

Trabajo Fin de Grado

Estudio de mejoras en el uso de los sistemas de
simulación Steel Beasts y STO en las unidades de
Caballería

CAC Javier Muñoz Vidal

Director académico: Tcol. D. Carlos Ruiz López

Director militar: Cap. D. Daniel Salsón Cabezas

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2022



Agradecimientos

Primeramente, me gustaría agradecer al profesor D. Antonio Otal German y al Teniente Coronel D. Carlos Ruiz López por la ayuda y los consejos durante la realización de este trabajo. Asimismo, agradecer a todo el personal destinado en el primer escuadrón del Grupo de Caballería Calatrava, desde el director militar, el capitán D. Daniel Salsón Cabezas, jefe del primer escuadrón, pasando por los tenientes, al mostrarme el trabajo diario de un buen teniente del arma, así como al resto de suboficiales y personal de tropa. Las prácticas en el Regimiento Acorazado Castilla 16 serán siempre un recuerdo inolvidable.





RESUMEN

Los sistemas de simulación en las unidades de Caballería tienen por finalidad facilitar y perfeccionar la instrucción y el adiestramiento, así como facilitar la evaluación de las unidades del Ejército, intentando ofrecer una representación fiel del escenario, los medios, la situación y las consecuencias derivadas de su interacción.

Durante los últimos años los simuladores han ido aumentando su protagonismo en la instrucción y adiestramiento de las unidades, no solo de Caballería sino de todas las armas. Es por ello que es necesario optimizar su uso e ir actualizando y mejorando estos simuladores para mantener a nuestras tropas con un nivel de preparación apto con el fin de poder cumplir las misiones que se les puedan encomendar tanto dentro como fuera de nuestras fronteras.

Nuestras unidades de Caballería necesitan contar con el número suficiente de simuladores y además, que estos puedan servir a la instrucción real de las tripulaciones. Por ello me propongo como objetivo de este proyecto realizar un estudio sobre posibles actualizaciones y mejoras de los sistemas de simulación Steel Beast y STO con los que cuenta el RAC 16.

Con ese propósito, el presente trabajo de fin de grado ha consistido inicialmente en la observación directa del empleo que hacen las unidades de caballería de estos dos simuladores. Además se realizaron encuestas y entrevistas a personal de tropa y mandos del Grupo de Caballería Calatrava, así como al personal especializado en los sistemas de simulación para conocer la opinión que tienen de estos medios y comprender posibles deficiencias o debilidades que de alguna manera puedan ser solucionadas. Posteriormente, se recopiló información de todos los simuladores que se encuentran en la Base General Menacho.

Con la información y la experiencia adquirida en la anterior fase del trabajo se estudiaron posibles mejoras de distinta índole para que el uso y empleo de los simuladores Steel Beast y el simulador de torre (STO) se optimicen.

Para finalizar, gracias al análisis de cada propuesta de mejora mediante el empleo de la metodología AHP, se pudo jerarquizar y ordenar las mejoras propuestas para cada simulador.

Palabras Clave

Simulación, Steel Beasts, Simulador, Mejoras.



ABSTRACT

The purpose of simulation systems in cavalry units is to facilitate and perfect instruction and training, as well as to facilitate the evaluation of army units, trying to offer a faithful representation of the scenario, the means, the situation and the consequences derived from their interaction.

In recent years, simulators have been playing an increasingly important role in the instruction and training of units, not only in cavalry but in all weapons. That is why it is necessary to optimise their use and to update and improve these simulators in order to keep our troops at a suitable level of preparation to be able to carry out the missions that may be entrusted to them both within and outside our borders.

Our cavalry units need to have a sufficient number of simulators and, furthermore, they need to be able to serve the real training of their crews. For this reason, the aim of this project is to carry out a study on possible updates and improvements to the Steel Beast and STO simulation systems available to the RAC 16.

To this end, this final degree project initially consisted of direct observation of the use that cavalry units make of these two simulators. In addition, surveys and interviews were carried out with troop personnel and commanders of the Calatrava Cavalry Group, as well as with personnel specialised in simulation systems, in order to find out their opinion of these resources and to understand possible deficiencies or weaknesses that could be solved in some way. Subsequently, information was gathered from all the simulators located at the General Menacho Base.

With the information and experience acquired in the previous phase of the work, possible improvements of different kinds were studied so that the use and use of the Steel Beast simulators and the tower simulator (STO) could be optimised.

Finally, thanks to the analysis of each improvement proposal using the AHP methodology, it was possible to rank and order the improvements proposed for each simulator.

KEYWORDS

Simulation, Steel Beasts, Simulator, Improvements



INDICE

Agradecimientos	I
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
KEYWORDS	IV
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	IX
1.INTRODUCCIÓN	10
1.1. El Regimiento Acorazado Castilla 16 y el Grupo de Caballería Calatrava.	10
1.2. La simulación en el Ejército de Tierra	10
1.3. La simulación en el Regimiento Acorazado Castilla 16.	12
1.4. Ámbito de aplicación	13
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	14
2.1 Objetivos y alcance	14
2.2 Etapas y metodologías empleadas	14
3.TIPOS DE SIMULACIÓN Y SITUACIÓN EN EL ARMA DE CABALLERÍA	18
3.1. Simulación en las Unidades de Caballería	19
3.2. Simulador STO	22
3.3. Steel Beasts	24
4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.	26
4.1. Simulador STO	26
4.1.1 Análisis cuestionarios y encuestas	26
4.1.2 Análisis DAFO	28
4.1.3. Propuestas de mejoras	29
4.1.4. AHP para jerarquización y ordenación de las mejoras.	29
4.2. Simulador Steel Beasts	33
4.2.1. Análisis encuestas y entrevistas	33
4.2.2. Análisis DAFO	36
4.2.3. Propuestas de mejora para el Steel Beasts	38
4.2.4. AHP para jerarquización y ordenación de las mejoras.	38
	V



5. CONCLUSIONES

42

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

44



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Escudo GCAC Calatrava II/16. Fuente: Ejército de Tierra	10
Ilustración 2. Gasto presupuestado en Defensa en España. Fuente: EuropaPress, www.epdata.es.....	11
Ilustración 3. Leopardo 2E en Letonia. Fuente: Diario El País.....	12
Ilustración 4. Vehículo de Combate de Infantería Pizarro. Fuente: Iqtdefensa.....	13
Ilustración 5. Diagrama de Flujo Evolución del Trabajo. Fuente: Elaboración propia.....	15
Ilustración 6. Etapas del Método AHP. Fuente: Tcol Carlos Ruiz López.....	17
Ilustración 7. Pirámide de simulación. Fuente: Norma General 05/20 “Simulación en el Ejército de Tierra”	19
Ilustración 8. Cajón de Arena. Fuente: Ministerio de Defensa	20
Ilustración 9. Simulador de Conducción. Fuente: Ministerio de Defensa	20
Ilustración 10. Puesto de trabajo Steel Beasts. Fuente: Ministerio de Defensa	22
Ilustración 11. Simulador Táctico de Fuegos. Fuente: Ministerio de Defensa.....	22
Ilustración 12. Simulador de torre STO.....	23
Ilustración 13. Menú principal Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia.....	25
Ilustración 14. Cabina de instructores STO. Fuente: Defensa.com.....	27
Ilustración 15. Alternativas, Criterios y Subcriterios STO. Fuente: Elaboración propia	30
Ilustración 16. Resultados Pregunta 3 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia .	33
Ilustración 17. Resultados Pregunta 6 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia .	33
Ilustración 18. Resultados Pregunta 7 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia .	34
Ilustración 19. Ejercicio en Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia.	36
Ilustración 20. Criterios, Subcriterios y Alternativas SB. Fuente: Elaboración propia	39
Ilustración 21. Leopardo 2E.....	47
Ilustración 22. VEC	49



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis DAFO STO. Fuente: Elaboración propia.....	28
Tabla 2. Evaluación de criterios STO. Fuente: Elaboración propia	31
Tabla 3. Evaluación de Subcriterios STO. Fuente: Elaboración propia.....	31
Tabla 4. Evaluación de Alternativas STO. Fuente: Elaboración propia	31
Tabla 5. Evaluación de Alternativas STO. Fuente: Elaboración propia.....	32
Tabla 6. Matriz de Decisión STO. Fuente: Elaboración propia	32
Tabla 7. Resultados Pregunta 6 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	34
Tabla 8. Análisis DAFO Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	37
Tabla 9. Evaluación de Criterios Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 10. Evaluación de Subcriterios Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	40
Tabla 11. Evaluación de Alternativas Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	40
Tabla 12. Evaluación de Alternativas Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	40
Tabla 13. Matriz de Decisión Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia	41
Tabla 15. Datos Leopardo 2E.....	47
Tabla 16. Datos VEC.....	48
Tabla 17. Codificación de ejercicios	50
Tabla 18. Tabla ejercicios básicos tirador.....	52



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAR: After Action Review
AHP: Analytic Hierarchy Process
AT: Apuntador Tirador
BMR: Blindado Medio sobre Ruedas
CDM: Centro Docentes Militares
CENAD: Centro de Adiestramiento
CG: Cuartel General
CMT: Campo de Maniobras y Tiro
CT: Campo de Tiro
DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DSS: Decision Support System
EAO: Aulas de Enseñanza asistida por Ordenador
ET: Ejército de Tierra
GIUACO: Grupo de Instrucción de Unidades Acorazadas
GU: Gran Unidad
I/A: Instrucción y Adiestramiento
I/A/E: Instrucción, Adiestramiento y Enseñanza
IAT: Instructor Avanzado de Tiro
IBM: International Business Machines Corporation
JC: Jefe de Carro
LIVEX: Lived Exercise
OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte
PCBRI: Puesto de Mando Brigada
PCDIV: Puesto de Mando División
PCGT: Puesto de Mando Grupo Táctico
PU: Pequeña Unidad
RAC: Regimiento Acorazado
RC: Radio Cargador
SB: Steel Beasts
SCA: Simulador de Conducción
S/GT: Subgrupo Táctico
SPT: Simulador Táctico de Fuegos
STO: Simulador de Torre
SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TFG: Trabajo Fin de Grado
TVITRP: Test de Verificación de la Instrucción de las Tripulaciones
VBS2: Virtual Battlespace 2
VCI/C: Vehículo de Combate de Infantería y Caballería
VEC: Vehículo de Exploración de Caballería



1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Regimiento Acorazado Castilla 16 y el Grupo de Caballería Calatrava.

El Regimiento Acorazado Castilla 16 cuenta con un historial militar que abarca más de dos siglos y durante todo ese tiempo mantuvo el nombre que le caracteriza: el 'Castilla' y lució el nº 16. Pedro de Alcántara, XIII duque del Infantado, fue quien propuso su creación y su primer coronel. El 3 de abril de 1793 se tramitó la petición de la creación del Regimiento al rey Carlos IV, quien contestó afirmativamente el 15 de abril de ese mismo año. El rey quiso que su primer nombre fuese regimiento de Voluntarios de Castilla, el cual estaría formado por tres batallones de cuatro compañías de fusileros cada uno.



Ilustración 1. Escudo GCAC Calatrava II/16. Fuente: Ejército de Tierra

El Regimiento Acorazado Castilla 16 tiene el sobrenombre de 'El Héroe', apodo alcanzado por la valentía con la que se enfrentó contra los franceses durante el segundo sitio de Zaragoza.

El 2 de julio de 2015, el Regimiento de Infantería Mecanizada «Castilla» nº 16 perdió la primera parte de este nombre y pasó a llamarse Regimiento Acorazado «Castilla» nº 16. Ha seguido formando parte de la Brigada «Extremadura» XI a la que venía perteneciendo hasta ese momento. Ello era debido a la incorporación al regimiento de los nuevos Carros de combate tipo «Leopardo» y a los VEC (Vehículo de Exploración de Caballería).

1.2. La simulación en el Ejército de Tierra

Para comprender este trabajo de fin de grado, lo esencial es conocer lo que es la simulación y una definición del concepto de simulación podría ser la formulada por R. E. Shannon¹: “La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema”.² Esta definición se adapta bastante bien a la intención principal que tienen los simuladores militares, la cual es emplear estos simuladores para poder iniciarse en los sistemas de armas y vehículos militares sin poner en riesgo el material real ni al personal, además de poder realizar multitud de ejercicios para mejorar procedimientos o practicar nuevas formas de actuación en lo que a la táctica se refiere.

La simulación militar se utiliza con distintos fines. Según la NORMA GENERAL

¹ Robert E. Shannon es un escritor británico que ha publicado varios libros sobre simulación como pueden ser “Simulación de Sistemas”, “Systems Simulation: The Art and Science” y “Engineering Management”

² Wikipedia.org/wiki/Simulación



05/20 “SIMULACIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA”, una publicación³ del Ejército de Tierra, la simulación sirve como apoyo a la toma de decisiones, para la elaboración de estudios doctrinales y para la preparación y evaluación de las unidades, siendo su objetivo final la consecución de máximas cotas de operatividad. La simulación ha pasado de ser una herramienta a disposición del mando para el apoyo a la instrucción, adiestramiento y evaluación de las unidades, lo que se conoce como I/A/E, a ser un medio fundamental para la preparación de la Fuerza en todos sus escalones, desde la instrucción de tiro del combatiente hasta el adiestramiento de las Grandes Unidades (GU) y para el desarrollo y experimentación de conceptos. Sin embargo, es necesario dejar claro que la simulación nunca podrá sustituir a la preparación con ejercicios LIVEX (Live Field Exercise).

El ET ha ido aumentando su interés por estos medios de simulación, lo que se ha visto reflejado en una elevada inversión económica durante los últimos años para la adquisición de nuevos medios y sistemas de simulación y para su correspondiente mantenimiento, lo cual se puede observar en el siguiente gráfico sobre el presupuesto de defensa en España.

Gasto presupuestado en Defensa en España
(Presupuestos Generales del Estado)

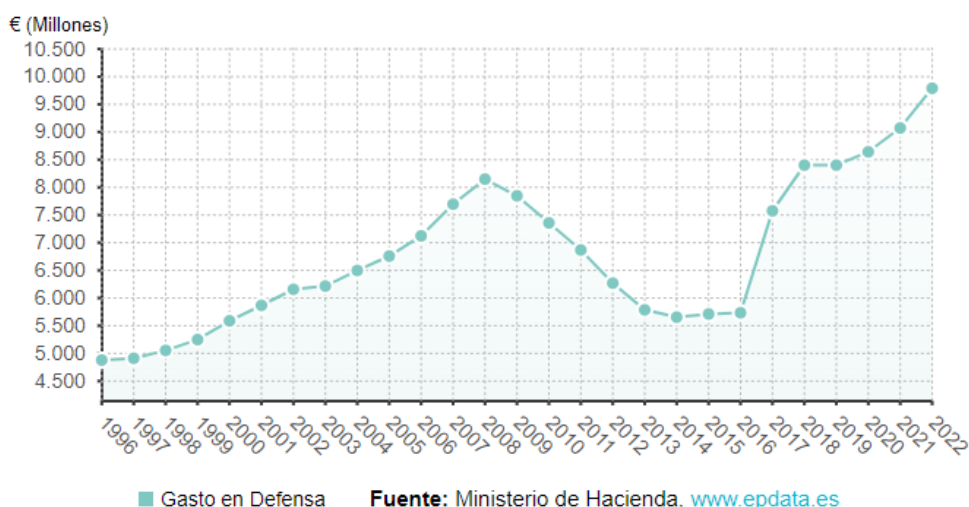


Ilustración 2. Gasto presupuestado en Defensa en España. Fuente: EuropaPress, www.epdata.es

Todo esto ha conllevado que el ET haya pasado de no contar prácticamente con medios de simulación a dotarse y disponer de estos en casi todas las unidades tipo Brigada/Regimiento/Batallón-Grupo, en los Centros Docentes Militares (CDM) y en los Campos de Maniobra y Tiro (CMT).

Por lo tanto, la simulación tiene como principal objetivo complementar, facilitar, perfeccionar y en ocasiones posibilitar la instrucción y adiestramiento (I/A) de las unidades del Ejército, facilitar su evaluación, y apoyar la formación de los alumnos de los CDM. Asimismo puede facilitar el análisis de situaciones ocurridas, servir como ensayo para conceptos doctrinales o procedimientos tácticos antes de su implantación y estudiar aspectos relacionados con la adquisición de nuevos materiales, mediante la

³ Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Estado Mayor del Ejército. (2020) NORMA GENERAL 05/20 “SIMULACIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA”



representación fiel del escenario, los medios, la situación y las consecuencias derivadas de su interacción, así como la gestión de crisis y emergencias.

La simulación militar tiene muchas ventajas, las cuales justifican el empleo de estos medios en el ámbito de la defensa, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Mejoran el mantenimiento de los medios, al mismo tiempo que reducen su desgaste por su elevado uso, en especial los carros de combate y los blindados de ruedas.
- Disminuyen los costes en la instrucción y adiestramiento, además de que se aumenta su eficacia. Al mismo tiempo se eliminan los riesgos derivados de la utilización de fuego real.
- Facilitan las tareas de instrucción y adiestramiento, ya que pueden hacerse más repetitivas y exhaustivas en los aspectos problemáticos, lo que incide en un aprendizaje más rápido y eficaz.
- Permiten un aprovechamiento mejor de las experiencias, evaluaciones y lecciones aprendidas.

La perspectiva de futuro dentro de las Fuerzas Armadas en general, y del Ejército de Tierra en particular, es que el estado de los vehículos actuales y las dificultades para poder hacer instrucción real van a conllevar que las unidades no consigan alcanzar el nivel de instrucción necesario. Por ese motivo cobran importancia los sistemas de simulación y los simuladores, ya que son una solución a este problema, si bien es verdad que los sistemas de simulación actuales deben ser potenciados y mejorados para que la instrucción y adiestramiento conseguida a través de estos medios sea completa y lo más real posible.

La simulación no debe ser considerada como un fin en sí misma, sino como una herramienta adicional, a disposición del Mando, que facilita tanto alcanzar los niveles de preparación requeridos al ET para cumplir las misiones encomendadas, así como potenciar otras actividades como el apoyo a la decisión o la experimentación.

1.3. La simulación en el Regimiento Acorazado Castilla 16.

Como la mayoría de unidades del Ejército de Tierra, el Regimiento Acorazado Castilla 16 cuenta con una gran variedad de medios de simulación para la instrucción y el adiestramiento de sus unidades. El Castilla 16 está compuesto por el Grupo de Caballería "Calatrava" y por un Batallón de Infantería Acorazado, el



Ilustración 3. Leopard 2E en Letonia. Fuente: Diario El País

cual emplea carros de combate Leopard 2E y el VCI Pizarro, y que también emplea los mismos simuladores. Ambas unidades utilizan lo máximo posible estos simuladores, ya que no se pueden llevar a cabo todas las maniobras reales que se desearían realizar, debido sobre todo a la falta de dinero. Los simuladores son una



solución a este problema permitiendo a las tripulaciones de los vehículos seguir instruyéndose para cuando realicen maniobras reales poder aprovecharlas al máximo y no malgastar el tiempo.

Ilustración 4. Vehículo de Combate de Infantería Pizarro. Fuente: Iqtdefensa



Los sistemas de simulación y simuladores con los que cuenta el Regimiento acorazado Castilla 16 son los siguientes:

- Sistemas de Simulación. “Serious Games” que comprende el aula Steel Beasts (SB) y el aula Virtual Battle Space (VBS2).

- Simuladores:

Simulación Virtual, con el simulador (STO), el simulador de conducción(SCA), las aulas EAO y la Simulación Real, con los simuladores DSS, Blancos SAAB, y subcalibres de Carros de Combate 12.70

Durante la realización de las prácticas externas se ha podido comprobar de primera mano el uso que se le dan a estos materiales, los cuales deben ser mejorados de manera continua. El mundo militar avanza y mejora sus materiales constantemente, es por ello que los simuladores que emplean unidades como el Regimiento Acorazado Castilla 16 también deben ir de la mano de este progreso continuo para que la instrucción que realizan en ellos sea lo más realista posible.

1.4. Ámbito de aplicación

Aunque el trabajo está diseñado para los simuladores empleados por las unidades de Caballería, en concreto Steel Beasts y el simulador de torre STO, se puede hacer extensible a las unidades acorazadas del arma de Infantería, ya que los simuladores que emplean este tipo de unidades son los mismos.

Lo que se pretende en este trabajo de fin de grado es proponer mejoras para el simulador de torre y para el Steel Beasts ya que son los dos simuladores que más emplea el arma de Caballería. No se pretende proponer mejoras que supongan un gran desarrollo tecnológico o la elaboración de un nuevo software sino intentar con las mejoras propuestas mantener el nivel elevado que tienen ahora mismo e intentar solventar pequeños errores o puntos débiles detectados durante el periodo de prácticas. Además estas mejoras no solo se pueden llevar a cabo en el RAC 16 sino que podrían implementarse en otras unidades que también usen estos dos medios de simulación.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 Objetivos y alcance

El objetivo general de este trabajo es proponer mejoras que perfeccionen de alguna manera el uso de los sistemas de simulación Steel Beasts y STO que emplean las unidades de Caballería.

Los objetivos específicos son:

- OE 1: Conocer las posibilidades para la instrucción y el adiestramiento que ofrecen el Steel Beasts y el simulador de torre (STO).
- OE 2: Analizar las ventajas y desventajas que tiene cada uno de los simuladores.
- OE 3: Proponer posibles mejoras para estos simuladores, estas mejoras pueden ser tanto técnicas de los propios simuladores, así como la adquisición de posibles materiales o mejoras en el uso de estos simuladores.
- OE 4: Jerarquizar y priorizar las propuestas para cada simulador en función a unos criterios definidos.

2.2 Etapas y metodologías empleadas

El proceso para la realización de este trabajo ha sido el siguiente:

1. Proceso de observación de los medios de simulación del RAC Castilla 16.

i. Directa:

- En un primer lugar se visitaron las aulas Steel Beasts y el simulador de torre STO. Lo que se pretendía con estas visitas era conocer cómo utiliza el RAC Castilla 16 estos simuladores y verlos en funcionamiento. Gracias a esto se obtuvo información y se entendió todo lo que ofrecen estos medios de simulación para la instrucción y el adiestramiento de las unidades de Caballería que se encuentran en Badajoz. De esta manera se cumplió con el Objetivo Especifico 1.

- Además se analizó los puntos débiles de ambos simuladores y las ventajas que ofrecen. Se aprovechó también la información de la que dispone el Ejército en su Intranet sobre estos simuladores. Esto permitió cumplir parte del Objetivo Especifico 2 que fue completado posteriormente con el proceso de observación indirecta que a continuación se explica.

ii. Indirecta:

- Una vez finalizado el proceso de observación directa se llevaron a cabo encuestas sobre ambos simuladores para conocer de primera mano la opinión de los militares que utilizan estos medios en su día a día.



Se entrevistaron a Personal con el curso de IAT (Instructor Avanzado de Tiro) que son los encargados de calificar al personal que intenta conseguir los niveles de puesto táctico y de tripulación. Las encuestas permitieron perfeccionar y completar las ventajas que tienen estos simuladores, además de añadir debilidades que no habían sido detectadas durante las visitas a los dos simuladores. Con esto se cumplimentó el Objetivo Específico 2.

2. Propuesta de mejoras para el uso del Steel Beasts y el STO:

- Con la información obtenida durante los dos pasos anteriores se realizó un análisis DAFO para cada uno de los dos simuladores con la finalidad de mostrar de una manera clara todos los factores analizados en las fases de observación directa e indirecta.

- Una vez completados todos los pasos anteriores se propusieron una serie de mejoras para ambos simuladores, posibles adquisiciones o renovación de material que pudiesen conseguir un avance para la instrucción y el adiestramiento de los militares que emplean estos simuladores. El Objetivo Específico 3 se cumplimentó de esta manera.

3. Jerarquización y ordenación de las mejoras propuestas en base a la metodología AHP.

- Para cumplir el Objetivo Específico 4 se determinaron cuáles de las mejoras planteadas son más viables a implementar en función a los criterios establecidos anteriormente teniendo como resultado la jerarquización y ordenación de las mejoras planteadas para los dos simuladores. Para ello se utilizó la metodología AHP.

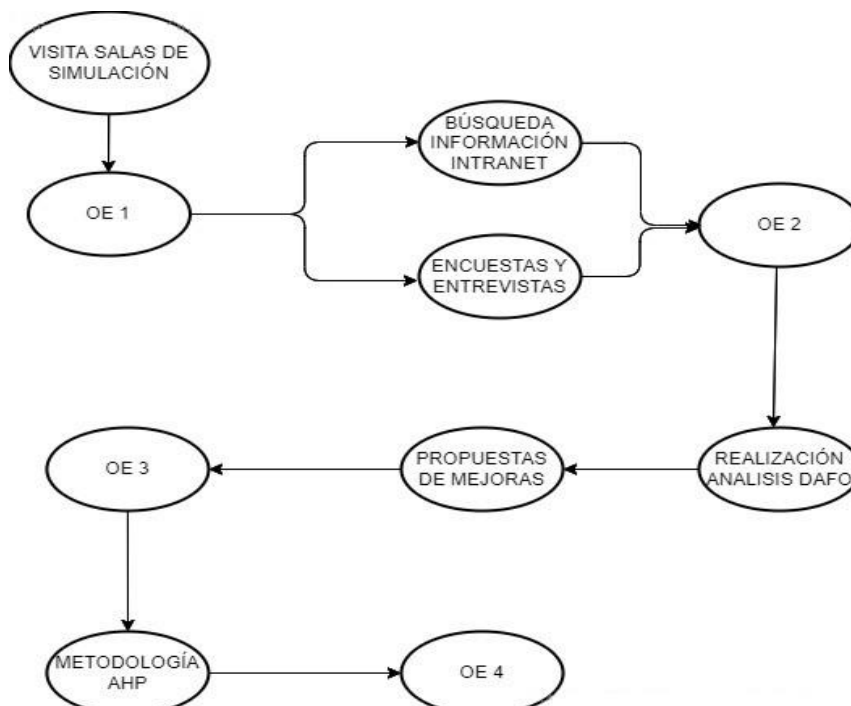


Ilustración 5. Diagrama de Flujo Evolución del Trabajo. Fuente: Elaboración propia



Para la realización del trabajo se han utilizado herramientas metodológicas, las cuáles siguiendo un orden cronológico son:

- Encuestas y entrevistas.
- Análisis DAFO.
- Diagrama de flujo.

Las metodologías empleadas durante los procesos de observación y de toma de decisiones han sido las siguientes:

- **Observación directa e indirecta** para cumplir el OE 1 y el OE 2.
- **Metodología AHP** para satisfacer el OE 4.

Metodología AHP: En el método científico, las técnicas de ayuda a la toma de decisiones y los métodos cuantitativos son una herramienta imprescindible que toda organización moderna debe utilizar para resolver problemas y decisiones complejas. Estos métodos persiguen eliminar las conjeturas improvisadas, el pensamiento no explicado, injustificado e intuitivo que en ocasiones acompaña a la mayoría de las decisiones que se toman con respecto a problemas complejos.

El análisis Multicriterio se puede visualizar como una herramienta analítica de una gran potencialidad en los procesos de ingeniería de sistemas. El análisis Multicriterio constituye un instrumento racional, científico y objetivo para asistir a los decisores en la comparación de alternativas para seleccionar la más adecuada. En su formulación, destacan como elementos esenciales las alternativas, los criterios y la matriz de decisión.

Las alternativas son las posibles soluciones (objetos, acciones, proyectos...) a elegir por el decisor. Son mutuamente excluyentes.

Los criterios son aquellos parámetros o directrices que van a permitir evaluar las alternativas. Pueden medirse y evaluarse. Si hay criterios con distinta importancia es preciso ponderarlos, es decir, asignarles un valor relativo a la importancia que tiene cada uno de ellos en la decisión que se tome. Es imprescindible explicitar los criterios previamente para evitar que al momento de analizar las alternativas se manipulen los criterios para favorecer una u otra alternativa de solución. La elección de criterios suele ser potestad del decisor, quien los selecciona a través de un mecanismo que relaciona íntimamente su conocimiento del problema con las necesidades que pretende satisfacer

La matriz de decisión es la forma gráfica de cómo se relacionan los criterios y las alternativas.

El método empleado en este trabajo es el AHP (Analytic Hierarchy Process) o proceso de jerarquización analítica desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty. Se basa en un modelo Jerárquico, de ahí el nombre AHP "Proceso jerárquico analítico". Permite de manera eficiente y gráfica organizar la información respecto a un problema de decisión, descomponerla y analizarla por partes. AHP es una metodología que consiste en descomponer una situación compleja en sus partes; ordenar estas partes o variables en un orden jerárquico, asignar valores numéricos a juicios o pensamientos subjetivos sobre la importancia relativa de cada variable, y



synthesize the judgments to determine which variables have higher priority in the problem posed.

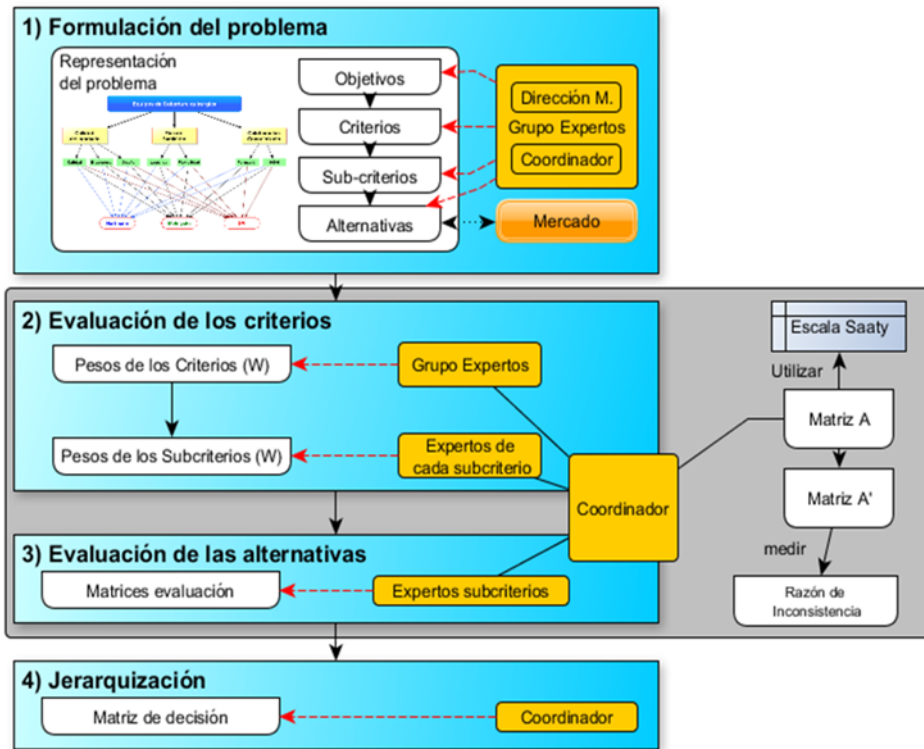


Ilustración 6. Etapas del Método AHP. Fuente: Tcol Carlos Ruiz López

The AHP method consists of four stages: (See previous illustration)

- 1) **Formulación del Problema.**
 The formulation of the problem is based on the exact definition by the direction of the problem to be solved. The solution will be the best of the possible alternatives.
 To find the solution, the head or the direction in general establishes the criteria and subcriteria on which the decision will be based.
 It is important that the criteria are adequate and their weight responds to the weights that respond to the will of the direction, which can be supported by a group of generalist experts in the matter.
- 2) **Evaluación de los criterios.**
 Through the evaluation of the criteria, the group of experts and the coordinator determine which are more significant and through the methodology assign them their weights.
 At the subcriteria level, it is the groups of experts of each one of the criteria that determine them and subsequently pass to assign weights to each one of them through the methodology.
- 3) **Evaluación de las alternativas.**
 Experts of each one of the subcriteria evaluate the different alternatives among themselves, in such a way that they can establish the evaluation matrices.
- 4) **Jerarquización.**
 Finally, the coordinator constructs the decision matrix and the results are extracted.



conclusiones.

En este periodo se puede evaluar la consistencia del método empleado mediante indicadores matemáticos.

3. TIPOS DE SIMULACIÓN Y SITUACIÓN EN EL ARMA DE CABALLERÍA

Los simuladores no se utilizan en todos los casos para conseguir los mismos objetivos. Unos van dirigidos a las grandes unidades, otros pueden ir dirigidos para saber manejar los sistemas de armas reales y otros se emplean para planeamientos de acciones tácticas con el objetivo de ver posibles fallos o identificar aspectos a mejorar. Los distintos sistemas de simulación se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Atendiendo a su **finalidad**, éstos se clasifican en:
 - ✓ Simuladores de apoyo al adiestramiento y evaluación. Estos simuladores tienen como fin apoyar el adiestramiento de las unidades desde entidad Sección hasta Agrupación Táctica.
 - ✓ Simuladores de apoyo a la experimentación. Tiene por finalidad permitir experimentar nuevas tácticas, métodos y procedimientos, así como el empleo más adecuado de los nuevos materiales.
 - ✓ Simuladores para planeamiento y apoyo a la decisión. Facilitan al mando el planeamiento y el proceso de toma de decisiones.

- Atendiendo a su **naturaleza** se clasifican en:
 - ✓ Simuladores virtuales: el personal real opera un material, armamento o equipo que simula el existente en dotación en una determinada unidad o unidades. Por ejemplo: simulador de helicóptero, simulador de conducción, etc.
 - ✓ Simuladores reales o simulación en vivo: el personal opera sistemas reales que suplen alguna funcionalidad que se precisa para la I/A. También tienen esta consideración aquellos simuladores en los que el personal opera sistemas reales con sensores y accesorios que suplen alguna funcionalidad necesaria para la realización de estas actividades. Ejemplo: simuladores de duelo láser.
 - ✓ Simuladores constructivos: a través de modelos informáticos permite la representación gráfica de Unidades, sistemas de armas y sus efectos, equipos y terreno. Por ejemplo: simulador constructivo "MINERVA".

- **Otros materiales.**
 - ✓ Serious Games: son sistemas de simulación de bajo coste que están basados en juegos comerciales para ordenador (bajo licencia), los cuales, adaptados a las necesidades de los diferentes ejércitos, acaban siendo muy útiles para el adiestramiento de unidades hasta nivel S/GT, GT o para la instrucción individual de puesto táctico o de tripulación / equipo de diferentes plataformas. En el Ejército de Tierra dentro de esta categoría se encuentran el Steel Beasts y el VBS2.



- ✓ Entrenadores: Nos permiten reproducir las características de un arma/elemento/sistema y exigen la ejecución de las tareas necesarias en el orden adecuado para el correcto funcionamiento del aspecto que se quiere instruir. Sirve para sistematizar la práctica de operaciones rutinarias economizando medios y evitando el desgaste innecesario del material. Por ejemplo el TR-90.
- ✓ Ayuda a la instrucción/enseñanza: medios que complementan a los manuales de instrucción ayudando a su mejor comprensión.

La **pirámide de simulación** (Ilustración 2) representa de forma gráfica el modo en que ésta se organiza en el ámbito del ET en lo relativo a preparación. Para ello, se siguen los criterios de tipo de simulador y unidad que lo emplea en el Ejército, pudiendo identificarse los siguientes niveles:

- Primer nivel o Básico: contempla los medios de simulación que son empleados en el ET para el apoyo a la instrucción.
- Segundo nivel o Intermedio: contempla aquellos medios de simulación destinados a apoyar el adiestramiento de las unidades hasta nivel compañía.
- Tercer nivel o Avanzado: contempla aquellos medios de simulación destinados a apoyar el adiestramiento y evaluación de las unidades.



Ilustración 7. Pirámide de simulación. Fuente: Norma General 05/20 “Simulación en el Ejército de Tierra”

3.1. Simulación en las Unidades de Caballería

Debido al gasto que supone la instrucción y adiestramiento de las unidades de Caballería la simulación es una gran solución para mantener un nivel óptimo de operatividad optimizando los gastos. Los simuladores que actualmente emplean las unidades de Caballería son los siguientes⁴:

⁴ Ministerio de Defensa, «Academia de Caballería, Centro de Simulación y Adiestramiento de la ACAB» [En línea]. Available:



1) AULA DE IDENTIFICACIÓN CON CAJÓN DE ARENA

El Cajón de Arena constituye el simulador más sencillo pero no por eso menos importante. Su empleo es fundamental en las explicaciones de los despliegues y procedimientos más sencillos. La maqueta para identificación se emplea para las prácticas de identificación de las diferentes plataformas tanto terrestres (carros de combate, vehículos de reconocimiento, piezas de artillería, etc.) como aéreas (aviones y helicópteros) que pueden aparecer en el campo de batalla, así como la consiguiente familiarización con ellos.



Ilustración 8. Cajón de Arena. Fuente: Ministerio de Defensa

2) SIMULADOR DE CONDUCCIÓN EN AULA PARA CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E

Proporciona una simulación del procedimiento de arranque y parada y de los paneles de control de la cámara de conducción del Carro de Combate Leopardo 2E (funcionamiento y averías).

Consta de:

- La Cabina de Conductor: Réplica exacta del puesto del conductor en una estructura abierta por uno de los lados para facilitar que el instructor y otros alumnos puedan observar las evoluciones del conductor que se encuentra realizando el ejercicio de entrenamiento.
- Un ordenador desde el que el instructor dirige el ejercicio, pudiendo mandar diferentes incidencias al alumno que está actuando, fundamentalmente en forma de averías.



Ilustración 9. Simulador de Conducción. Fuente: Ministerio de Defensa



3) AULA DE ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR PARA CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E Y EL VEHICULO DE COMBATE PIZARRO:

Tiene como objetivo el facilitar el conocimiento de ambos vehículos. Estas aulas están dotadas con ordenadores que están instalados en red para un profesor y diez alumnos, de manera que es posible impartir diferentes lecciones interactivas, al tiempo que posibilita la evaluación permanente de los conocimientos adquiridos. La finalidad de los equipos de conducción en aula es que los conductores se familiaricen y aprendan a manejar todos los instrumentos de la cámara de conducción, aunque sin movimiento real ni representación del terreno ya que solo es simulado el sonido del motor. El instructor puede a través de su ordenador introducir averías o incidencias.

4) SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA ARMAS INDIVIDUALES NOPTEL

Este sistema permite entrenar al tirador desde un nivel “cero” de conocimientos hasta llegar a un nivel avanzado de puntería con uso de retroceso del arma y munición real y de fogueo. Para uso en espacios interiores y exteriores. Construcción altamente resistente e impermeable.

Permite efectuar todas las prácticas típicas de tiro de puntería militar, con cualquier arma individual, en distancias de tiro militar usadas simuladas y distancias reales. La estructura del sistema permite conectar a varios tiradores a un ordenador que maneja el instructor.

Todos los tiradores pueden disparar contra un solo blanco en ambientes exteriores, sin que haya interferencia entre disparos simultáneos. En ambientes interiores y cuando se dispara a cortas distancias, las distancias podrán ser simuladas. Los blancos son totalmente independientes y no requieren infraestructura ni conexiones de ninguna clase al arma, con lo cual se obtiene una máxima movilidad.

5) STEEL BEASTS:

“Steel Beasts” es un “serious game” (juego comercial adaptado a las necesidades militares y apoyado en hardware comercial), desarrollado por la empresa americana e SimGames, especialmente diseñado para la instrucción y adiestramiento de las unidades acorazadas y mecanizadas lo que lo hace perfecto para las unidades de Caballería. “Steel Beasts” es configurable para la instrucción técnica del Tirador y del Jefe de Vehículo y para la realización de ejercicios tácticos a nivel S/GT y GT, trabajando en modo individual o en multiusuario conectados en red. Ofrece la posibilidad de crear diferentes escenarios y de realizar juicios críticos revisando las imágenes grabadas de lo realizado (After Action Review-AAR). Permite la implementación de nuevas capacidades (vehículos, combate urbano, fracciones de insurgencia y contrainsurgencia) y prácticas de identificación de medios enemigos gracias a su gran catálogo de vehículos.



Ilustración 10. Puesto de trabajo Steel Beasts. Fuente: Ministerio de Defensa

Este simulador será explicado con mayor detalle en el apartado 3.2 debido a su importancia en este trabajo.

6) VIRTUAL BATTLE SPACE 2 (VBS2)

“VBS2” es un “serious game”, fabricado por la multinacional Bohemian Systems, especialmente diseñado para la instrucción y adiestramiento de procedimientos. Cómo “Steel Beasts”, “VBS2” puede trabajar en modo individual o en multiusuario, conectados en red, permite la implementación de nuevas capacidades (vehículos, combate urbano, fracciones de insurgencia y contrainsurgencia) y la posibilidad de crear diferentes escenarios y de realizar juicios críticos revisando las imágenes grabadas de lo realizado (After Action Review-AAR).

7) SIMULADORES DEL CARRO DE COMBATE LEOPARDO 2E

- Simulador dinámico de torre (STO)

Básicamente se trata de una torre del carro de combate Leopard 2E. Este simulador fue diseñado por la empresa española INDRA. Diseñado para la instrucción de los puestos de Jefe de Vehículo, Tirador y Cargador de la tripulación del carro de combate Leopard 2E. Explicado con más detalle en el apartado 3.3.



Ilustración 11. Simulador Táctico de Fuegos. Fuente: Ministerio de Defensa.

- Simulador dinámico de conducción: Diseñado para la instrucción del conductor del Carro de Combate Leopard 2E.
- Simulador táctico de fuegos (SPT): Diseñado para la instrucción a nivel sección.

3.2. Simulador STO

El simulador de torre consiste en la réplica exacta de una torre del carro de combate



Leopardo 2E⁵, tal y como se puede observar en la Ilustración 3, con lo que se consigue que la tripulación del carro, a excepción del conductor, tenga la sensación de estar dentro de un carro de combate real. El RAC Castilla 16 tiene en su acuartelamiento un STO.

El STO es un simulador para la instrucción de puesto táctico y la formación técnica de los tripulantes de torre, Jefe de Carro(JC), Apuntador tirador (AT) y Radio Cargador (RC), ideal para la instrucción de tiro, prácticas y evaluación de procedimientos individuales y de tripulación.



Ilustración 12. Simulador de torre STO⁶

Es en el simulador de torre donde se obtienen, validan y acreditan los niveles, tanto de puesto táctico como de tripulación, básico, intermedio y avanzado, y cuya obtención permitirá posteriormente la ejecución y evaluación de los ejercicios en los CT. La evaluación de estos niveles debe realizarse por personal del GIUACO (Grupo de Instrucción de Unidades Acorazadas), localizado en el CENAD San Gregorio, en Zaragoza.

Para ello, el GIUACO realiza un Test de Verificación de la Instrucción de las Tripulaciones (TVITRP) por el que se informa de la adecuación a los procedimientos de tiro al realizar los ejercicios de instrucción. La finalidad de este Test es:

- Verificar una correcta instrucción de todas las tripulaciones a los procedimientos de tiro aplicando un criterio único y objetivo, corrigiendo desviaciones en los procedimientos de tiro, así como estudiando y proponiendo mejoras en los mismos.
- Conseguir la interoperabilidad de los tripulantes, independientemente de la unidad de carros en la que estén encuadrados.
- Mantener una base de datos de los resultados de estos test de forma que se lleve un registro personalizado y objetivo de la instrucción de aplicación y se realice un tratamiento individualizado de los aspectos en los que se debe incidir para mejorar o solventar las carencias detectadas en la ejecución de los test.

⁵ Para consultar detalles técnicos sobre el Leopardo 2E ver Anexo I.

⁶ Fuente: **Los simuladores que ahorran miles de euros al ejército de tierra** (2018)
<https://www.merca2.es/2018/08/11/simuladores-ahorran-ejercito-tierra/>



El TVITRP consiste en:

- Realizar todos los ejercicios correspondientes a una de las fases de instrucción. De estos ejercicios, al menos 10, deben ser elegidos por el IAT del GIUACO, se realizan y se superan en los STO de GIUACO.

- Una vez realizado el paso anterior se lleva a cabo el Test con la realización de un ejercicio de evaluación.

La verificación se realizará mediante:

- En la Libreta de Tiro el IAT del GIUACO anota y firma los ejercicios superados y pone la puntuación obtenida.

- Además se lleva a cabo un informe sobre la progresión y los niveles alcanzados en la instrucción por parte del GIUACO.

Así pues, el método de instrucción por fases es el más adecuado para este caso, ya que aumenta de forma progresiva la dificultad de las tareas. Se busca así un proceso de instrucción continua, impidiendo pasar a una fase más avanzada si la anterior no ha sido superada. El principal motivo de esto es la seguridad, ya que, al ser las tareas de complejidad creciente, se requiere el dominio de las habilidades de cada fase para afrontar los requisitos de la siguiente. Esta falta de conocimientos, puede derivar en un riesgo para la seguridad tanto del personal como del material en simuladores o en el carro real. Sin embargo, este sistema también tiene sus problemas ya que si una tripulación que ya ha alcanzado el nivel básico de tripulación pierde a uno de sus integrantes y es sustituido por alguien que no tiene los mismos niveles del que ha sustituido la tripulación debe volver a repetir todo el proceso para llegar al nivel básico de tripulación con el tiempo y esfuerzo que requiere.

3.3. Steel Beasts

Se trata de un simulador que permite la instrucción y el adiestramiento táctico y técnico de tripulaciones de Carro de Combate Leopard, en todas sus versiones, VCI/C Pizarro y BMR-VEC (ANEXO II) sobre todo, aunque también permite la instrucción táctica para otro tipo de Unidades.

Este simulador está basado en un videojuego de una empresa estadounidense llamada "eSimgames" y es empleado por muchos Ejércitos de la OTAN. Están especializados en simuladores comerciales para unidades de combate. Su principal producto es Steel Beasts Professional, el cual tiene dos variantes: SB Pro PE6 disponible para cualquier usuario interesado en la aplicación como un videojuego, y SB Pro, que es la que se proporciona a las fuerzas armadas de los países que compran esta licencia, con el objetivo de usarlo como simulador.

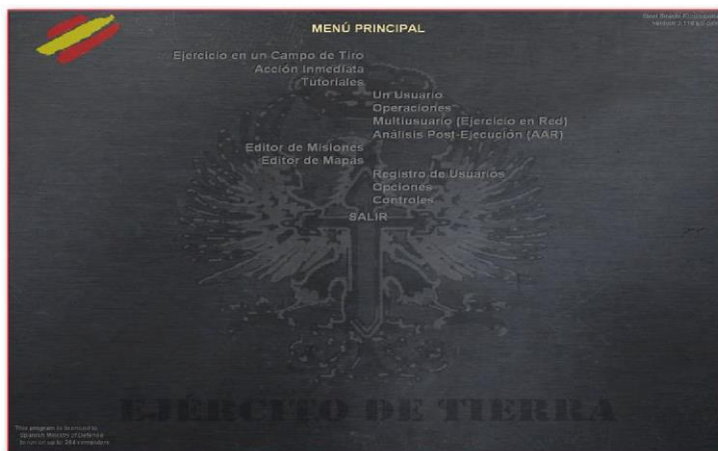


Ilustración 13. Menú principal Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia.

El Steel Beasts pretende recrear los puestos de Jefe de Carro, Tirador, Conductor y Cargador con paneles táctiles y réplicas exactas de los mandos reales del vehículo, con lo que se consigue que el tripulante adopte los mismos procedimientos que si estuviera dentro del Carro. Se incluyen los fundamentos del tema o problema a investigar: los antecedentes tanto empíricos (que está basado en la experiencia y en la observación de los hechos) como teóricos.

El Steel Beasts permite la continua instrucción de Tiradores y Tripulaciones a través de distintos ejercicios de tiro, así como la instrucción táctica de las Unidades con ejercicios multiusuario donde se puede plantear todo tipo de situaciones, terrenos, climatología, incidencias, averías de los vehículos y distintos tipos de fuerzas de oposición lo que hace que la instrucción sea lo más completa posible.

El Simulador permite también la realización de Ejercicios de Puesto de Mando y la instrucción táctica del resto de Unidades que se encuentran en la base General Menacho, así como la realización de Temas conjuntos entre ellas, al disponer de una gran cantidad de vehículos, posibilidad del empleo de Artillería, Unidades de Zapadores y material logístico.

En cuanto al ámbito nacional⁷, en el año 2003 se realizó un estudio para considerar la viabilidad de adoptar el simulador Steel Beasts como método de instrucción. En 2004, se construyeron las primeras aulas de pruebas y, tan solo un año después, se terminaron de construir el resto. Además, en este mismo año, se solicitó el desarrollo de los vehículos Leopardo, Centauro y Pizarro. En 2013 se desarrolla el VEC8 y el RG-31. En 2014, en el ejército había 14 aulas con un total de 400 PC. En 2017 se inicia el desarrollo del futuro 8x8. Actualmente se cuenta con más de 40 aulas, 1642 PC,s y 250 licencias.

En el caso del Ejército de Tierra⁸, es el CENAD SG quien centraliza todas las licencias. Esto se ha hecho así porque es inviable económicamente pagar por 1642 licencias, una por cada ordenador que tiene instalado SB, cuando únicamente se utilizan unas pocas cada día a nivel Ejército. Por este motivo, y aunque cada aula tiene

⁷ Información obtenida de MADOC, MANUAL STEEL BEASTS PRO PARA INSTRUCTORES, 2017.

⁸ Información obtenida del Ministerio de Defensa, «PLAN ANUAL DE CONTRATACIÓN PARA EL AÑO 2019 DEL MINISTERIO DE DEFENSA»



disponibles tantas licencias como ordenadores haya, hay únicamente 250 licencias en el CENAD, las cuales son solicitadas por las unidades, a través de la aplicación IBM Lotus Notes, con la suficiente antelación para poder abastecer a todas las unidades con el máximo número de licencias posibles. El coste de mantenimiento de dichas licencias es de 250.000 € anuales.

Si bien es verdad que el Steel Beasts permite la instrucción y el adiestramiento de nuestros militares, también existen aspectos a mejorar, los cuáles se analizarán y se intentarán resolver de alguna manera durante este proyecto.

4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS.

En primer lugar, este apartado se centrará en el simulador de torre del Leopardo 2E. Se llevará a cabo un análisis del cuestionario que realizaron varios miembros del Grupo de Caballería Calatrava (Badajoz) y de la entrevista que se realizó a un Sargento Instructor Avanzado de Tiro (IAT) de esa misma unidad. Una vez completado este análisis se realizará un análisis DAFO sobre el simulador de torre. Posteriormente, se formularán las mejoras planteadas para el simulador. Por último, haciendo uso de la metodología AHP y planteando los criterios para la ordenar las mejoras a desarrollar, se jerarquizarán todas las mejoras.

Una vez se haya finalizado con el simulador de torre, se repetirá el proceso para el Steel Beasts.

4.1. Simulador STO

El sistema de simulación STO es un medio de simulación que se emplea intentando aprovechar al máximo su potencial y optimizando el tiempo de empleo. Este simulador es muy importante para que las tripulaciones puedan alcanzar los niveles básico, intermedio y avanzado ya que tiene un papel crucial en el proceso de obtención de estos.

4.1.1 Análisis cuestionarios y encuestas

Gracias al cuestionario (ANEXO V) sobre el simulador de torre STO realizado a 9 miembros del Regimiento Acorazado Castilla 16 se han podido llegar a algunas conclusiones. Una de las conclusiones más destacables es la necesidad de la adquisición de una torre de simulación más para la Base General Menacho

Además, el personal que realizó el cuestionario también destacó los problemas que hay en cuanto a la interferencia, ya que se quejan de fallos en el sensor de voz que en ocasiones no detecta la voz del jefe de carro.

Por último, todos consideran que se debería de emplear más el STO, tienen la sensación de que ellos personalmente no utilizan el STO las horas que deberían.

En base a una entrevista (ANEXO VII) realizada a un sargento con once años de antigüedad destinado en el Regimiento Acorazado Castilla 16 se ha podido comprender el proceso para la obtención de los niveles de puesto táctico y de tripulación.

Adquisición de los niveles de puestos tácticos:

Los niveles de puestos tácticos se obtienen igual para tirador como para jefe. En



primer lugar se adquieren los conocimientos necesarios mediante la realización de un curso de tirador cargador o de Jefe de carro. Una vez se han completado estos cursos se hacen unos ejercicios en el ordenador a través del simulador Steel Beasts; lo que se pretende con estos ejercicios es que el personal se familiarice con los procedimientos. Una vez se han realizado estos 10 ejercicios con éxito en el Steel Beasts, la siguiente fase se cumplimenta en el simulador de torre STO. En el STO se llevan a cabo otros 10 ejercicios como mínimo, siendo el 10º ejercicio el examen en función del cual se decidirá si el examinado consigue el puesto táctico o no. Si aprueba ya podrá trabajar con otros que tengan el mismo nivel de puesto táctico. En el caso del cargador solo tiene que realizar el curso de cargador-tirador y conocer y aplicar las normas de seguridad.

Adquisición de los niveles de tripulación:

Cuando todos los miembros de la tripulación tienen el nivel necesario, se llevan a cabo unos 40 ejercicios en el STO (de los cuales se puede ver algún ejemplo en el ANEXO III), siendo los números múltiplos de 3 con cargador manual y el resto con cargador automático. Una vez realizan del 1 al 32-33 en función del nivel y de manera satisfactoria el IAT los verifica como que tienen nivel de tripulación. Posteriormente deben ir al GIUACO, donde se encargan de comprobar si realmente esa tripulación tiene ese nivel. Para ello eligen 10 ejercicios al azar, de los 33 anteriormente realizados en su unidad.

Una vez hecho esto, se realiza un examen que consiste en un ejercicio de los 33 posibles. Si durante el examen no cometen ningún error grave y el personal examinador considera que cumplen con los requisitos para conseguir el nivel de tripulación se verifica que esa tripulación es de nivel básico, intermedio o avanzado según corresponda. Tras todo este proceso se va al campo de tiro, en donde se realizan otros 3-4-5 ejercicios por puesto táctico y otros tantos por tripulación.



Ilustración 14. Cabina de instructores STO. Fuente: Defensa.com

Problemática y posibles mejoras:

El problema de este sistema es que si un miembro de la tripulación se va de la unidad, la tripulación pierde el nivel a no ser que se incorpore en su puesto táctico otro que tenga el mismo nivel. Si no es el caso, la tripulación debe comenzar de cero el proceso para la adquisición del nivel de tripulación.

Por otra parte en base a la entrevista realizada se puede afirmar que el STO se aprovecha correctamente, la única manera de optimizar el tiempo sería aumentar el número de instructores de puesto táctico para que pudiesen rotar más entre ellos ya que tienen un tiempo limitado para estar evaluando, o bien con una mejora del mantenimiento en cuanto a la adquisición de recambios ya que debido al tiempo que tienen estos simuladores, en torno a los 15 años, empiezan a desgastarse y a sufrir



averías. La otra opción sería la adquisición de una nueva torre de simulación.

Si nos centramos en mejoras para la instrucción y el adiestramiento una opción podría ser que este simulador incluyese el puesto del conductor, lo que ya tiene el simulador SPTO que se encuentra en Zaragoza⁹.

4.1.2 Análisis DAFO

Para poder definir claramente las ventajas y desventajas, además de las oportunidades y las amenazas del simulador STO se optó por la realización de un análisis DAFO:

DEBILIDADES	AMENAZAS
Inversión inicial para su adquisición	Aumento progresivo de averías
Gráficos obsoletos	
Problemas con la interfonía	
Errores en puntuaciones de tiro	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Cohesión tripulación gracias a las horas de instrucción	Posibilidad de conectar el STO con el simulador dinámico de conducción
Ahorro de costes (Combustible, Munición, Mantenimiento)	Posibilidad de conectar y emplear conjuntamente Steel Beasts en STO.
Voces de tiro	
Práctica de procedimientos	

Tabla 1. Análisis DAFO STO. Fuente: Elaboración propia

Las **debilidades** mostradas en el análisis DAFO tienen repercusión en varios aspectos. En el ámbito económico en cuanto a la inversión inicial para su adquisición, si bien es verdad que a largo plazo supone un ahorro en costes. En el ámbito técnico debido a que tiene pequeños fallos que de solucionarse mejorarían la instrucción de las tripulaciones, como pueden ser fallos en la puntuación de determinados tiros. Además, este simulador consta de unos gráficos obsoletos que en parte dificultan la inmersión del personal en el ejercicio que se esté realizando.

Lo que destaca de este simulador son sus numerosas **fortalezas**. El ahorro de costes que supone el empleo de este simulador es muy cuantioso, pues supone un gran ahorro en combustible, ya que un depósito de Leopardo 2E se llena con unos 1100 litros de gasoil, por no hablar del ahorro en munición y en transportes de los carros de combate a campos de maniobras y tiro que permitan ejercicios de tiro real a los Leopardo. Además, es una herramienta muy útil para la práctica de procedimientos y voces de tiro, de manera que los integrantes de una tripulación puedan interiorizar todo antes de llevarlo a la realidad. Por otra parte, la posibilidad que tienen las tripulaciones

⁹ En Zaragoza se encuentra el GIUACO, unidad de referencia dentro del Ejército de Tierra en cuanto a simulación se refiere.



de los carros de combate para realizar una gran cantidad de ejercicios supone un incremento en la cohesión de estas en particular, y de las secciones acorazadas en general.

En cuanto a las **amenazas** para el STO sobresale un aumento progresivo de las averías ya que estos simuladores llevan en funcionamiento en las unidades alrededor de 15 años y empiezan a sufrir averías por el desgaste que sufren las piezas, según un sargento con el curso IAT hay problemas con las comunicaciones, problemas con algunos engranajes, o por ejemplo si un simulador tiene muchos disparos las piezas que hacen que el proyectil salga se desgastan y se queda atascado.

Por último en relación a las **oportunidades** existe la posibilidad de conectar el STO con el Simulador dinámico de conducción lo que permitiría una instrucción y adiestramiento más completa ya que no solo se adiestrarían el jefe de carro, el tirador y el cargador sino que también se instruiría el conductor de carro a la vez. También existe la posibilidad de conectar y emplear conjuntamente Steel Beasts en STO, lo que mejoraría mucho la instrucción y el adiestramiento de las unidades que cuenten con carros de combate Leopard 2E ya que se podrían realizar temas tácticos, o por lo menos se haría más completa y más real la instrucción de las tripulaciones de Leopard.

4.1.3. Propuestas de mejoras

Una vez analizada la entrevista realizada a sargentos y tenientes del Grupo Calatrava del RAC 16, entre los que cabe destacar al Sargento Caballero, ya que es instructor de tripulaciones en el STO, además de encargarse de las calificaciones de estas tripulaciones; y teniendo claro las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del simulador de torre STO se pueden plantear posibles mejoras tanto para la optimización en su tiempo de empleo como para mejorar la instrucción y adiestramiento que se consigue a través de él. Las mejoras planteadas son las siguientes:

- 1) Adquisición de un nuevo simulador de torre STO para el acuartelamiento Base General Menacho.
- 2) Formación de más IATs.
- 3) Aumento en la adquisición de recambios para mantenimiento del simulador.
- 4) Incluir en el simulador el puesto de conductor.
- 5) Adquisición de cascos de interfonía nuevos que sustituyan a los actuales que dan problemas.

4.1.4. AHP para jerarquización y ordenación de las mejoras.

Para la ordenación y jerarquización de las mejoras se utilizó la metodología Analytic Hierarchy Process. Para ello se determinaron una serie de criterios elegidos gracias a opiniones y propuestas de 5 oficiales y 7 suboficiales del Grupo de Caballería Calatrava:

- 1) Coste de inversión.
- 2) Tiempo de implantación de la mejora.



- 3) Dificultad de desarrollo.
- 4) Importancia de la mejora.

Para hacer más completos estos criterios se incluyeron subcriterios, dentro del criterio “Tiempo de implantación” se incluyó el corto plazo, el medio plazo y el largo plazo. Así se puede distinguir entre las mejoras que son más rentables a corto plazo y las que son más rentables a largo plazo. Otro criterio al que se le añadieron subcriterios fue a “Importancia de la mejora”, en este caso se completó con “Mejora la instrucción”, “Optimiza el tiempo” y “Aumenta motivación”. De esta manera el esquema final de criterios y subcriterios queda de la siguiente forma:

- 1) Coste de inversión.
- 2) Tiempo de implantación de la mejora.
 - ✓ Corto plazo.
 - ✓ Medio plazo.
 - ✓ Largo plazo.
- 3) Dificultad de desarrollo.
- 4) Importancia de la mejora.
 - ✓ Mejora la instrucción.
 - ✓ Optimiza el tiempo.
 - ✓ Aumenta la motivación.

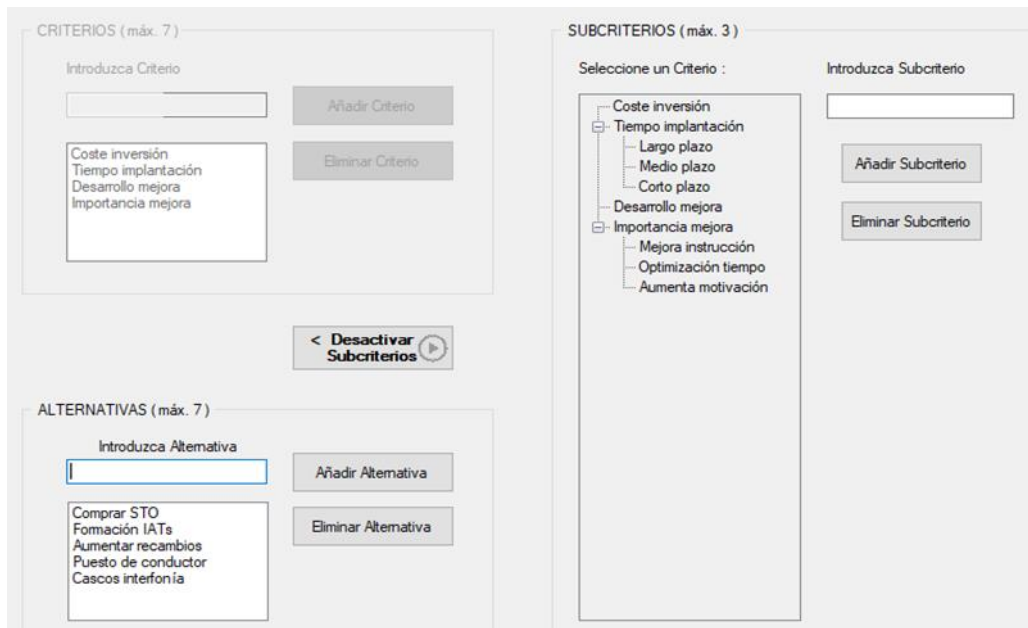


Ilustración 15. Alternativas, Criterios y Subcriterios STO. Fuente: Elaboración propia

Una vez elegidos los criterios se priorizó unos sobre otros a través de la siguiente tabla, empleando la Escala de SAATY, como se puede ver en la Tabla 2. El criterio al que se dotó de mayor importancia fue al coste de inversión, seguido de la importancia de la mejora, el tiempo de implantación y la dificultad del desarrollo de la mejora. Para ello se preguntó a 5 oficiales del Grupo de Caballería Calatrava.



Evaluación de CRITERIOS					Escala de SAATY	
CRITERIOS	Coste inversión	Tiempo	Desarrollo mejora	Importancia	PESOS(W)	Valor Definición
Coste inversión	1	5	7	3	0,56	1 a - Igual Importancia
Tiempo implanta...	1/5	1	3	1/3	0,12	3 b - Importancia Moderada v 1/3
Desarrollo mejora	1/7	1/3	1	1/5	0,06	5 c - Importancia Grande v 1/5
Importancia mejora	1/3	3	5	1	0,26	7 d - Importancia Muy Grande v 1/7
						9 e - Importancia Extrema v 1/9

R.I. : 0,0439

Tabla 2. Evaluación de criterios STO. Fuente: Elaboración propia

De la misma forma se hizo con los subcriterios a través de la siguiente tabla:

Tiempo	Largo plazo	Medio plazo	Corto plazo	PESOS(W)	Importancia mejora	Mejora instrucción	Optimización	Aumenta	PESOS(W)
Largo plazo	1	3	5	0,63	Mejora instrucción	1	7	5	0,72
Medio plazo	1/3	1	3	0,26	Optimización tiempo	1/7	1	1/3	0,08
Corto plazo	1/5	1/3	1	0,11	Aumenta motivación	1/5	3	1	0,19

R.I. : 0,0334 R.I. : 0,0567

Tabla 3. Evaluación de Subcriterios STO. Fuente: Elaboración propia

Dentro de los subcriterios relacionados con el tiempo, el más importante fue el corto plazo, seguido del medio y del largo plazo. En el caso de los subcriterios relacionados con la importancia de la mejora, el que más peso adquirió fue la “mejora en la instrucción”, seguido de “aumento de la motivación” y de “optimiza el tiempo”.

El siguiente paso dentro de la metodología AHP es evaluar las alternativas en función de los criterios y subcriterios marcados anteriormente, esto se hace a través de una serie de tablas en las que se evalúa cada una de las alternativas:

R.I. : 0,0951						R.I. : 0,0542							
Coste inversión	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)	Largo plazo	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)
Formación...	7	1	3	5	3	0,03	Comprar S...	1	5	7	3	9	0,50
Aumentar ...	7	1/3	1	5	1	0,44	Formación...	1/5	1	3	1/3	5	0,13
Puesto de...	5	1/5	1/5	1	1/5	0,22	Aumentar ...	1/7	1/3	1	1/5	3	0,07
Cascos int...	7	1/3	1	5	1	0,08	Puesto de...	1/3	3	5	1	7	0,26
						0,22	Cascos int...	1/5	1/5	1/3	1/7	1	0,03

R.I. : 0,0455						R.I. : 0,0291							
Medio plazo	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)	Corto plazo	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)
Comprar S...	1	3	5	1	7	0,40	Comprar S...	1	1/5	1/7	1/3	1/7	0,04
Formación...	1/3	1	1	1	3	0,17	Formación...	5	1	1/3	1	1/5	0,13
Aumentar ...	1/5	1	1	1/3	1	0,10	Aumentar ...	7	3	1	3	1	0,34
Puesto de...	1	1	3	1	5	0,28	Puesto de...	3	1	1/3	1	1/3	0,12
Cascos int...	1/7	1/3	1	1/5	1	0,06	Cascos int...	7	5	1	3	1	0,38

Tabla 4. Evaluación de Alternativas STO. Fuente: Elaboración propia



R.I. : 0.0291						R.I. : 0.0424							
Desarrollo mejora	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)	Mejora instrucción	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)
Comprar S...	1	1/5	1/7	1/3	1/7	0,04	Comprar S...	1	5	7	1	7	0,41
Formación...	5	1	1/3	1	1/5	0,13	Formación...	1/5	1	3	1/3	5	0,15
Aumentar ...	7	3	1	3	1	0,34	Aumentar ...	1/7	1/3	1	1/5	1	0,06
Puesto de...	3	1	1/3	1	1/3	0,12	Puesto de...	1	3	5	1	5	0,33
Cascos inter...	7	5	1	3	1	0,38	Cascos inter...	1/7	1/5	1	1/5	1	0,05

R.I. : 0.0484						R.I. : 0.0368							
Optimización tiempo	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)	Aumenta motivación	Comprar STO	Formación IATs	Aumentar recambios	Puesto de conductor	Cascos interfonía	PESOS(W)
Comprar S...	1	5	5	1	7	0,40	Comprar S...	1	5	7	3	7	0,49
Formación...	1/5	1	3	1/3	5	0,15	Formación...	1/5	1	3	1/3	3	0,12
Aumentar ...	1/5	1/3	1	1/5	1	0,06	Aumentar ...	1/7	1/3	1	1/7	1	0,05
Puesto de...	1	3	5	1	5	0,33	Puesto de...	1/3	3	7	1	7	0,29
Cascos inter...	1/7	1/5	1	1/5	1	0,05	Cascos inter...	1/7	1/3	1	1/7	1	0,05

Tabla 5. Evaluación de Alternativas STO. Fuente: Elaboración propia

Una vez realizados todos los pasos anteriores, la metodología AHP da como resultado una matriz de decisión con los pesos de cada alternativa, de manera que deja claro cuál es la alternativa a elegir.

MATRIZ DE DECISIÓN						
CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	Comprar STO	Formación	Aumentar	Puesto de	Cascos
Coste inversión	0.56	0.03	0.44	0.22	0.08	0.22
Tiempo implantación	0.12	0.43	0.14	0.10	0.25	0.08
+ Largo plazo	0,63	0,50	0,13	0,07	0,26	0,03
+ Medio plazo	0,26	0,40	0,17	0,10	0,28	0,06
+ Corto plazo	0,11	0,04	0,13	0,34	0,12	0,38
Desarrollo mejora	0.06	0.04	0.13	0.34	0.12	0.38
Importancia mejora	0.26	0.43	0.14	0.05	0.32	0.05
+ Mejora instrucción	0,72	0,41	0,15	0,06	0,33	0,05
+ Optimización tiempo	0,08	0,40	0,15	0,06	0,33	0,05
+ Aumenta motivación	0,19	0,49	0,12	0,05	0,29	0,05
		0.19	0.31	0.17	0.17	0.17

Tabla 6. Matriz de Decisión STO. Fuente: Elaboración propia

Gracias a los resultados obtenidos reflejados en la matriz de decisión podemos jerarquizar y ordenar las diferentes mejoras propuestas. La mejora que más puntuación global ha obtenido es la Formación de más IATs. La siguiente opción con más puntuación es comprar otro simulador de torre y las otras tres mejoras han obtenido la misma puntuación global.

En cuanto a los criterios, el que más importancia ha tenido es el coste de inversión, seguido de la importancia de la mejora, el tiempo de implantación y en último lugar, el desarrollo de la mejora.

Es bastante obvio que la propuesta que más puntuación global ha obtenido es la que más puntuación ha obtenido en el criterio “Coste de inversión”, como se puede apreciar en la tabla. Sin embargo, la segunda propuesta con mayor puntuación global, comprar otro STO es la que menos puntuación tiene en el criterio con más importancia en la decisión.

Por otra parte, dentro de la puntuación obtenida en el criterio “Tiempo de implantación”, la propuesta con mayor puntuación es comprar un STO. En segundo lugar se encuentra la mejora consistente en añadir el puesto de conductor al simulador. En tercer lugar está la opción “formación de más IATs”. En penúltimo y último lugar dentro de este criterio se hallan las mejoras “Aumentar compra de recambios” y “Adquisición de cascos nuevos para interfonía”, respectivamente.



4.2. Simulador Steel Beasts

4.2.1. Análisis encuestas y entrevistas

El simulador Steel Beasts es de gran utilidad para las unidades que emplean vehículos ya que cualquier vehículo puede ser desarrollado e incluido en él. Además permite realizar cualquier ejercicio que se desee ya que las misiones las crean los propios jefes o bien el encargado de las aulas Steel Beasts de cada acuartelamiento. Para conseguir información y conocer la opinión de las personas que emplean en su día a día este simulador se confeccionó un cuestionario (ANEXO VI) sobre el simulador Steel Beasts y se realizó una entrevista.

El cuestionario (respondido por 12 miembros del RAC 16) permitió conocer la opinión de militares que emplean este simulador para su instrucción y adiestramiento. La mayoría de ellos consideran el simulador Steel Beasts como una herramienta útil para su trabajo, tal y como se puede ver en la Ilustración 16.

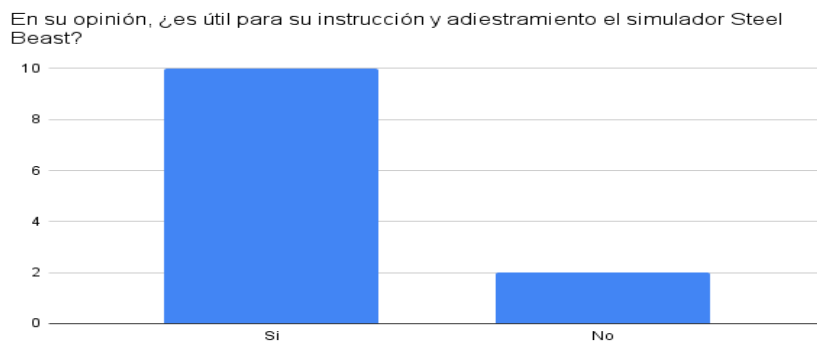


Ilustración 16. Resultados Pregunta 3 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, opinan que no se aprovecha al máximo. El 75% de los encuestados respondieron negativamente a la pregunta número 4 del cuestionario en la cual se les preguntaba si se aprovechaba al máximo el Steel Beasts.

Además, en torno al 60% de los encuestados consideran que el material de las aulas Steel Beasts está en mal estado, como se puede apreciar en el gráfico que se muestra en la Ilustración 17.

En su opinión, ¿considera que el simulador Steel Beast esta en buen estado (mandos, monitores, ordenadores, etc)?

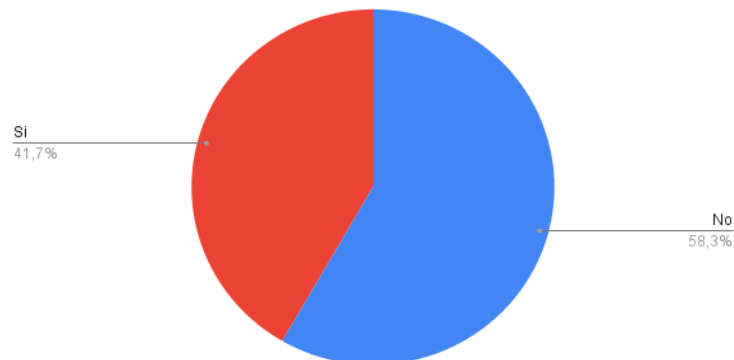


Ilustración 17. Resultados Pregunta 6 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia



Se preguntó por la motivación que genera utilizar este simulador, es importante que cuando se vaya a realizar cualquier tipo de instrucción la gente tenga motivación ya que así se implicarán más en el aprendizaje de la actividad a realizar y la instrucción y adiestramiento serán más efectivos. En este caso la respuesta más elegida fue la opción “a veces”, seguida de “Siempre”, y la menos votada fue “Nunca”, tal y como se puede ver en el gráfico de barras que se muestra en la Ilustración 18. El objetivo dentro de las unidades debería ser que todo el mundo que realizase el cuestionario respondiese en esta pregunta que siempre tiene motivación al hacer uso del Steel Beasts.

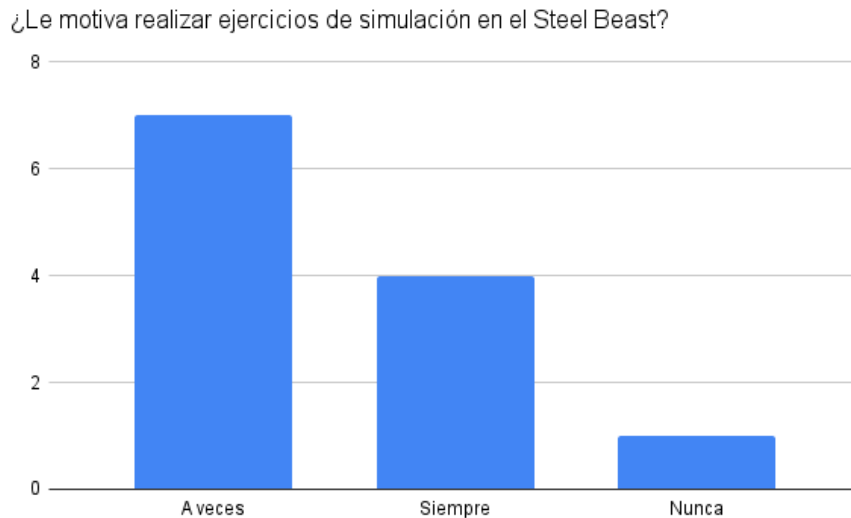


Ilustración 18. Resultados Pregunta 7 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer la opinión general del personal que emplea el simulador Steel Beasts se realizó la pregunta 6, los resultados fueron los siguientes:

	1	2	3	4	5
En una puntuación del 1 al 5, siendo 1 la peor nota y 5 la mejor, qué nota le pondría al simulador Steel Beast.	1	1	6	3	1

Tabla 7. Resultados Pregunta 6 Cuestionario Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

La puntuación más elegida fueron 3 puntos, por lo tanto, los militares lo ven útil pero con aspectos a mejorar.

Para finalizar muchos de ellos aportaron posibles mejoras para este simulador como respuesta a la pregunta 8 “Por último, ¿qué mejoras propondría para el Steel Beast?”, algunas de ellas fueron:

- Una mayor inversión
- Mejora de los mandos de jefe de carro y tirador, ya que casi todos tienen fallos de calibración.



- Adquisición de mandos que simulan el VEC, ya que actualmente no existen en la unidad de simulación.
- Mejora de la estabilidad gráfica, ya que la tasa de fps es muy baja haciendo imposible muchas veces la ejecución de los ejercicios.
- Creación de aulas inmersivas que simulen los puestos tácticos aislando a cada usuario en su puesto.
- Aumentar la frecuencia de su utilización.

Para tener la opinión de alguien especializado y con una gran experiencia en el empleo del Steel Beasts, se realizó una entrevista (ANEXO VIII) al brigada responsable de las aulas Steel Beasts del Grupo de Caballería Calatrava, el cual cuenta con 19 años de experiencia dentro del Ejército de Tierra. Gracias a ello se pudo obtener mucha información y algunas conclusiones.

Utilización y modo de empleo:

En primer lugar, afirmó que cuando los jefes de sección van con sus secciones a realizar instrucción al Steel Beasts, esta suele ir enfocada a la instrucción de puestos tácticos, pero en ocasiones también se emplea para realizar ejercicios tácticos durante continuadas o maniobras. También se le preguntó si el personal que va a hacer uso del Steel Beast tiene los conocimientos necesarios para emplearlo de manera correcta, y el brigada informó que antes de hacer uso del simulador se realiza una adaptación de los conocimientos técnicos del carro en la aplicación de este simulador. Para ello se dispone de tutoriales que enseñan el correcto uso del mismo.

Posibles mejoras e inconveniente principal:

Una de las respuestas más destacables fue que las principales cosas que deberían mejorarse, muchas de ellas previstas aunque no se llegan a realizar, son la implementación de un programa de voz IP que permite hablar entre los miembros de la tripulación, y aumentar el realismo en el creador de mapas con la colocación de carreteras, ya que actualmente se adaptan a las curvas de nivel, en vez de quedarse planas para que los vehículos puedan circular por ellas sin problemas. Esto se puede observar en la Ilustración 18 en la que se puede ver una especie de camino que debería de ser una carretera.

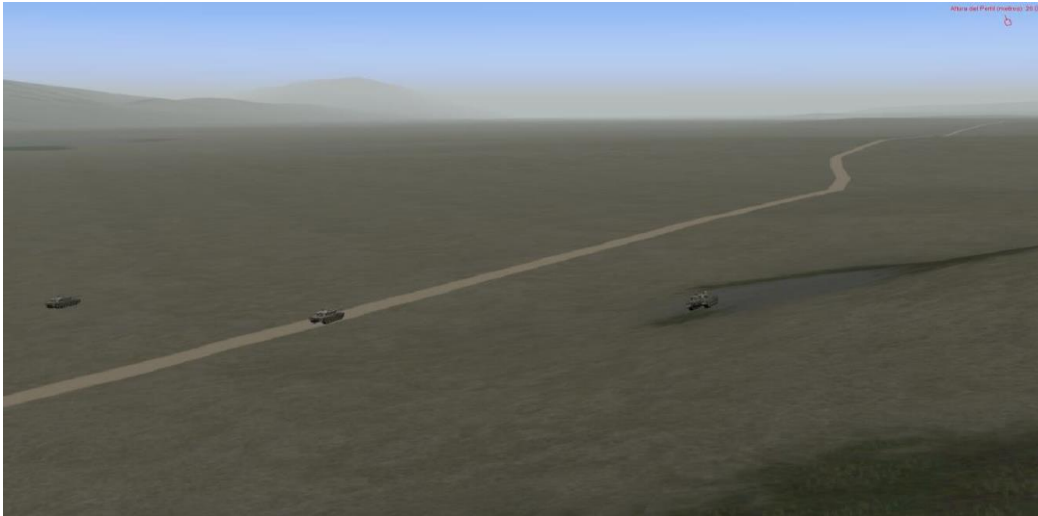


Ilustración 19. Ejercicio en Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, explicó que desde su punto de vista el mayor inconveniente que tiene este simulador es la falta de realismo en los puestos tácticos, ya que aunque se tiene la réplica de los mandos de algunos vehículos como el Leopardo o el Centauro, falta un mando que simule el de los VEC, el resto de controles tienen que realizarse mediante la pantalla, no siendo realista al final la simulación del puesto táctico.

4.2.2. Análisis DAFO

Con la información obtenida gracias al cuestionario y la entrevista se decidió exponer las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del Steel Beasts a través de un análisis DAFO.

DEBILIDADES	AMENAZAS
Importancia de la presencia de un IAT o del director del ejercicio que permita evaluar los ejercicios.	Si hubiera algún problema con la red eléctrica no se puede emplear.
En ocasiones el personal no está motivado o se toma la instrucción en el Steel Beasts como si fuera un videojuego.	Desgaste de los mandos de los puestos tácticos que suponga algún tipo de fallo en su empleo.
La inmersión en el puesto no es perfecta ya que nos encontramos en un aula con ordenadores en lugar de en el interior de un carro.	Disponibilidad de las licencias necesarias



FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Ahorro de costes, ya que únicamente se consume la electricidad que utilizan los ordenadores.	Posibilidad de adquirir réplicas de mandos de VEC
Práctica de procedimientos	Posibilidad de conectar y emplear conjuntamente Steel Beasts en STO.
Permite repetir un ejercicio si sale mal tantas veces como sea necesario.	Posibilidad de realizar ejercicios inter armas
Permite practicar la identificación de medios	
Buen primer contacto con los mandos del carro	

Tabla 8. Análisis DAFO Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las **debilidades**, es necesario contar con personal que sepa usar de manera adecuada este simulador y esto es un gran inconveniente porque debe tener un conocimiento muy grande de la aplicación, y además tiene que ser capaz de comunicársela y enseñársela al resto del personal. Por otra parte, es necesario disponer de personal capacitado para calificar los ejercicios que son realizados en el Steel Beasts, este personal se conoce en el Ejército como IAT. El IAT es un oficial o suboficial especializado en el tiro del carro, en el desarrollo de los procesos de instrucción de tiro, en el análisis de los resultados y en el empleo de los medios técnicos de apoyo a esa instrucción. Entre las principales misiones del IAT se encuentra el asesorar al jefe en el planeamiento, controlar los datos de tiro y realizar el seguimiento del programa de instrucción de tiro.

Por ello es muy importante que los IAT estén permanentemente perfeccionando y actualizando sus conocimientos, ya sea mediante seminarios, reuniones anuales con el resto de IAT del Ejército de Tierra o mediante intercambios de conocimientos con IAT de otros países.

En el caso de las **fortalezas**, la mayor ventaja de este simulador y de la mayoría de los simuladores es el ahorro en costes, permite cumplir horas de instrucción y adiestramiento sin gastos en combustible, munición o traslados de vehículos y material a los campos de maniobras. Además en el caso del Steel Beasts permite la práctica de procedimientos como paso previo a subirse al vehículo en cuestión, con las consiguientes mejoras en seguridad o en el mantenimiento de los materiales. Otro aspecto importante es la posibilidad de repetir un ejercicio las veces que sean necesarias ya que no supone ningún coste añadido y con esto se pueden detectar mejor los errores y las buenas prácticas.

Las **amenazas** a las que está expuesto este simulador no son muy preocupantes, un fallo en la red eléctrica es poco habitual, las licencias para el empleo del Steel Beasts es la más preocupante ya que se deben repartir entre las unidades de todo el Ejército de Tierra y por último, el desgaste de los mandos de los puestos tácticos que suponga algún tipo de fallo en su empleo se puede solucionar fácilmente con la adquisición de mandos nuevos conforme vayan dando fallos ya que no supone un gran gasto.



El Steel Beasts tiene margen de mejora y así lo reflejan las **oportunidades** mostradas en el análisis DAFO. Las réplicas de mando de VEC sería una mejora importante para la instrucción y el adiestramiento del personal que emplea este vehículo, y más teniendo en cuenta la situación en la que se encuentran estos vehículos en cuanto a su vida operativa. La posibilidad de emplear conjuntamente el Steel Beasts con el STO mejoraría mucho la instrucción y el adiestramiento de las unidades que cuenten con carros de combate Leopard 2E ya que se podrían realizar temas tácticos, o por lo menos se haría más completa y más real la instrucción de las tripulación de Leopard. En cuanto a la realización de ejercicios inter armas, permitiría la práctica de procedimientos que actualmente solo se pueden llevar a cabo en un campo de maniobras, además de poner en práctica nuevas tácticas y comprobar si son aptas, antes de llevarlas a la realidad o detectar posibles fallos que puedan ser corregidos.

4.2.3. Propuestas de mejora para el Steel Beasts

Una vez analizados tanto el cuestionario que realizaron personal de todas las escalas (tropa, suboficiales y oficiales) como la entrevista que únicamente se realizó a suboficiales y oficiales del RAC 16, entre los que cabe destacar al Brigada encargado de la sala de Steel Beasts y al Teniente Alcubierre; y teniendo claro las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del simulador Steel Beasts se pueden plantear posibles mejoras tanto para la optimización en su tiempo de empleo como para mejorar la instrucción y adiestramiento que se consigue a través de él. Las mejoras planteadas son las siguientes:

- 1) Adquisición de réplicas de mando de VEC.
- 2) Conectar STO con Steel Beasts.
- 3) Aumentar el número de licencias de Steel Beasts.
- 4) Recambio/renovación de los mandos de puestos tácticos.
- 5) Adquisición de gafas de realidad virtual.

4.2.4. AHP para jerarquización y ordenación de las mejoras.

Al igual que con simulador de torre, se va a emplear la metodología AHP para jerarquizar las propuestas. En primer lugar, en función a una serie de criterios y subcriterios que a continuación se establecerán. En esta ocasión se volvió a preguntar a los mismos 5 oficiales y 7 suboficiales.

Los criterios elegidos son:

- 1) Coste de la inversión.
- 2) Tiempo de implementación
- 3) Impacto en la instrucción
- 4) Dificultad de desarrollo

En cuanto a los subcriterios añadidos, únicamente se han incluido en el criterio "Impacto en la instrucción", quedando el esquema final de la siguiente manera:

- 1) Coste de la inversión.



- 2) Tiempo de implementación.
- 3) Impacto de la instrucción.
 - ✓ Mejora la instrucción.
 - ✓ Aumento de la motivación.
 - ✓ Optimización del tiempo de instrucción.
- 4) Dificultad de desarrollo.

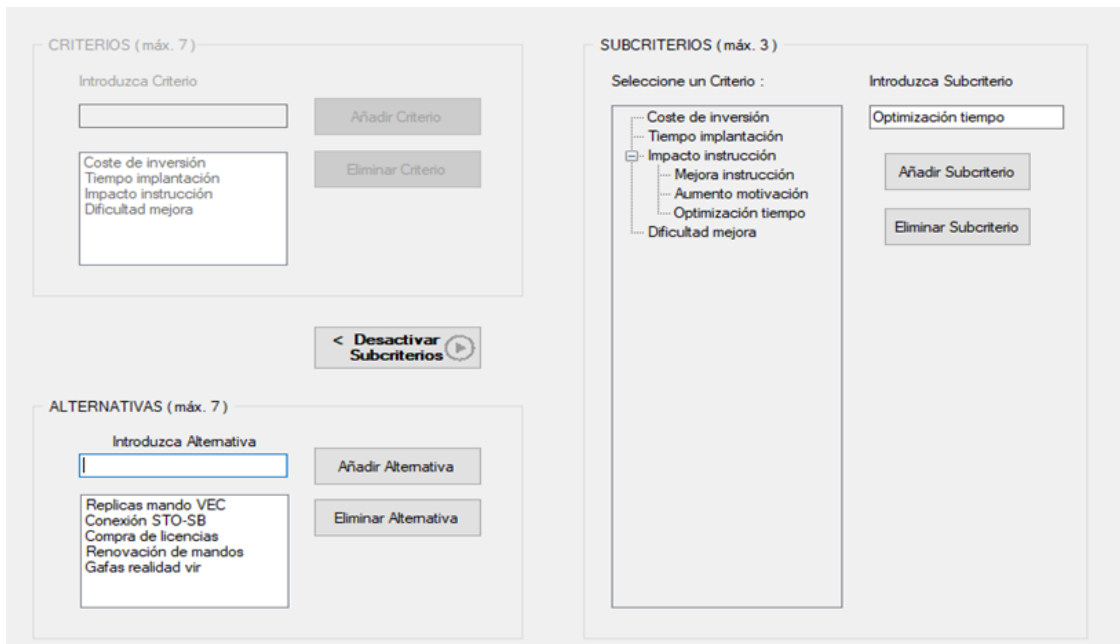


Ilustración 20. Criterios, Subcriterios y Alternativas SB. Fuente: Elaboración propia

Una vez elegidos los criterios se priorizó unos sobre otros a través de la siguiente tabla, empleando la Escala de SAATY, como se puede ver en la Tabla 9, el criterio al que se dotó de mayor importancia fue al coste de inversión, seguido del impacto de la mejora, el tiempo de implantación y la dificultad del desarrollo de la mejora.

Posteriormente se realizó el mismo proceso pero para los subcriterios, en este caso el subcriterio con el mayor baremo fue “Mejora en la instrucción”, seguido de “Optimización del tiempo” y “Aumento de la motivación”.

Evaluación de CRITERIOS					Escala de SAATY	
CRITERIOS	Coste de	Tiempo	Impacto	Dificultad mejora	PESOS(W)	Valor Definición
Coste de inversión	1	5	3	7	0,57	1 a - Igual Importancia
Tiempo implanta...	1/5	1	1	3	0,16	3 b - Importancia Moderada v 1/3
Impacto instrucci...	1/3	1	1	5	0,21	5 c - Importancia Grande v 1/5
Dificultad mejora	1/7	1/3	1/5	1	0,06	7 d - Importancia Muy Grande v 1/7
						9 e - Importancia Extrema v 1/9

R.I. : 0.0396

Tabla 9. Evaluación de Criterios Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia



Impacto	Mejora instrucción	Aumento	Optimización	PESOS(W)
Mejora instrucción	1	7	5	0,75
Aumento motivación	1/7	1	1	0,12
Optimización tiempo	1/5	1	1	0,13

R.I. : 0,0109

Tabla 10. Evaluación de Subcriterios Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

Una vez determinadas las alternativas y la importancia de cada uno de los criterios y subcriterios se realizó la evaluación de las alternativas, para comparar cada una de las alternativas con respecto a los criterios y subcriterios.

Coste de inversión	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,13
Conexión ...	1/3	1	3	1/5	1/7	0,07
Compra d...	1/5	1/3	1	1/7	1/9	0,03
Renovaci...	3	5	7	1	1/3	0,26
						0,50

R.I. : 0,0542

Tiempo implantación	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Compra d...	1	1	1	1/3	1/3	0,13
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,07
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,11
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,34
Renovaci...	1/5	1/7	3	1	1/3	0,34

R.I. : 0,0223

Mejora instrucción	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,26
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,50
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,03
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,07
Renovaci...	1/5	1/7	3	1	1/3	0,13

R.I. : 0,0542

Aumento motivación	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Replicas ...	1	1/3	7	5	3	0,26
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,50
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,03
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,07
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,13

R.I. : 0,0542

Tabla 11. Evaluación de Alternativas Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

Mejora instrucción	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,26
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,50
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,03
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,07
Renovaci...	1/5	1/7	3	1	1/3	0,13

R.I. : 0,0542

Aumento motivación	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Replicas ...	1	1/3	7	5	3	0,26
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,50
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,03
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,07
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,13

R.I. : 0,0542

Optimización tiempo	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Compra d...	5	3	1	7	9	0,13
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,26
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,50
Compra d...	1/7	1/9	1	1/3	1/5	0,07
Renovaci...	1/5	1/7	3	1	1/3	0,13

R.I. : 0,0542

Dificultad mejora	Replicas mando VEC	Conexión STO-SB	Compra de licencias	Renovación de mandos	Gafas realidad vir	PESOS(W)
Replicas ...	1	3	1/3	1/5	1/5	0,08
Conexión ...	1/3	1	1/5	1/7	1/7	0,04
Compra d...	3	5	1	1/3	1/3	0,16
Replicas ...	1	3	5	1/3	1/5	0,36
Conexión ...	3	1	9	7	5	0,36

R.I. : 0,0310

Tabla 12. Evaluación de Alternativas Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

Como resultado de todo el proceso anterior, se obtuvo una tabla con los resultados finales. Se concluyó que la alternativa más adecuada es la compra de gafas de realidad virtual.



MATRIZ DE DECISIÓN

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	Replicas	Conexión	Compra de	Renovación	Gafas
Coste de inversión	0,57	0,13	0,07	0,03	0,26	0,50
Tiempo implantación	0,16	0,13	0,07	0,11	0,34	0,34
Impacto instrucción	0,21	0,24	0,47	0,10	0,07	0,12
+ Mejora instrucción	0,75	0,26	0,50	0,03	0,07	0,13
+ Aumento motivación	0,12	0,26	0,50	0,03	0,07	0,13
+ Optimización tiempo	0,13	0,13	0,26	0,50	0,07	0,03
Dificultad mejora	0,06	0,08	0,04	0,16	0,36	0,36
		0,15	0,15	0,07	0,24	0,39

Tabla 13. Matriz de Decisión Steel Beasts. Fuente: Elaboración propia

El resultado de todo el proceso da como resultado la jerarquización de las mejoras propuestas. En primer lugar, la opción gafas de realidad virtual es la que más puntuación consigue con bastante diferencia, seguida de la renovación de los mandos, las opciones compra de réplicas de mandos de VEC y conexión de Steel Beasts con el STO tienen la misma puntuación y por último, la opción compra de más licencias de Steel Beasts que consigue una puntuación muy baja.

El criterio que más peso tiene en esta decisión es el coste de inversión, es obvio que la opción que más puntuación ha obtenido en el proceso de jerarquización es la que más puntuación tiene en este criterio. La renovación de los mandos es la segunda opción con más puntuación, seguida por la adquisición de réplicas de mando de VEC, conexión del Steel Beasts con el STO y por último con una puntuación muy baja la compra de más licencias.

El criterio impacto para la instrucción es el segundo de los criterios con más importancia y la opción que más puntuación consigue es la conexión del Steel Beasts con el STO.

El tercer criterio más importante es el tiempo de implantación. Las opciones renovación de los mandos y la adquisición de gafas de realidad virtual son las que más puntuación tienen en este criterio.

El criterio menos relevante es la dificultad de la mejora, en este criterio las opciones que más puntuación tienen son la compra de gafas de realidad virtual y la renovación de los mandos.

La opción, **gafas de realidad virtual**, otorga una mejora en cuanto a la instrucción ya que conseguiría que el personal que utilizase el Steel Beasts se sintiera más inmerso en el vehículo, además, no supone un gran coste comparado con otras opciones planteadas. Otro beneficio que daría la compra de gafas de realidad virtual es el aumento en la motivación del personal, ya que lo verían más realista y se meterían mucho más en el ejercicio que fueran a realizar en Steel Beasts.



5. CONCLUSIONES

El mal estado de muchos de los vehículos y carros de combate de las unidades, la falta de tiempo y las limitaciones presupuestarias impuestas para la realización de las actividades de instrucción y adiestramiento de las secciones de caballería, hacen de la simulación un elemento valiosísimo para las unidades. La simulación da la oportunidad a cada persona para obtener conocimientos de forma rápida y eficaz del puesto táctico que ocupará en el vehículo correspondiente en la realidad, permitiéndole poner en práctica todos sus conocimientos, sin tener que mover el vehículo del hangar. Esto permite ahorrar tiempo y dinero, que será invertido durante las maniobras, ya que los usuarios ya tienen los conocimientos tanto del vehículo como de los procedimientos y la táctica. No obstante, estas ventajas sólo son aplicables durante las primeras fases de la instrucción, ya que como se ha visto en la pirámide de la instrucción, la simulación es la primera etapa. De nada vale tener muchos conocimientos, si luego nunca se llevan al vehículo real. **Por lo tanto, la simulación debe ser considerada como una herramienta complementaria a la instrucción, no como un sustituto a los ejercicios reales.**

Los Objetivos marcados al principio del trabajo se han cumplido. El objetivo específico 1 se cumplió gracias a la información que se obtuvo de los miembros del RAC 16, así como de la búsqueda de información a través de diferentes fuentes. El objetivo específico 2 se alcanzó gracias al análisis DAFO y a las encuestas y entrevistas realizadas a varios miembros del Grupo de Caballería Calatrava. El objetivo específico 3 también se cumplimentó ya que gracias a las aportaciones de los oficiales y suboficiales del Calatrava se pudieron proponer una serie de mejoras para ambos simuladores. Por último, el objetivo específico 4 se logró alcanzar gracias al empleo de la metodología AHP.

En el caso de los dos simuladores en los que se ha centrado este TFG se puede afirmar que **ambos son de gran utilidad para unidades que cuentan con vehículos**, en especial el Steel Beasts al ser un simulador de uso más general. La mejoría de estos simuladores depende sobre todo de la cantidad de dinero que se quiera invertir. En el caso de España, la inversión en Defensa no es muy significativa por lo que las mejoras que se pueden afrontar son de pequeño calado. **Sería necesario una mayor inversión¹⁰** para poder hacer que los simuladores actuales siguieran progresando para poder mantenernos con las mismas capacidades o similares que las de nuestros países aliados.

El simulador de torre es un simulador que aporta muy buenos resultados en cuanto a la calidad de la instrucción de los carristas que lo emplean para su instrucción. Es un simulador que debe mantenerse a la altura de las expectativas y debe llevarse a cabo un continuo estudio y comprobación de resultados de la instrucción que reciben en ellos los soldados de caballería e infantería acorazada. De esta manera se detectarían fallos y se podrían subsanar de alguna manera, o al menos, se conocerían esos fallos, lo que permitiría saber que deficiencias en la instrucción van a tener esos jinetes o infantes.

Por otra parte **siempre que se adquiera un medio acorazado o mecanizado de**

¹⁰ Información online: <https://datosmacro.expansion.com/estado/gasto/defensa/espana>



combate debería intentarse la creación de un simulador para ese vehículo y su adquisición, como por ejemplo el STO, ya que a largo plazo será beneficioso. Un simulador de ese estilo consigue alargar la vida operativa del medio real. El Leopardo fue el único contrato que contempló desde el principio todos los simuladores necesarios, sin embargo, lo cierto es que todavía queda mucho por hacer en lo relacionado a la adquisición de simuladores para sistemas y equipos individuales, así como para el empleo táctico de tripulaciones completas o pequeñas unidades, además de simuladores constructivos para los distintos niveles de mando.

Para rentabilizar el uso de todos los simuladores lo más lógico sería que las **pequeñas unidades dispusieran de los equipos necesarios para la instrucción básica del personal y la realización de cursos de especialización**, mientras que en la **Grandes Unidades** y, sobre todo, los **Centros Nacionales de Adiestramiento, se concentren los simuladores dedicados al adiestramiento y empleo táctico de las unidades**.

En resumen, se debe reconocer que se han conseguido algunos hitos muy importantes pero los recortes presupuestarios de los últimos años no han permitido mantener el ritmo que ya se había conseguido. Como consecuencia, deberemos renovar los esfuerzos iniciales para alcanzar los objetivos deseados en cuanto a simulación militar.

Las mejoras que han salido como las más apropiadas pueden variar si se cambian los criterios y la importancia de cada criterio. Es por ello que este trabajo sólo pretende plantear una serie de mejoras, algunas sencillas y otras más complejas, y plantear unos criterios lo más válidos posibles para intentar decantarse por una de ellas. Esta parte de la elección de la opción más adecuada necesitaría de un estudio mucho más profundo de la capacidad que tiene el Ejército para adquirir e implementar una u otra opción, para lo que se necesitaría personal especializado en ello.

Para futuros trabajos se podrían plantear las mejoras por separado para poder llevar un estudio más exhaustivo de cada mejora.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcubierre Simón, S. (2019) ***Diseño e integración de un sistema de instrucción y evaluación para unidades de carros en base a Steel Beasts***. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza.
2. Dirección de Enseñanza (DIEN), Subdirección de Instrucción, Adiestramiento y Evaluación. (2020) Guía de Puesto Táctico “Conductor VEC”.
3. eSim Games, «eSim Games,» [En línea]. Disponible en: https://www.esimgames.com/?page_id=242.
4. Fernandez Mateos, Francisco P. (2018) ***Sistemas de simulación militar***. Disponible en: <https://www.revistaejercitos.com/2018/09/25/sistemas-de-simulacion-militar/>
5. “España - Gasto Público en Defensa.” ***Expansión*** Disponible en: [España - Gasto público Defensa 2020 | datosmacro.com \(expansion.com\)](https://datosmacro.com/expansion.com)
6. Mando de Adiestramiento y Doctrina, MI-014 MANUAL DEL INSTRUCTOR AVANZADO DE TIRO DEL CC LEOPARDO 2E.
7. Mando de Adiestramiento y Doctrina, MI-015 Procedimiento de Instrucción del CC Leopardo 2E.
8. MADOC, MANUAL STEEL BEASTS PRO PARA INSTRUCTORES, 2017.
9. Ministerio de Defensa, «Academia de Caballería, Centro de Simulación y Adiestramiento de la ACAB» [En línea]. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Valladolid/acab/Organizacion/csa.html>
10. Ministerio de Defensa, «Grupo de Caballería Acorazado ‘Calatrava’ II/16» Disponible en: [Grupo de Caballería Acorazado 'Calatrava' II/16 - Ejército de tierra \(defensa.gob.es\)](https://defensa.gob.es)
11. Ministerio de Defensa, «PLAN ANUAL DE CONTRATACIÓN PARA EL AÑO 2019 DEL MINISTERIO DE DEFENSA».
12. Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Estado Mayor del Ejército. (2020) NORMA GENERAL 05/20 “SIMULACIÓN EN EL EJÉRCITO DE TIERRA”
13. Ministerio de Defensa, «Regimiento Acorazado “Castilla” 16» [En línea].



Disponible en:
https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Badajoz/bri_extremadura_xi/Organizacion/RAC_16/RAC16.html

14. Portillo Muñiz, Alejandro. "STEEL BEASTS". **Memorial de Caballería** pp. 159 – 160
15. "El Ejército recibe los últimos 15 vehículos de combate de Infantería/Caballería 'Pizarro'" **Lqtdefensa**. Disponible en: [El Ejército recibe los últimos 15 vehículos de combate de Infantería/Caballería 'Pizarro' - LQT Defensa](#)
16. Lozano Benito, Mario (2021) **Análisis de alternativas para la sustitución del TOAM113**. Trabajo Fin de Máster. Centro Universitario de la Defensa.
17. Europa Press, «Gasto presupuestado en Defensa en España» Disponible en: [Bases de datos y gráficas de la Agencia Europa Press \(epdata.es\)](#)
18. Ros Pau, Antonio (2021) Revista Defensa, «CENAD San Gregorio. Un referente en las FAS españolas para el entrenamiento mediante simulación» Disponible en: [CENAD San Gregorio. Un referente en las FAS españolas para el entrenamiento mediante simulación - Noticias Defensa Ayer Noticia](#)
19. RAC Castilla 16 NOP 25R-20 EQUIPO DE APOYO Y SIMULACIÓN. (2020)



ANEXOS



Anexo I. Carro de Combate Leopard 2E

El carro de combate Leopard 2E fue adquirido por el ET en diciembre de 1998 (fecha de firma del contrato) y entregados desde 2004 hasta la actualidad, llegando a contar sus unidades con 219 carros. Anteriormente, en 1995 se habían incorporado a las unidades acorazadas 108 Leopard 2^a4 directamente de la plantilla del Heer (Ejército de tierra alemán), de los cuales 50 se encuentran almacenados en hangares en la actualidad. Comenzó a ser fabricado en 2003 por la empresa Santa Bárbara Sistemas-General Dynamics (SBB), la cual ensambla las piezas provenientes de diferentes compañías, entre ellas la alemana Krauss-Maffei (KMW)

ORIGEN	Krauss Maffei Wegann (Alemania)
FABRICACIÓN	España
TRIPULACIÓN	4 Hombres
PESO EN ORDEN DE COMBATE	62 Toneladas
LONGITUD	9,67 m
ANCHURA	3,75 m
VELOCIDAD MÁXIMA	70 km/h
AUTONOMÍA	340 km
ARMAMENTO	Cañón de 120 mm y 2 ametralladoras de 7,62 mm
MUNICIÓN	42 Disparos

Tabla 14. Datos Leopard 2E



Ilustración 21. Leopard 2E



Anexo II. VEC

El VEC, o Vehículo de Exploración de Caballería, es un vehículo blindado destinado a las unidades ligeras de Caballería derivado del BMR y creado por la empresa española ENASA-Pegaso (hoy Santa Bárbara Sistemas). El ejército español contrató a ENASA-Pegaso para el desarrollo de la versión VEC, un vehículo blindado destinado a las unidades ligeras de Caballería que ha servido con éxito en numerosas misiones de paz (Bosnia-Herzegovina, Kosovo, Irak y Líbano) protegiendo a las unidades de infantería.

Como arma principal el VEC tiene un cañón automático M242 Bushmaster de 25 mm alimentado por un motor eléctrico, instalado en una torre Oto Melara TC-25 (fabricada bajo licencia en España por Santa Bárbara). El armamento secundario consiste en una ametralladora MG-3S, de calibre 7,62 mm situada sobre el cañón M242, con 350 cartuchos listos para su uso y 3000 más en reserva. Además, dispone de 6 lanza-artificios tipo Wegmann, para el lanzamiento de botes de humo para la ocultación o granadas de fragmentación.

Especificaciones:

Tripulación	5 hombres
Transmisión	6x6
Peso	13700 kg
Altura	2,51 m
Potencia	19,5 CV/tm
Velocidad máxima	90 km/h
Autonomía	800 km
Pendiente superable	>60%.
Paso de zanja	1,5 m
Vadeo	anfibia
Paso de obstáculo vertical	60 cm

Tabla 15. Datos VEC



Ilustración 22. VEC



Anexo III. Fichas de ejercicios de tirador, jefe de carro y tripulación.

En el siguiente anexo se han representado las tablas que incluyen las condiciones en las que se realizarán los ejercicios en STO del GIUACO para adquirir los niveles de instrucción tanto de puesto táctico de tirador y jefe, como de tripulación. A continuación, se van a explicar todos los campos para ayudar a su comprensión:

- N° de ejercicio: indica la codificación del ejercicio. Cada ejercicio se identifica por una cadena de 8 dígitos:
 - ✓ 1er dígito: define al vehículo
 - ✓ Los dos siguientes corresponden al puesto táctico
 - ✓ El siguiente corresponde al nivel de instrucción
 - ✓ Los dos siguientes indican el nivel de ejercicio
 - ✓ Los dos últimos establecen las variaciones dentro de los parámetros.

UN DÍGITO		DOS DÍGITOS		UN DÍGITO		CUATRO DÍGITOS	
VEHÍCULO		PUESTO TÁCTICO		NIVEL		DIFICULTAD	
N° EJERCICIO				VARIACIÓN			
1	LEOPARDO 2E	AT	Apuntador Tirador	B	Básico	01-99	00-99
2	LEOPARD 2 A4	JC	Jefe de Carro	I	Intermedio	01-99	00-99
3	PIZARRO	C D	Conductor	A	Avanzado	01-99	00-99
4	CENTAURO	R C	Radio Cargador				
		TR	Tripulación				

Tabla 16. Codificación de ejercicios

- Nivel: indica la forma de trabajo de la torre. Puede ser en estabilización (ESTAB) o en observación (OBS)
 - Modo: Indica el modo en el que se realiza el fuego
 - Arma: Indica el armamento a utilizar, ya sea cañón de 120 o ametralladora coaxial
 - Actitud: Estado del carro, parado o en movimiento
 - Distancia: Indica la distancia de combate
 - Fallos: Indica si el carro sufre algún fallo
 - Sector de vigilancia: Indica el sector que tiene asignado el carro a vigilancia, donde aparecerán los vehículos y carros enemigos
 - Disposición de combate: indica la munición que se va a usar
 - Fuerzas propias: Indica si hay vehículos aliados presentes en el ejercicio



- Dia/noche: Visibilidad durante la realización del ejercicio
- Viento: Indica la dirección del viento
- Meteo: Indica el tiempo atmosférico (despejado, tormenta, niebla...)
 - Tipo y número: Indica el tipo y la cantidad de enemigos que aparecerán
 - Nivel de instrucción: Indica el nivel del enemigo
 - Reacción: Indica si el enemigo realizará alguna acción contra nuestro vehículo



NºEjercicio	INSTRUCCIÓN INDIVIDUAL			NIVEL BÁSICO										TIRADOR				
				CARRO PROPIO					CONDICIONES ATMOSFÉRICAS			CARRO ENEMIGO						
	NIVEL	MODO	ARMA	ACTITUD	DISTANCIA	FALLOS	SECTOR VIGILANCIA	DISPOSICIÓN COMBATE	FUERZAS PROPIAS	DIA/NOCHE	VIENTO	METEO	ACTITUD	TIPO Y NUMERO	DESENFILADA	TIEMPO EXPOS.	NIVEL INSTRUCCIÓN	REACCIÓN
CALIB					1500/1000									P. HOMOGENEO				
1ATB0100	ESTAB	TC	CAÑÓN	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC Y 3 BMP	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0200	ESTAB	TCT	CAÑÓN	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	NOCHE	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC Y 3 BMP	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0300	ESTAB	TC	CAÑÓN	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV PERP.	3 CC Y 3 BMP	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0400	ESTAB	TCT	CAÑÓN	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV PERP.	3 CC Y 3 BMP	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0500	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV. OBL.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0600	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	SI	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV. OBL.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0700	OBS	TC	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	SI	DIA	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0800	OBS	TCT	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	11 A 1	1200 KE	SI	NOCHE	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB0900	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	10 A 2	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1000	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	10 A 2	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV PERP.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1100	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	10 A 2	1200 KE	SI	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV ZIG-ZAG	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1200	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	PARADO	1500	NO	10 A 2	1200 KE	SI	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV ZIG-ZAG	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1300	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	NOCHE	S/V	DESPEJADO	PARADO	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1400	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV PERP.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1500	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	11 A 1	1200 KE	NO	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV. OBL.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1600	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	MOV	1500	NO	12 A 2	1200 KE	SI	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV. OBL.	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1700	ESTAB	TC	CAÑÓN/AMM	MOV	3000- 4000 m	NO	11 A 1	1200 KE	SI	DIA	S/V	DESPEJADO	MOV ZIG-ZAG	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO
1ATB1800	ESTAB	TCT	CAÑÓN/AMM	MOV	3000- 4000 m	NO	11 A 1	1200 KE	SI	NOCHE	S/V	DESPEJADO	MOV ZIG-ZAG	3 CC, 3 BMP, 2 INF	SI/NO	50"	BAJO	NO

Tabla 17. Tabla ejercicios básicos tirador



Anexo IV. Evolución Complejidad De Los Ejercicios

En este anexo aparece la tabla de evolución por etapas de la complejidad de los ejercicios. La primera fase de cada nivel, es adquirir los conocimientos teóricos requeridos por las fichas de evaluación. Una vez superados, se avanza a realizar ejercicios en simuladores, primero Steel Beasts y una vez adquirido el nivel en Steel Beasts, en STO. Cuando se certifica y valida el nivel en STO, se avanza a realizar los ejercicios en campo de tiro, en simuladores de duelo o, si hay presupuesto y munición, con proyectiles reales

FASE/NIVEL TCITRP	TEORÍA	SISTEMAS DE SIMULACIÓN		CAMPO DE TIRO (CT)
		P.TÁCTICO	TRIPULACIÓN	
FASE PRIMERA HASTA ADQUIRIR NIVEL BÁSICO (TVITRP-2)	Alcanzar los requisitos marcados en las fichas generales y de seguridad.	Alcanzado el Nivel Básico de teoría. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente.	Alcanzado el Nivel Básico de Puesto Táctico. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente. (TVITRP-2 en sistemas de simulación GUACO)	Alcanzado el Nivel Básico de teoría y, preferible, en Sistemas de Simulación. Superar el 100% de los ejercicios marcados en cada nivel. (TVITRP-2 en CT)
FASE SEGUNDA HASTA ADQUIRIR NIVEL INTERMEDIO (TVITRP-1)	Alcanzar los requisitos marcados en las fichas específicas de puesto táctico.	Alcanzado el Nivel Intermedio de teoría y el Básico de Puesto Táctico. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente.	Alcanzado el Nivel Intermedio de Puesto Táctico. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente. (TVITRP-1 en sistemas de simulación GUACO)	Alcanzado el Nivel Intermedio de teoría y, preferible, en Sistemas de Simulación. Superar el 100% de los ejercicios marcados en cada nivel. (TVITRP-1 en CT)
FASE TERCERA HASTA ADQUIRIR NIVEL AVANZADO (TVITRP-0)	Alcanzar el 100% de las fichas del Manual de Instrucción (MI6-102)	Alcanzado el Nivel Avanzado de teoría y el Intermedio de Puesto Táctico. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente.	Alcanzado el Nivel Avanzado de Puesto Táctico. Superados los ejercicios mínimos y superar la ficha de evaluación correspondiente. (TVITRP 0 en sistemas de simulación GUACO)	Alcanzado el Nivel Avanzado de teoría y, preferible, en Sistemas de Simulación. Superar el 100% de los ejercicios marcados en cada nivel. (TVITRP 0 en CT)



Anexo V. Cuestionario STO

Cuestionario acerca del simulador de torre STO. Gracias por su colaboración

1. ¿Cada cuánto suele hacer uso del simulador de torre?
 - a) Una vez al mes
 - b) Una vez cada dos meses
 - c) Una vez cada tres meses

2. En su opinión ¿Se debería usar más el simulador de torre?
 - a) Sí
 - b) No

3. ¿Considera que la forma en la que se distribuyen las horas de empleo del STO están bien organizadas? En caso de no estar bien organizado ¿Qué propuesta haría para mejorar su uso?

4. En cuanto al material en sí, ¿mejoraría algo? ¿el qué mejoraría?

5. ¿Considera necesaria la adquisición de más simuladores de torre?
 - a) Sí
 - b) No

6. En comparación con el Steel Beasts, ¿qué simulador es más completo en relación al Leopardo 2E? Justifique su respuesta

7. Por último, si tuviese que potenciar/mejorar uno de los dos simuladores, ¿cuál sería?
 - a) Steel Beasts
 - b) STO



Anexo VI. Cuestionario Steel Beasts

A continuación tendrá que responder a una serie de preguntas relacionadas con el simulador Steel Beast.

1. ¿Cada cuánto tiempo suele emplear para su instrucción y adiestramiento el simulador Steel Beast?
 - a) Todas las semanas
 - b) Dos veces al mes
 - c) Una vez al mes
 - d) Una vez cada dos meses
 - e) Una vez cada tres meses

2. Según su opinión, ¿el personal que viene a utilizar el simulador tiene los conocimientos necesarios para hacer un uso efectivo de este?

3. En su opinión, ¿es útil para su instrucción y adiestramiento el simulador Steel Beast?
 - a) Sí
 - b) No

4. En su opinión, ¿considera que se emplea correctamente y se aprovecha al máximo el simulador Steel Beast?
 - a) Sí
 - b) No
 - c) NS/NC

5. En su opinión, ¿considera que el simulador Steel Beast está en buen estado (mandos, monitores, ordenadores, etc)?
 - a) Sí
 - b) No

6. En una puntuación del 1 al 5 siendo 1 la peor nota y 5 la mejor, ¿qué nota le pondría al simulador Steel Beast?
 - a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5

7. ¿Le motiva realizar ejercicios de simulación en el Steel Beast?
 - a) Siempre
 - b) A veces
 - c) Nunca

8. Por último, ¿qué mejoras propondría para el Steel Beast?



Anexo VII. Entrevista STO

Esta entrevista está pensada para conocer las posibilidades que ofrece el simulador de torre STO, así como los cursos para la obtención de los distintos niveles de puestos tácticos y de tripulación para el carro de combate Leopard 2E. Además se busca encontrar las ventajas y desventajas de este simulador, así como sus puntos débiles.

Esta entrevista debe ser respondida por personal que cuente con el curso de IAT o por oficiales del arma de Caballería. Toda la información se utilizará de forma **anónima**.

- Ficha técnica:

Nombre:

Empleo:

Unidad Destino:

Tiempo de servicio en el Ejército:

- Entrevista

- ¿Explique cómo funciona la obtención de los niveles de puestos tácticos y de tripulación y el papel que tiene el simulador de torre en este proceso?

- ¿Se aprovecha adecuadamente este medio de simulación o se podría explotar más?

- En su opinión, la gente que hace uso del simulador por primera vez, ¿tiene la preparación necesaria para usarlo adecuadamente?

- ¿Qué ventajas tiene el simulador de torre? ¿Y qué desventajas o debilidades? ¿Considera necesaria la adquisición de una torre de simulación para este acuartelamiento?

- ¿Conoce en base a qué criterios y cómo se organizan las solicitudes de empleo que hacen las distintas unidades de este acuartelamiento para el uso del simulador de torre?

- ¿Qué mejoraría del STO?

- ¿Tiene fallos por falta de mantenimiento? ¿Si es así qué suele fallar?

Comentario libre sobre el simulador de torre STO:

Muchas gracias por su colaboración



Anexo VIII. Entrevista Steel Beasts

Esta entrevista está pensada para el personal que conoce perfectamente el funcionamiento del simulador Steel Beasts. Con la realización de esta, se busca poder encontrar las fortalezas y debilidades que han detectado estos militares en el empleo de este simulador, además de posibles mejoras. De esta manera, se podrá tener una versión real del simulador y del estado del material utilizado en las aulas Steel Beasts.

Toda la información se utilizará de forma **anónima**.

- Ficha técnica:

Nombre:

Empleo:

Unidad Destino:

Tiempo de servicio en el Ejército:

- Entrevista

- ¿De cuantas licencias dispone el Regimiento? ¿Considera suficientes las licencias de Steel Beasts de las que dispone?

- ¿Los jefes de sección suelen usar este simulador para realizar ejercicios que mejoren el adiestramiento de la sección, o simplemente se usa para obtener los niveles básico, intermedio y avanzado en SB?

- ¿En su opinión, considera el uso de Steel Beast una herramienta útil para la instrucción del personal?

- ¿Cuál cree que debería ser la evolución del programa?

- ¿Qué equipo se usa en un aula de simulación?

- ¿En su opinión el material relacionado con el simulador Steel Beasts está en buenas condiciones? ¿Qué mejoraría o cambiaría?

- ¿Qué aspectos destacarías del simulador Steel Beasts en relación a la instrucción y adiestramiento?

- El personal que hace uso del simulador, ¿lo emplea correctamente?

- En relación a la instrucción y adiestramiento, ¿Cuál diría que es el punto fuerte de este simulador? ¿Y cuál el punto débil?

- ¿Cree que se aprovecha y se utiliza correctamente?

- ¿Vería como una solución para mejorar su empleo el que los mandos realizaran un pequeño curso para que supiesen manejarlo bien?

- ¿Si tuviera que adquirir algún material nuevo cuál sería?

- ¿Conoce cómo se organizan las horas de empleo del Steel Beasts entre las distintas unidades de este acuartelamiento? ¿Cambiaría algo?



Comentario libre sobre el simulador Steel Beasts:

Muchas gracias por su colaboración

