer versión 16.5.4.1, con la cual se han diseñado los atributos y entidades del sistema. El modelo conceptual se observa en la Figura 6. El modelo lógico se muestra en la Figura 7. En la figura 8 se puede ver el modelo físico.

Manejo de sesiones

Esta estructura nos permite verificar el correcto ingreso de los usuarios del sistema, esto garantizará la seguridad y fiabilidad del módulo de entrenamiento y de reportes, los atributos que lo componen son los siguientes:

- **SESSION:** Permite verificar la fecha con hora de entrada y salida del usuario responsable para vincular los módulos del sistema de reportes, entrenamiento y módulo de emociones.

Usuarios y personas

Esta estructura asigna las acciones e interacciones de usuarios y personas en su rol del sistema.

- **PERSONA:** Esta tabla asigna los participantes que participarán en el entrenamiento.
- **USUARIO:** Asigna los entrenadores y sus registros de sesión en el sistema.
- **GENERO:** Contiene las características para identificar el género de cada usuario.
- **GRADO:** Asigna el grado militar o civil a cualquier participante.
- **FUERZA:** Selecciona el departamento de labor que cada participante posee.

Entrenamiento

La información de entrenamiento nos permitirá verificar las acciones y características desarrolladas durante la ejecución de la práctica de tiro.

- **Escenario:** Es el entorno en el cual el participante visualizará y desarrollará la práctica de tiro.
- **Arma:** Es el objeto el cual el participante usará como arma para desarrollar el polígono de tiro.

- Objetivo: Es el objeto objetivo de tiro al cual el participante apuntará con su arma, el objetivo variará de características de acuerdo con su complejidad.
- SERIE: Asigna el número de serie a los entrenamientos.

Gestión y Reportes

Los reportes emiten información total de la práctica la cual conlleva el polígono de tiro, sesiones y módulos de emociones.

- SERIE POR PERSONA: Indica los reportes de entrenamiento general y específico de cada participante y entrenador, además de su correcta gestión para administrar el sistema.

Figura 6

Modelo conceptual de la base de datos

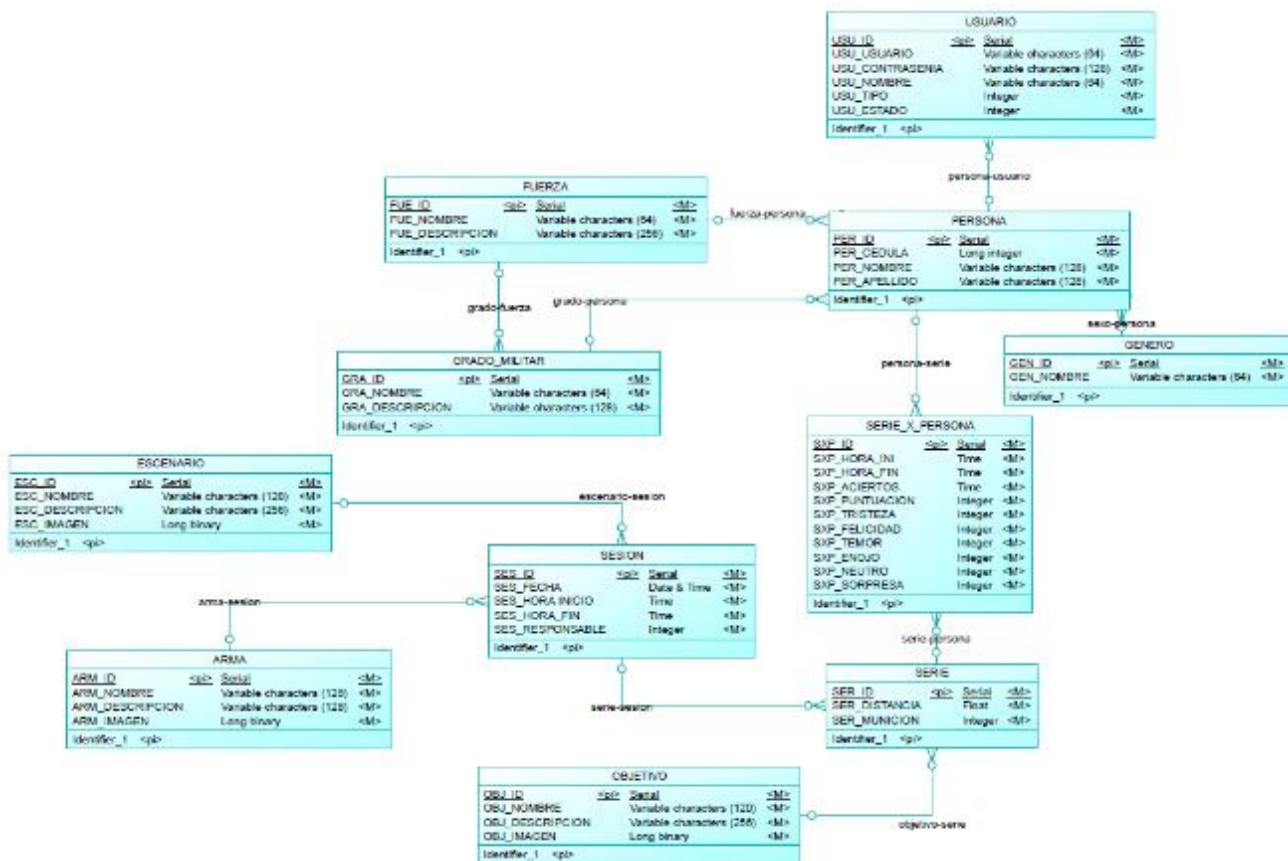


Figura 7

Modelo lógico de la base de datos

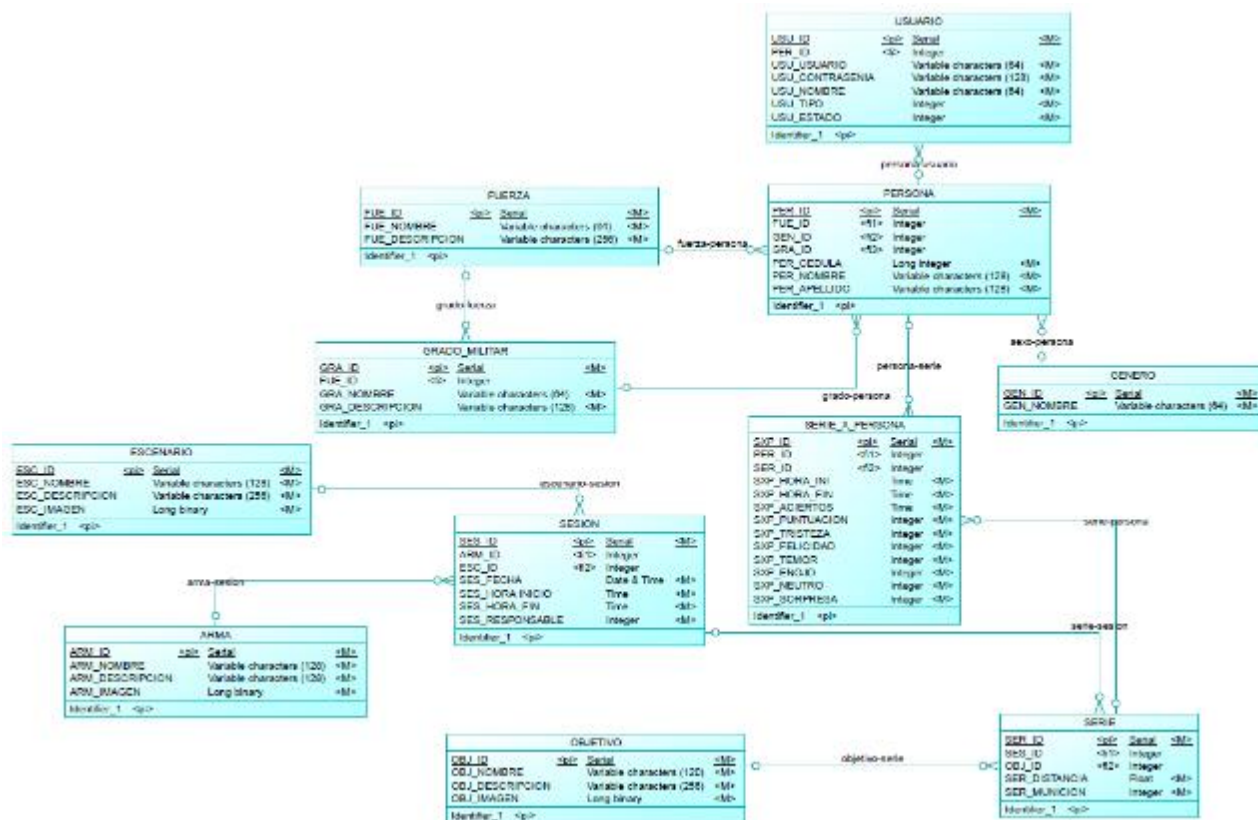
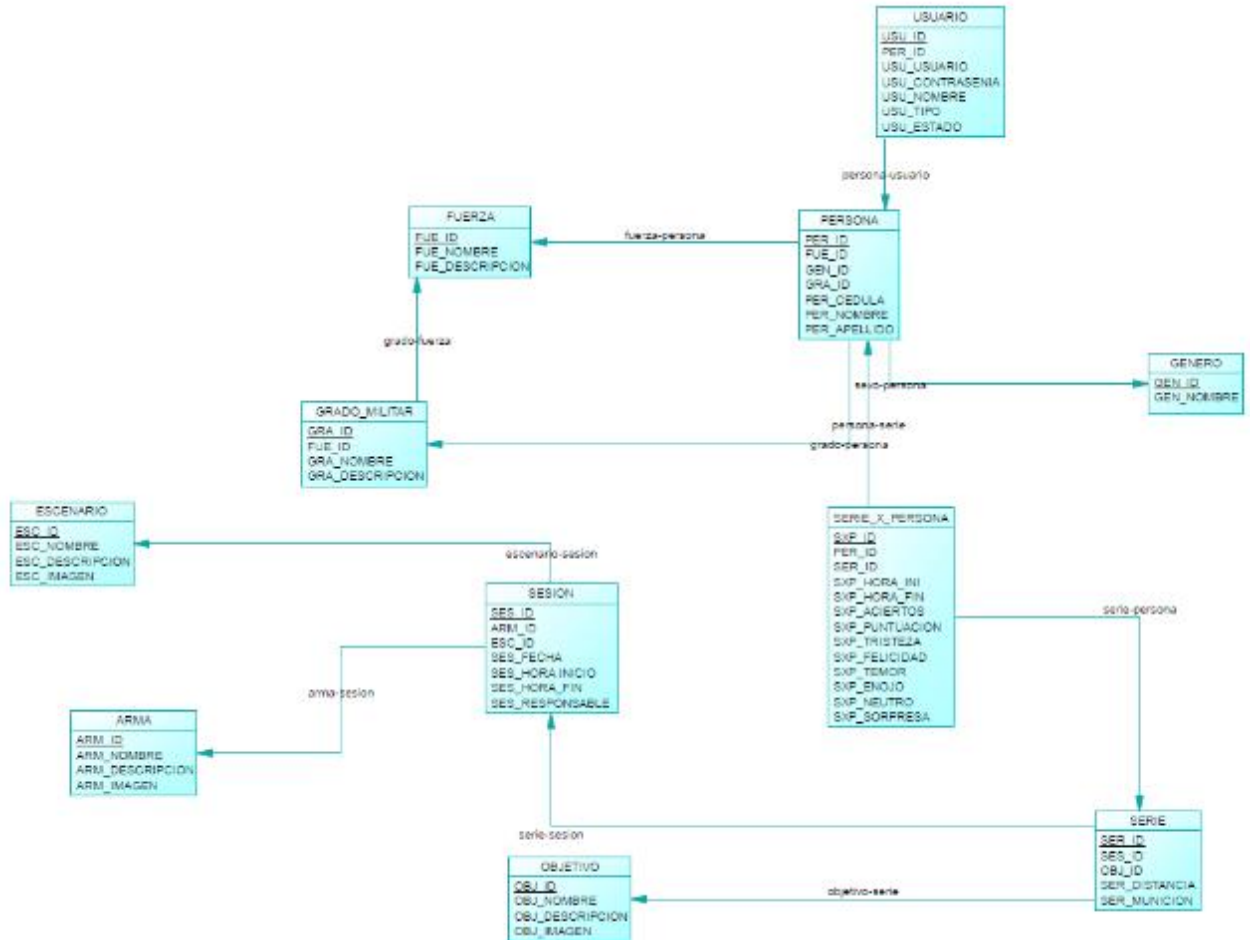


Figura 8

Modelo físico de la base de datos

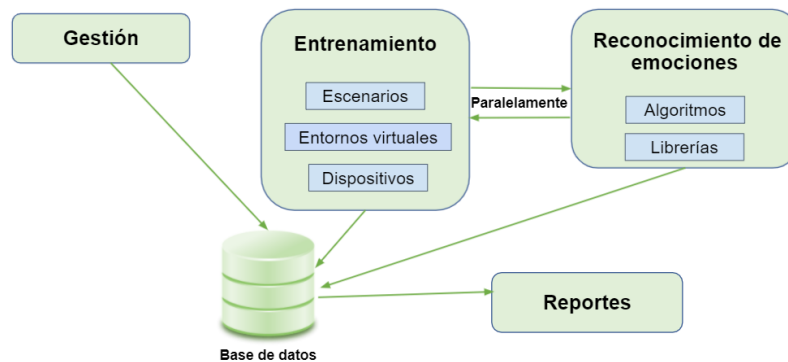


Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema consta de 3 módulos los cuales se implementan de la siguiente manera: en el módulo 1 se gestionan a las entidades que interactúan en el sistema, luego de ello, el administrador o entrenador configuran el entrenamiento con los detalles gestionados anteriormente y en el módulo 2 el participante ingresa al entrenamiento para realizar los ensayos, paralelamente el módulo de reconocimiento identifica emociones en el participante, por último en el módulo 1, se obtienen reportes para verificar resultados y estadísticas, en la Figura 9 se pueden observar los procesos de los módulos.

Figura 9

Arquitectura del sistema con los 4 módulos



Diseño de interfaces

Se muestran las interfaces diseñadas para el funcionamiento del aplicativo.

Módulo de gestión y reportes

Inicio de sesión

En la Figura 10 se muestra el inicio de sesión para los entrenadores con el usuario y contraseña previamente registrados en la base de datos.

Figura 10

Inicio de sesión en el módulo de gestión y reportes

La interfaz de inicio de sesión muestra lo siguiente:

- Un círculo vacío en la parte superior.
- Título: **MÓDULO DE GESTIÓN DE REPORTES Y USUARIOS**
- Identificador: **PIM-02**
- Campo de entrada para **Usuario**.
- Campo de entrada para **Contraseña**.
- Botón de acción **INGRESAR** en un fondo azul.

Barra superior principal

El menú principal está conformado por gestión de entrenadores, gestión de participantes, reportes, armas, escenarios y objetivos, el menú se observa en la Figura 11.

Figura 11

Interfaz para barra superior de menú principal

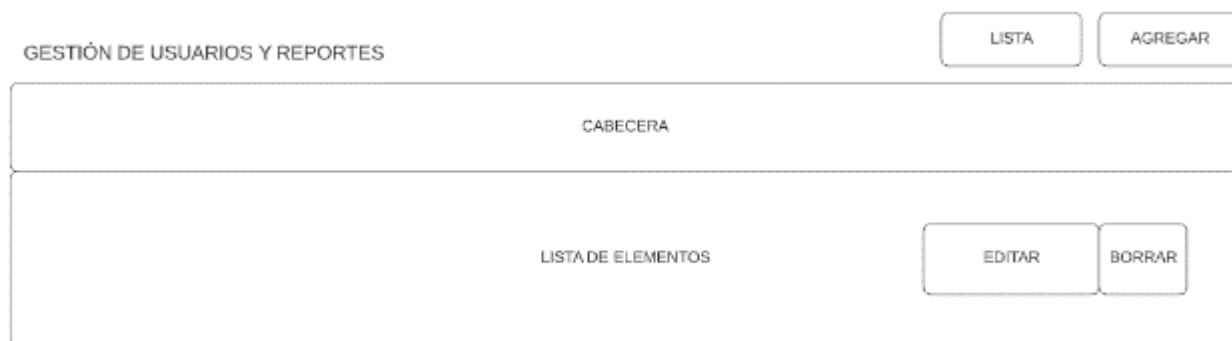


Estructura para gestionar y listar elementos

Para listar por tablas los elementos y objetos que interaccionan en la aplicación, se ha desplegado una interfaz que contiene como título el nombre del módulo, en la parte superior derecha se presentan 2 botones para navegar a otras ventanas, las cuales son la lista de usuarios y agregar nuevos elementos, en la tabla se presenta una cabecera que contendrá los títulos de los atributos de los elementos y cada elemento contendrá 2 botones los cuales son editar y borrar como se observa en la Figura 12.

Figura 12

Interfaz para gestionar y listar elementos

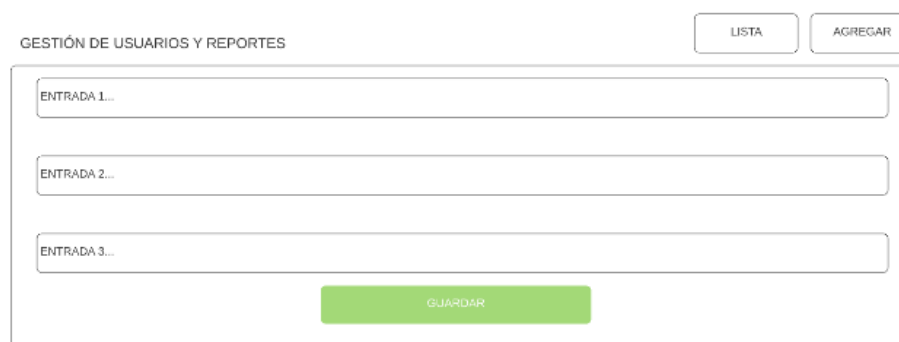


Estructura para agregar nuevos elementos

Para agregar nuevos elementos, la nueva ventana presentará el mismo título del módulo, la misma barra de navegación de listar y agregar elementos y un formulario de ingreso de datos como entradas, finalmente un botón para guardar los datos en los servidores, la interfaz se presenta en la Figura 13.

Figura 13

Interfaz para agregar elementos



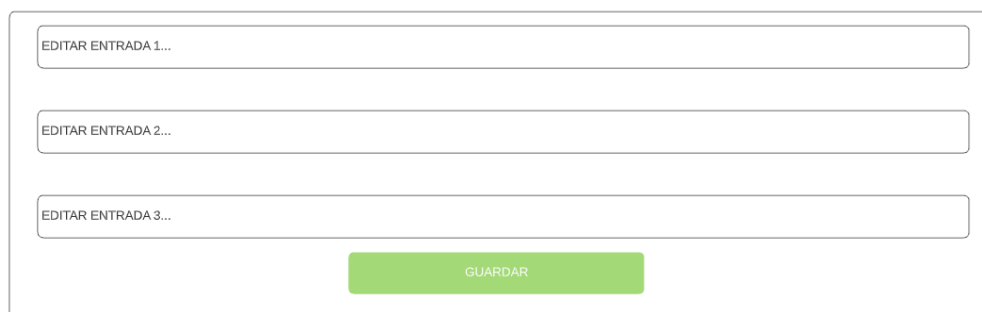
La interfaz para agregar elementos muestra un formulario con el título "GESTIÓN DE USUARIOS Y REPORTE" en la parte superior izquierda. En la parte superior derecha, hay dos botones: "LISTA" y "AGREGAR". El formulario contiene tres campos de entrada etiquetados "ENTRADA 1...", "ENTRADA 2..." y "ENTRADA 3...". En la parte inferior del formulario, hay un botón verde con el texto "GUARDAR".

Estructura para editar elementos

Para editar elementos, la ventana de edición presentará el mismo título del módulo, la misma barra de navegación de listar y agregar elementos y un formulario de ingreso de datos como entradas, finalmente un botón para actualizar los datos en los servidores, la interfaz se presenta en la Figura 14.

Figura 14

Interfaz para editar elementos



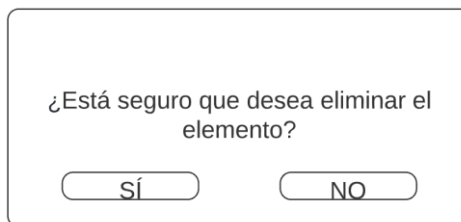
La interfaz para editar elementos muestra un formulario con el título "GESTIÓN DE USUARIOS Y REPORTE" en la parte superior izquierda. En la parte superior derecha, hay dos botones: "LISTA" y "AGREGAR". El formulario contiene tres campos de entrada etiquetados "EDITAR ENTRADA 1...", "EDITAR ENTRADA 2..." y "EDITAR ENTRADA 3...". En la parte inferior del formulario, hay un botón verde con el texto "GUARDAR".

Mensaje de confirmación para eliminar elemento

Cuando se requiera eliminar un elemento, al presionar el botón aparecerá un modal que nos preguntará la confirmación para eliminación, se muestra en la Figura 15.

Figura 15

Modal para confirmación de eliminación de elemento



Estructura para gestionar y listar reportes

Para listar reportes y sus resultados, la interfaz contendrá el título del módulo, en la navegación la opción para listar y agregar y en una tabla dinámica la cabecera con el título de cada elemento, en la parte inferior la lista de elementos completa y cada uno presentará un botón que permita ver detalles completos y borrar su registro, se presenta en la Figura 16.

Figura 16

Interfaz para listar reportes

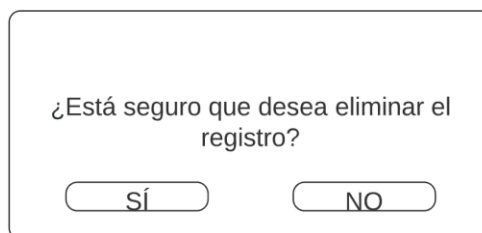


Mensaje de confirmación para eliminar registro de reporte

Cuando se requiera eliminar un reporte individual, al presionar el botón aparecerá un modal que nos preguntará la confirmación para eliminación, se muestra en la Figura 17.

Figura 17

Mensaje de confirmación para eliminar registro de reporte



Estructura para mostrar reportes individuales

Esta interfaz presenta los resultados completos como un reporte, estos se dividen en datos de entrenamiento, datos generales, resultados de la práctica y de las emociones por usuario, se puede observar el reporte en la Figura 18.

Figura 18

Reporte completo de los resultados por usuario



Interfaz para configurar entrenamiento

Inicio de sesión

En la Figura 19 se muestra el inicio de sesión para los entrenadores con el usuario y contraseña previamente registrados en la base de datos.

Figura 19

Inicio de sesión configuración de entrenamiento

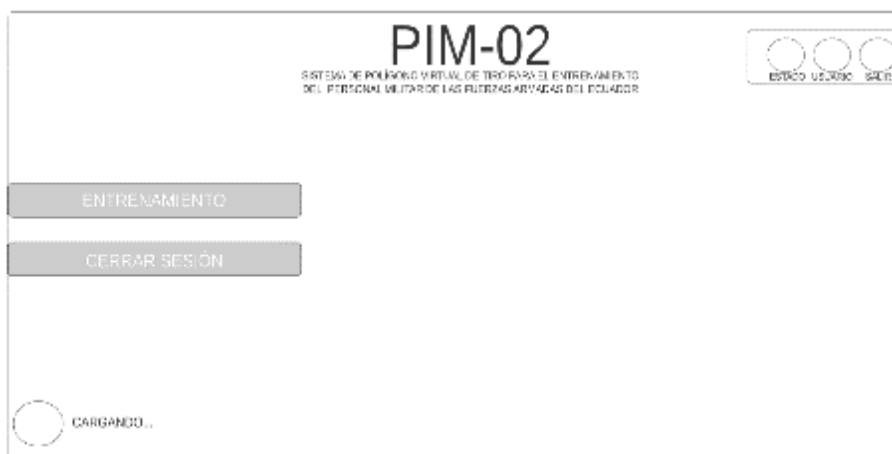


Menú principal

Una vez que el entrenador ingresa con sus credenciales correctas, podrá observar un menú de opciones en la que se indica un botón para ingresar al entrenamiento o para cerrar sesión, además de íconos en la parte superior derecha que indican el estado de conexión del usuario, esto se puede observar en la Figura 20.

Figura 20

Menú de opciones configuración de entrenamiento



Configuración del entrenamiento

Cuando se selecciona la opción de entrenamiento, se puede observar la interfaz con botones en la parte izquierda del menú que indican el componente seleccionado, en este caso tendremos participantes, escenarios y armas y objetivos, en la parte superior tendremos el estado de conexión de cada menú y en la parte superior derecha los estados de conexiones del usuario, los botones de siguiente y salir nos permiten ir a la siguiente ventana o regresarla.

- **Participantes:** En esta ventana se presentan las opciones de ingresar cédula del participante, la cual se buscará en los servidores y se mostrará en los recuadros inferiores, esto se demuestra en la Figura 21.
- **Escenarios y armas:** Esta opción nos permite elegir el tipo de escenario, su descripción y el tipo de arma con su respectiva descripción, estos datos se los toma del servidor, en los recuadros derechos, se mostrará la imagen de cada uno, la Figura 22 nos indicará todos los detalles.
- **Objetivos:** Esta ventana nos dará las opciones de entrenamiento de objetivos, las cuales contienen el tipo de objetivo, la animación del objetivo y la cantidad de municiones, el

botón de agregar sesión nos configura y los extrae en el cuadro inferior, con lo cual los datos estarán listos para la práctica, todo esto se demuestra en la Figura 23.

Figura 21

Interfaz para seleccionar usuario

CONFIGURACIÓN DE ENTRENAMIENTO

PARTICIPANTES

ESCENARIOS Y ARMAS

OBJETIVOS

REGRESAR

CÉDULA

SIGUIENTE

Figura 22

Interfaz para configurar el escenario

CONFIGURACIÓN DE ENTRENAMIENTO

PARTICIPANTES

ESCENARIOS Y ARMAS

OBJETIVOS

REGRESAR

ESCENARIO

TIPO

DESCRIPCIÓN

ARMAMENTO

TIPO

DESCRIPCIÓN

ATRÁS SIGUIENTE

Figura 23

Interfaz para configurar los objetivos

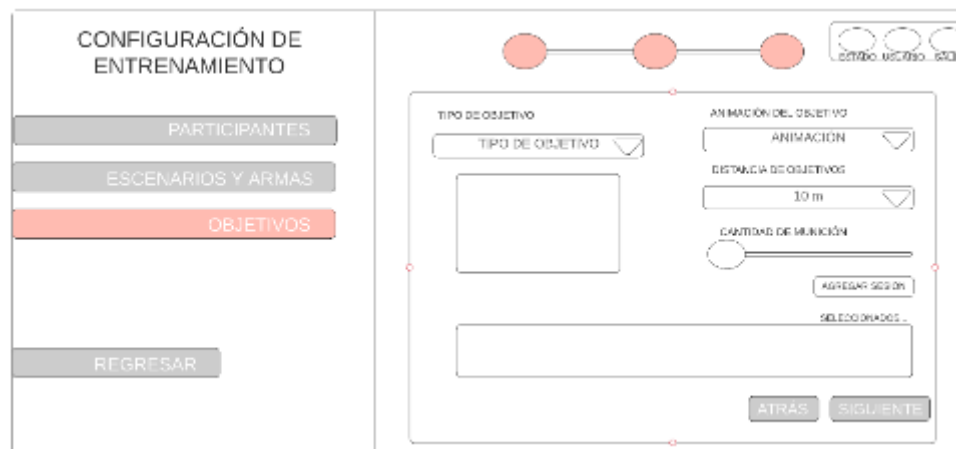


Diagrama de reconocimiento de emociones

El reconocimiento de emociones se realiza con una cámara de 13 megapíxeles. Se implementa un algoritmo Viola-Jones para detección de rostros y Haar Cascade para identificar emociones los cuales trabajan con técnicas de visión artificial, el aplicativo dibuja un rectángulo alrededor del rostro y la emoción detectada se muestra en la parte superior, observar la Figura 25, en la Figura 24 se muestra el diagrama del funcionamiento del módulo.

Figura 24

Diagrama del módulo de reconocimiento de emociones

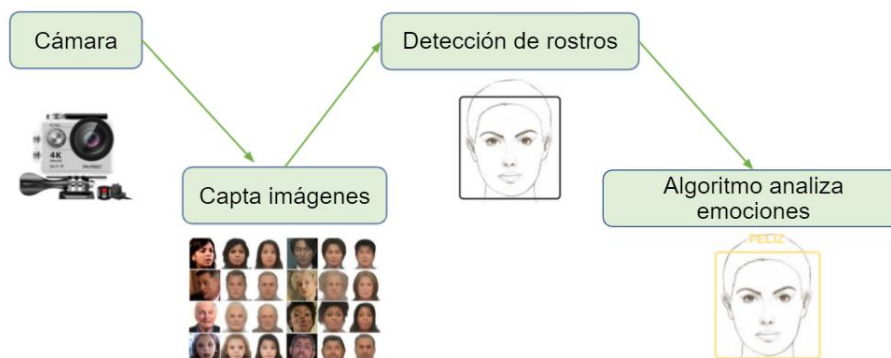


Figura 25

Modelo de muestra de reconocimiento



El ojo humano es capaz de clasificar miles de diferentes colores, es por ello por lo que las personas tienden a relacionar una emoción al visualizar un determinado color, también al hablar de un color les recuerda sentir una emoción.

Los colores que se ha elegido para integrar en el módulo de reconocimiento de emociones son: para la felicidad el amarillo, la tristeza el azul, el temor con color negro, sorpresa con color verde, el enojo con color rojo y el estado neutro con color blanco, todos ellos se han basado en el estudio de emociones de colores como se muestra en la Tabla 13.

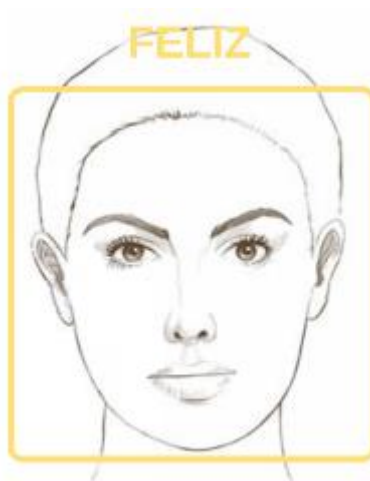
Tabla 13*Ejemplos de colores relacionados con emociones*

Número	Asociación
1	Cuando estoy apasionado color rojo
2	Cuando estoy feliz color amarillo
3	Cuando me porto agresivo, color rojo
4	Cuando estoy alegre, color azul
5	Cuando tengo sueño, color azul

Nota. En la tabla de referencia, se puede observar el estudio de emociones asociadas a un color, en la cual se han basado los requerimientos de emociones. Recuperado de (Dias et al., 2009).

Felicidad

La felicidad es una emoción de bienestar y placer, se ha considerado el color amarillo para mostrarla en el módulo, un bosquejo se presenta en la Figura 26.

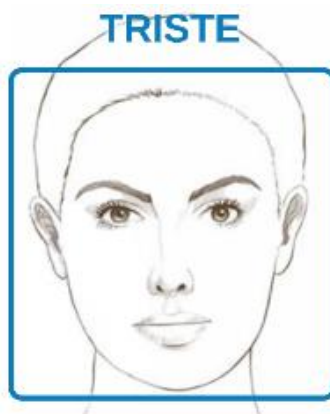
Figura 26*Bosquejo de representación de la emoción felicidad*

Tristeza

La tristeza es una emoción negativa que indica desánimo o aflicción, es lo opuesto a la felicidad, se ha considerado el color azul para mostrarla en el módulo, un bosquejo se presenta en la Figura 27.

Figura 27

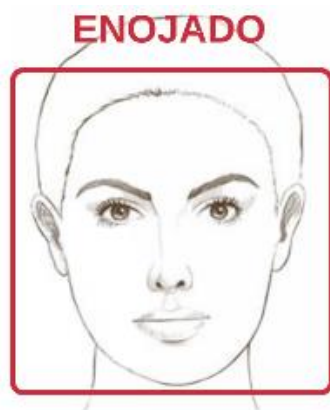
Bosquejo de representación de la emoción tristeza

**Enojo**

El enojo es una emoción desagradable de ira que está causado por conflictos, se ha considerado el color rojo para mostrarla en el módulo, un bosquejo se presenta en la Figura 28.

Figura 28

Bosquejo de representación de la emoción enojo

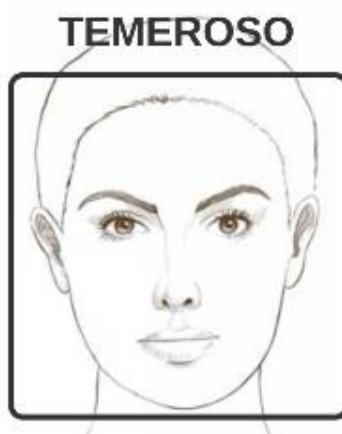


Temor

El temor es una emoción negativa que representa miedo, se ha considerado el color negro para mostrarla en el módulo, un bosquejo se presenta en la Figura 29.

Figura 29

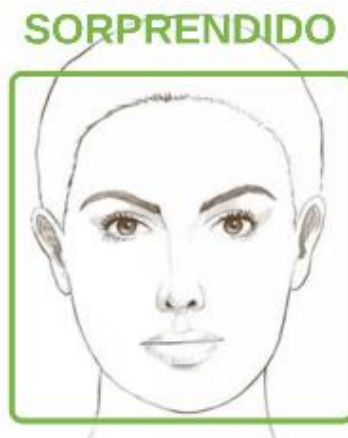
Bosquejo de representación de la emoción temor

**Sorpresa**

La sorpresa es una respuesta de sobresalto y alteración emocional, se ha considerado el color verde para mostrarla en el módulo, un bosquejo se presenta en la Figura 30.

Figura 30

Bosquejo de representación de la emoción sorpresa



Neutro

La emoción neutra no es considerada ni agradable ni desagradable, es un estado en que la persona no presenta una emoción muy notoria, el color que se ha seleccionado para mostrarla en el módulo es el color blanco, un bosquejo se presenta en la Figura 31.

Figura 31

Bosquejo de representación de la emoción neutra



Fase de modelado

Creación de los entornos virtuales

Los entornos virtuales se generaron en un espacio tridimensional 3D con el motor de videojuegos UNITY, la versión utilizada fue la de 2018.4.36, la escala es la predeterminada de 1:100, se consideraron alineaciones verticales y horizontales, en el eje x, y, z. Los entornos modelados son selva amazónica, rural, zona costera y nevada.

Para crear los escenarios se utilizó Unity. La herramienta Blender fue empleado para el modelado, texturizado, color y volumen de los objetos 3D, los objetivos y componentes

Selva Amazónica

Para el modelamiento del escenario virtual de la selva amazónica ecuatoriana, se ha tomado como base la selva amazónica de Francisco de Orellana, lo cual se muestra en la Figura

32, para detalles profundos, se apoyó también en el asset proporcionado por Unity “Klen”, los detalles de profundidad se pueden observar en la Figura 33.

Figura 32

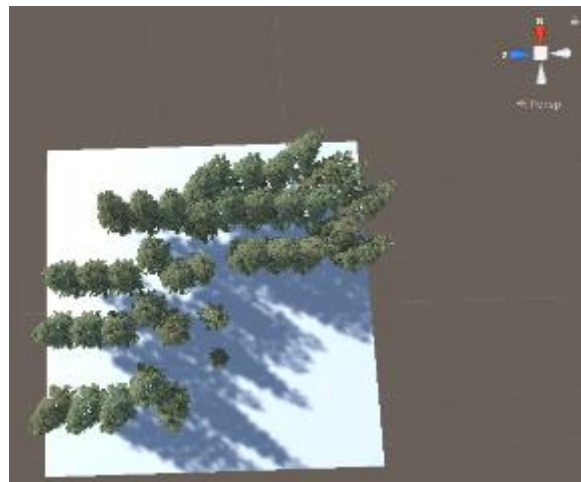
Selva Amazónica Zamora Chinchipe



Nota. Recuperado de (GoogleMaps, Zamora Chinchipe).

Figura 33

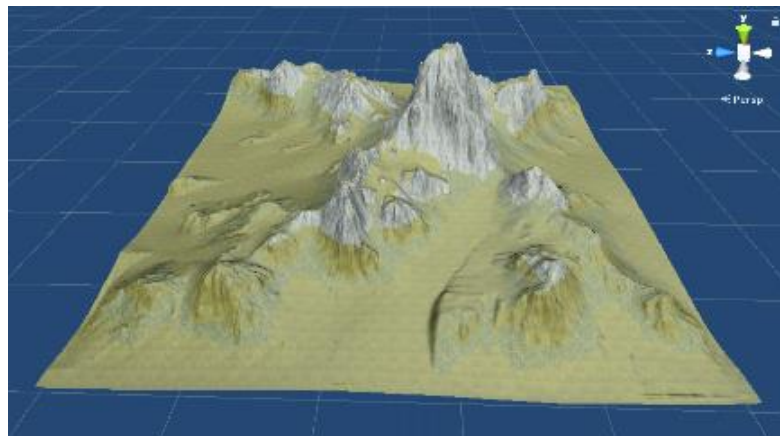
Modelado de árboles para la selva amazónica



Una vez elegimos los detalles de árboles y terreno, aplicamos las elevaciones, las cuales son necesarias para simular vegetación, árboles, montañas y elementos que existen en una selva, esto dará efectos más realistas y perceptibles a la vista de los usuarios. En la Figura 34 podemos observar con mejores detalles, el modelamiento del escenario y sus detalles inferiores y superiores, hay que recalcar que el asset que nos permitió definir de mejor manera las texturas y modelado, fue el de “Better Landscape”, que son elementos prefabricados que otorgan detalles más exactos de los elementos de la vida real.

Figura 34

Modelamiento con elevaciones de la selva amazónica



Una vez que ya tenemos la base del escenario, se realizan distintas configuraciones de luz, iluminación, texturización, escalamiento y posicionamiento de todos los elementos, estos recursos ya nos proporcionan Unity en sus herramientas, el resultado final de la selva amazónica se puede observar en la Figura 35.

Figura 35

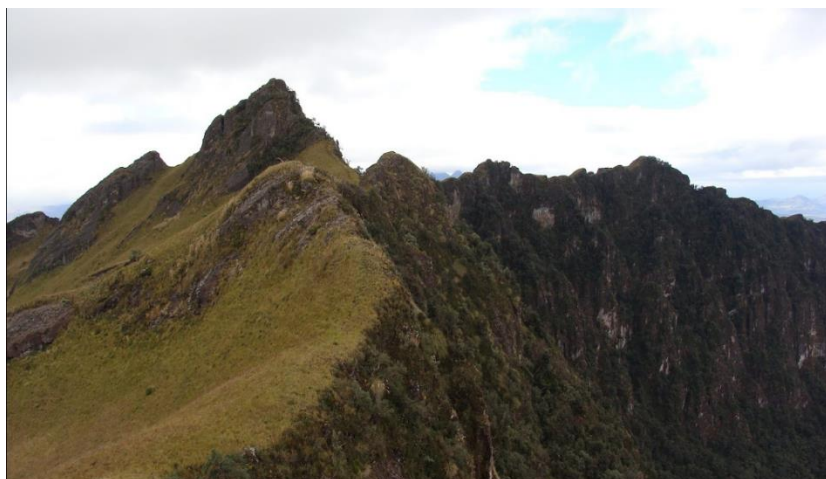
Modelado de selva amazónica

**Zona rural**

Para el modelamiento del escenario virtual de zona rural, se ha tomado como base el parque Pasochoa, lo cual se muestra en la Figura 36, la imagen se obtuvo ubicando la zona con la herramienta de Google Maps, para detalles profundos, se apoyó también en el asset proporcionado por Unity “Mini Nature”, los detalles exactos se pueden observar en la Figura 37.

Figura 36

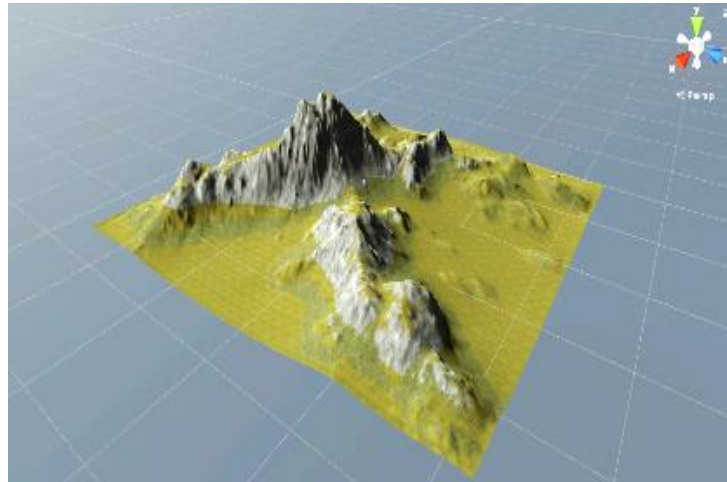
Pasochoa obtenida desde Google Maps



Nota. Recuperado de (GoogleMaps, Pasochoa).

Figura 37

Modelamiento zona rural

**Figura 38**

Modelado de zona rural



Zona costera

Para el modelamiento del escenario virtual de zona costera, se ha tomado como base el sector del Morillo, tal como se muestra en la Figura 39. La imagen se obtuvo ubicando la zona con la herramienta de Google Maps. Para detalles de modelado profundo, se utilizó el asset “Desert Rocks” de Unity, ver Figura 40.

Figura 39

Zona de Santa Elena obtenida de Google Maps



Nota. Recuperado de (GoogleMaps, Santa Elena).

Figura 40

Modelamiento de la zona costera

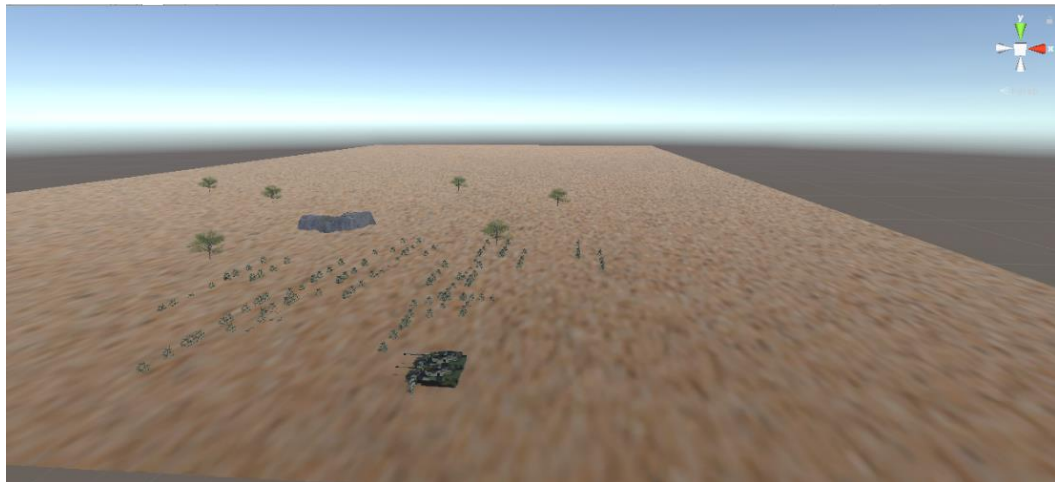
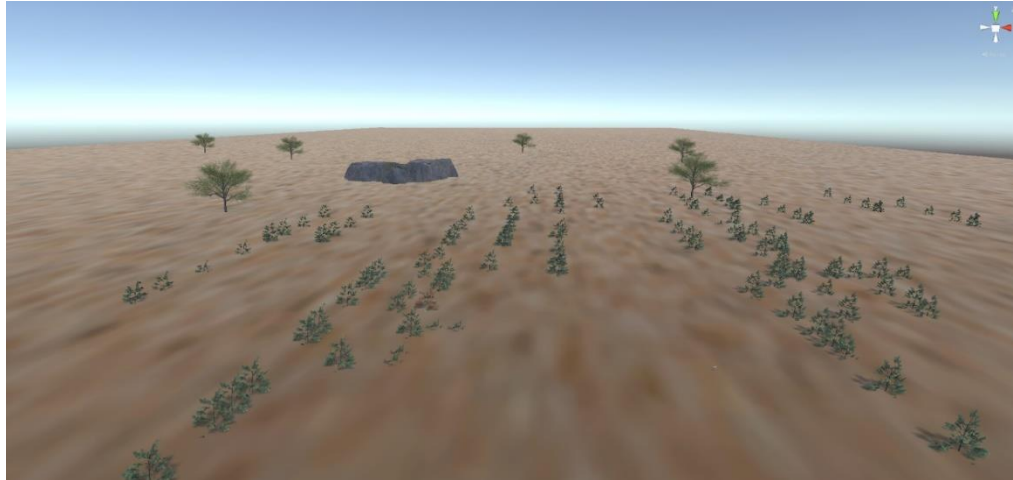


Figura 41

Modelado de zona costera

**Zona nevada**

Para el modelamiento del escenario virtual de las zonas nevadas, se ha tomado como base la zona del volcán Chimborazo, ver Figura 42. La imagen se obtuvo ubicando la zona con la herramienta de Google Maps, para el modelado con detalles profundos, se utilizó el asset “Winty Asset” de Unity, ver Figura 43.

Figura 42

Zona nevada satelital en Ecuador



Nota. Recuperado de (GoogleMaps, Chimborazo).

Figura 43

Modelado de zonas nevadas



Figura 44

Modelado de zona nevada



Creación de objetos 3D

Los objetos 3D son los elementos que se incluyen en los entornos virtuales, objetivos, arma y tanque.

Avatar y arma

El modelado del avatar se la ha realizado con textura de camuflaje. El participante puede observar los brazos como si fuesen los suyos con su respectiva arma para el momento de la interacción. También, se modeló un soldado equipado con su vestimenta para incluir en el entorno.

Figura 45

Modelado de brazos y arma

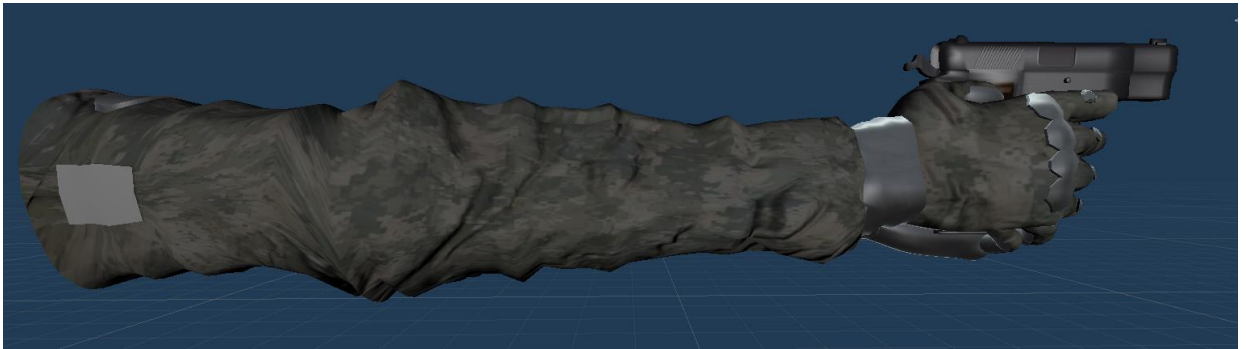


Figura 46

Modelado de soldado



Objetivos de tiro

Los objetivos que se han considerado son: silueta de persona, silueta de botella dentro de persona y diana de precisión, los cuales se pueden mostrar en la Figura 47, Figura 48 y Figura 49, todos ellos se modelaron con el mismo motor de Unity.

Figura 47

Modelado de objetivo de tiro, silueta de persona



Figura 48

Modelado de objetivo de tiro, silueta de persona dentro de botella

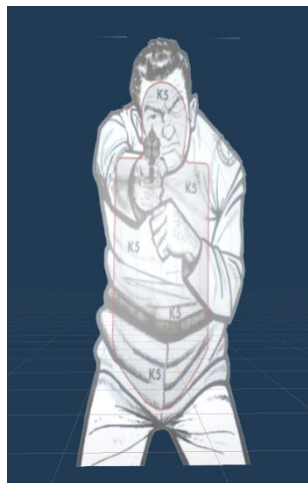


Figura 49

Modelado de objetivo de tiro, silueta diana de precisión



Arma

Para el modelado de la persona, se ha basado el diseño en una pistola calibre 22, con la cual hemos insertado detalles de modelado en Unity como se observa en la Figura 50 y su texturización (Figura 51).

Figura 50

Modelado de arma inicial



Figura 51

Modelado de arma con texturas



Tanque

Para el modelado del tanque, se ha basado el diseño de un tanque utilizado por los soldados en sus ejecuciones de labor, con la cual hemos insertado detalles de modelado en Unity como se observa en la Figura 52 y su texturización (Figura 53).

Figura 52

Modelado de tanque inicial

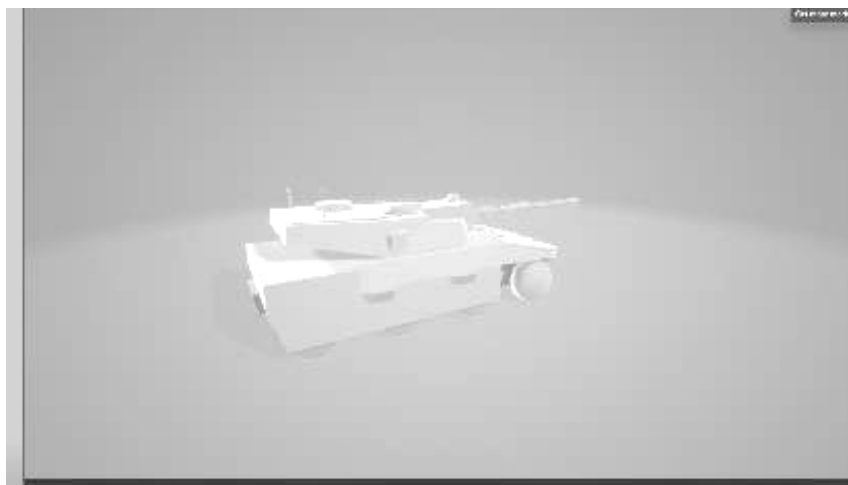
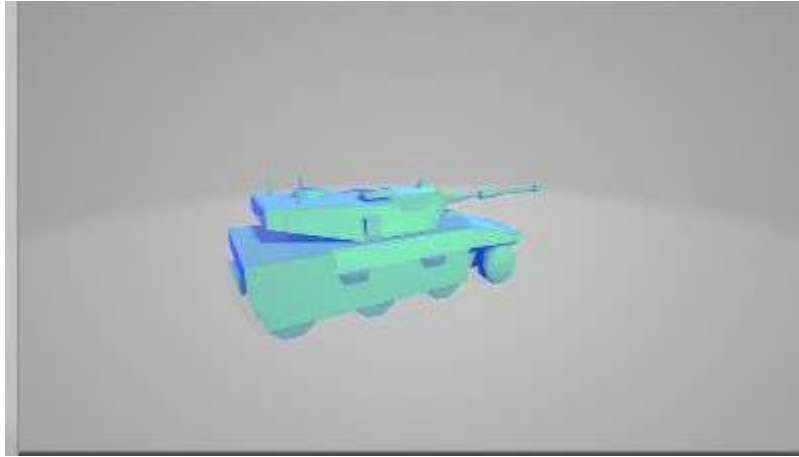


Figura 53

Modelado de tanque con texturas



Fase de ensamblado

Integración de componentes

En los entornos virtuales creados se integran todos los elementos, componentes, objetos 3D, y los objetivos modelados. Se afina la configuración e integración del software con el hardware y sus interfaces. Los escenarios se integraron una vez finalizada su etapa de modelado con los objetivos de tiro.

Figura 54

Integración de objetos 3D con escenario selva amazónica

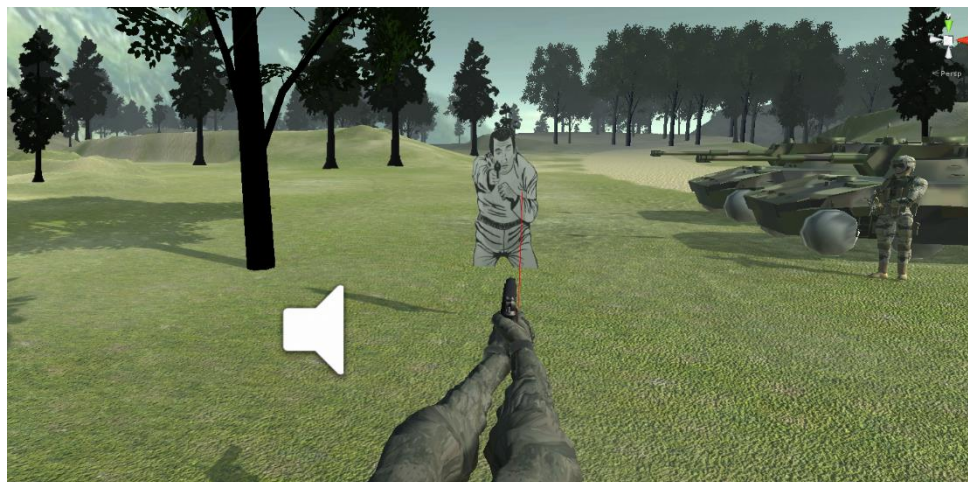


Figura 55

Integración de objetos 3D con escenario zona rural

**Figura 56**

Integración de objetos 3D con escenario zona costera



Figura 57

Integración de objetos 3D con escenario zona nevada



Luego de la integración de todos los componentes, se realizaron pruebas preliminares con los dispositivos de visualización e integración para evaluar aspectos de modelado de los objetos 3D y realizar ajustes en texturizados y/o detalles visuales.

Interfaces módulo de gestión y reportes

Consiste en diseñar un aplicativo web para gestionar los reportes de entrenamiento. Se utilizó la herramienta Angular 13 para dar dinamismo y factibilidad para gestionar a los usuarios.

Ingreso de usuario

El módulo cuenta con una interfaz de ingreso de usuario, la cual tiene datos de entrada como usuario y su contraseña, esto se conectará a los servidores de bases de datos, la interfaz se puede observar en la Figura 58.

Figura 58*Interfaz de ingreso de usuario*


Logo del sistema

MÓDULO DE GESTIÓN
DE REPORTES Y
USUARIOS

PIM-02

Usuario

Contraseña

INGRESAR

Barra superior de menú principal

Una vez ingresado al sistema, podremos observar un menú de navegabilidad para ingresar a las diferentes opciones del sistema, entre las cuales tenemos la gestión de entrenadores, gestión de participantes, reportes, armas, escenarios y objetivos.

Figura 59*Interfaz de menú principal***MENÚ**

Gestión de entrenadores	Gestión de participantes	Reportes	Armas	Escenarios	Objetivos
-------------------------	--------------------------	----------	-------	------------	-----------

Para listar los datos según el requerimiento del usuario, se diseñó una tabla en la que se listarán cada uno de los elementos almacenados en la base de datos, con un encabezado que mostrará los títulos de cada elemento, en cada uno se tendrá un botón de edición y eliminación, el ejemplo de ejecución se puede observar en la Figura 60, para listar datos con imágenes, se

utilizó la misma interfaz, pero añadiendo bloques más dinámicos, podemos observar 2 ejemplos en la Figura 61 y Figura 62.

Figura 60

Listado y gestión de datos

GESTIÓN Y REPORTES PARTICIPANTES [+ AGREGAR PARTICIPANTE](#)

# CÉDULA	NOMBRE	APELLIDO	GRADO	SEXO	FECHA DE NACIMIENTO		
1711378362	MAURICIO	LOACHAMIN	General de Brigada	Masculino	Jan 4, 2022	EDITAR PARTICIPANTE	✖
1718399122	DARWIN	MERIZALDE	Capitan	Masculino	Aug 21, 1984	EDITAR PARTICIPANTE	✖
0503318305	JOSE ABRAHAN	ACHOTE CRIOLLO	Cabo Primero	Masculino	Mar 17, 1991	EDITAR PARTICIPANTE	✖

Figura 61

Listado de datos para escenarios

GESTIÓN DE USUARIOS Y REPORTES ESCENARIOS [+ AGREGAR ESCENARIO](#)

SELVA AMAZÓNICA [✖](#)



Terreno basado en la selva amazónica

[EDITAR ESCENARIO](#)

ZONA NEVADA [✖](#)



Terreno basado en la zona nevada de Ecuador

[EDITAR ESCENARIO](#)

ZONA RURAL [✖](#)



Terreno basado en la zona rural de Ecuador

[EDITAR ESCENARIO](#)

ZONA COSTERA [✖](#)

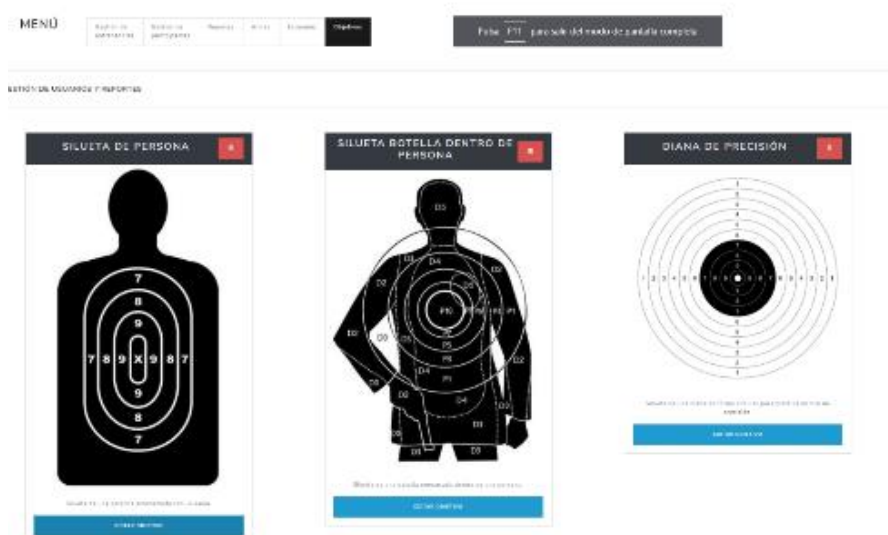


Terreno basado en la zona costera de Ecuador

[EDITAR ESCENARIO](#)

Figura 62

Listado de datos para objetivos de tiro



Formulario para insertar un nuevo registro

De acuerdo con los requisitos previos, se ejecutó el formulario para insertar un nuevo registro en la base de datos, el cual tendrá cajones para ingresar los datos y un botón al final para guardar los mismos en los servidores, se muestra en la Figura 63.

Figura 63

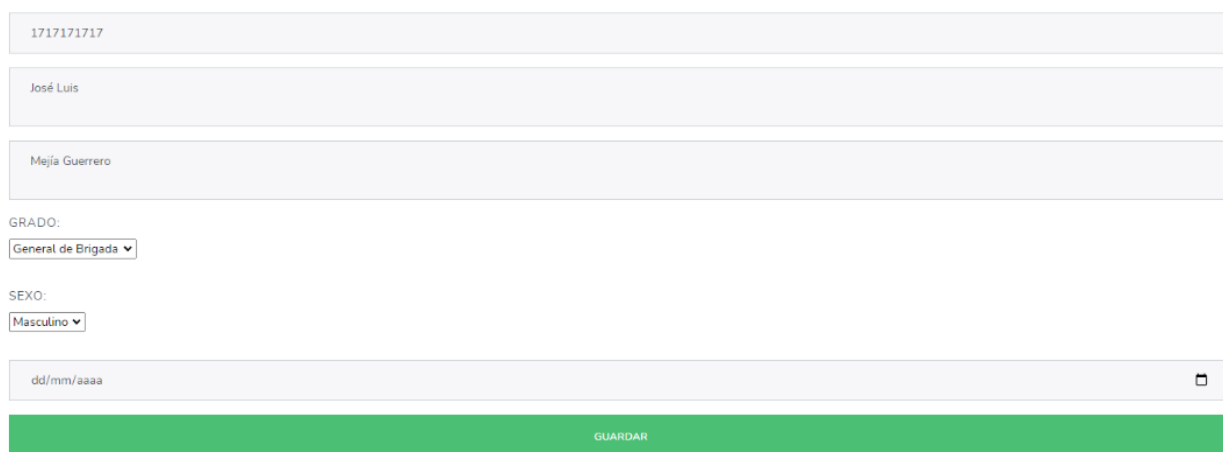
Formulario para insertar nuevos datos

Formulario para editar un registro

De acuerdo con los requisitos previos, se ejecutó el formulario para editar un registro en la base de datos, el cual tendrá cajones para ingresar los datos y un botón al final para actualizar los mismos en los servidores, se muestra en la Figura 64.

Figura 64

Formulario para modificar datos



Formulario para modificar datos. Campos de entrada:

- Caja de texto: 1717171717
- Caja de texto: José Luis
- Caja de texto: Mejía Guerrero
- GRADO: General de Brigada (seleccionado)
- SEXO: Masculino (seleccionado)
- Caja de texto: dd/mm/aaaa

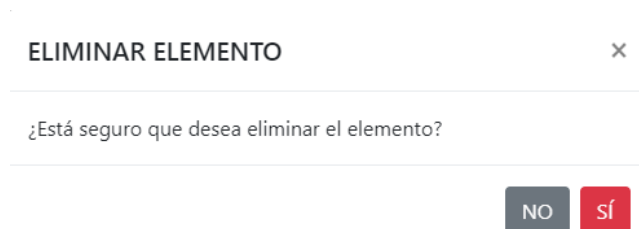
Botón: GUARDAR

Modal para eliminar registro

Al momento de dar click en el botón para eliminar el registro, aparecerá un modal que nos confirmará la acción como se observa en la Figura 65.

Figura 65

Modal para eliminar registro



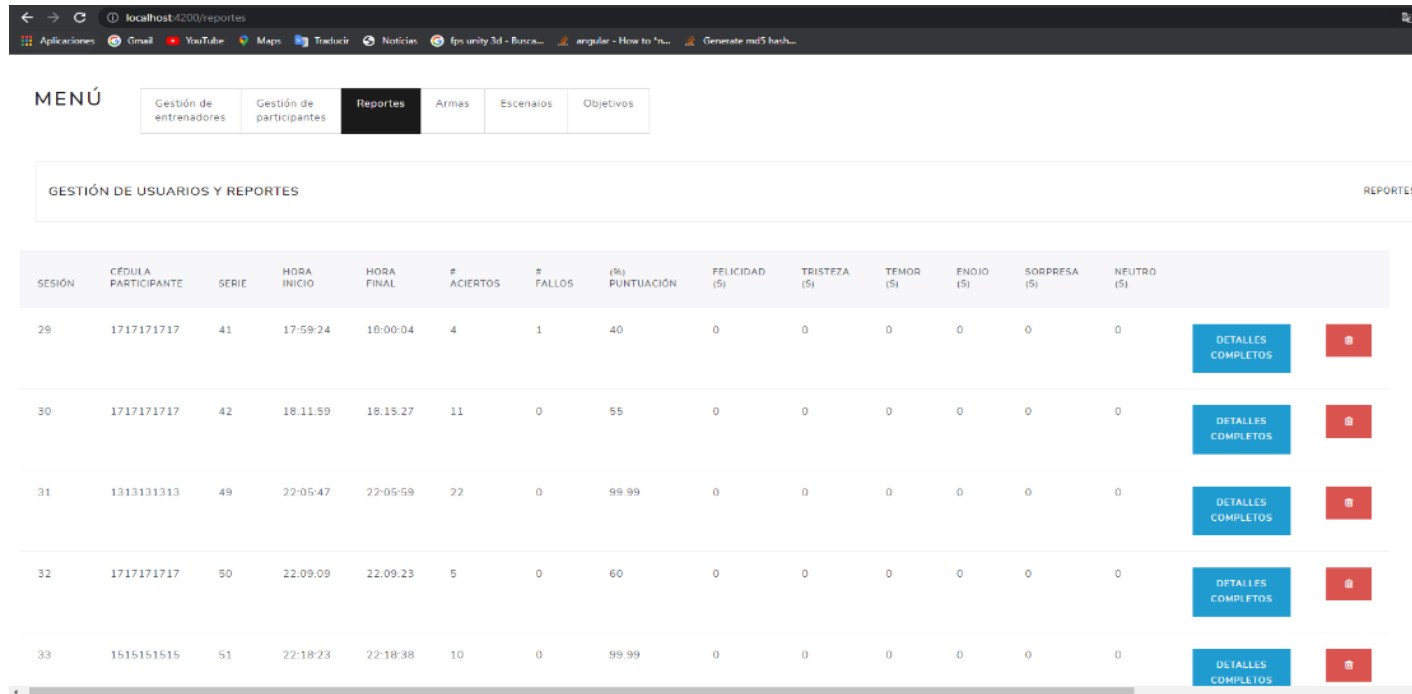
Modal para eliminar registro. Título: ELIMINAR ELEMENTO. Mensaje: ¿Está seguro que desea eliminar el elemento? Botones: NO, sí.

Ventana de reportes generales

Para verificar los reportes de resultados del entrenamiento, se diseñó una interfaz para almacenar todos los datos en una tabla, la cual nos dará información del participante, características de entrenamiento, reporte de emociones y cada dato tendrá un botón para verificar detalles específicos y uno para eliminar, se muestra en la Figura 66.

Figura 66

Reportes generales de resultados del entrenamiento



The screenshot shows a web browser at localhost:4200/reportes. A menu bar at the top includes 'Gestión de entrenadores', 'Gestión de participantes', 'Reportes' (highlighted), 'Armas', 'Escenarios', and 'Objetivos'. Below the menu is a section titled 'GESTIÓN DE USUARIOS Y REPORTE' with a 'REPORTES' link on the right. The main content is a table with 15 columns: SESIÓN, CÉDULA PARTICIPANTE, SERIE, HORA INICIO, HORA FINAL, # ACIERTOS, # FALLOS, (%) PUNTUACIÓN, FELICIDAD (S), TRISTEZA (S), TEMOR (S), ENOJO (S), SORPRESA (S), NEUTRO (S), and two action buttons: 'DETALLES COMPLETOS' and a red button with a trash icon.

SESIÓN	CÉDULA PARTICIPANTE	SERIE	HORA INICIO	HORA FINAL	# ACIERTOS	# FALLOS	(%) PUNTUACIÓN	FELICIDAD (S)	TRISTEZA (S)	TEMOR (S)	ENOJO (S)	SORPRESA (S)	NEUTRO (S)	DETALLES COMPLETOS	
29	1717171717	41	17:59:24	18:00:04	4	1	40	0	0	0	0	0	0	DETALLES COMPLETOS	
30	1717171717	42	18:11:59	18:15:27	11	0	55	0	0	0	0	0	0	DETALLES COMPLETOS	
31	1313131313	49	22:05:47	22:05:59	22	0	99.99	0	0	0	0	0	0	DETALLES COMPLETOS	
32	1717171717	50	22:09:09	22:09:23	5	0	60	0	0	0	0	0	0	DETALLES COMPLETOS	
33	1515151515	51	22:18:23	22:18:38	10	0	99.99	0	0	0	0	0	0	DETALLES COMPLETOS	

Ventana de reportes individuales

Cada resultado por participante tendrá detalles completos, por lo cual se ha diseñado una interfaz con datos generales de entrenamiento, los resultados de puntuación de la práctica de tiro y estadísticas de emociones que cada participante presentó en el entrenamiento, se pueden observar interfaces en ejecución en la Figura 67 y Figura 68.

Figura 67

Reportes individuales de entrenamiento

DATOS DE ENTRENAMIENTO:

SESIÓN NÚMERO: 186
SERIE: 122
FECHA Y HORA DE INICIO: 14:52:37
FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: 14:52:42

DATOS GENERALES:

CÉDULA DEL PARTICIPANTE: 0503318305

RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE POLÍGONO DE TIRO

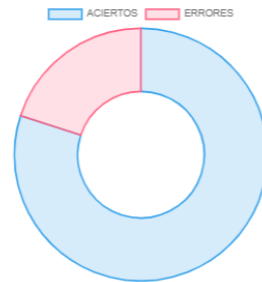
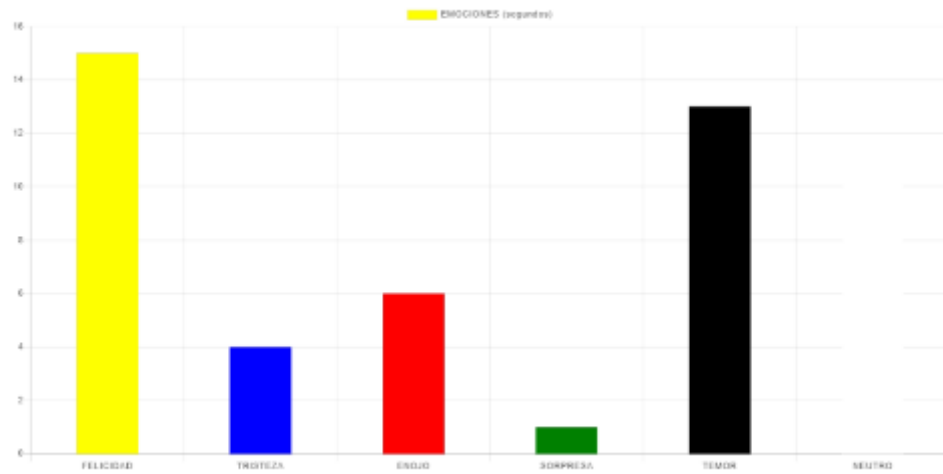


Figura 68

Reportes estadísticos de emociones

RESULTADOS DE LAS EMOCIONES OBTENIDAS DEL ENTRENAMIENTO



Interfaces de configuración de entrenamiento

Los menús de navegación se lo definieron anteriormente en los casos de uso. Su integración con los escenarios se lo hizo utilizando la herramienta UI Canvas que nos proporciona Unity.

Figura 69

Interfaz de inicio de sesión en Canvas



Figura 70

Menú principal



Figura 71

Opción para configurar participantes



Figura 72

Opción para configurar escenarios y armas



Figura 73

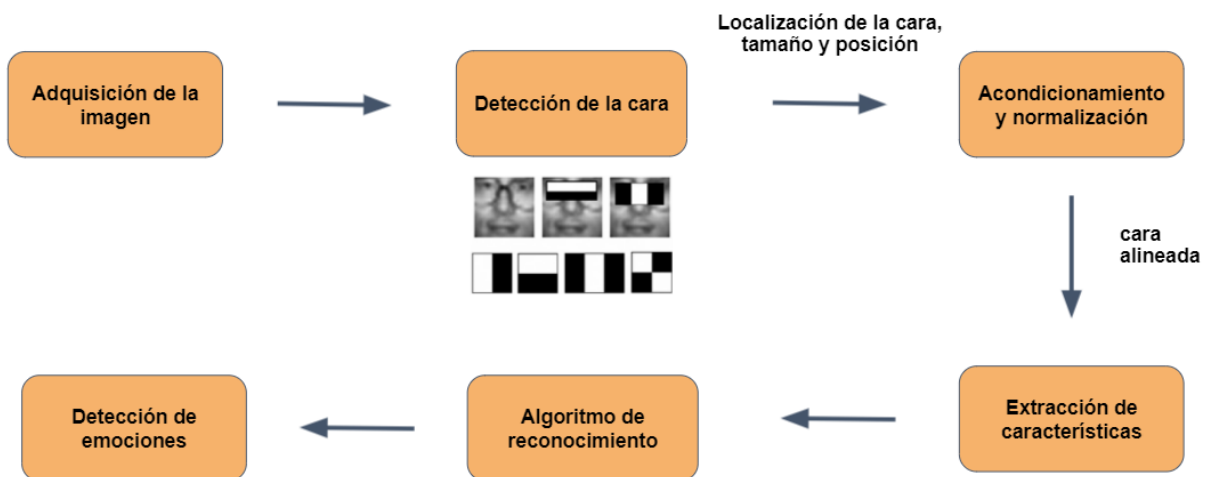
Opción para configurar objetivos



Proceso de reconocimiento de emociones

Figura 74

Diagrama de procesamiento



- Adquisición de la imagen: La entrada de datos con las que vamos a trabajar consiste en alimentar al sistema con una gran cantidad de imágenes, las cuales estarán almacenadas en carpetas y clasificadas según su emoción, las imágenes se han recolectado de fuentes propias y de internet, para un mejor entrenamiento, las imágenes se deben procesar a blanco y negro.

- Detección de la cara: La detección de la cara, se realizará con el algoritmo de Viola-Jones.
- Acondicionamiento y normalización: Las imágenes obtenidas las procesamos mediante las librerías de keras en la cual tenemos un entrenador de datos proveniente de la librería de procesamiento de imágenes keras.preprocessing.image.
- Extracción de características: El modelo entrenado se guardará en un archivo de formato json para posteriormente en ejecución, extraerlo y leer los datos, la función utilizada para generar el modelo se basa en los datos, el modelo resultante se basará en algoritmos de visión artificial, el modelo final será un archivo en formato h5, vale decir que h5 es un formato binario que contiene gran cantidad de datos numéricos pre-procesados.
- Algoritmo de reconocimiento: El algoritmo que se encargará del reconocimiento es el de Haar Cascade, que obtiene las imágenes clasificadas y procesadas y las interpreta, otorgando resultados precisos.
- Detección de emociones: Con el algoritmo se detectarán y las herramientas previstas, se realizará la detección de emociones.

Figura 75

Validación del modelo con la emoción felicidad

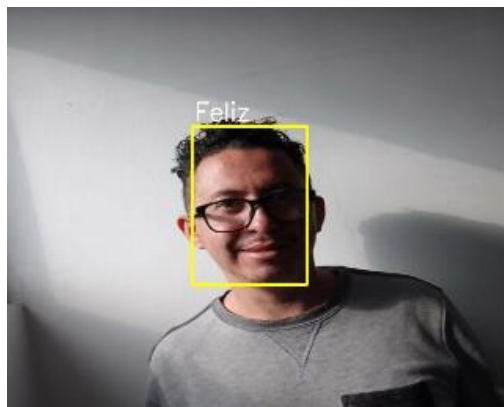


Figura 76

Validación del modelo con la emoción tristeza

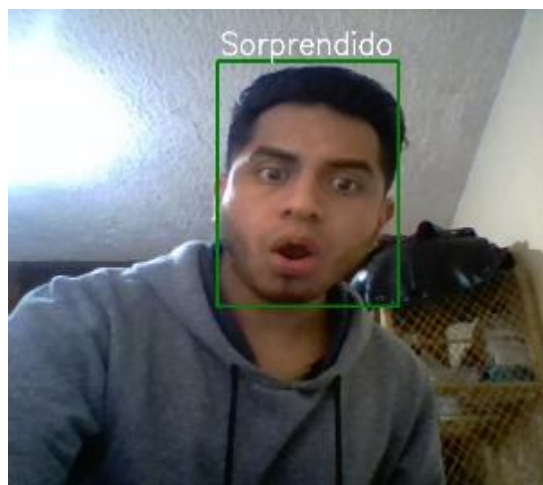
**Figura 77**

Validación del modelo con la emoción enojo



Figura 78

Validación del modelo con la emoción sorpresa

**Figura 79**

Validación del modelo con la emoción temor



Figura 80

Validación del modelo con la emoción neutra



- Verificar resultados: Los resultados fueron validados probando cada emoción con 10 personas, los cuales fueron verificados observando y registrando el porcentaje de reconocimiento, como se muestra en la Tabla 14:

Tabla 14

Verificación de resultados

Emoción	Número de imágenes	Aciertos	Errores	Total
Felicidad	10	8	2	80%
Tristeza	10	7	3	70%
Enojo	10	4	5	40%
Temor	10	7	3	70%
Sorpresa	10	6	4	60%
Neutro	10	8	2	80%

Fase de optimización

Se realizaron pruebas del aplicativo con personal militar, para conocer las posibles mejoras del aplicativo y así emprender las acciones de mejora y optimización según corresponda en los entornos, en los texturizados de los objetos 3D, en los colores, o en la configuración de los dispositivos. Entonces, se realizaron todas las modificaciones y ajustes necesarios.

Fase de validación

Figura 81

Diagrama flujo del proceso de validación



El proceso de validación se ejecutó en las instalaciones del CICTE. Se respetaron las normas de bioseguridad para proteger a los participantes durante la práctica y al personal de investigadores. Se usaron gorros desechables, alcohol para desinfectar los dispositivos y las manos de los participantes. La muestra de participantes fue de cinco, tres oficiales y dos voluntarios.

Los participantes leyeron la hoja informativa, conocieron los objetivos del proyecto, y en caso de estar de acuerdo en participar, firmaron el consentimiento informado. Luego, contestaron el cuestionario de mareo antes del entrenamiento. Después, realizaron el entrenamiento

utilizando el aplicativo. Al finalizar, los participantes contestaron el cuestionario de mareo para verificar su estado físico.

Figura 82

Usuario firmando el consentimiento informado



Figura 83

Participante realizando la tarea virtual



Los participantes realizaron el entrenamiento utilizando gafas de realidad virtual para la visualización e inmersión en el entorno. La interacción consiste en apuntar a la diana con su arma virtual y disparar al objetivo usando el controlador. Además, los participantes realizaron el entrenamiento en un ambiente en 2D para ejecutar el módulo de reconocimiento de sus

emociones. Los datos generados durante la ejecución de las pruebas de entrenamiento fueron registrados en la base de datos. Los resultados fueron visualizados y analizados mediante el módulo de gestión y reportes.

Figura 84

Validación del módulo de reconocimiento de emociones



Luego de realizar el entrenamiento, cada participante respondió un cuestionario de usabilidad mediante Google Forms. Este cuestionario evaluó aspectos como la percepción, interacción y satisfacción con el aplicativo. La escala Likert de evaluación fue “nada”, “muy poco”, “algo” y “bastante” y “mucho”.

Análisis de resultados

Resultados antes y después del entrenamiento

Se aplicó un cuestionario para identificar posibles síntomas de mareo que se puedan producir luego del entrenamiento usando dispositivos de realidad virtual. Los participantes contestaron el cuestionario antes de realizar el entrenamiento y otro después. En la Figura 81 y Figura 82 nos observan los resultados que demuestran que los participantes no presentaron malestares o síntomas después del entrenamiento; más bien un dato curioso que se encontró es que algunos participantes mejoraron su condición después de usar la aplicación.

Figura 85

Resultados sobre cuestionario antes de la tarea virtual

**Figura 86**

Resultados sobre cuestionario después de la tarea virtual

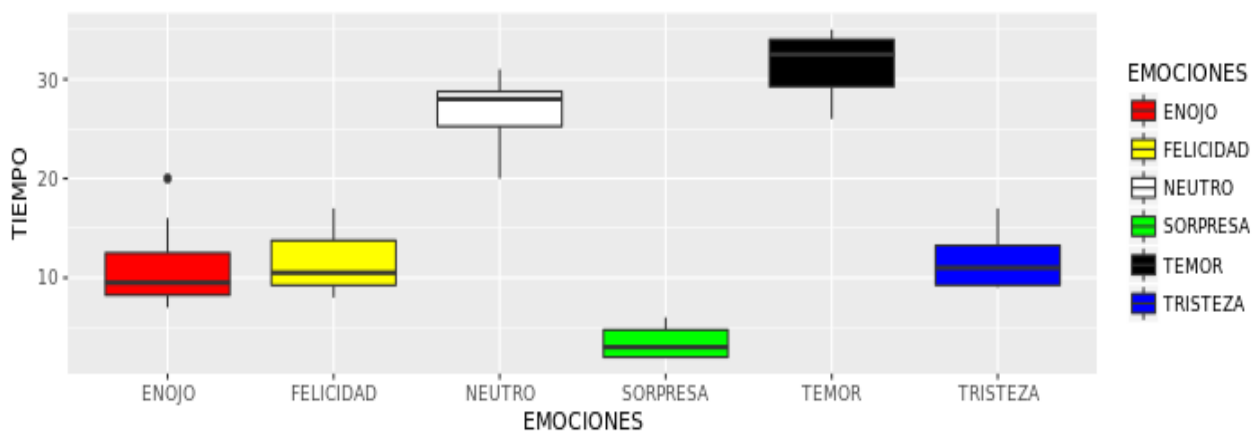


Reconocimiento de emociones

Los resultados indican que la emoción predominante parece ser el temor, tal como se muestra en la Figura 83.

Figura 87

Resultados en el reconocimiento de emociones durante los entrenamientos

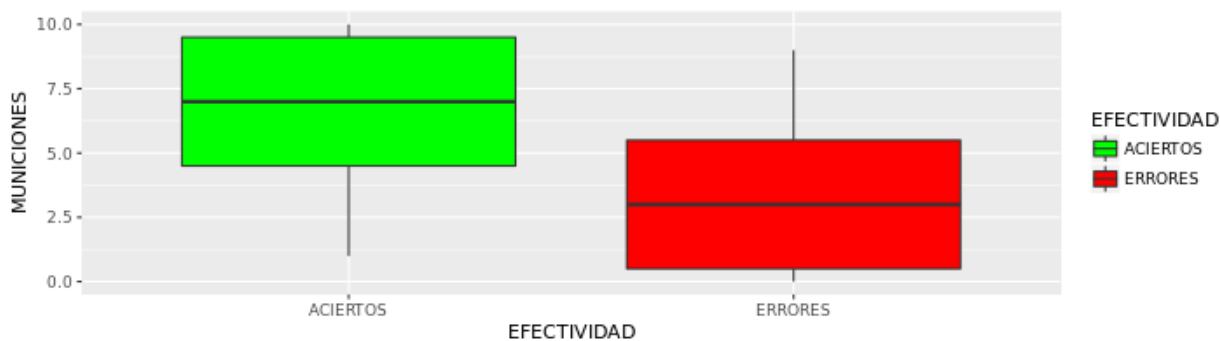


Análisis de resultados de aciertos y errores durante el entrenamiento

Los resultados muestran que la mayoría de los participantes obtuvieron más aciertos que errores. Estos resultados son preliminares y sirven de referencia para conocer o evaluar la funcionalidad del aplicativo. La precisión puede mejorar haciendo pruebas con otros dispositivos para el disparo, entre otras opciones.

Figura 88

Resultados de la efectividad de tiro durante los entrenamientos



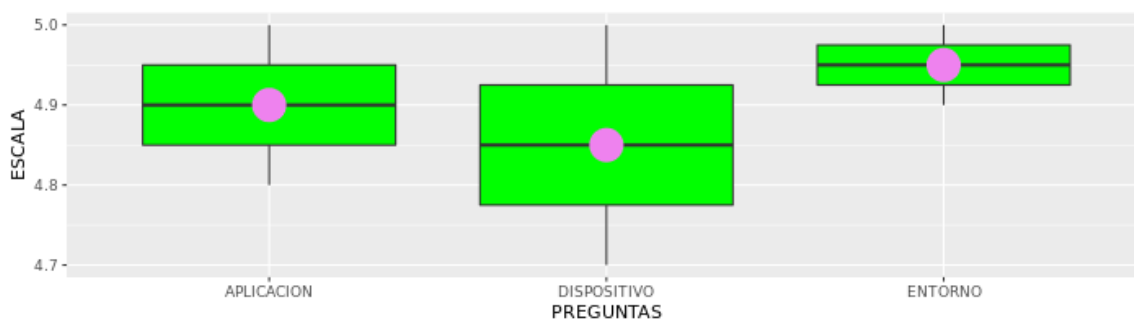
Análisis de resultados sobre satisfacción del usuario

Las medias obtenidas en cada uno de los aspectos evaluados mediante el cuestionario de satisfacción demuestran que a los participantes les pareció fácil el uso de la aplicación

(4.90/5). Respecto al entorno los participantes percibieron realismo en los escenarios y los objetos 3D que lo integran, esto se demuestra con la puntuación media de 4.95/5 obtenida. La evaluación en relación con los dispositivos utilizados demuestra que las gafas de realidad virtual y sus controladores facilitaron la inmersión, visualización e interacción con los entornos durante el entrenamiento, esto se fundamenta en la media obtenida de 4.85/5.

Figura 89

Resultados sobre satisfacción del usuario



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realizaron reuniones con los especialistas e investigadores para conocer las técnicas sobre tiro y definir los requerimientos del sistema. Tres módulos funcionales fueron implementados, entrenamiento en un polígono de tiro virtual, reconocimiento de emociones y el módulo de gestión de datos y reportes.

Se desarrolló el prototipo de un sistema de polígono virtual de tiro para entrenar al personal militar e identificar emociones durante los ensayos, aplicando técnicas de visión artificial y realidad virtual.

El módulo de entrenamiento incluye cuatro entornos virtuales selva amazónica, zona rural, costera y nevada. Cada entorno integra componentes y objetos en 3D acordados con los especialistas. Los objetos 3D se modelaron en Blender. Los entornos se configuraron y se programaron con Unity, JavaScript y C#. Los objetos 3D fundamentales en los entornos fueron las siluetas, las manos del participante, las dianas y el arma.

Se desarrolló el módulo para identificar emociones durante el entrenamiento del personal militar. Se logró detectar los estados humanos emocionales básicos Alegría/Felicidad, Miedo/Ansiedad, Ira, Tristeza y Sorpresa. El análisis se realizó en base a las reacciones externas del soldado antes, durante y cuando finaliza el entrenamiento, específicamente mediante expresiones faciales.

Se creó un módulo de gestión de datos y reportes que permite administrar usuarios, escenarios, objetivos, tipos de armas, y visualizar los resultados de los entrenamientos y el reconocimiento de las emociones.

Se realizó el proceso de pruebas con personal militar, cumpliendo con las debidas normas bioseguridad. Los participantes conocieron los objetivos del proyecto y firmaron el consentimiento informado. Finalmente, contestaron el cuestionario de mareo antes y después del entrenamiento, y evaluaron la usabilidad del aplicativo.

Los resultados obtenidos acerca de la usabilidad, interacción, y satisfacción del aplicativo demuestran que los participantes percibieron realismo en los escenarios y lograron identificar los objetos 3D en el entorno. Además, los dispositivos utilizados facilitaron la inmersión, visualización e interacción durante el entrenamiento, esto se fundamenta en la media general obtenida de 4.90/5.

Durante las pruebas realizadas, se evidencia que la emoción que ha tenido mayor prevalencia es la del “temor”. Esto sugiere que la herramienta podría ser útil para realizar diferentes tipos de estudios por medio de emociones en este tipo de actividades.

Recomendaciones

Para mejorar la detección y la precisión del reconocimiento de emociones se debería adquirir una cámara especializada de mayor resolución.

El software desarrollado requiere ser integrado con hardware especializado para la interacción, el mismo que se encuentra en construcción (pistola con sensor infrarrojo y kit neumático).

Se recomienda continuar con el desarrollo del aplicativo para incrementar más escenarios y reportes de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, J., & Yandún, D. (2020). *Sistema De Tiro , Usando Realidad Virtual Y Técnicas De Inteligencia Artificial ”*.
- Angular. (2021). *What is Angular?* <https://angular.io/guide/what-is-angular>
- Apachefriends. (2021). *¿Qué es XAMPP?*
- Blender. (2021). *No Title*.
- Cai, L., Dong, J., & Wei, M. (2020). Multi-Modal Emotion Recognition from Speech and Facial Expression Based on Deep Learning. *Proceedings - 2020 Chinese Automation Congress, CAC 2020*, 5726–5729. <https://doi.org/10.1109/CAC51589.2020.9327178>
- Cameron, E. J. (2006). *Comparative Analysis of Airborne Chemical Exposure to Air Force Small Arms Range Instructors. March*.
- Castro Silva, C. P. (2018). *Departamento de eléctrica, electrónica y telecomunicaciones*.
- Dias, A., Anacleto, J., Silveira, L., Penteado, R., Silva, M., Buzatto, D., & Villena, J. (2009). Web collaboration motivated by colors emotionally based on common sense. *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, October*, 801–806. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2009.5346937>
- DUTTA, J. (2021). *No Title*.
- Ejercitoecuadoriano. (2020). *GEO Ecuador dio instrucción de tiro a personal militar de la ESPE*.
GEO Ecuador dio instrucción de tiro a personal militar de la ESPE
- Experimental, A., Approach, D., & Environments, V. (2013). *Virtual Cultural Gates : Exploring Cyberspace potentials for a Creative Cultural Heritage*. 4799.
- GACEK, J., MARCINIAK, B., & WOŹNIAK, R. (2018). Major Conditions of Shooting Range Operation in Poland. *Problems of Mechatronics Armament Aviation Safety Engineering*, 9(3), 89–104. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2741>

- G. (2022). *Google Maps*. Google. Recuperado 7 de febrero de 2022, de <https://www.google.com.ec/maps/>
- Jan Van Ryswyck. (2011). *Taking Baby Steps With Node.js – CommonJS And Creating Custom Modules*.
- Kardous, C. A., & Murphy, W. J. (2010). *Noise control solutions for indoor firing ranges 1*). 58(October 2009).
- Keras. (2021). *About Keras*.
- Kisielnicki, J. (2008). *Virtual Technologies: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*.
- Kuchelmeister, V. (2018). Virtual Immersion: Simulating Immersive Experiences in VR. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/vr.2018.8446124>
- Li, X., Zhang, M., Zhao, Y., Xu, J., Li, C., & He, J. (2018). Virtual Reality Shooting Range. *Proceedings - 8th International Conference on Virtual Reality and Visualization, ICVRV 2018*, 156–157. <https://doi.org/10.1109/ICVRV.2018.00055>
- Liu, J., & Gou, X. (2010). Information processing model of artificial vision prosthesis. *ICCET 2010 - 2010 International Conference on Computer Engineering and Technology, Proceedings, 2*, 551–555. <https://doi.org/10.1109/ICCET.2010.5485609>
- Liu, X., Zhang, J., Hou, G., & Wang, Z. (2018). Virtual Reality and Its Application in Military. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 170(3)*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/170/3/032155>
- Mariadb. (2021). *MariaDB Server: The open source relational database*.
- Microsoft. (2021). *A tour of the C# language*. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>
- Moddb. (n.d.). *Unity*.

Node.js. (n.d.). *Acerca de Node.js*.

Patterson, N., Hobbs, M., & Abawajy, J. (2012). Virtual property theft detection framework: An algorithm to detect virtual property theft in virtual world environments. *Proc. of the 11th IEEE Int. Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications, IUCC-2012*, 177–184. <https://doi.org/10.1109/TrustCom.2012.296>

Python. (2021). *What is Python? Executive Summary*.

Romualdo, L. M., Luz, P. H. C., Devechio, F. F. S., Marin, M. A., Zúñiga, A. M. G., Bruno, O. M., & Herling, V. R. (2014). Use of artificial vision techniques for diagnostic of nitrogen nutritional status in maize plants. *Computers and Electronics in Agriculture*, 104, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.03.009>

Tensorflow. (2021). *Why TensorFlow*.

Tokuno, S., Tsumatori, G., Shono, S., Takei, E., Yamamoto, T., Suzuki, G., Mituyoshi, S., & Shimura, M. (2011). Usage of emotion recognition in military health care. *2011 Defense Science Research Conference and Expo, DSR 2011*. <https://doi.org/10.1109/DSR.2011.6026823>

Tomba, E., Facco, P., Roso, M., Modesti, M., Bezzo, F., & Barolo, M. (2010). Artificial vision system for the automatic measurement of interfiber pore characteristics and fiber diameter distribution in nanofiber assemblies. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 49(6), 2957–2968. <https://doi.org/10.1021/ie901179m>

Umamaheswari, J., & Akila, A. (2019). An Enhanced Human Speech Emotion Recognition Using Hybrid of PRNN and KNN. *Proceedings of the International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing: Trends, Perspectives and Prospects, COMITCon 2019*, 177–183. <https://doi.org/10.1109/COMITCon.2019.8862221>

Viegas, C. (2020). Two Stage Emotion Recognition using Frame-level and Video-level Features.

Proceedings - 2020 15th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, FG 2020, 1, 912–915. <https://doi.org/10.1109/FG47880.2020.00143>