

Trabajo Fin de Grado

Rendimiento real de los simuladores de infantería
en I/A y rentabilidad económica

Autor

Jesús Romero Ruiz

Directores

Cap. Antonio Jesús Picazo Gil
Francisco Callado Muñoz

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2015

i. Índice

i. Índice	1
ii. Lista de figuras	2
iii. Lista de tablas	2
iv. Lista de abreviaturas.....	2
v. Resumen	4
vi. Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
1.1 Objetivos y alcance del proyecto	6
1.2 Ámbito de aplicación	6
1.3 Clasificación y uso de los simuladores	7
1.4 Pirámide de la simulación.....	8
1.5 Ventajas y limitaciones de la simulación	9
2. La simulación en la OTAN y el ET	11
2.1 La simulación en la OTAN.....	11
2.2 La simulación en el ET	12
3. Rentabilidad de los simuladores.....	14
3.1 Localización de simuladores	14
3.2 Modelo de adquisición.....	17
3.3 Uso de los simuladores	25
4. Conclusiones.....	27
5. Anexos	29
6. Bibliografía.....	35

ii. Lista de figuras

Figura 1. Diferencias entre tipos de simulación.

Figura 2. Pirámide de la simulación.

Figura 3. Representación de las unidades usuarias de un simulador.

iii. Lista de tablas

Tabla 1. Coordenadas de ubicación y volumen de usuarios de unidades región noreste.

Tabla 2. Comparación de costes variables de instrucción real y simulada.

Tabla 3. Uso de simuladores por objetivos.

iv. Lista de abreviaturas

ACT: Allied Command Transformation

BAE: Base, acuartelamiento o establecimiento

Bra: Bandera

BRILEG: Brigada La Legión

C/IED: Contra artefacto explosivo improvisado (Improvised explosive device)

CENAD: Centro de adiestramiento

CMMT: Campo de maniobras y tiro

EM: Estado Mayor

ET: Ejército de Tierra

EX: Ejercicio

I/A/E: Instrucción, adiestramiento y evaluación

IA, I/A: Instrucción y adiestramiento

MADOC: Mando de adiestramiento y doctrina

NG: Norma General

PAP: Plan anual de preparación

PLM: Plana Mayor

POSDEF: Posición defensiva

PPT: Pliego de prescripciones técnicas

TERLEG: Tercio de La Legión

UCO: Unidad, centro u organismo

ZURB: Zonas Urbanizadas

v. Resumen

Debido al escenario actual de inversiones de defensa en todos los países de la OTAN, y más concretamente en España, junto con la aparición de nuevas tecnologías, se ha llevado a cabo por parte del Ejército de Tierra una fuerte inversión en simuladores en los últimos años.

Esta inversión tiene como uno de sus principales objetivos el ahorro económico en gastos de preparación de la Fuerza. Por tanto, una vez analizada la situación de los simuladores en el Ejército de Tierra y el contexto en el que estos se encuadran se llega a la conclusión de que resulta necesario crear una herramienta que permita analizar la rentabilidad de estos simuladores, tanto para la adquisición y ubicación de los mismos, como para su uso. Es precisamente en este último punto, en su uso, donde se han detectado las mayores carencias que han convertido a los simuladores en una inversión no rentable en muchos casos.

En el presente trabajo se proponen una serie de herramientas para determinar la rentabilidad de un simulador, su ubicación óptima en caso de que las unidades tengan que desplazarse para su uso y la inclusión de los criterios definidos en este trabajo para obtener de ellos el máximo rendimiento en su empleo. Lo que supone que pueda usarse a todos los niveles de mando.

vi. Abstract

Due to the current defense investment scenario in all NATO countries, and in particular in Spain, and the emergence of new technologies, Spanish Army has made a strong investment in simulators in the last years.

One of the main objectives of this investment is the financial savings in Force preparation expenses. So, once the army simulators situation and its context are analyzed, we arrive at the conclusion that it is necessary to create a tool that allows us to analyze the cost-effectiveness of these simulators, in the purchase, location and use of them. It's precisely in this last point, the use, where the major shortages have been detected, that hasn't made simulators worthwhile in many cases.

In this document a series of tools, that allows determining the simulators cost-effectiveness, their better location, in case units have to move for using them and how to obtain from them the better efficiency and the inclusion of the criteria defined in this work when used, is proposed.

1. Introducción

1.1 Objetivos y alcance del proyecto

El objetivo del proyecto es el estudio de los simuladores de infantería en el ejército. Se trata de detectar sus carencias y establecer herramientas útiles en base a las necesidades observadas para la adquisición, ubicación y uso de los mismos.

Para seguir la línea que el Ejército de Tierra se propone en este ámbito nos basaremos en los objetivos más concretos y actuales de los que se dispone expresados en el Plan de Acción de Simulación 2015.

La razón de ser de la simulación viene reflejada en este documento: “Los sistemas de simulación en el ámbito de la I/A/E tienen por objeto complementar, facilitar y perfeccionar la instrucción y adiestramiento, así como facilitar la evaluación de las unidades del Ejército”¹. Con este objetivo en el plan de acción de simulación se deja claro que se usarán como un complemento a la instrucción real y no como un medio único. Además recalca la posibilidad de facilitar la evaluación que ofrecen los simuladores, ya que en ciertos casos con estos medios es más fácil, por ejemplo, contabilizar aciertos de forma automática, detectar errores con el uso de máquinas, etc.

El escenario económico actual, de inversiones muy reducidas en materia de defensa, y la aparición de nuevas tecnologías han introducido de lleno los simuladores en el campo de la instrucción con los parámetros descritos en el plan de acción de simulación: “En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo económico en la adquisición de medios y sistemas de simulación, y por tanto debe ser una prioridad conseguir el máximo aprovechamiento de dichos medios.”² La inversión económica que supone la adquisición de estos simuladores hace necesario analizar su rentabilidad. La creación de un modelo de análisis que permita establecer hasta qué punto es rentable un determinado simulador es de vital importancia.

1.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del proyecto se centra en los simuladores de infantería por ser de los que se dispuso la información para la realización del proyecto así como por el personal entrevistado que ayudó a ver las carencias y necesidades descritas en el proyecto.³ También las particularidades del arma de Infantería pueden suponer que los usuarios no estén tan familiarizados

¹ Plan de Simulación (2015)p.2

² Plan de Simulación (2015) p.2

³ La información para el proyecto se recogió durante el periodo de prácticas externas, realizadas en la Brigada La Legión, TERLEG 3, VII Bra. “Valenzuela” (Almería).

como en otras armas o ejércitos (simuladores de vuelo en el ejército del aire). De ahí se pueden derivar algunos de los problemas principales que presentan hoy día los simuladores. Además las peculiaridades de los simuladores del arma de infantería hacen que en ocasiones la rentabilidad económica no sea muy evidente. Se hace necesario su estudio detallado previo a su adquisición y un modelo de uso que maximice las posibilidades de estos.

Aunque el proyecto se ha aplicado al uso de simuladores de infantería este puede ser adaptado a cualquier otro siempre y cuando se trate de necesidades similares y sean de aplicación las herramientas aquí descritas. En cualquier caso esto debería facilitar la toma de decisión del mando que en ocasiones es difícil por la cantidad de factores a tener en cuenta.

1.3 Clasificación de los simuladores.

Consideramos simulación a aquellos métodos que permiten llevar a cabo las tareas de Instrucción y Adiestramiento en el Ejército de Tierra, en situaciones que se asemejan a la realidad. Esto puede representar un beneficio en coste, tiempo, seguridad u otros factores. El principio del uso de la simulación se basa en el ahorro con respecto a la instrucción real.

Podemos establecer una clasificación de los simuladores en tres tipos:

- **Simuladores Virtuales:** proporcionan representaciones de medios, terreno y situaciones, mediante el uso de la informática. Permiten la interacción del usuario. Personas reales operan sistemas simulados.
- **Simuladores Reales o en vivo:** permite la actuación de los sistemas de armas reales sobre el terreno. Se suelen usar para simular resultados de enfrentamiento de Unidades, pudiendo servirse de la tecnología laser para ello. Personas reales operan sistemas reales.
- **Simuladores Constructivos:** proporcionan la representación gráfica de modelos informáticos de Unidades, sistemas de armas y sus efectos, equipos y terreno, para el adiestramiento de Mandos y sus EM,s./PLM,s. Personas simuladas operan sistemas simulados.

A esta clasificación se le puede sumar un cuarto tipo, que es el llamado "Serious games", es decir, juegos comerciales adaptados a las necesidades de los ejércitos. En ellos pueden integrarse los tres tipos de simulación, de tal forma que un combatiente puede estar usando un simulador virtual, inmerso en un ejercicio de simulación constructiva.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de los tipos de simuladores comparada con la instrucción real, es decir, los ejercicios en campos de maniobras (EX de I/A en CMMT).

DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE LOS TIPOS DE SIMULACIÓN

	Fuerzas Propias	Fuerzas enemigas	Armas y Plataformas	Munición	Escenario
Simulación Virtual	Real*	Simulado	Simulado o real	Simulada	Simulado
Simulación Real	Real	Simulado	Real	Simulada o no letal	Real
Simulación Constructiva	Simulado	Simulado	Simulado	Simulada	Simulado
EX de I/A en CMMT	Real	Simulado	Real	Real o no letal	Real

* Los que emplean los simuladores, el resto es simulado

También integrada en instalaciones de IA (Zonas urbanizadas, C/IED, en pista de combate, en pista silencio...) en los CMMT o CENAD...

Hay sistema que superponen características

Figura 1. Diferencias entre tipos de simulación.⁴

1.4 Pirámide de la simulación

El uso de los simuladores no sustituye los tradicionales métodos y procedimientos de la IAE, sino que los complementa, los mejora y los amplía.

El empleo de los diferentes medios de simulación viene determinado por lo que se conoce como Pirámide de la Simulación, en ella vienen reflejadas las distintas necesidades de simulación para cada nivel. En cada nivel además es necesario contar con los medios de simulación adecuados para cubrir esa necesidad de instrucción y adiestramiento de la unidad.

⁴ Fuente: MADOC.

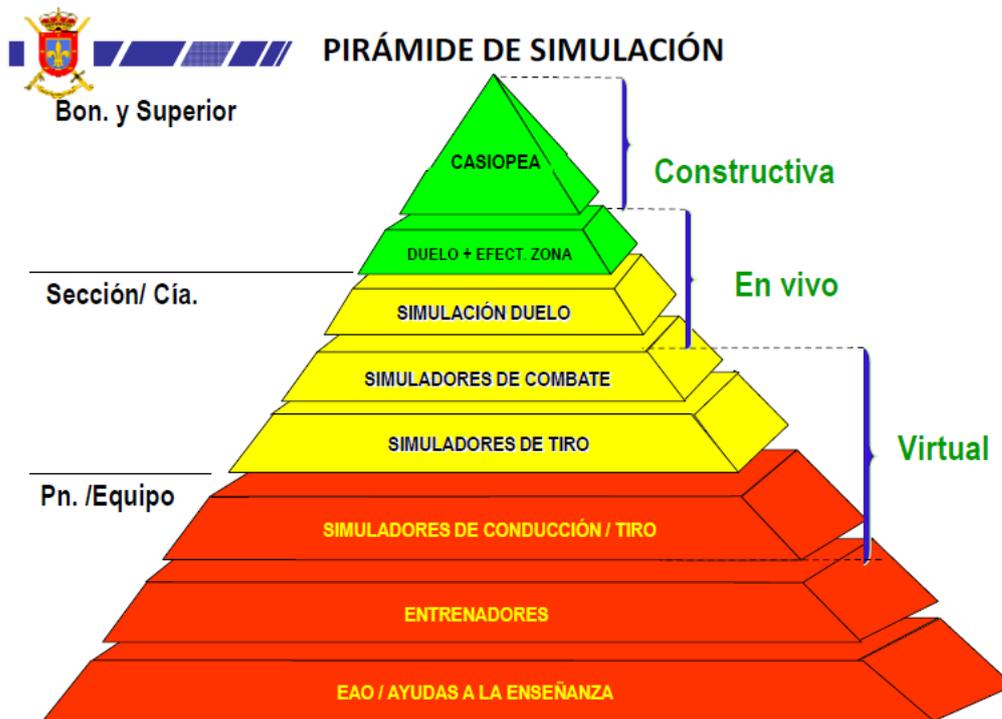


Figura 2. Pirámide de la simulación⁵

A simple vista queda claro qué tipo de simulador usar a cada nivel, y las diferencias entre unos y otros. Partiremos de esta pirámide donde se clasifican todos los simuladores disponibles y los usos para las distintas entidades de unidades.

1.5 Ventajas y limitaciones de la simulación.

1.5.1 Ventajas de la simulación

- Reducción de coste. En esta reducción de coste interviene además del ahorro en munición, el ahorro por desgaste de armamento y material y ahorro en carburante y medios de transporte si se requiere desplazamientos hasta la zona de instrucción.

- Seguridad de los simuladores frente a la instrucción convencional o con munición real. Esto ofrece grandes posibilidades a la instrucción de personal con poca experiencia permitiendo alcanzar unas capacidades básicas de manera segura.

- Ahorro de tiempo. Esta ventaja se hace principal cuando la unidad a adiestrar se encuentra alejada de un campo de maniobras.

- Recreación de ambientes, la simulación permite imitar situaciones que se encuentran en el campo de batalla, pero no en territorio nacional.

⁵ Fuente: Plan de simulación 2015.

-Escaso impacto medioambiental, incluyendo desde los incendios que puede provocar la instrucción real, como contaminación, etc.

-Facilita el aprendizaje y lo simplifica, ya que se pueden repetir situaciones y trabajar sobre aspectos aislados, así como secuencialmente según el nivel para el aprendizaje individual.

-Favorecen la identificación de errores y ayuda a la realización de juicio crítico posterior al ejercicio gracias a medios de grabación o de registro de la actividad.

-Eficientes para evaluar las posibilidades, efectos o limitaciones de nuevo armamento, material, métodos, conceptos doctrinales o procedimientos tácticos u operativos.

-Posibilidad de empleo constante y con cualquier situación meteorológica.

-Especialmente adecuados para realizar la evaluación y certificación del grado de consecución de tareas u objetivos.

1.5.2 Limitaciones de la simulación

-Menor grado de motivación, la simulación nunca podrá sustituir completamente a la realidad y esto es percibido por el usuario que puede constituir una menor motivación.

-Necesita un alto grado de especialización de sus operadores y del personal encargado de su mantenimiento.

-Necesidad de grandes inversiones iniciales en ciertos equipos.

-Falta de realismo. Tanto en aspectos ambientales (por ejemplo una pantalla como simulación de la vista real de un terreno), como en aquellos referidos al sujeto (fatiga, frío, etc.).

-Incompatibilidad entre diferentes simuladores: Debido a la adquisición de simuladores de distintas empresas y la estructura de los sistemas hace que muchos simuladores no sean interoperables entre ellos, teniendo que trabajarse aisladamente en cada uno de ellos.

-Servidumbre de personal, esta servidumbre limita la capacidad de uso de los simuladores. Ya que se requieren conocimientos técnicos para operar muchos de ellos.

-Coste de mantenimiento: en ocasiones elevado debido a la complejidad de los sistemas y la falta de repuestos.

-Amenaza de obsolescencia de los simuladores, supone un riesgo debido a las rápidas mejoras en los sistemas de armas y a la evolución en los procedimientos o necesidades.

2. La simulación en la OTAN y el ET

2.1 La simulación en la OTAN

La OTAN como organización coordina los esfuerzos de sus miembros al tiempo que desarrolla otras capacidades propias que pone al servicio de los mismos. En este caso ha desarrollado un documento, denominado “Visión de la Simulación”⁶ en el que recoge los objetivos pretendidos, las acciones a llevar a cabo y las recomendaciones a sus miembros para un mejor aprovechamiento de la simulación como herramienta.

La OTAN se plantea 4 grandes metas a conseguir con la simulación:

- **Mejorar las capacidades:** Se utiliza la simulación para desarrollar nuevos métodos de adiestramiento, apoyar a las operaciones, evaluar la doctrina, la organización el adiestramiento, el material, el liderazgo, el personal, las instalaciones y la interoperabilidad.
- **Aumentar la interoperabilidad:** Interoperabilidad en la OTAN es la capacidad de operar juntos. La simulación puede usarse para aumentar la interoperabilidad a todos los niveles. Apoyando, por ejemplo, en ejercicios, evaluaciones, certificación de unidades, ensayo de misiones. Puede usarse especialmente en misiones multinacionales mediante el empleo de simuladores nacionales u OTAN.
- **Ahorrar recursos:** Los recursos que se pueden ahorrar pueden ser materiales, financieros o de trabajo. Se puede ahorrar tiempo y trabajo en el planeamiento de operaciones, munición y combustible creando ambientes virtuales ara entrenamiento de las unidades.
- **Reducción del riesgo:** Hay muchas categorías de riesgo, las más comunes son las vidas humanas y el desgaste del material. Utilizando entornos virtuales de entrenamiento estas se reducen notablemente. Así mismo se reduce también el riesgo de efectos colaterales sobre la población en el ensayo de operaciones etc.

⁶ (OTAN, 2008)

2.2. La simulación en el ejército

A nivel nacional la norma interna del ET que regula la asignación de responsabilidades, cometidos y directrices a cumplir es la NORMA GENERAL 08/13. Según esta norma lo que se pretende alcanzar mediante la simulación es lo siguiente: “el empleo de la simulación en apoyo de la IAE tiene por finalidad complementarla con un coste menor (temporal y económico), y el obtener un rendimiento y eficacia parecida a la que se obtendría con la ejecución real de las actividades asociadas a la preparación.”⁷

Se establecen los siguientes principios de uso de la simulación:

-Dirección y control centralizados: para evitar duplicidades de esfuerzos e interferencias

-Visión de futuro: debido al alto coste de estos medios, para que los medios a implantar tengan una vigencia prolongada en el tiempo o permita su modernización.

-Adquisición y mantenimiento unificado: para evitar duplicidades e interferencias.

Criterios generales de empleo:

- Adquisición de medios para sistemas de armas completos: los sistemas de armas que se adquieran deben acompañarse con sus respectivos simuladores.
- Consistencia en la programación: estableciendo niveles de simulación coherentes y homogéneos para las diferentes UCO,s.
- Adquisición del simulador necesario.
- Máxima sustitución: se deben priorizar los medios de simulación de aquellos sistemas y equipos en plantilla cuyo empleo habitual resulte prohibitivo, bien en función de sus gastos, o bien por su excesivo desgaste.
- Territorialidad: localización geográfica de los medios de simulación en aquellas zonas donde su rendimiento sea máximo.
- Capacidad de Federación de los medios de simulación en entornos complejos que proporcionen la posibilidad de desarrollar simultáneamente de forma coherente varios aspectos de la preparación. Para ello debe exigirse interoperabilidad en los medios adquiridos.
- De la combinación de los anteriores criterios, posibilidades de adquisición y medios y equipos con sistemas de simulación asociados, se deberá extraer el listado de necesidades de medios de simulación a cubrir y UCO,s a dotar. Además, se deberá tener en cuenta el esfuerzo

⁷ NG 08/13

realizado hasta la fecha en adquisiciones de medios y sistemas de simulación, así como los desarrollos informáticos existentes tanto en fase de prototipo como en fase de explotación.

En base a esta norma se elabora el Plan de Acción de Simulación (2015), donde se detalla de forma específica las necesidades de simulación. Analizando las carencias observadas y estableciendo soluciones reales y objetivos a alcanzar a corto y medio plazo. En él también se expresa la situación actual de los simuladores y la situación final a alcanzar una vez finalizada la implementación del mismo.

En este plan se describe como el Ejército de Tierra, con el uso de los simuladores pretende:

- La optimización de costes en la ejecución de determinadas actividades.
- La racionalización del consumo de munición y empleo de materiales
- Disminución del impacto medioambiental.
- Protección de la Fuerza (disminución de riesgos).
- Apoyo a la enseñanza.
- Apoyo a otras áreas de la preparación (doctrina, lecciones aprendidas, etc...).

El proyecto final se dirige hacia una interoperabilidad progresiva de los distintos simuladores de forma que se cree un campo de batalla virtual donde se integren todos los simuladores posibles, cada uno a su nivel. De esta forma la visión de la simulación será más global, considerando los simuladores de forma combinada.

2.2.1 Encuestas a cuadros de mando.

Para tener una visión clara del uso actual y real del simulador se han realizado unas encuestas de respuesta abierta a cuadros de mando de la Brigada La Legión que han permitido identificar las necesidades y opiniones desde el punto de vista del usuario. Los resultados de las mismas quedan reflejados en el anexo A y las conclusiones son las siguientes:

La mayoría de las Unidades usan poco el simulador. Se considera una excepción las unidades de defensa contracarro, ya que se trata de sistemas de armas que disparan misiles y tanto el precio de la munición como las condiciones que requieren los campos de tiro para hacer fuego real, hacen que el simulador sea su principal elemento de instrucción.

En el caso de las unidades de infantería ligera el simulador es un complemento del que no siempre se extrae todo el rendimiento que sería posible.

Se deduce también un desconocimiento por parte de ciertos cuadros de mando sobre las posibilidades de los diferentes sistemas.

En general la conclusión que se obtiene es que los simuladores están infrautilizados y el personal no está muy concienciado de su utilidad, a pesar de que la mayoría reconoce que son necesarios y saben apreciar las ventajas de su uso.

Los resultados de esta encuesta ponen de manifiesto la necesidad de una herramienta como la que se desarrolla en este trabajo que permita establecer el uso óptimo que se le deben dar a los simuladores de forma que se rentabilice la inversión, en sus tres facetas de adquisición, ubicación y uso, independientemente de la opinión subjetiva o particular que pueda tener cada Jefe de Unidad. Al estar impuesto el uso desde escalones superiores nos podremos asegurar de que la inversión del simulador es rentable y solucionar el problema actual de falta de uso.

3. Rentabilidad de los simuladores

Para el estudio de la rentabilidad de los simuladores se han establecido tres herramientas que se consideran necesarias para, en primer lugar estudiar la ubicación del simulador en el caso en que haya varias unidades usuarias, en segundo estudiar si la inversión realizada es adecuada para las posibilidades que ofrece el simulador y en caso afirmativo establecer un uso mínimo para su amortización, en tercer lugar, partiendo del uso mínimo del simulador se hace una propuesta de cómo integrar ese uso en los planes de instrucción para que se lleve a cabo por las unidades.

3.1 Localización de simuladores

El principio de territorialidad de la NG 08/13 especifica que la ubicación de los simuladores debe ser tal que permita su máximo rendimiento. Así, se considera necesario el uso de una herramienta que permita, teniendo en cuenta la cantidad de usuarios y los costes de desplazamiento hasta el simulador, estudiar cual será la ubicación más idónea para el mismo.

Según el Plan de simulación 2015 “El criterio general de asignación de estos medios de simulación que apoyan la instrucción es dotar a cada unidad tipo batallón/grupo de todos los sistemas necesarios para facilitar la instrucción de

su personal sin salir de la BAE.”⁸ Pero la realidad es que esto no es posible y en ocasiones hay que elegir un único simulador para varias unidades usuarias.

Para solucionar estos problemas se propone el siguiente método para elegir la ubicación de un simulador con varias unidades usuarias.

-Método del centro de gravedad

El método del centro de gravedad es una técnica matemática que se puede usar para elegir la ubicación de un simulador que minimice los costes de transporte de las unidades usuarias.

Tendremos en cuenta la ubicación de las unidades y el volumen de usuarios de estas. Situaremos las unidades en un sistema coordenado cualquiera, superpuesto al mapa de España e identificaremos el volumen de cada unidad según el número de usuarios del simulador a analizar. La coordenada solución podrá usarse de referencia para situar el simulador en el acuartelamiento más cercano y minimizar los costes de transporte.

$$\text{Coordenada } x \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{ix} \cdot Q_i}{\sum_i Q_i}$$

$$\text{Coordenada } y \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{iy} \cdot Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Donde:

d_{ix} = coordenada x de la localización i

d_{iy} = coordenada y de la localización i

Q_i = cantidad de usuarios que se desplazan hacia la localización i

Para poner un ejemplo de este método, supongamos que se está planteando la adquisición de un simulador de tiro de armas individuales VICTRIX para la región noreste de la península. Este simulador tendría las siguientes unidades usuarias:

⁸ Plan de acción de simulación (2015) p. 10

Nombre unidad	Ubicación	Longitud	Latitud	Número Usuarios
Rgto. Garellano 45	Munguía	-2,849894	43,366427	600
Rgto. Tercio Viejo de Sicilia	San Sebastián	-1,964828	43,307386	400
BRIL "SAN MARCIAL" V	Vitoria	-2,670172	42,868483	1000
RCZM. Galicia 64	Jaca	-0,548076	42,574892	1000
RCZM. América 66	Pamplona	-1,651910	42,813562	500
RCZM. Arapiles 62	San Clemente	2,978089	42,377342	500
RCZM. Arapiles 62	Barcelona	2,182413	41,401744	500
AGM	Zaragoza	-0,871865	41,699431	1000
BRC Castillejos II	Zaragoza	-0,871865	41,699431	1500
	CDG	-0,877068871	42,33301244	

Tabla 1. Coordenadas de ubicación y volumen de usuarios de unidades región noreste.⁹

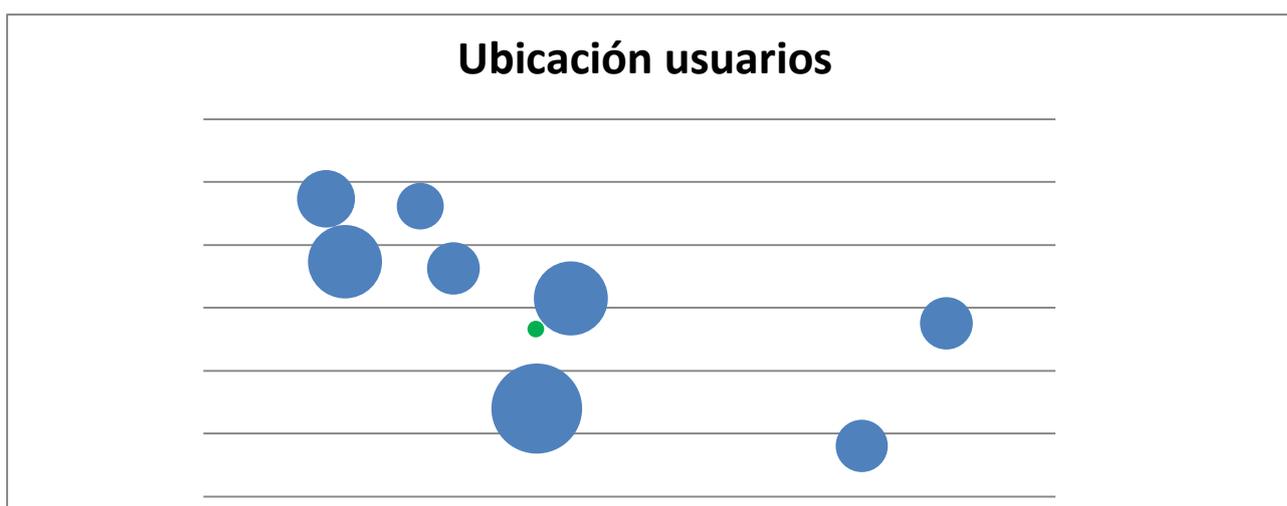


Figura 3. Representación de las unidades usuarias de un simulador.¹⁰

Tras hallar según el método el Centro de Gravedad, se puede representar gráficamente y superponer un mapa a esta representación.

El resultado que nos da en este ejemplo es que la ubicación óptima en términos de transporte para los usuarios es a 38 km del acuartelamiento de Jaca, por lo tanto este sería el acuartelamiento idóneo según el método para este simulador en concreto.

⁹ Tabla de elaboración propia.

¹⁰ Representación de elaboración propia.

3.2 Modelo de adquisición

A continuación se hace un estudio de rentabilidad en la adquisición de un simulador, para ello se hace un análisis de los costes asociados a los simuladores y a la instrucción real y se comparan los objetivos alcanzados con ambos métodos. Cobra especial relevancia el apartado anterior de ubicación óptima de un simulador ya que servirá para el cálculo de costes de transporte en el caso de varias unidades usuarias.

3.2.1 Discusión de variables

Para introducir el modelo de adquisición se exponen primero las variables a tener en cuenta para el estudio.

-Objetivos cumplidos con instrucción real (O_R)

Para analizar el correcto desempeño de las tareas de I/A en el Ejército de Tierra se utilizan objetivos a cumplir por las personas instruidas. Estos objetivos son determinados por el mando y vienen reflejados en el Plan de Preparación Anual (PAP) que desarrollan todas las unidades. Sobre estos, en ocasiones se concreta más y se elaboran fichas con objetivos más precisos.

Para analizar los objetivos cumplidos con la instrucción real, se aislará el ámbito de aplicación del simulador y se usarán los objetivos expresados en estos planes de instrucción y fichas. Así, se añadirán los que resulten oportunos en cada caso de acuerdo a las necesidades operativas, de ahí se obtendrá un listado de objetivos.

Una vez elaborado el listado de objetivos se ponderarán según importancia y se hará el recuento total de objetivos cumplidos con la instrucción real (cada objetivo ponderado por su importancia). Este recuento sería el valor final de la variable, medida en “número de objetivos”.

-Objetivos cumplidos con instrucción simulada (O_S)

Para determinar los objetivos cumplidos con la instrucción en simulador se partirá de la misma lista de objetivos creada para la instrucción real, esta será del ámbito de aplicación que cubre el simulador, de la misma forma que en la instrucción real se determinará el número de objetivos cumplidos (multiplicado por su determinada importancia) en la instrucción en el simulador.

Aquí es importante también ver qué objetivos coinciden con la instrucción real y cuales solo pueden ser alcanzados con la simulación. Esto nos servirá para hallar los objetivos alcanzados con la simulación conjunta los cuales se explican a continuación.

Como en la anterior variable los objetivos quedarían medidos en “número de objetivos”.

-Objetivos cumplidos con simulación conjunta (O_C)

Al no considerarse el uso de simuladores como sustituto a la instrucción tradicional sino como complemento a esta, se define el factor de objetivos cumplidos con simulación conjunta como aquellos objetivos que se cumplieran con instrucción real y simulada. Podríamos expresarlos matemáticamente como:

$$O_C = O_R \cup O_S$$

El número resultante se expresaría en “número de objetivos”.

-Rendimiento (R):

En el estudio previo a la adquisición de un simulador se pueden señalar tres posibles situaciones:

1. Que el simulador cubra exactamente los mismos objetivos de instrucción¹¹ que en una situación real. Por ejemplo en el puesto de cargador dentro de un carro donde el simulador cubra perfectamente todas las necesidades de instrucción. $R=1$
2. Que el simulador haya ciertos aspectos de la instrucción que no pueda cubrir. Por ser imposibles de reproducir mediante simulación. $R<1$
3. Que el simulador permita la instrucción de aspectos que serían imposible cubrir con la instrucción real. Por ejemplo el caso de proyectar un enemigo cause bajas en las fuerzas propias. $R>1$

Así pues, la clave aquí radica en determinar los adecuados objetivos de instrucción que queremos alcanzar y las posibilidades que nos puede ofrecer la simulación que debemos añadirlas a estos objetivos. Por ejemplo la posibilidad de evaluación que permiten algunos simuladores (esto puede deberse a la monitorización informática de ciertos resultados del usuario que pueden servir al mando para evaluar si está realizando bien una determinada tarea y puntuar o clasificar a los individuos).

Al considerarse siempre la instrucción con simuladores como complemento a la instrucción real, cabe realizar un estudio comparativo entre los objetivos conseguidos con instrucción real solamente y los obtenidos combinando ambos métodos, ya que carecería de sentido el considerar la simulación sola. Siendo en la mayoría de los casos deseable que la simulación aportara la consecución de nuevos objetivos de instrucción que no puedan ser alcanzados con la

¹¹ Objetivos de instrucción según Plan Anual de Preparación (PAP). Este plan es elaborado por las unidades según unas directrices y establece los objetivos de instrucción que se pretenden conseguir en ese año.

instrucción real. Para modelar esto, se hace la siguiente modificación al factor de rendimiento (R) que se presenta anteriormente.

Como hemos supuesto un rendimiento de 1 del simulador que cumple exactamente los mismos objetivos que la instrucción real, para obtener el verdadero rendimiento del simulador estudiaremos cual es el rendimiento de la instrucción combinada y la proporción de esta que le corresponde al simulador, es decir, el rendimiento combinado (R_c) sería el siguiente:

$$R_c = \frac{O_c}{O_R} \cdot \frac{O_S}{O_R}$$

Siendo:

$O_R =$ *Objetivos cumplidos instrucción real*

$O_S =$ *Objetivos cumplidos con simulador*

$O_c =$ *Objetivos cumplidos con simulación conjunta = $O_R \cup O_S$*

El factor rendimiento se introducirá en el modelo expresado en tanto por uno.

-Coste real (C_R)

En el análisis del coste real se incluyen los costes variables anuales de la instrucción real. Tanto para el análisis del coste variable real como el coste variable simulado tendremos en cuenta las mismas condiciones, es decir, el coste siempre será para el número de personas igual a la capacidad del simulador analizado y para ese tipo de instrucción. Por ejemplo para un simulador de tiro con capacidad de una sección se supondría el coste real si todos los días se hiciera tiro, aunque esto no fuera real para una sección en concreto si lo sería para compararlo con un simulador que es usado por muchas secciones ya que el uso del simulador sustituiría a algunas sesiones de instrucción de tiro.

Para ser lo más realistas posibles en el análisis hemos estimado la cantidad de 4 días de instrucción a la semana (dejando uno de mantenimiento y/o permisos) y 4 horas de instrucción al día.

Dentro de este coste se incluyen los siguientes:

- Coste de munición: este debe calcularse como el gasto medio de munición en un año que hagan el número de personas igual a la capacidad del simulador con el mismo uso que se ha supuesto al simulador y además suponiendo que el tipo de instrucción es siempre igual a la del simulador que queremos comparar.
- Coste de transporte: en caso de que el CMMT no se encuentre en la unidad y haya que desplazarse. También como el caso anterior

medido en un año y con 4 días en semana de instrucción. Aquí debe tenerse en cuenta que el coste de transporte es el coste equivalente al transporte del número de personas igual a la capacidad del simulador y para una instrucción del mismo tipo. En el caso de varias unidades usuarias para un solo simulador se hará la media ponderada de estos costes de transporte teniendo en cuenta el número de usuarios de cada unidad.

- Coste de mantenimiento: aquí se incluye el coste de mantenimiento de las instalaciones del CMMT o las instalaciones pertinentes en un año. Como en los factores anteriores sólo la parte que nos ofrece una instrucción similar y con la misma capacidad que el simulador sometido a análisis.
- Coste de personal: coste del personal encargado de los CMMT en un año.

-Coste simulado (C_s)

En las mismas circunstancias que el coste anterior aquí se analiza el coste variable en un año de la instrucción simulada. El resultado de este coste será la suma de los siguientes:

- Coste de munición: normalmente nulo aunque en ocasiones se puede incurrir en algún gasto de una munición de simulación.
- Coste de transporte: en el caso de no encontrarse el simulador en la unidad o tener varias unidades usuarias en cuyo caso se haría la media.
- Coste de mantenimiento: coste anual de mantenimiento del simulador, incluyendo repuestos etc.
- Coste de personal: coste anual del personal dedicado al simulador, si existe un mismo personal para más de un simulador se haría la parte proporcional.
- Coste energético: consumo anual eléctrico o de otro tipo.

-Inversión inicial (I_0)

La inversión inicial será el coste de adquisición del simulador. En caso de que esta adquisición tuviera costes asociados como manuales, complementos, etc. Se añadirán al coste de la inversión inicial.

-Número de años de vida útil del simulador (N)

Este dato podemos hallarlo de varias maneras, si se encuentra en el PPT la vida útil del simulador tomaremos ese dato, si no estimaremos el tiempo hasta su obsolescencia, ya sea por cambios en el armamento a emplear o por la tecnología del simulador.

En el modelo suponemos un valor residual nulo para el simulador, ya que en la gran mayoría de las ocasiones tras quedar obsoleto no se le podría dar otro uso.

3.2.2 Modelo teórico

En la adquisición de simuladores se incluyen muchos factores y aunque en un análisis superficial sólo podamos apreciar ahorro económico, ya hemos visto las ventajas y posibilidades que nos dan los medios de simulación. Todos estos factores a tener en cuenta hacen necesario realizar un estudio riguroso de costes y rentabilidad, más allá del que nos ofrezca la empresa a la que adquirimos el simulador.

-Modelo básico:

Teniendo en cuenta las variables explicadas anteriormente, se describe ahora la relación de estas y la condición para la compra del simulador, aunque el simulador se utilice como una ayuda a la instrucción real, la condición de compra es la misma que si solo se usase la simulación. El simulador se compraría si se cumpliera la condición.

$$(C_R - C_S) \cdot N \geq I_0 \cdot \frac{1}{R_C}$$

Siendo:

$C_R =$ Coste anual instrucción real

$C_S =$ Coste anual instrucción simulada

$N =$ Número de años de uso del simulador

$I_0 =$ Coste inversión inicial simulador

$R_C =$ Rendimiento conjunto

-Uso del simulador (U)

Como se ha observado, por distintos motivos el uso de los simuladores no siempre es del 100% y esto podría llevarnos a incluir rectificaciones del modelo en esta línea añadiendo el uso del simulador (U) expresado como el porcentaje del uso respecto al 100%. Así pues si el uso del simulador es inferior al 100% el modelo a aplicar sería:

$$U \cdot (C_R - C_S) \cdot N \geq I_0 \cdot \frac{1}{R}$$

-Parámetros

- Tiempo de uso del simulador hasta su amortización (N)
Un resultado de realizar este estudio previamente a la adquisición del simulador sería ver cuántos años serían necesarios hasta su amortización. Simplemente despejando N en la ecuación tendríamos este dato, que puede ser útil para evaluar si los nuevos sistemas de armamentos o la evolución en la instrucción dejaran obsoleto el simulador antes de esa fecha.
- Uso mínimo del simulador (U)
Despejando U, tendríamos el uso mínimo que se le tiene que dar al simulador para que este sea rentable.
Este parámetro cobra especial relevancia para determinar por parte del mando las horas mínimas de instrucción simulada.
En el trabajo se propone que teniendo en cuenta el porcentaje de uso del simulador, se halle el tiempo de uso mínimo para rentabilizar el simulador y se incluya como una condición a cumplir en los PAP,s. La elaboración de estos planes incluyendo el uso de los simuladores se explica en el apartado 3.3.
- Productividad del simulador
Definimos la productividad del simulador como:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Objetivos alcanzados}}{\text{Recursos empleados}}$$

Este puede ser un parámetro interesante en la comparativa de simuladores o de cara a la adquisición de nuevos simuladores, fijándonos en los que tenemos ya en uso.

-Consideraciones al modelo

Debe tenerse en cuenta que el modelo propuesto servirá como ayuda a la decisión y en ningún caso debe valorarse la adquisición del simulador únicamente teniendo en cuenta este estudio. Se trata de proponer un método para analizar la rentabilidad. Hasta el momento se hacía de forma más intuitiva y sin que existiera una herramienta que pudiera servir a la hora de tomar estas decisiones.

En especial podemos resaltar las carencias en valoración de riesgos e impacto ambiental. Estos factores se pueden incluir en los objetivos de instrucción con una cierta ponderación, pero aún con ello sería difícil de

precisar en qué situaciones es realmente importante la ausencia de riesgos o la ausencia de impacto en el medio ambiente. Por ello se recomienda el análisis de estos factores por separado sin que se incluyan en el modelo.

3.2.3 Ejemplo: adquisición de simulador VICTRIX.

Para ejemplificar la aplicación del modelo de adquisición se va a analizar el simulador de armas individuales VICTRIX en su adquisición para la BRILEG en Almería.

Los datos para el simulador VICTRIX son los siguientes:

- Precio unitario medio de adquisición del simulador(I_0)= 289.602€
- Coste munición real (€):
 - **9 mm:** 0,2
 - **5.56 ordinario:** 0,273
 - **7.62, ordinario:** 0,33
 - **7,62 precisión:** 1,50
 - **12.7 precisión:** 9,47
- Horas uso: 4 horas/día*4 días/semana*56 semanas=896 horas al año.

En el ejemplo hemos supuesto el horario de 4 días en semana y 4 horas al día dedicadas a la instrucción, que es lo que actualmente se lleva a cabo en las unidades. Por actividades como deporte todos los días y orden cerrado o mantenimiento los viernes.

- Desglose consumo medio de munición en un día de tiro=419,4 €
 - 30 disparos *30 personas*0,273(5.56 ordinario)= 245,7 €
 - 20 disparos*4personas(mandos)*0,2(9 mm)= 16 €
 - 20 disparos*1,50(7,62 precisión)= 30 €
 - 100 disparos*0,33(7,62 ordinario)= 33 €
 - 10 disparos*9,47(12,70 precisión)= 94.7 €

- 1) En la siguiente tabla se estudian los costes variables anuales de la instrucción real y simulada:

	COSTE REAL	COSTE SIMULADO
MUNICIÓN	93.945	0
TRANSPORTE	0	0
MANTENIMIENTO	200	1000
PERSONAL	3500	14000
ELECTRICIDAD	0	500
TOTAL	97.645	15.500

Tabla 2. Comparación de costes variables de instrucción real y simulada.¹²

2) El siguiente paso sería establecer por parte del mando los objetivos de instrucción (los cuales podrán ser extraídos del PAP), ponderarlos según su importancia y ver cuántos de estos objetivos cumple el simulador.

- Para el ejemplo suponemos que el mando ha determinado que con la instrucción real se cumplen 50 objetivos de instrucción y con el simulador 40, pero de esos 40 existen 5 que sólo los cumple el simulador y no la instrucción real (combate en población contra enemigo en movimiento, identificación y tiro de amigo/enemigo, etc.). Así pues:

- $O_R=50$
- $O_S=40$
- $O_C=55$

- Por lo tanto el rendimiento conjunto del simulador es:

$$R_C = \frac{O_C}{O_R} \cdot \frac{O_S}{O_R} = 0,88$$

3) Suponiendo un uso (U) del 100% (4 días en semana, 4 horas al día), es decir, las mismas horas que realizaría instrucción una unidad equivalente a la capacidad máxima del simulador, aplicamos el modelo despejando N (años de uso del simulador) para averiguar los años necesarios hasta su amortización:

$$U \cdot (C_R - C_S) \cdot N \geq I_0 \cdot \frac{1}{R}$$

Igualamos la ecuación para ver el límite de años con un uso del 100%:

$$1 \cdot (97.645 - 15.500) \cdot N = 289.602 \cdot \frac{1}{0,88}$$

¹² Tabla de elaboración propia.

Despejando N:

$$N = 4 \text{ Años}$$

Como la vida útil del simulador es mayor a N, resultará rentable su adquisición para el uso propuesto.

- 4) Para continuar con el análisis, es interesante estudiar el uso mínimo del simulador, ya que su falta de uso es el actual problema que encontramos en este tipo de simuladores. Estableciendo este uso mínimo, los jefes de unidad pueden determinar si es posible su integración en los programas de instrucción o si no es viable que se le dé el uso mínimo por parte de la unidad para que su compra sea rentable.

Partimos de la vida útil del simulador N=15 años.

$$U \cdot (C_R - C_S) \cdot N \geq I_0 \cdot \frac{1}{R}$$

$$U \cdot (97.645 - 15.500) \cdot 15 = 289.602 \cdot \frac{1}{0,88}$$

Despejando U:

$$U = 26,7\% \text{ de uso}$$

Sabiendo que el 100% del uso son 896 horas/año.

El uso mínimo 26,7% supondría un uso de 239 horas/año.

A partir de estos datos podemos decir que el simulador será rentable en su adquisición ya que su uso mínimo podrá ser integrado de forma correcta en el plan de instrucción sin perjuicio alguno para los objetivos de las unidades.

3.3 Uso de los simuladores.

3.3.1. Modelo de uso.

Por tanto. el verdadero problema encontrado en el uso de la simulación es que las unidades no usan lo suficiente los simuladores y en ocasiones no llega a ser rentable. El motivo principal es el desconocimiento tanto de los simuladores y sus posibilidades como de cuánto deben usarlo para instruir a sus unidades. Por todo esto en el siguiente modelo de uso de los simuladores en las unidades se pretenden corregir estas carencias incluyendo informaciones útiles para el máximo aprovechamiento de los simuladores y el máximo rendimiento en la instrucción. La decisión referida a los datos concretos a incluir en el modelo recaería en el mando, no quitándole con este

modelo el control de su unidad sino más bien todo lo contrario, facilitando su labor.

Para solucionar los problemas detectados. el mando debería establecer esa proporción de uso del simulador en relación con los objetivos de instrucción. Esto se reflejaría en el Programa Anual de Preparación de la forma que se muestra en el ejemplo:

Objetivos instrucción	Sección		Compañía		Batallón	
	Real	Simulado	Real	Simulado	Real	Simulado
Asalto a una POSDEF	60%	40% (V)	70%	30% (VBS2)	50%	50% (C)
Limpieza de calles en ZURB	70%	30% (V)	60%	40% (VBS2)	60%	40% (C)
Construcción de POSDEF	100%	0%	90%	10% (VBS2)	50%	50% (C)
Defensa de medios acorazados con misil SPIKE	5%	95%(S)	10%	90% (S)	10%	90% (40%C, 50% S)
Apoyo por el fuego directo	40%	60% (40% N, 10% V, 10% T)	80%	20% (VBS2)	90%	10% (C)

Tabla 3. Uso de simuladores por objetivos.¹³

LEYENDA:

N=Simulador NOPTTEL

V=Simulador VICTRIX

T=Simulador tiro precisión

VBS2=Steel Beast

C=Casiopea

¹³ Tabla de elaboración propia.

S= Simulador SPYKE IDT

Descripción de los simuladores según ANEXO B.

Los porcentajes de uso de instrucción real y simulada se han establecido conforme a los simuladores disponibles en la unidad en concreto y deben cumplir unos determinados criterios:

- 1) Que la suma de horas de uso por persona sea igual o mayor que el uso mínimo para la rentabilidad del simulador. Esto se calcularía haciendo uso el modelo explicado en el apartado 3.2 para cada uno de los simuladores.
- 2) Que el número de horas de uso del simulador resultantes no supere la capacidad del mismo.
- 3) Instrucción real distinta a 0.
- 4) Establecer el simulador adecuado para cada nivel, como ya se ha visto en la pirámide de la simulación.

4. Conclusiones

Como conclusiones al trabajo realizado, se presentan las siguientes:

En primer lugar el escenario económico actual hace necesario un ahorro de costes en instrucción y adiestramiento sin que esto afecte a los objetivos a alcanzar por nuestras unidades. Para ello se hace necesaria establecer una forma metódica en las adquisiciones basada en los objetivos a conseguir. Este enfoque mejorará sin duda la correcta elección de simuladores realmente útiles para nuestras unidades.

Por otra parte los documentos respecto a simulación existentes carecen de herramientas y medidas objetivas a bajo nivel de mando (en pequeñas unidades) que permitan analizar el uso de los simuladores en las unidades. Esta carencia de indicadores provoca que el rendimiento de los simuladores no pueda ser analizado y, en caso de no ser el adecuado, no se identifique, impidiendo también la toma de medidas correctoras.

Mediante el procedimiento de la encuesta se han extraído conclusiones importantes acerca de la concienciación en el uso de simuladores por parte de los cuadros de mandos. Este procedimiento puede resultar útil para futuras adquisiciones de simuladores. Por lo tanto resulta necesaria la definición de alguna herramienta o procedimiento que permita la comunicación y el feedback desde los niveles de mando más bajos hasta los más altos para ayudar a estos últimos en la toma de decisiones. Los usuarios finales serán las unidades y se

ha comentado la importancia de sacar el máximo rendimiento a los medios de simulación. A falta de indicadores, esto podría ser una buena medida para la detección de problemas en los medios de simulación.

El modelo de adquisición nos brinda una importante conclusión respecto al uso mínimo para la rentabilidad económica del simulador, esta tiene que ser transmitida a las unidades para respetar ese uso e imponerlo en los PAP,s con las medidas mencionadas en el trabajo.

El modelo se ha referido a los simuladores de infantería. Sin embargo, con las debidas adaptaciones, la idea de una herramienta que analice la rentabilidad de este tipo de inversiones, se puede extrapolar a todos los simuladores del Ejército de Tierra e incluso de otros ejércitos. Se trata pues de un primer paso en este tipo de análisis ya que hasta el momento no se ha considerado la rentabilidad de los simuladores y dado que, en la mayoría de los casos, uno de los objetivos más importantes del simulador es el ahorro de costes en el adiestramiento de las unidades, el análisis de la medida en qué esos ahorros han sido realmente efectivos se considera fundamental.

ANEXO A

ENCUESTA REALIZADA A CUADROS DE MANDO.

Durante el período de prácticas, se ha realizado una encuesta a un grupo de Cuadros de Mando de la BRILEG con el objeto de orientar el estudio sobre el uso de los simuladores y adaptar la herramienta que se propone lo máximo posible a las necesidades reales.

Se realizó la encuesta de manera oral a un total de 30 cuadros de mando de diferentes unidades. Estos cuadros de mando estaban constituidos por oficiales y suboficiales que han tenido oportunidad de usar los simuladores de la unidad.

1. ENCUESTA.

La encuesta constó de 7 preguntas, tratando simplemente de tener una idea global del uso que se le está dando a los simuladores actualmente.

- a) ¿En qué Unidad se encuentra encuadrado?
- b) ¿Cuántas veces usa el simulador normalmente en un mes?
- c) ¿Considera necesario el uso del simulador para la instrucción de su Unidad?
- d) ¿Qué ventajas encuentra en el uso del simulador?
- e) ¿Qué inconvenientes encuentra en el uso del simulador?
- f) ¿Cree que es rentable el uso del simulador?
- g) Transmita su opinión sobre los simuladores en su unidad en general.

1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR PREGUNTAS.

- a) ¿En qué Unidad se encuentra encuadrado?
 - Unidad de fusiles..... 20
 - Unidad de Armas de Apoyo..... 10
- b) ¿Cuántas veces usa el simulador normalmente en un mes?
 - Una o dos veces.....19
 - Dos a tres veces..... 5

- Cuatro o más veces..... 4
 - Ninguna..... 2
- c) ¿Considera necesario el uso del simulador para la instrucción de su Unidad?
- SI.....28
 - NO..... 2
- d) ¿Qué ventajas encuentra en el uso del simulador?
- Probabilidad de empleo en condiciones climatológicas adversas. (16 repeticiones)
 - Ahorro de munición y combustible (30 repeticiones)
 - Minimiza el riesgo (8 repeticiones)
 - Se alcanzan objetivos que no se pueden obtener en la instrucción real (5 repeticiones)
- e) ¿Qué inconvenientes encuentra en el uso del simulador?
- Los objetivos que se alcanzan están lejos de la realidad. (10 repeticiones)
 - Es complicado su uso (18 repeticiones)
 - Se pierde mucho tiempo (20 repeticiones)
 - Al tener que compartirlo con otras unidades no es práctico (15 repeticiones),
- f) Transmita su opinión sobre los simuladores en su unidad en general.

En este apartado, la mayoría considera que los simuladores son útiles y que motivan a la tropa. Sin embargo al hacerse en salas, da la impresión de que no se está haciendo instrucción. Principalmente en Infantería, que es el tipo de simuladores objeto del estudio.

Dentro de la unidades de infantería las más concienciadas de la utilidad de los simuladores son las de defensa contracarro,

No todo el mundo está concienciado de que el uso de los simuladores puede producir un ahorro y mucho menos que sea un complemento imprescindible para la instrucción en el campo.

ANEXO B

DESCRIPCIÓN DE SIMULADORES CITADOS EN EL EJEMPLO

-NOPTEL

Simulador de tiro para fusil HK que analiza y corrige el tiro de precisión con este arma, pudiendo ser monitorizado por un ordenador y detectando fallos en los elementos de la persona que influyen en el tiro como pueden ser respiración, posición del arma, movimientos en el tiro, etc.



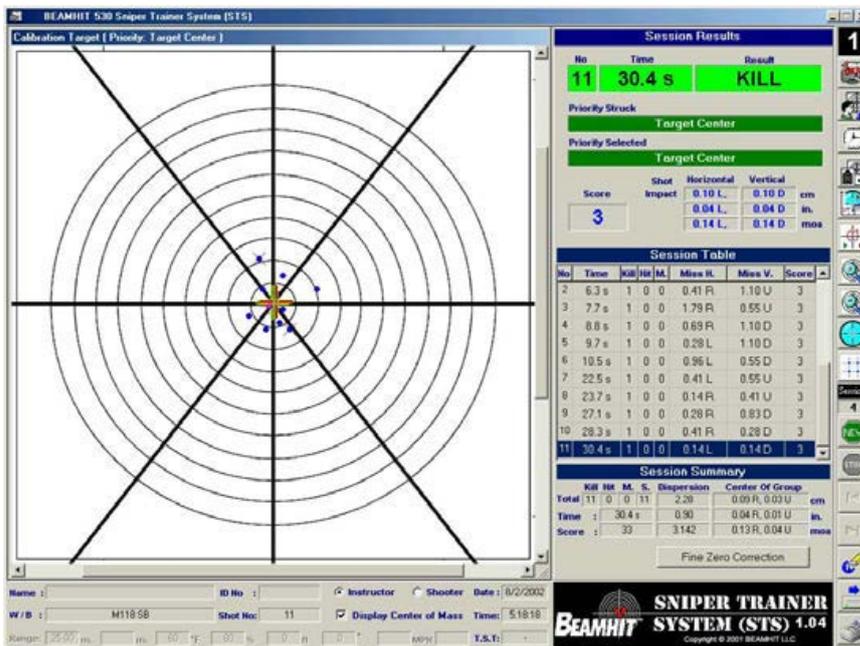
-VICTRIX

Simulador de armas individuales que mediante la proyección en sala permite realización de ejercicios de tiro de precisión, así como combate en población, tiro instintivo, etc.



-SIMULADOR TIRO PRECISIÓN (STS)

Simulador concebido para el tiro de precisión, el disparo es simulado por un láser montado sobre el cañón del arma real y el resultado es revisado mediante un monitor de un ordenador.



-VBS2

“Serious Game” que permite imitar casi todas las situaciones de combate, pero tratadas desde un ordenador.



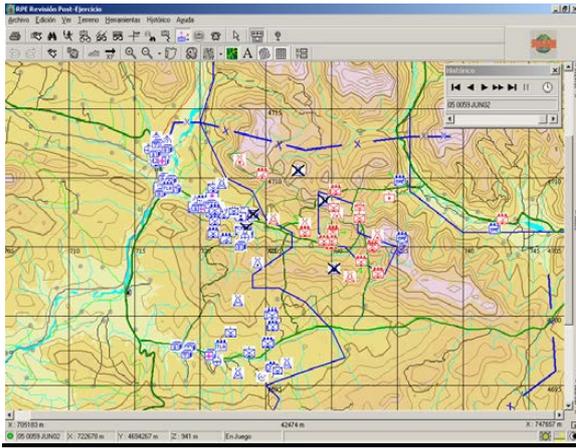
-SIMULADOR SPYKE IDT

Simulador de tiro de misil Spyke, permite recrear el tiro del misil Spyke con enemigo ficticio.



-CASIOPEA

Simulador para estados mayores, recreación de situaciones de combate orientado a la toma de decisiones a alto nivel.



BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, C. (2009). *Simulations and serious games*.
- Escámez Fernández, A. (2014) *Los simuladores. Un medio de apoyo eficiente a la instrucción, en permanente evolución*. Revista Ejército N.881.
- Janes Defense Weekly Review (2012). *Simulation-based training briefing*.
- NATO Research and Technology Organization (2013). *Live, virtual and constructive, a common platform for the future training systems*.
- Potts, JN (2008). *Serious game in defence education*. Caspian Learning. Defence Academy Distance Learning Programme Manager.
- Revista Española de Defensa (2012). *Simuladores en las Fuerzas Armadas españolas*.
- *Página web de simulación del ejército de tierra en el siguiente enlace:*
<http://www.ms.army.mil>

REFERENCIAS

- Jay Heizer, B. R. (2009). *Principios de administración de operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- OTAN. (2008). *Modelling & Simulation Vision*. Allied Comand Transformation.
- MADOC. (2015). *Plan de Acción de Simulación en el ET*.
- Subsistema de Apoyo a la IAE (2013). *Norma General 08/13*