

Trabajo Fin de Grado

ANÁLISIS DE NECESIDADES PARA UN SISTEMA DE INTELIGENCIA CAPAZ DE
CALCULAR LA ESTIMACIÓN DEL DAÑO COLATERAL DE LAS MUNICIONES DE
ARTILLERÍA EN TEATRO DE OPERACIONES

CAC Jesús Araque Luque

Director académico: Dra. Doña Ángeles Dena Arto
Director militar: Cap. Don Francisco Izquierdo Used

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2021

[Página en blanco]



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi directora académica, la Dra. Doña Ángeles Dena Arto, por su dedicación, ayuda y esfuerzo para la buena realización de este TFG.

En segundo lugar, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mi director militar, el Capitán D. Francisco Izquierdo Used, por su total disposición y entrega mostrada hacia mí, tanto en el TFG como en mis prácticas externas.

En tercer lugar, agradecer al Capitán D. Enrique Campo Jiménez, por el esfuerzo constante y gran orientación que ha realizado.

En cuarto lugar, agradecer a mi tutor militar, el Teniente D. Julio Hermoso Gutiérrez, debido a su gran implicación con mi TFG, facilitándome numerosos consejos para lograr conseguir mis objetivos.

Por último, agradecer el trato recibido por parte del Grupo de Artillería de Campaña de la Brigada Orgánica Polivalente (BOP) "Guzmán el Bueno" X, destacando al personal de la segunda Batería, los cuales me acogieron con los brazos abiertos haciéndome sentir rápidamente uno más del gran equipo que constituyen.



RESUMEN

Actualmente los tipos de conflictos en los que actúa el Ejército disciernen totalmente con los del pasado. Los nuevos conflictos se llevan a cabo en zonas urbanas, donde se requiere de una gran preocupación por limitar la acción militar solamente a los objetivos deseados sin producir daños colaterales. Este nuevo contexto, causa que existan numerosos riesgos de afectar a poblaciones, instalaciones civiles o no combatientes, por lo que siempre se tendrá en cuenta la ventaja militar que supondrá la realización de las acciones respecto a los daños causados.

Con el fin de evitar estos daños existen determinadas leyes de obligado cumplimiento como el Derecho de la Guerra, el Derecho Internacional de los Conflictos Armados o las Reglas de Enfrentamiento. El incumplimiento de estas obligaciones podría causar enormes efectos negativos sobre los civiles, además de causar una enorme repercusión para el Ejército, pudiendo incluso llegar a tener un impacto adverso en sus objetivos militares, alianzas y asociaciones.

Debido a la necesidad de operar en este tipo de escenarios es necesario realizar una estimación de daños colaterales (CDE), procedimiento que comprende los métodos, técnicas y procesos para que un jefe de la fuerza pueda mitigar los posibles daños o lesiones accidentales a personas, bienes civiles o al entorno. Por lo tanto, la CDE es una herramienta de ayuda para la toma de decisiones, la cual permite obtener una comprensión sobre los efectos de las armas, sus consecuencias y posibles técnicas de mitigación¹, permitiendo realizar juicios más equilibrados y completos.

El objetivo de este trabajo es el análisis de necesidades para un sistema de inteligencia capaz de calcular la CDE de las municiones de artillería en teatro de operaciones, con el fin de lograr un aumento en la rapidez en la toma de decisiones y permitir a las unidades de artillería realizar evaluaciones precisas de su campo de acción.

Por tanto, este TFG propone el análisis de un sistema de inteligencia compuesto por un componente material, del cual se analizarán las municiones y los medios de adquisición, localización e identificación de objetivos, y un componente humano, al cual se le dotará de la formación necesaria para realizar el procedimiento.

Tras el estudio realizado se puede concluir que los medios actualmente en dotación en las unidades son válidos para la metodología encontrando la principal necesidad en la cualificación del personal sobre la CDE. Esto se debe a que la presencia de la Artillería en el exterior se ha limitado hasta tal punto que actualmente no exista ninguna pieza de Artillería de Campaña desplegada en teatro de operaciones haciendo que esta metodología quede en desuso.

PALABRAS CLAVE

Estimación del daño colateral (CDE), Objeto colateral (OC), Metodología de la CDE (CDEM), Área de riesgo colateral (CHA), Autoridad de empeño (TEA).

¹ Mitigación: Conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos negativos que puedan tener algunas intervenciones.



ABSTRACT

Currently the types of conflicts in which the Army operates are totally different from those of the past. The new conflicts take place in urban areas, where great concern is required to limit military action only to the desired targets without causing collateral damage. This new context causes that there are numerous risks of affecting populations, civilian facilities or non-combatants, so the military advantage that the actions will entail with respect to the damage caused will always be taken into account.

In order to avoid these damages, there are certain mandatory laws such as the Law of War, the International Law of Armed Conflicts or the Rules of Engagement. Failure to comply with these obligations could have enormous negative effects on civilians, as well as having an enormous impact on the Army, including an adverse impact on its military objectives, alliances and partnerships.

Due to the need to operate in this type of scenario, it is necessary to carry out a collateral damage estimate (CDE), a procedure that includes the methods, techniques and processes so that a head of the force can mitigate possible accidental damage or injury to people, civil assets or the environment. Therefore, the CDE is a decision-making aid tool, which provides an understanding of the effects of weapons, their consequences and possible mitigation techniques, allowing more balanced and complete judgments to be made.

The objective of this work is the needs analysis for an intelligence system capable of calculating the CDE of artillery ammunition in the theater of operations, in order to achieve an increase in the speed of decision-making and allow artillery units to make accurate assessments of their field of action.

Therefore, this TFG proposes the analysis of an intelligence system composed of a material component, of which the ammunition and the means of acquisition, location and identification of targets will be analyzed, and a human component, which will be provided with the necessary training to perform the procedure.

After the study carried out, it can be concluded that the means currently provided in the units are valid for the methodology, finding the main need in the qualification of the personnel on the CDE. This is due to the fact that the presence of the Artillery abroad has been limited to such an extent that there is currently no Field Artillery piece deployed in the theater of operations, making this methodology obsolete.

KEYWORDS

Collateral Damage Estimation (CDE), Collateral Object (OC), CDE Methodology (CDEM), Collateral Hazard Area (CHA), Target Engagement Authority (TEA).



ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
PALABRAS CLAVE	ii
ABSTRACT	iii
KEYWORDS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	2
2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE	2
2.2. METODOLOGÍA	2
3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)	4
4. DESARROLLO: ANALISIS Y RESULTADOS	4
4.1. PROCESO DEL TARGETING	5
4.2. METODOLOGÍA PARA LA CDE (CDEM)	6
4.1.1. ASIGNACIÓN DE NIVELES.	8
4.1.2. ASIGNACIÓN DE LA AUTORIDAD DE EMPEÑOS.	9
4.1.3. VALORACIÓN DE DAÑOS DE COMBATE (BDA).	10
4.2. ANÁLISIS DE MUNICIONES.	11
4.2.1. EFECTOS DE LAS MUNICIONES DE ARTILLERÍA.	11
4.2.2. ÁREA LETAL DEL PROYECTIL.	12
4.2.3. INFLUENCIA DE LA PIEZA.	12
4.2.4. POSIBLES ERRORES EN EL TIRO.	13
4.2.5. CÁLCULO DE LA MÍNIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD.	13
4.2.6. MUNICIONES GUIADAS.	17
4.3. ANÁLISIS DE LOS MEDIOS ADQUISICIÓN, LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS.	19
4.3.1. EL PROCESO ISTAR.	19
4.3.2. POSIBLES NUEVAS ADQUISICIONES.	24
4.4. CURSO DE CUALIFICACIÓN PARA EL EMPLEO DE LA METODOLOGIA DE	



ESTIMACION DE DAÑOS COLATERALES.	26
4.4.1. FORMACIÓN ACADÉMICA.....	27
4.4.2. ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN	28
4.4.3. BLOQUE TEÓRICO.	28
4.4.4. BLOQUE PRÁCTICO.....	29
4.4.5. BIBLIOGRAFIA.	32
5. CONCLUSIONES	33
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	36
ANEXO A. Brigada “Guzmán el Bueno” X	37
ANEXO B. Obús ATP M-109 A5E	38
ANEXO C. Vector 21	39
ANEXO D. Técnicas de mitigación de los efectos	40
ANEXO E. Posibles errores en la realización del tiro	41
ANEXO F. Entrevista a personal experto	43
ANEXO G. Entrevista a personal experto.	44
ANEXO H. Encuesta sobre CDE.....	46



ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 : Ciclo del targeting conjunto (JTC). Fuente: [5].	5
Ilustración 2: Fotografía de la preparación de una prueba por fragmentación de cerco de impactos. Fuente: [11].	11
Ilustración 3: Clasificación de los fragmentos obtenidos. Fuente:[11].	12
Ilustración 4: Fórmulas del cálculo del error total. Fuente: [3].	13
Ilustración 5: Error probable longitudinal (m) en función del alcance (m) y de la carga. Fuente: elaboración propia.	14
Ilustración 6: Superficie del área letal en m2 para personal. Fuente: [13]	15
Ilustración 7: Resumen de errores en el transporte. Fuente: [13].	15
Ilustración 8: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.	16
Ilustración 9: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.	16
Ilustración 10: Errores probables circulares. Fuente:[14]	18
Ilustración 11: Radar Chart de medios. Fuente: elaboración propia.	25
Ilustración 12: Resultados encuesta sobre el CDE. Fuente: elaboración propia.	26
Ilustración 13: Imagen satélite de la zona de combate en población Casas Altas. Fuente: Google Maps.	29
Ilustración 14: Organigrama BOP "Guzmán el Bueno" X. Fuente: [31].	37
Ilustración 15: Organigrama BOP "Guzmán el Bueno" X. Fuente: [31].	37
Ilustración 16: Descripción Obús ATP M-109 AE5. Fuente: [30].	38
Ilustración 17: Vector 21. Fuente: [31].	39
Ilustración 18: Imágenes tomadas del Vector 21 durante la realización del ejercicio. Fuente: elaboración propia.	39



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Procedimiento Nivel 1 de CDE. Fuente: [5].	6
Tabla 2: Procedimiento Nivel 2 de CDE. Fuente: [5].	6
Tabla 3: Procedimiento Nivel 3 de CDE. Fuente: [5].	7
Tabla 4: Procedimiento Nivel 4 de CDE. Fuente: [5].	7
Tabla 5: Procedimiento Nivel 5 de CDE. Fuente: [5].	7
Tabla 6: Metodología de estimación del daño colateral y análisis del riesgo. Fuente: elaboración propia	8
Tabla 7: Los 5 pilares del targeting. Fuente: [5].	10
Tabla 8: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.	17
Tabla 9: Comparación de las características del proyectil Excalibur con el kit de guiado PGK M-1156. Fuente: elaboración propia.	19
Tabla 10: Medios que disponen los OAV para la CDE. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 11: Análisis DAFO del Vector 21 Nite. Fuente: elaboración propia.	21
Tabla 12: Resultados de las medidas obtenidas durante la prueba del Vector 21. Fuente: elaboración propia.	22
Tabla 13: Medios que disponen Inteligencia para la CDE. Fuente: elaboración propia.	23
Tabla 14: Análisis DAFO del Raven RQ 11B. Fuente: elaboración propia.	24
Tabla 15: Características técnicas del medio STERNA y del Mosquito. Fuente: elaboración propia.	25
Tabla 16: Evaluación de las características técnicas del medio STERNA y del Mosquito. Fuente: elaboración propia.	25
Tabla 17: Formación académica curso CDE. Fuente: elaboración propia.	27
Tabla 18 :Cronograma del curso de cualificación del CDE. Fuente: Elaboración propia.	27
Tabla 19: Criterios de evaluación. Fuente: elaboración propia.	28
Tabla 20: Contenido del bloque teórico. Fuente: elaboración propia.	29
Tabla 21: Descripción de los identificadores. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 22: Contenido del bloque práctico. Fuente: elaboración propia.	30
Tabla 23: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico A. Fuente: elaboración propia.	30
Tabla 24: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico B. Fuente: elaboración propia.	30
Tabla 25: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico C. Fuente: elaboración propia.	31
Tabla 26:Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico D. Fuente: elaboración propia.	31
Tabla 27: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico E. Fuente: elaboración propia.	32
Tabla 28. Técnicas de mitigación. Fuente: [20].	40
Tabla 29: Posibles errores en el tiro. Fuente: elaboración propia.	42



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BDA	Valoración de daños de combate.
BOP	Brigada orgánica polivalente.
CAVEATS	Reservas nacionales.
CD	Daño colateral. Collateral damage.
CDE	Estimación de los daños colaterales. Collateral damage estimation.
CDEM	Metodología del daño colateral. Collateral damage methodology.
CDRO	Objetos de Riesgo de Daños Colaterales
CE	Estimación de bajas. Casualty estimate.
CER	Radio de efectos colaterales. Collateral efect radius.
CHA	Área de riesgo colateral. Collateral hazard area.
CMOPS	Comandante del Mando de Operaciones.
CO	Objeto colateral.
DAFO	Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.
GACA	Grupo de artillería de campaña.
FAS	Fuerzas Armadas.
HE	Proyectil rompedor. High explosive.
ICAO	Organización de aviación civil internacional. International Civil Aviation Organization.
ISTAR	Inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos. Intelligence, surveillance, reconnaissance and targeting.
JEMAD	Jefe del Estado Mayor de la Defensa.
JFO	Observador de fuegos conjunto. Join Fire Observer.
JT	Targeting Conjunto. Join Targeting.
JTAC	Controlador aéreo terminal conjunto. Join Terminal Attack Controller.
JTC	Ciclo del targeting conjunto.
MT	Espoleta mecánica a tiempos.
NCV	Valor límite de bajas civiles.
NFO	Observador nacional de fuegos. National Fire Observer.
OAV	Observador avanzado.
OPLAN	Plan de operaciones.
PGK	Kit de guiado de precisión.
PGM	Munición guiada de precisión.
PI	Espoleta de percusión instantánea.
PID	Identificación positiva. Positive identification.
ROE	Reglas de enfrentamiento. Rules of engagement.
RPAS	Vehículo aéreo no tripulado. Remotely Piloted Aircraft System.



CAC Jesús Araque Luque

TEA	Autoridad de empeño. Target engagement authority.
TFG	Trabajo Fin de Grado.
TSA	Sistema de objetivos.
TST	Objetivos sensibles al tiempo.
UAV	Vehículo Aéreo no Tripulado. Unmanned Air Vehicle.
VT	Espoleta de proximidad.
ZA	Zona de acción.



1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el teatro de operaciones donde las Fuerzas Armadas (FAS) actúa ha sufrido una transformación respecto del antiguo combate convencional, el cual se desarrollaba en grandes extensiones de terreno donde se delimitaban claramente los adversarios. En los conflictos recientes, se ha desarrollado lo definido como conflicto híbrido² [4], el cual se lleva a cabo principalmente en entornos urbanos donde existe un gran número de población civil, existiendo por tanto un enorme riesgo de producir daños colaterales (CD).

Con el fin de conseguir cumplir el propósito de las misiones, intentando ocasionar los menores daños colaterales posibles, se han establecido numerosas limitaciones y restricciones a la hora de actuar como pueden ser las Reglas de Enfrentamiento (ROE) o las Reservas Nacionales (CAVEATS).

Este contexto, produce que cada vez sea necesario un mayor análisis del teatro de operaciones y se traduce en una mayor complejidad a la hora de la toma de decisiones, debido a la enorme presencia de civiles, objetivos restringidos y escudos humanos³.

Por lo tanto, debido a los grandes efectos que producen las acciones de fuego de la Artillería se puede encontrar la necesidad, por parte de las autoridades encargadas de autorizar dichas acciones, de disponer de una metodología la cual permita evaluar los posibles daños que se puedan originar en función de la ventaja militar que nos aportará la acción sobre dicho objetivo.

La respuesta a esta necesidad se encuentra en la CDE, la cual es una herramienta esencial dentro del proceso del Targeting, proceso por el cual se determinan los blancos y acciones a ejecutar para conseguir el propósito del Jefe operacional.

El objetivo de este trabajo es el análisis de necesidades para un sistema de inteligencia capaz de calcular la estimación del daño colateral (CDE) de las municiones de artillería en teatro de operaciones. Para ello se comenzará con una profundización en la metodología llevada a cabo en la CDE con el fin de comprender como se realiza y cuáles son los aspectos a tener en cuenta. Una vez realizado este análisis se realizará un estudio respecto a los tres factores más determinantes en la metodología: las municiones, los medios de adquisición, localización e identificación de objetivos y para finalizar del componente humano.

² Conflicto híbrido: conflicto armado en el que se utilizan toda clase de medios y procedimientos ya sea la fuerza convencional o cualquier otro medio irregular como la insurgencia, el terrorismo e incluso otros más sofisticados mediante el empleo de las últimas tecnologías, en el cual la influencia sobre la población resulta vital.

³ Escudo humano: Personal civil/no combatiente emplazado alrededor de un blanco para dificultar un ataque sobre el mismo. Pueden ser de carácter voluntario, forzado, no consciente o desconocido.



2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo general de este TFG es evaluar las necesidades que se pueden encontrar en la CDE con el fin de dotar a las unidades de unas capacidades que les permitan llevar a cabo el procedimiento de la manera más eficaz y precisa, dotando al mando de una gran herramienta para la toma de decisiones.

Para la consecución de este objetivo general se ha establecido una serie de objetivos específicos:

- Analizar el procedimiento de la CDE.
- Definir los efectos que causan las municiones de artillería.
- Mejorar las capacidades respecto a municiones guiadas.
- Analizar los medios de adquisición, localización e identificación de objetivos.
- Validar el uso del Vector 21 para la CDE.
- Comparar las posibles mejoras respecto a medios de adquisición, localización e identificación de objetivos.
- Cualificar al personal de las unidades para llevar a cabo la metodología.

El presente TFG se ha realizado en el GACA X de la BOP “Guzmán el Bueno” X (véase Anexo A) con el fin de analizar las necesidades de la CDE y tratar de solucionarlas. Debido a que el resto de las Brigadas de España tienen la misma estructura y medios, todas las unidades de Artillería encuadradas en una Brigada podrán aplicar el estudio.

Además, debido al auge del número de conflictos en zonas urbanas, si se decide realizar la estimación en teatro de operaciones dicho TFG podrá ser utilizado en cualquier unidad para llevar a cabo la formación del personal mediante un curso de cualificación con los medios actualmente disponibles.

2.2. METODOLOGÍA

Para la realización del estudio fue necesario, en primer lugar, realizar una extensa revisión bibliográfica tanto de manuales nacionales, como internacionales, con el fin de comprender e interiorizar los procedimientos llevados a cabo en la metodología.

Seguidamente se pasó a definir el sistema de inteligencia como un conjunto formado por procedimientos, medios y personal. Por lo tanto se debería de analizar los tres componentes del sistema para determinar sus necesidades y poder obtener soluciones.

En cuanto al análisis de los procedimientos fue necesario realizar una exhaustiva lectura principalmente de manuales de origen americano sobre la CDE, debido a la escasez de información en manuales españoles. Gracias a ello se pudo realizar la deducción de los principales aspectos a tratar.

Respecto al análisis de materiales se decidió estudiar los efectos de las municiones y los medios de información, localización, reconocimiento, vigilancia, evaluación de daños y adquisición de objetivos, los cuales son definidos como medios ISTAR (Intelligence, surveillance, reconnaissance and targeting).

En este apartado se realizaron diversas entrevistas a personal experto con el fin de obtener conclusiones y contrarrestar información. Durante el estudio de los efectos de las municiones se realizó la creación de una tabla para determinar la mínima distancia de seguridad y la realización de un análisis de



costes y una comparación para determinar cuál es la munición guiada más económica que permita aumentar la instrucción del personal. Para el estudio de los medios ISTAR se realizaron dos análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) y un radar Chart con el objetivo de reflejar las conclusiones obtenidas en las diversas entrevistas. También se llevó a cabo un trabajo de campo en cual se analizó la idoneidad del Vector 21 para la medición de distancias entre objetos mediante unas mediciones analíticas para determinar la calidad de los resultados.

Por último, respecto el personal se realizó una encuesta a los 40 componentes de la 2ª Batería para evaluar el conocimiento sobre la CDE y evaluar la necesidad de crear un curso de cualificación. Los resultados se reflejaron mediante un análisis estadístico y debido a que el resultado obtenido mostró la necesidad de crear el curso, se procedió a la lectura de diversos artículos de didáctica con el fin de poder crear su estructura y contenido.



3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO (ESTADO DEL ARTE)

Este TFG se fundamenta principalmente en la doctrina americana del CDE, debido a que este procedimiento no se lleva a cabo en el Ejército Español, estando por tanto muy limitada la información sobre ello.

Los manuales americanos empleados para la comprensión de la metodología, por orden de fecha de publicación, han sido Development of a National Earthquake: loss estimation methodology de 1997, el cual aborda la historia del desarrollo de la metodología, el alcance de la metodología, su marco teórico y limitaciones. A continuación se puede encontrar el manual Chairman of the joint chiefs of staff intruction de 2009, el cual consolida las directivas para la CDE y agrega objetivos y estándares para la capacitación y certificación del procedimiento. Por último, respecto a la doctrina americana el manual más actual y sobre el cual se fundamentan diversas doctrinas de otros países es el JFIRE Multi-Service Tactics, Techniques and procedures for joint application of firepower de 2019, el cual es de carácter conjunto involucrando al Ejército de Tierra, Mar y Aire y cuyo fin es definir las técnicas, tácticas y procedimientos para gestionar las acciones de fuego.

Respecto a la doctrina europea, el principal manual disponible es el Avoiding and minimizing collateral damage in eu-led military operations concept, publicado en 2016, cuyo propósito es definir el marco conceptual relativo a la CDE para minimizar los daños colaterales en las operaciones militares dirigidas por la UE.

El análisis de las necesidades se ha realizado en base a la situación actual del Ejército Español, por lo que la doctrina y manuales empleados para ello han sido todos de uso nacional destacando Procedimientos operativos PD4-318 Tomo I y II de 2015, en los cuales se puede encontrar una detallada descripción de los distintos modos de actuación y el manual PD4-304 Empleo de la Artillería de Campaña de 2018, el cual comprende las normas de empleo de la Artillería de Campaña en sus distintos niveles .

4. DESARROLLO: ANALISIS Y RESULTADOS

El uso de la fuerza militar implica el estudio del riesgo a causar efectos indeseados y daños, especialmente en la población no combatiente. Estos daños potenciales no están explícitamente prohibidos y no constituyen una violación del derecho internacional, siempre y cuando no excedan la ventaja militar prevista. Por ello se dispone de la metodología del CDE, la cual es la responsable de gestionar estos riesgos y determinar que acciones se pueden llevar a cabo.

El CDE se encuentra dentro del proceso del Targeting, el cual es un proceso de selección y priorización de objetivos, y de definición de las acciones más adecuadas sobre ellos, teniendo en cuenta las necesidades y capacidades operativas.

Antes del empleo de la fuerza es imprescindible medir el riesgo al que dicha población podría estar expuesta y evaluar los posibles daños, siendo responsabilidad del Comandante operacional el mitigar el daño colateral. Por lo tanto, poder estimarlo es una capacidad esencial para apoyar en la toma de decisiones en el empleo de la fuerza.



4.1. PROCESO DEL TARGETING

La principal finalidad del targeting consiste en facilitar la consecución del propósito de los jefes de las fuerzas operativas, mediante la determinación de los objetivos y las acciones a ejecutar sobre ellos, incluyendo la sincronización en su ejecución. Por este motivo es tan importante la estimación del CDE en el Targeting, debido a que estas acciones a realizar estarán condicionadas a él.

Durante el proceso de planeamiento, se determina cuáles son los efectos necesarios para poder alcanzar los objetivos definidos respecto al propósito. Mediante las conclusiones obtenidas del análisis de los distintos sistemas de objetivos (TSA), se determina si estos efectos se pueden lograr mediante acciones directas sobre determinados objetivos o mediante otras acciones no relacionadas con el targeting.

En el primer caso, se seleccionan los objetivos más adecuados y mediante la inteligencia de objetivos y con el apoyo del nivel táctico se desarrolla la información necesaria para poder definir cómo actuar sobre ellos, se validan y priorizan, determina la capacidad militar óptima y designa un mando componente responsable de la acción.

El proceso explicado anteriormente se desarrolla mediante el ciclo de targeting conjunto (JTC), el cual es un proceso cíclico constituido de seis fases, descritas en la Ilustración 1, el cual nos permite determinar los blancos, definir las acciones y valorar los resultados y efectos obtenidos.

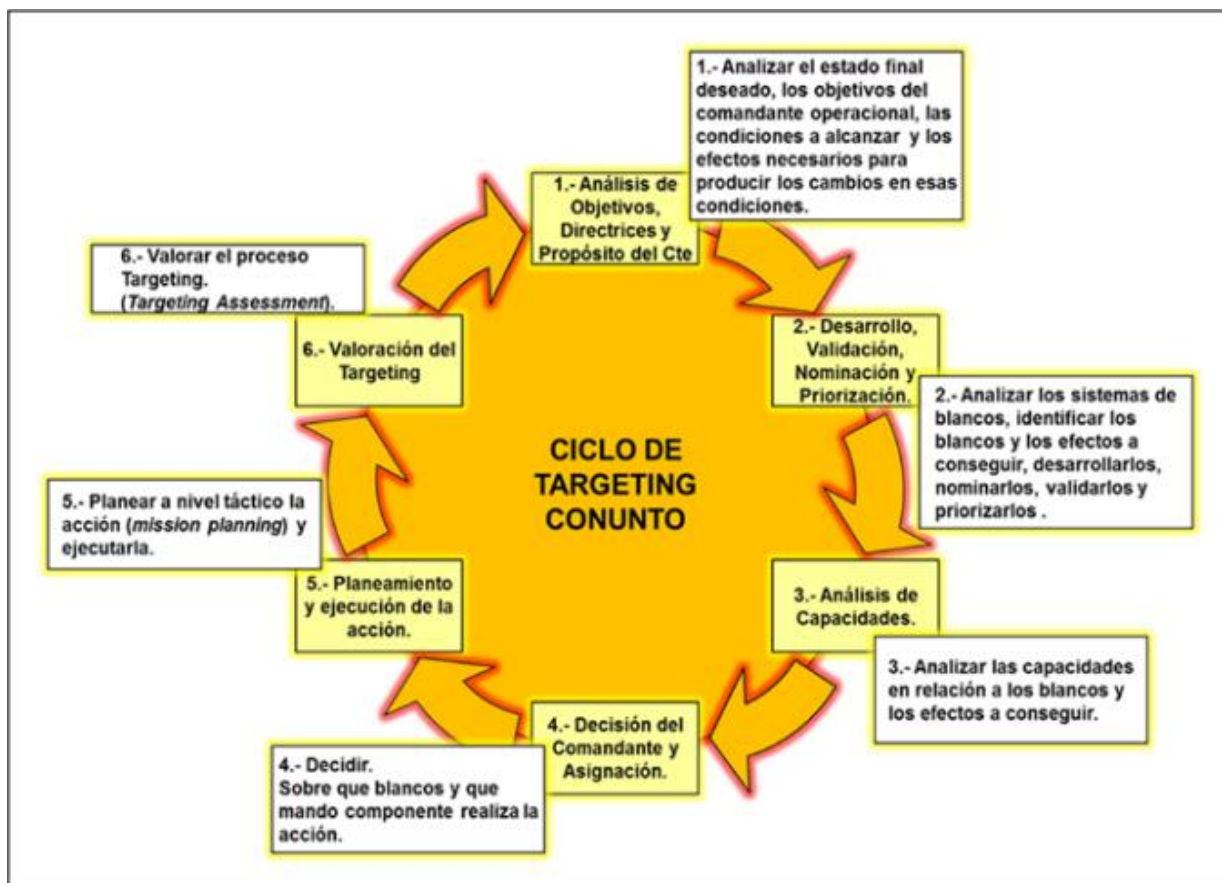


Ilustración 1 : Ciclo del targeting conjunto (JTC). Fuente: [5].



4.2. METODOLOGÍA PARA LA CDE (CDEM)

Para estimar el CD se dispone de un conjunto de procedimientos denominados metodología para la CDE (CDEM). El Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEMAD) es responsable de definir la CDEM y de asegurar que sus mandos subordinados disponen de las capacidades necesarias para llevar a cabo la metodología. Dicha metodología no es un cálculo exacto, debido a que se basa, en gran medida, en el análisis de datos técnicos derivados de modelos computarizados según leyes físicas, modelos empíricos, pruebas en polígonos de tiro o en observaciones en combate. A partir de todos estos datos se genera un conjunto de datos estadísticos, haciendo que los cálculos no sean invariables.

Es importante comprender que dicho método genera valores estimados, por lo tanto, no sustituye las responsabilidades inherentes al mando para responder de forma oportuna a los objetivos sensibles al tiempo (TST), ni para retrasar, impedir o limitar la ejecución de los fuegos.

La CDEM permite una estimación del daño colateral (CD) y se basa en analizar un blanco mediante la asignación de distintos niveles de CDE dependientes unos de otros (véase Tablas 1,2,3,4 y 5). En cada nivel de CDE, encontraremos una serie de indicadores a los que se tendrá que responder mediante un sí o un no. Si alguna de las respuestas respondidas está en la columna de "Pasar a siguiente nivel" se deberá abandonar directamente dicho nivel y pasar al siguiente. A medida que el nivel aumenta el número de restricciones de weaponeering⁴ aumenta, implicando un aumento del riesgo de las fuerzas propias y del cumplimiento de la misión.

Nivel 1 de CDE		
Identificación Positiva	Si	No
Definir esquema del objetivo		
Autorizado por las ROE	Si	No
Instalación de doble uso	No	Si
Crear Área de Riesgo Colateral (CHA)		
Objetos colaterales o escudos humanos en CHA	No	Si
Peligro de nube NBQ	No	Si
Peligro medioambiental/personal	No	Si
Estimación nivel 1 CDE	Nivel 1 CDE	Pasar a siguiente nivel

Parar, no se puede realizar la acción de fuego

Tabla 1: Procedimiento Nivel 1 de CDE. Fuente: [5].



Nivel 2 de CDE		
Si no se dispone de municiones guiadas de precisión (PGM) se pasa a nivel 3 CDE		
Crear CHA		
Objetivos colaterales o escudos humanos en CHA	No	Si
Estimación nivel 2 CDE	Nivel 2 CDE	Pasar a siguiente nivel

Tabla 2: Procedimiento Nivel 2 de CDE. Fuente: [5].

⁴ Weaponeering: Procedimiento de asignación de armas, munición, parámetros de lanzamiento y táctica de empleo.



CAC Jesús Araque Luque



Nivel 3 de CDE		
Medir y marcar la distancia desde el punto de impacto hasta el objeto colateral más cercano		
Crear CHA		
Objetivos colaterales o escudos humanos en CHA	No	Si
Estimación nivel 3 CDE	Nivel 3 CDE	Pasar a siguiente nivel

Tabla 3: Procedimiento Nivel 3 de CDE. Fuente: [5].



Nivel 4 de CDE		
Analizar y marcar los tipos de objetos colaterales		
Crear CHA		
Objetivos colaterales o escudos humanos en CHA	No	Si
Estimación nivel 4 CDE	Nivel 4 CDE	Pasar a siguiente nivel

Tabla 4: Procedimiento Nivel 4 de CDE. Fuente: [5].



Nivel 5 de CDE		
Marcar aquellos riesgos colaterales que esten desprotegidos.		
Determinar el porcentaje de area afectada de cada riesgo colateral marcado		
Introducir la densidad de población para cada riesgo colateral marcado		
Determinar el factor de bajas apropiado para cada riesgo colateral marcado		
Calcular la CE		
¿ Es la CE total menor o igual que el NCV?	Si	No
Estimación nivel 1 CDE	Nivel 5 CDE	Consultar las ROE

Tabla 5: Procedimiento Nivel 5 de CDE. Fuente: [5].



4.1.1. ASIGNACIÓN DE NIVELES.

La metodología se establece en torno a 5 niveles de CDE del 1 al 5. El Nivel 1 de CDE corresponde a un riesgo bajo de ocasionar daños colaterales, siendo por tanto el Nivel 5 de CDE el nivel con mayor riesgo. El aumento de nivel implica tanto un ascenso en el escalón jerárquico de la operación como un aumento en la restricción del uso de determinados sistemas de armas y de sus municiones.

En la siguiente ilustración se puede ver una interpretación de lo anterior, además se ha utilizado los colores para representar el nivel de riesgo existente (desde verde-riesgo muy bajo a rojo- riesgo muy alto).

NIVEL DE CDE	1	2	3	4	5
DAÑO ESTRUCTURAL	NO	NO	NO	NO	SI
VICTIMAS	NO	NO	NO	NO	SI
RESTRICCIONES	NINGUNA	ARMAS	ARMAS ESPOLETA	ARMAS ESPOLETA	ARMAS ESPOLETA

Tabla 6: Metodología de estimación del daño colateral y análisis del riesgo. Fuente: elaboración propia.

Los niveles se basan en un análisis refinado de la inteligencia disponible, el tipo de arma y el efecto, el entorno, las características del objetivo y en los distintos tipos de escenarios con unos umbrales específicos establecidos para cada nivel.

Estos niveles expresan la estimación del riesgo de daños colaterales basado en la existencia de Objetos de Riesgo de Daños Colaterales (CDRO) en el Área de riesgo colateral (CHA).

A continuación, se realizará un análisis de los 5 niveles de CDE:

Nivel 1 de CDE

Lo primero a evaluar en este nivel, es si se dispone de identificación positiva, es decir, que el operador del medio de observación que está observando al objetivo sea capaz de visualizarlo con la calidad suficiente para evaluarlo correctamente. Si no puede, se abandona metodología y no se puede autorizar la acción de fuego.

El siguiente paso es definir el esquema del objetivo, el cual se basa en identificar los posibles Objetos Colaterales (CO) que hay en los alrededores y definir su extensión.

Una vez que el terreno de acción está definido, se pasa a comprobar si la acción de fuego que se va a realizar está permitida por las ROE. Si no está permitida, se abandonará la metodología y no se podrá autorizar la acción de fuego.

Lo siguiente a realizar es la creación del CHA, para el cual se necesita realizar un análisis de las armas, munición, parámetros de lanzamiento y táctica de empleo, con el fin de definir la superficie de esta área y ver que hay dentro de ella. Se debe comprobar que no existe dentro de este CHA: objetos colaterales, escudos humanos, peligro de nube NBQ y peligro medioambiental/personal. Si alguno de estos factores se encuentra dentro del CHA se pasa al análisis del nivel 2 de CDE, por el contrario, se establece el nivel 1 de CDE y la acción de fuego se puede realizar sin restricciones.

Nivel 2 de CDE

Este nivel corresponde solamente para municiones guiadas de precisión (PGM), debido a que la precisión de estas municiones es muy superior respecto a las convencionales, permitiendo poder realizar acciones de fuego donde no sería posible con municiones convencionales.

Se procederá a la creación del CHA, teniendo en cuenta que se está utilizando municiones PGM por lo que su CHA será menor que el de las municiones convencionales debido a la precisión, y se analizará si existen objetivos colaterales o escudos humanos en la CHA. Si existe alguno de los dos factores se tendrá que pasar al análisis del nivel 3 de CDE, por lo contrario, se establecerá el nivel 2 de CDE y se podrá realizar la acción de fuego con la única limitación del empleo de municiones PGM.



Nivel 3 de CDE

En este apartado solo se disponen municiones de tipo convencional por lo que la precisión de nuestra acción es menor. Por ello lo primero que debemos determinar es la distancia existente desde el punto deseado de impacto de nuestro proyectil hasta los objetos colaterales, debido a que se debe de realizar un estudio para determinar la mínima distancia de seguridad que puede existir entre ambos para poder autorizar la acción de fuego.

Se procede a la creación del CHA, teniendo en cuenta que se está utilizando municiones convencionales por lo que su CHA será mayor que el de las municiones PGM debido que a la precisión es menor, y se analizará si existen objetivos colaterales o escudos humanos en la CHA. Si existen alguno de los dos factores se tendrá que pasar al análisis del nivel 4 de CDE, por el contrario, se establecerá el nivel 2 de CDE y se podrá realizar la acción de fuego teniendo en cuenta las restricciones de weaponeering y las medidas de mitigación (véase Anexo D).

En este nivel las restricciones de weaponeering tienen un papel esencial con tal de reducir la mínima distancia de seguridad, creando un CHA de menor tamaño. También tienen un papel esencial las medidas de mitigación de los efectos debido a que en este nivel ya existe una probabilidad baja de causar algún daño colateral.

Nivel 4 de CDE

En este nivel la probabilidad de causar daños a personal y estructuras es alto, por lo que se procederá a realizar un análisis y marcaje de todos los objetos colaterales existentes con el fin de evaluar la mejor forma para que sean lo menos afectados posible, por lo que las restricciones de weaponeering y las técnicas de mitigación juegan un papel esencial. Por lo tanto, en este nivel hay que utilizar municiones de PGM debido al riesgo existente.

Una vez establecidos los parámetros anteriores se crea el CHA y se analiza si existen objetivos colaterales o escudos humanos en la CHA. Si existen alguno de los dos factores se tendrá que pasar al análisis del nivel 5 de CDE, por el contrario, se establece el nivel 4 de CDE y se puede realizar la acción de fuego teniendo en cuenta todas las limitaciones anteriormente mencionadas.

Nivel 5 de CDE

En este nivel se asume que se van a producir bajas por lo que su principal objetivo es que sean las mínimas indispensables. Para ello se marcan aquellos riesgos colaterales que estén desprotegidos debido que son los más propensos a ser afectados.

Para evaluar si realizar la acción o no, se calcula la estimación de bajas (CE), para ello es necesario evaluar el porcentaje de área afectada de cada riesgo colateral marcado, establecer la densidad de población de cada área afectada y aplicar el factor de bajas apropiado (valor que puede ser 0,25 o 1 según lo establecido por el mando).

Una vez calculado el CE se comparará con el valor límite de bajas civiles (NCV), el cual es un valor que viene prestablecido. Si el CE es menor o igual que el NCV se podrá realizar la acción de fuego, si por el contrario no lo es, se necesitará realizar una revisión de las ROE.

4.1.2. ASIGNACIÓN DE LA AUTORIDAD DE EMPEÑOS.

En el nivel operacional, el Plan de operaciones (OPLAN) establece la autoridad para el ataque al objetivo (TEA) en relación con los niveles de CDE anteriormente explicados.

Dependiendo del nivel de CDE, la autorización para realizar acciones de fuego sobre blancos recaerá sobre una distinta autoridad de Mando.



La TEA puede recaer, siguiendo nivel descendente desde un nivel de CDE 5 ALTO a un nivel de CDE 1, en el Jefe del Estado Mayor de la Defensa (JEMAD), en el Comandante del Mando de Operaciones (CMOPS), en los jefes de los mandos componentes, en los jefes de agrupamientos tácticos, JTAC u observadores cualificados (OAV, NFO/JFO).

La autorización de la ejecución de una acción de fuego sobre un objetivo por parte de la TEA debe cumplir los cinco pilares del targeting, requisitos intrínsecamente relacionados con las ROE y los principios legales (véase Tabla 7).

Identificación positiva (PID)	Localización e identificación positiva como un objetivo militar. Criterios establecidos en ROE. Satisface el principio de distinción.
ROE	Deben autorizar el uso ofensivo de la fuerza. Satisface el uso legítimo de la fuerza.
Patrón de vida (Pol)	Solo los blancos militares pueden ser atacados. Satisface el principio de distinción.
CDE	Evalúa que el posible daño colateral no es excesivo en relación con la ventaja militar a alcanzar. Satisface el principio de proporcionalidad.
TEA	Una vez se cumplen los cuatro puntos anteriores la TEA puede autorizar la ejecución.

Tabla 7: Los 5 pilares del targeting. Fuente: [5].

4.1.3. VALORACIÓN DE DAÑOS DE COMBATE (BDA).

Una vez realizada la acción de fuego disponemos de la BDA para poder comprobar si nuestra CDEM ha logrado el propósito establecido.

LA BDA consiste en un conjunto de acciones cuyo objetivo es determinar los efectos conseguidos sobre los objetivos con el fin de evaluar si se ha cumplido el propósito o si, por el contrario, es necesario proponer correcciones. También es utilizada para medir la eficacia sobre el objetivo del sistema de armas empleado.

La BDA sigue la siguiente consecución de actividades:

- Valoración del daño físico (BDA-I).
- Valoración del daño funcional al objetivo (BDA-II).
- Valoración del daño funcional al sistema de objetivos (BDA-III).

La ejecución de la BDA es responsabilidad del personal encuadrado en el Grupo de Inteligencia, aparte se necesita una estrecha coordinación de los medios ISTAR y sus fundamentos son establecidos en la fase "decidir" del ciclo del targeting.



4.2. ANÁLISIS DE MUNICIONES.

Como se ha podido observar, en el nivel 3 de CDE es esencial determinar la distancia entre el objetivo y el objeto colateral (CO), por lo que en este apartado se creará una tabla con el fin de establecer la distancia mínima de seguridad que debe disponer esta área para poder autorizar la acción. Tras un análisis exhaustivo de la teoría sobre las acciones de fuego y una entrevista al Capitán Campo (Anexo F), actualmente encuadrado en el GACA X de la BOP “Guzmán el Bueno” X , que es el mayor experto de la unidad respecto al Targeting, se ha determinado que los factores que se deben de tener en cuenta son los siguientes: los efectos de las municiones de artillería, el área letal del proyectil, la influencia de la pieza y los posibles errores que se produzcan en el tiro.

4.2.1. EFECTOS DE LAS MUNICIONES DE ARTILLERÍA.

Los efectos producidos dependen principalmente de la letalidad del proyectil, de la densidad de proyectiles en la zona de caída y de la intersección entre la zona de caída y el objetivo. Para determinar estos efectos contamos con las pruebas experimentales de fragmentación.

La letalidad del proyectil puede ser calculada mediante la fragmentación en cerca de impactos o mediante la fragmentación en pozo de troceo. Los resultados obtenidos en estas pruebas son usados posteriormente para la elaboración de las tablas de efectos de cada proyectil. Estas tablas son usadas por la CDEM a la hora de establecer las restricciones de las armas y las espoletas.

4.2.1.1 FRAGMENTACIÓN EN CERCA DE IMPACTOS.

Es una prueba que consiste en explosionar un proyectil dentro de una cerca de paneles de madera colocados verticalmente en un círculo y a diferentes distancias.

Con esta prueba podemos obtener el número de impactos eficaces que se producen en cada distancia y en cada sector, obteniendo por tanto el radio de acción letal.

La eficacia dependerá de la masa y de la velocidad del fragmento que produce el proyectil, considerándose eficaz en la prueba cuando sea capaz de perforar el panel situado perpendicularmente a su trayectoria.



*Ilustración 2: Fotografía de la preparación de una prueba por fragmentación de cerco de impactos.
Fuente: [11].*



4.2.1.2. FRAGMENTACIÓN EN POZO DE TROCEO.

Esta prueba consiste en la detonación de un proyectil dentro de un pozo rodeado de sacos de arena. Estos sacos son usados para frenar la explosión y recoger los fragmentos. Tras la explosión se recogen los fragmentos originados mediante el cribado de la arena y el uso de electroimanes, con el objetivo de clasificarlos, analizarlos y obtener los parámetros de fragmentación a utilizar en los modelos de cálculo.



Ilustración 3: Clasificación de los fragmentos obtenidos. Fuente:[11].

4.2.2. ÁREA LETAL DEL PROYECTIL.

El área letal depende de las características físico-químicas de proyectil (peso, material y proceso de fabricación del vaso, y peso y tipo de la carga explosiva), del tipo de espoleta, del ángulo de arribada y de la velocidad remanente en la zona de caída.

Gracias a la combinación de los datos experimentales con los datos de balística exterior propios de la pieza estudiada, junto a las características del blanco, podemos establecer el área letal del proyectil.

Esta área no es siempre igual si no que varía según las posibles combinaciones de carga, distancia, espoleta y posición del personal.

En el Ministerio de Defensa, la responsable de la creación de estos datos es el Instituto Tecnológico de La Marañosa, situado en San Martín de la Vega, Madrid. Debido a que para la realización de dichas tablas se necesita de personal experto y un gran presupuesto, la Marañosa pone a disposición del Ejército los resultados de sus estudios como se puede ver en la Ilustración 6.

4.2.3. INFLUENCIA DE LA PIEZA.

A la hora de batir un objetivo a una distancia dada, puede realizarse con diferentes cargas de proyección y ángulo de tiro. A mayor ángulo de tiro menor carga de proyección se precisa pero esto hace que aumenten los errores probables, por lo que siempre se debe buscar la combinación más eficiente.

Esta situación se puede apreciar en la Ilustración 7, en la que se representan que cargas se pueden



utilizar para batir un objetivo que está a la misma distancia. Para poder determinar que carga emplear se lleva a cabo un estudio de los errores probables que genera cada una de ellas en función de la distancia eligiendo la de menor error probable.

4.2.4. POSIBLES ERRORES EN EL TIRO.

Durante la realización de un disparo de artillería hay multitud de factores a tener en cuenta para intentar que las desviaciones en la zona de impacto de nuestro proyectil sean las menores posibles.

Para poder estimar la repercusión que causan en nuestra acción, son analizados dos componentes: la desviación sobre la línea de tiro (alcance) y la desviación perpendicular sobre la misma (deriva).

El cálculo de errores se basa en la desviación típica, pudiendo calcular el error total como la suma cuadrática de errores sobre cada componente.

$$\sigma_x = \sqrt{\sum_i \sigma_{x_i}^2}$$
$$\sigma_y = \sqrt{\sum_i \sigma_{y_i}^2}$$

Ilustración 4: Fórmulas del cálculo del error total. Fuente: [3].

Podemos clasificar los errores en dos categorías: los errores sistemáticos y los errores accidentales. La diferencia entre ambos es que los sistemáticos son aquellos que siempre se mantienen constantes y pueden ser eliminados mediante procedimientos operativos o corrigiendo la causa del error. Sin embargo, los segundos son producidos de forma fortuita y produciendo un error de valor y signo variable, por lo que no pueden corregirse. Los posibles errores que podemos encontrar son detallados en el anexo E.

4.2.5. CÁLCULO DE LA MÍNIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD.

Para la realización del CDE es fundamental conocer todos los datos referentes al sistema de armas y munición debido a que determinará los efectos causados. Con el fin de agilizar esta tarea, se ha propuesto crear una tabla en la cual se calcula la distancia mínima de seguridad, definida esta como la mínima distancia posible entre el objetivo a batir y un posible CD. Esta distancia será la distancia tomada para nivel de CDE 1, por lo tanto, estar por debajo de esta distancia supone un aumento de nivel.

Para poder llevar a cabo la creación de la tabla se han establecido tres condiciones tipo:

- El objetivo se encuentra a la misma altura que la pieza encargada de realizar el fuego, con el fin de evitar que se tengan que aplicar correcciones complementarias en la acción de fuego.
- Se establece la atmosfera ICAO, la cual consiste en suponer que la atmosfera es un gas perfecto, no contiene humedad y carece de vientos y turbulencias, para de esta forma evitar variaciones anómalas en la trayectoria debido a cambios de presión, densidad o temperatura.
- Se considera que el radio de acción de un proyectil es una circunferencia.

Esta es una tabla de elaboración propia, basada en la doctrina americana contenida en el manual JFIRE del año 2019.

Para la realización de la tabla se ha analizado el sistema de armas de campaña que dispone la 2ª Batería del GACA X, el Obús 155/39 M-109-A5 ATP (véase Anexo B). El sistema dispone de una variedad de distintas municiones, pero se ha centrado el estudio en la munición 155 mm Proyectil rompedor a



Percusión Instantánea (PI) (M107 Comp B/M795), debido a que es la munición más empleada en teatro de operaciones. El alcance máximo que se puede alcanzar con este Obús y este tipo de munición es de 18km.

A la hora de realizar una acción de fuego lo primero que se debe tener en cuenta es la distancia a la que se encuentra el objetivo de nuestra pieza encargada de realizar la acción, debido a que este factor nos determinará la carga a emplear. Para la elección de la carga a emplear se utiliza el método explicado anteriormente en el que es seleccionada aquella de menor error probable. En la Ilustración 5 se muestran todas las posibles cargas en función de la distancia al objetivo junto a sus errores probables. Con el fin de agilizar la búsqueda de la información se han sombreado las opciones óptimas para cada distancia. Este proceso se basa en ver para una misma distancia (misma línea) cual es la carga que tiene el error probable de menor valor.

ALCANCE m	CARGA									
	3G	4G	5G	3W	4W	5W	6W	7W	8	7R
1000	6	5	6	9	7	8	9	10	12	12
2000	11	8	8	16	10	11	11	12	17	17
3000	17	11	9	23	13	14	13	13	18	18
4000	23	15	11	31	17	17	15	14	19	19
5000	30	19	13	40	20	19	17	15	21	21
6000	37	23	15	48	24	21	19	17	23	23
7000		28	18	57	28	24	21	19	25	25
8000		36	21		34	26	23	20	27	27
9000			24			29	25	22	30	29
10000						33	27	25	32	32
11000							29	27	35	35
12000							32	29	37	37
13000								32	40	40
14000								34	42	42
15000									44	44
16000									47	47
17000									49	49
18000									54	53

Ilustración 5: Error probable longitudinal (m) en función del alcance (m) y de la carga. Fuente: elaboración propia.

Una vez determinada la carga a emplear lo siguiente que deberemos tener en cuenta es el radio de acción letal que tendrá nuestro proyectil. Este radio dependerá, como se puede ver la Ilustración 6, del tipo de carga y de si el tipo de espoleta es de percusión instantánea (PI), mecánica a tiempos (MT) o de proximidad (VT). Teniendo en cuenta los parámetros seleccionados en la tabla, se obtiene la superficie del área letal en m².

Para la creación de la tabla de la mínima distancia de seguridad (véase Tabla 8) se han utilizado los datos de la primera columna (véase la Ilustración 6) debido a que se ha considerado que el personal estará de pie porque son personal civil que se encuentra en una situación pacífica, descartando las opciones de tumbado o en pozo debido a que esto es una actitud de un combatiente. Por último, se utilizará la primera columna debido a que el tipo de proyectil utilizado en el estudio es de PI. (Proyectil rompedor a Percusión Instantánea M107 Comp B/M795).

Obtener la distancia mínima de seguridad es equivalente a calcular el radio de acción letal. Por ello, usando la fórmula del área de una circunferencia, $A = \pi \times r^2$, y tomando como dicha área la de la columna recuadrada en rojo de la Ilustración 6, anteriormente explicada, obtenemos el radio de acción letal.



SUPERFICIE DEL ÁREA LETAL EN m ² PARA PERSONAL										
CARGA	DIST. (km)	PIE			TUMBADO			POZO		
		PI	MT	VT	PI	MT	VT	PI	MT	VT
3W	6	429,0	413,5	670,9	253,7	465,2	588,7	159,0	238,6	245,0
	8	454,5	440,0	722,4	262,0	478,6	626,3	159,0	239,8	248,2
4W	6	412,2	390,3	634,2	247,7	452,7	562,2	159,0	234,9	262,6
	8	454,5	440,0	722,4	262,0	478,6	626,3	159,0	239,8	248,2
	10	493,2	473,8	795,3	274,3	499,7	679,8	159,0	241,2	254,4
5W	6	401,3	439,4	555,6	243,7	227,5	241,2	159,0	227,5	241,2
	8	427,8	405,0	664,4	253,1	456,6	583,9	159,0	233,4	243,4
	10	493,2	473,8	795,3	274,3	499,7	679,8	159,0	241,2	254,4
6W	6	393,3	367,9	606,5	240,4	434,7	542,6	158,6	226,1	240,6
	8	409,6	358,7	633,0	246,8	450,8	561,1	159,0	233,7	242,1
	10	439,1	418,7	683,3	256,8	465,2	596,8	159,0	235,6	245,4
7W	10	415,3	392,9	644,3	248,3	450,8	569,2	158,6	232,2	242,8
	12	445,5	424,7	700,4	258,4	467,7	609,7	158,6	235,3	246,7
	14	509,5	478,8	811,4	280,2	501,6	690,7	158,6	239,2	254,8
8W	12	416,7	392,9	652,0	248,5	449,3	575,4	158,6	230,7	242,5
	14	446,2	423,4	698,3	258,7	466,5	607,7	158,6	234,7	246,5
	16	495,7	468,9	783,8	275,8	498,1	670,1	158,6	242,3	252,2
	18	676,8	547,0	1030,9	336,5	536,4	851,2	158,6	216,1	264,8

Ilustración 6: Superficie del área letal en m² para personal. Fuente: [13]

Una vez determinada la carga y el radio de acción letal que tiene el proyectil, lo siguiente que hay que estudiar es el error que se puede cometer. Para ello, el estudio se ha fundamentado en la Ilustración 7, en la cual se establece el posible error longitudinal y transversal en función de la carga y la distancia al objetivo. Con el fin de ser más restrictivo, se ha seleccionado el valor del error transversal (x) sobre el longitudinal (y) debido a que es de mayor valor. Este valor ha sido denominado en la Tabla 8 como posible error.

RESUMEN DE ERRORES EN EL TRANSPORTE							
CARGA	DIST. (km)	σ_x (m)			σ_y (m)		
		PI	MT	VT	PI	MT	VT
3W	6	107	114	107	11	11	11
	8	67	78	67	10	10	10
4W	6	91	102	91	17	17	17
	8	59	73	59	11	11	11
	10	77	91	77	17	17	17
5W	6	67	82	67	18	18	18
	10	84	99	84	25	25	25
	12	105	129	105	36	36	36
6W	10	74	92	74	24	24	24
	12	90	108	90	32	32	32
	14	111	127	111	44	44	44
7W	12	91	108	91	30	30	30
	14	105	122	105	40	40	40
	16	122	139	122	51	51	51
8W	18	153	167	153	69	69	69

Ilustración 7: Resumen de errores en el transporte. Fuente: [13].

Para finalizar, se ha utilizado la Ilustración 8 para explicar cómo se calcula la distancia de mínima seguridad a partir de los datos obtenidos. En esta ilustración se representa la zona de caída del proyectil con la vista de planta, utilizando los ejes mostrados en la ilustración y representando la dirección del disparo con una flecha.

La ilustración consta de 5 dibujos:

En el dibujo 1, se representa mediante una estrella la posición de un objetivo y mediante una circunferencia roja el radio de acción letal que se produciría si el proyectil impactase justo en el blanco. Sin embargo, como hemos podido ver durante la realización del disparo hay una serie de variaciones que pueden influir en la precisión, haciendo que el impacto no se realice sobre las coordenadas establecidas,



esta situación se representa en el dibujo 2, representando la zona de caída del proyectil con una estrella roja. Debido a que en el apartado del error se estableció que el estudio se fundamentaría en el error transversal por ser el de mayor longitud, tenemos dos posibles opciones de impacto representadas en el dibujo 4. Con el fin de calcular la mínima distancia de seguridad, representada de azul como R_{min} , habrá que sumar la distancia del error probable transversal al radio de acción letal obteniendo la circunferencia negra que nos define el área de posibles efectos.

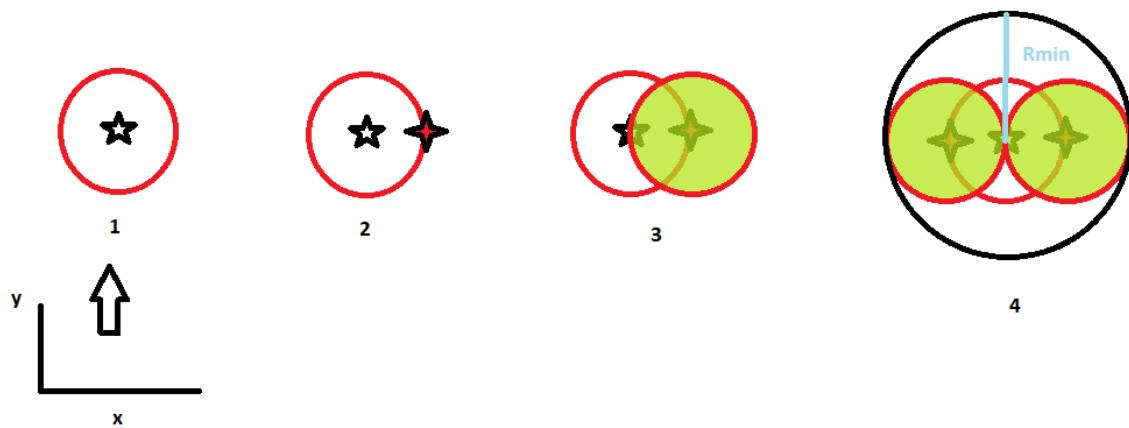


Ilustración 8: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.

Como resultado final, en la siguiente tabla se recogen todos los datos calculados anteriormente y se calcula finalmente la distancia mínima de seguridad como la suma del radio de acción letal + el posible error (véase Ilustración 9).



Ilustración 9: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.



Cálculo de la distancia mínima de seguridad						
Sistema de armas	Munición	Carga	Distancia (km)	Radio de acción letal (m)	Posible error (m)	Distancia mínima de seguridad (m)
Obús 155/39 M-109-A5 ATP	155 mm Proyectil rompedor PI (M107 Comp B/M795)	3W	6	11.7	107	118.7
			6	11.5	67	78.5
			8	12.0	91	103
		4W	6	11.3	59	70.3
			8	11.7	77	88.7
			10	12.5	97	109.5
		6W	8	11.2	67	78.2
			10	12.5	84	96.55
			12	11.8	105	116.8
		7W	10	11.5	74	85.5
			12	11.9	90	101.9
			14	12.7	111	123.7
		8W	12	12	91	103
			14	11.9	105	116.9
			16	12.6	122	134.6
		18	14.7	153	167.7	

Tabla 8: Cálculo de la distancia mínima de seguridad. Fuente: elaboración propia.

Esta tabla puede llegar a ser de gran ayuda debido a que nos permite agilizar el trabajo realizado por el observador avanzado debido a que directamente conoce la distancia para poder autorizar la acción de fuego en el nivel 3 de CDE y se podrá afirmar con total seguridad que cualquier posible objeto fuera de esa distancia no tendrá ningún riesgo de ser afectado.

4.2.6. MUNICIONES GUIADAS.

Como se ha podido observar anteriormente, la precisión juega un papel esencial para la CDE, y más actualmente que cada vez son más los conflictos que se desarrollan en zonas urbanas donde la probabilidad de producir posibles daños colaterales es mayor. Por tanto, se ha considerado que una posible solución para minimizar esta distancia mínima de seguridad y reducir al mínimo los riesgos sería el empleo de municiones guiadas.

La precisión disminuye a medida que el objetivo se encuentra a una mayor distancia de la pieza que realiza la acción de fuego, pero este problema se puede solventar mediante el uso de municiones guiadas debido a que nos permiten reducir enormemente los errores y mantenerlos constantes como podemos apreciar en la Ilustración 10, donde se compara el CEP⁵ del proyectil Excalibur con el de dos municiones convencionales.

⁵ CEP: Radio del círculo dentro del cual la probabilidad de que impacte un proyectil es del 50%.

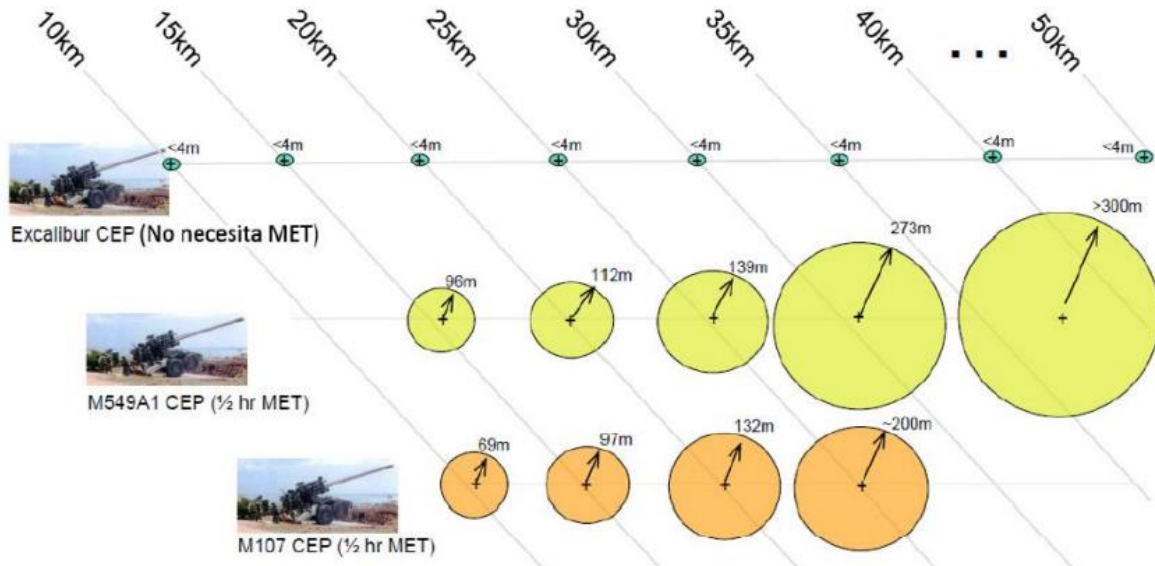


Ilustración 10: Errores probables circulares. Fuente:[14]

Actualmente, se pretende dotar a las unidades de la munición guiada Excalibur M982 para el calibre 155mm. Este tipo de proyectil es del tipo dispara y olvida, lo que implica que es capaz de modificar autónomamente su trayectoria durante el vuelo obteniendo una gran precisión a grandes alcances.

Sin embargo, el principal inconveniente que tiene esta munición es su elevado coste, lo que se traduce en la actualidad en una gran dificultad para dotar a todas las unidades de este tipo de municiones y supondrá una limitación para su uso en el futuro, lo que producirá que el personal no este lo suficientemente instruido para utilizar esta munición en caso de combate real. Por este motivo se ha considerado esencial buscar una alternativa más económica que nos permita instruir al personal.

Tras varias entrevistas al personal del GACA X con el fin de interrogar que municiones podrían sustituir al Excalibur se obtuvieron las dos siguientes opciones: el proyectil Vulcano V115 GLR-SAL o el Kit de guiado de precisión PGK M-1156. Tras realizar un estudio de precios se determinó que el coste del proyectil Vulcano es de 50000⁶ €, mientras que el Kit de guiado PGK tiene un coste inferior a 10000 € [24]⁷, por lo que se llegó a la conclusión de que la mejor alternativa para reducir el coste sería el kit de guiado, el cual nos permite convertir un proyectil convencional en una munición guiada. Durante esta entrevista, también se determinó que las tres principales características que caracterizan al proyectil Excalibur son:

- Todo tiempo: posibilidad de ser empleado en cualquier condición meteorológica.
- Anti-jamming: capacidad de evitar que el sistema de guiado sea vulnerado por algún medio causando desvíos en su trayectoria.
- Time on target: capacidad que nos permite determinar el momento exacto de impacto de un proyectil, permitiendo que varios proyectiles guiados impacten al mismo tiempo en el mismo lugar.

Tras hacer un análisis de manuales sobre el Kit de guiado PGK [21], se obtuvieron las siguientes conclusiones reflejadas la Tabla 9:

⁶ La información respecto al precio del proyectil ha sido proporcionada por la Sección de Habilitación del GACA X.

⁷ Este precio es el que la propia empresa aseguró en una entrevista antes de su producción.



	EXCALIBUR M982	PGK M-1156
Alcance máximo (km)	40	40
Precisión (m)	<4	<10
Coste (€)	60 000 [30] ⁸	10 000
Todo tiempo	Si	No
Anti-jamming	Si	No
Time on target	Si	No

Tabla 9: Comparación de las características del proyectil Excalibur con el kit de guiado PGK M-1156.
Fuente: elaboración propia.

Analizando la siguiente tabla se puede apreciar que ambos sistemas disponen de un alcance similar, sin embargo, la precisión de la munición Excalibur es superior respecto a la del Kit PGK. Uno de los factores más relevantes y por los que se ha seleccionado el kit de guiado es el coste, el cual es casi 4 veces inferior al del proyectil Excalibur, lo cual permitiría solucionar la actual falta de instrucción del personal. Respecto a las capacidades que nos aportan el kit PGK se puede ver claramente que está en desventaja en las tres características establecidas, pero debido a que el fin del estudio es buscar una opción que permita instruir al personal el kit PGK permitiría adquirir los conocimientos necesarios para un posterior uso del proyectil Excalibur.

Por lo tanto, podemos concluir que el sistema PGK podría ser una buena opción siempre que se establezca como primer criterio de selección el precio. Sin embargo, su uso se vería muy limitado y se limitaría principalmente a ejercicios de instrucción donde las condiciones de ejecución del disparo se pueden determinar al completo y el principal fin es que el personal adquiera habilidades en su manejo. Hay que destacar que el proyectil Excalibur no puede ser sustituido por el kit PGK debido a que es necesario disponer de los grandes rendimientos que nos aporta esta munición en teatro de operaciones real donde las condiciones de ejecución no siempre son las óptimas ni favorables.

4.3. ANÁLISIS DE LOS MEDIOS ADQUISICIÓN, LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS.

Una vez que ya se conocen los efectos producidos por nuestras armas y proyectiles es preciso disponer de una serie de medios que nos permitan observar los objetivos para así poder determinar cuáles son los posibles riesgos que hay a su alrededor y realizar una evaluación de la situación.

Los continuos avances tecnológicos y las nuevas tendencias obligan a la Artillería a disponer de una serie de medios y equipos que le permita batir objetivos en el menor tiempo posible con la precisión y eficacia necesaria.

Por ello, las unidades cuentan con medios orgánicos para cumplir con dichos cometidos y, además, se sirven de toda la información que la inteligencia les pueda aportar.

4.3.1. EL PROCESO ISTAR.

Para poder llevar a cabo esta evaluación de la situación se cuenta con el proceso ISTAR (Inteligencia, vigilancia, reconocimiento y adquisición de objetivos) que engloba aquellas actividades de obtención coordinada, elaboración y difusión de información e inteligencia oportuna, precisa, relevante y fiable para apoyar a la conducción, al planeamiento y al targeting. Por tanto, es un proceso que apoya la estimación de daños colaterales.

El objetivo fundamental del proceso es el de dar respuesta a las necesidades críticas de información.

⁸ Precio obtenido en una publicación de InfoDefensa.



Por tanto, su punto clave es el de asegurar que la información obtenida se proporcione en tiempo y lugar oportunos.

Las capacidades ISTAR relacionadas con la CDE se pueden encontrar en las unidades en las dos siguientes células:

- Equipos de observadores avanzados.
- Unidades de inteligencia.

4.3.1.1. EQUIPOS DE OBSERVADORES AVANZADOS.

Estos equipos se encuentran en los grupos de artillería de campaña, encuadrados en la sección de enlace de la batería de plana mayor. Además, pueden ser empleados con el resto de las unidades de combate para aportarles apoyos en todo lo referente a acciones de fuego y localización de objetivos.

Tradicionalmente los observadores avanzados estaban dedicados exclusivamente a levantar objetivos y corregir el tiro de las piezas, pero actualmente gracias al aumento y mejora de los medios de vigilancia se ha permitido que sus cometidos sean muy variados.

Su amplitud de observación está condicionada por la Zona de acción (ZA) de la unidad a la que apoyen y la profundidad está limitada por aquellos obstáculos que impidan la línea de visión directa.

Por tanto, sus medios deben permitirle principalmente una movilidad y protección similar a la de la unidad que apoyan, la integración con los sistemas de mando y control, una cierta autonomía y una serie de requisitos técnicos que permitan desempeñar su propósito específico.

Para la realización de este apartado se realizaron una serie de encuestas al personal del GACA X pero, debido a los elevados conocimientos técnicos que se requieren para este campo, el estudio se centró en las respuestas aportadas por el Capitán Campo y el Sargento 1º Delgado debido a que son las dos personas responsables de llevar a cabo estos cometidos. Las encuestas se adjuntan en el Anexo G.

En la siguiente tabla se muestran los medios que fueron citados en las encuestas junto a una breve descripción del medio obtenida tras una búsqueda de información.

Medios OAV	
Dispositivo	Descripción
Vector 21 Nite	Equipo optróptico multifuncional fácil de usar que reúne las características de cinco instrumentos separados: prismáticos, brújula digital, distanciómetro láser, inclinómetro y visión nocturna. El peso y el volumen reducidos implican gran movilidad y agilidad, así como mayor disponibilidad operacional. Capaz de medir distancias entre 5 y 12000m con una precisión de 5m [18].
Telemetro laser LP-7	Binocular de 7 x 50, que da mediciones de distancias a objetivos situados entre 150 y 9.995 m, con una precisión de 5 m. Con una distancia máxima de medida de entre 5 y 6 kilómetros [18].
Monocular de visión nocturna AN/PVS-14 AG	Equipo de visión que permite una visión nocturna mejorada usando luz ambiental del cielo nocturno (luna, estrellas, reflejo del cielo, etc.) dotado de un tubo intensificador de imagen de última generación [18].
Brújula Suunto KB-14/6400	Se trata de un tipo de brújula fiable y precisa. Su precisión es de 1/6 de grado, es decir, 10 minutos (no llega a 3 milésimas artilleras) [18].



Cámara térmica Sophie MF	Capaz de detectar blancos, reconocerlos e identificarlos a través de la visión térmica tanto de día como de noche, operando en condiciones climáticas adversas. Dispone de un telemetro láser capaz de operar a distancias entre 50 y 20000m con una precisión de 5m. También dispone de localización GPS y brújula.
---------------------------------	--

Tabla 10: Medios que disponen los OAV para la CDE. Fuente: elaboración propia.

Tras las encuestas realizadas al personal de la Sección de Enlace se obtuvo que el medio más útil para el CDE es el Vector 21, por lo que a continuación se muestra en la Tabla 11 un análisis DAFO realizado mediante la información aportada por dicho personal.

DEBILIDADES	AMENAZAS
Ineficiente visión nocturna. Dificultades para realizar la identificación positiva ⁹ . Necesidad de trípode.	Desarrollo de medidas contra telémetros láser como la tecnología Stealth o la cámara Shtora-1.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Precisión en las medidas. Sencillez. Carácter multifuncional.	Interoperabilidad entre unidades. Disponibilidad operacional. Interoperabilidad entre aparatos.

Tabla 11: Análisis DAFO del Vector 21 Nite. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se procederá a explicar el análisis:

- Debilidades: su principal inconveniente es la mala calidad en el empleo nocturno. La visión nocturna que nos ofrece limita demasiado el alcance del aparato, imposibilitando determinar con precisión las medidas y el poder diferenciar con nitidez los objetivos. Durante la práctica realizada, se apreció que para la precisión requerida para el CDE el uso del trípode es esencial, debido a que pequeñas variaciones en su uso pueden interferir enormemente en la toma de medidas.

- Amenazas: debido a que el Vector 21 se fundamenta en el uso del telémetro láser para la medición de distancias, esto podría ser contrarrestado por el enemigo mediante una tecnología de baja detectabilidad empleada en los edificios haciendo que el láser se refleje en otra dirección imposibilitando su uso o mediante el desarrollo de tecnologías similares a la cámara Shtota-1 del carro ruso T 90, las cuales permiten detectar el origen de la señal e inhibirla.

- Fortalezas: El Vector es un equipo multifuncional fácil de usar que reúne las características de cinco instrumentos separados, permitiendo una elevada precisión en las medidas. Dispone, para su manejo, de solo dos teclas, haciendo que su uso sea muy sencillo, lo que permite disponer de personal cualificado con pocas horas de instrucción.

- Oportunidades: debido a su peso y volumen reducidos implican gran movilidad y agilidad permitiendo así una mayor disponibilidad operacional. Esto se ve reflejado en que el operador del vector puede ir integrado con cualquier unidad independientemente del tipo que sea. Además, una de las principales oportunidades de este medio es que actualmente existen otros medios los cuales se pueden acoplar al vector, como puede ser el Gonio Light, mejorando la precisión de las medidas, permitiendo aumentar sus capacidades y automatizando los cálculos.

⁹ Identificación positiva: Capacidad de disponer de la visibilidad correcta para poder determinar con certeza lo que se está visualizando.



Es destacable que la principal mejora que este medio necesita es la visión nocturna, debido a que la actual no permite obtener medidas con precisión o realizar una correcta identificación positiva debido a que la visión no es lo suficientemente nítida y empeora con la distancia.

Con el fin de determinar si el Vector 21 es el medio óptimo para el cálculo de CDE se llevó a cabo una prueba en la que se analizó la precisión de sus medidas según el alcance, la dificultad de su uso y el alcance eficaz que dispone.

La prueba consistió en desplazarse al observatorio del campo de maniobras, lugar desde el cual se dispone del campo de visión con mayor amplitud y alcance posible para poder realizar todas las medidas. Una vez allí se determinaron objetivos a distancias entre su alcance mínimo y máximo. En cada objetivo se realizaron medidas exactas con la cinta métrica para saber con exactitud las medidas que posteriormente se comprobarían con el aparato.

La prueba y sus resultados se muestran en la siguiente tabla. Cada punto se definió con el nombre característico de la zona donde se encontraba y en esa zona se buscaron elementos a medir longitudinalmente, como por ejemplo fachadas de grandes edificios o la distancia entre dos árboles reconocibles a larga distancia. La distancia entre nuestro emplazamiento y el objetivo se realizó gracias al telémetro láser que dispone el Vector, estableciéndose desde 1km hasta su alcance máximo de 12km. Para poder determinar con exactitud las medidas de los objetivos a medir se utilizó una cinta métrica, la cual disponía de una precisión hasta los centímetros, aquí hay que destacar que el Vector solo llega hasta los metros por lo que el resultado de la cinta métrica está redondeado a los metros. El error es el resultado de la diferencia entre la medida con la cinta métrica y la medida del Vector, recordando aquí que el error de este aparato es de 5 metros máximo por manual.

Punto	Distancia Vector-Objetivo (m)	Medida con cinta métrica (m)	Medida con Vector (m)	Error (m)
Fachada de Cascajo	717	46	46	0
Fachada de casa del topógrafo	1684	34	36	+2
Distancia entre carros de combate de la zona de caída	2920	58	61	+3
Distancia entre árboles de vaguada Amarilla	4023	68	67	-1
Distancias entre postes de la luz	5140	56	58	+2
Fachada del edificio la Granja	6048	41	39	-2
Fachada del edificio del Pastor	7167	53	50	-3
Fachada del Castillo del Vacar	8286	80	No se puede determinar con exactitud	

Tabla 12: Resultados de las medidas obtenidas durante la prueba del Vector 21. Fuente: elaboración propia.

Las conclusiones que se obtuvieron del análisis fueron las siguientes:

- Sobre la precisión podemos observar que el medio dispone de una elevada exactitud. Durante la toma de medidas utilizamos un trípode para aumentar la precisión debido a que realizar el procedimiento sin él, hace que las medidas no sean lo suficientemente exactas. La mayoría de los errores, por pequeños



que sean, se deben principalmente al manejo del aparato debido a que, aunque el proceso sea sencillo, se requiere de un buen manejo para ser preciso a la hora de seleccionar los puntos a medir.

- En cuanto a la dificultad del uso se pudo determinar que el procedimiento es simple. Destacando que debido a que la medición de las distancias se realiza mediante un procedimiento automático del aparato, en el cual utiliza la distancia aportada por el telémetro láser y la orientación a los puntos, hay que ser muy precisos a la hora de apuntar al objetivo que queremos debido a que pequeñas variaciones pueden hacer que el telémetro láser apunte a alguno distinto, como se pudo comprobar cuando se median objetivos en cotas y se erraba la medición debido a que por las variaciones radiábamos a objetos situados detrás.

- Durante el estudio del alcance se pudo comprobar que, aunque por manual se establece que su alcance máximo es de 12 km, a la hora de medir distancias longitudinales su máximo posible es de 8 km. A partir de esta distancia, aunque la visibilidad del objetivo sea óptima, el telémetro láser no es capaz de radiar correctamente. Cabe destacar que, a pesar de tener esta limitación, el alcance del que se dispone es más que suficiente para cumplir sus cometidos debido a que a la hora de llevar a cabo misiones de este tipo los observadores avanzados suelen estar a distancias entre 1 y 3 km de los objetivos.

Tras este estudio realizado se puede concluir que el Vector 21 es un medio el cual sería totalmente válido para llevar a cabo el CDE, debido a que las prestaciones de distancia, exactitud y dimensiones hacen que sea idóneo para su uso, afirmando que no es necesaria la adquisición de nuevos medios para el empleo de la CDEM.

4.3.1.2 UNIDADES DE INTELIGENCIA.

Dentro de las Brigadas, se encuentra la Compañía de Inteligencia encuadrada en el Cuartel General.

La Inteligencia es el resultado de la recopilación, procesamiento, integración, evaluación, análisis e interpretación de información. Es un proceso continuo que apoya directamente a la toma de decisiones y a la facilitación de la comprensión de la situación.

Debido a la gran necesidad de obtención de información precisa en tiempo real dichas unidades son las responsables del control, la manipulación y conservación de los sistemas de vehículos aéreos no tripulados.

Dichos sistemas tienen como misión la vigilancia del campo de batalla y la adquisición de objetivos en todo tiempo y profundidad del campo de batalla.

En la Tabla 13 se realiza una descripción sobre las principales características del medio.

Medios Inteligencia	
Dispositivo	Descripción
Raven RQ 11B	Vehículo aéreo no tripulado caracterizado por su capacidad de realizar misiones a baja cota de reconocimiento, vigilancia, adquisición de objetivos, evaluación de daños, protección de fuerza y seguridad, siendo muy apto para su uso en zonas urbanas. Permite un despliegue rápido con gran movilidad facilitando la obtención de información en tiempo real y la toma de decisiones. Su alcance máximo es de 10 km, pudiendo volar a una cota entre 30 y 300 metros y con una autonomía entre 60 y 110 min [25].

Tabla 13: Medios que disponen Inteligencia para la CDE. Fuente: elaboración propia.



Tras la entrevista realizada al operador del Raven encuadrado en la Sección de Inteligencia de la BOP "Guzmán el Bueno" X, se reflejan las conclusiones obtenidas mediante un análisis DAFO del dispositivo Raven RQ 11B:

DEBILIDADES	AMENAZAS
No permite la integración con el Sistema de Mando y Control de Apoyo de Fuego. Escasez de horas de instrucción. Esta limitado por la meteorología y la orografía.	Requisitos técnicos. Ataques de guerra electrónica. Sistemas contra dron.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Permite obtener información en tiempo real. Dificultad para poder ser detectado. Permite operar con facilidad en zonas urbanas.	Avance tecnológico. Potenciación del empleo de este tipo medios.

Tabla 14: Análisis DAFO del Raven RQ 11B. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se procederá a explicar el análisis:

- Debilidades: el principal problema del que dispone este medio es que no permite su integración con el principal Sistema de Mando y Control de Apoyo de Fuego (TALOS), limitando sus capacidades y empleo. Otra gran debilidad para tener en cuenta es la falta de instrucción del personal debido a que el número de horas asignadas para ello son escasas y además en muchas ocasiones no se pueden aprovechar las horas debido a la meteorología. Siempre deberemos de tener en cuenta la orografía debido a que nos puede limitar el alcance de la señal.

- Amenazas: para su funcionamiento se precisa de grandes anchos de banda y una correcta gestión del espectro radioeléctrico lo que puede ser muy perjudicial para su futuro empleo en un combate con guerra electrónica. Cada vez la guerra electrónica está cobrando una mayor importancia debido a la capacidad de anular numerosos sistemas electrónicos. Frente estas amenazas el Raven está totalmente desprotegido debido a que no dispone de ningún medio para su defensa. Además, la tecnología anti-dron es mayor llegando a desarrollar sistemas capaces de anular la comunicación y control del dron.

- Fortalezas: este dispositivo nos favorece en la toma de decisiones debido a que podemos obtener información directa de la zona de acción en tiempo real. Debido a su pequeño tamaño la sección recta radar¹⁰ que posee es escasa, siendo difícil su detección. El UAV Raven permite una gran conducción, siendo un medio idóneo para su empleo en zonas urbanas.

- Oportunidades: los vehículos aéreos no tripulado (RPAS) están teniendo cada vez un mayor auge dentro del Ministerio de Defensa debido a que cada vez su presencia está siendo más esencial en las operaciones militares. A consecuencia de esto se está llevando a cabo una gran inversión y avances tecnológicos para su desarrollo, conllevando consigo una mejora de sus prestaciones.

4.3.2. POSIBLES NUEVAS ADQUISICIONES.

Tras las encuestas realizadas al personal del GACA X se concluyó que, aunque el Vector 21 cumple sus funciones, actualmente existen otros aparatos que mejoran las prestaciones como el sistema de localización Sterna y el telemetro láser Mosquito, ambos sistemas de fabricación externa al ejército.

Se realizó una entrevista al Sargento 1º Delgado con el fin de determinar cuáles eran las características más determinantes a la hora de comparar ambos sistemas, estableciéndose que deberían de ser su alcance para poder determinar su campo de acción, su precisión para poder ver si es un aparato válido para la CDE,

¹⁰ Sección recta radar: parámetro que se usa para caracterizar mediante las propiedades de la reflexión, cómo de detectable resulta un objeto para un aparato radar.



sus dimensiones y peso, debido a que estos equipos son portados en mochila por el personal a pie por lo que deben de ser de tamaño reducido y ligeros, la capacidad de su batería para permitir su uso en el campo de manera prolongada y por último, la instrucción necesaria que un operador requiere para poder adquirir un nivel aceptable de manejo.

Una vez establecidas las características, se pasó a la búsqueda de la información, destacando que debido a que no son aparatos de uso exclusivo militar se pueden encontrar sus manuales en la web de sus fabricantes: SAFRAN Vectronix para el STERNA [27] y DR Security para el Moskito [26].

	STERNA	MOSKITO
Alcance (Km)	12	10
Precisión	±5	±2
Dimensiones (mm)	205x178x345	130x170x80
Peso (kg)	<4,5	<1,3
Capacidad de la batería(h)	72	>6
Instrucción del operador	Tediosa, se necesita de una gran pericia.	Sencilla, aparato de muy fácil uso

Tabla 15: Características técnicas del medio STERNA y del Moskito. Fuente: elaboración propia.

Tras la obtención de los datos se volvió a realizar una entrevista al Sargento 1º Delgado para que mediante su gran conocimiento de los medios y experiencia se realizase una puntuación de la información obtenida. El rango de puntuación establecido fue entre 0 (valoración muy negativa) y 10 (valoración muy positiva), reflejándose los resultados obtenidos en la Tabla 16.

	STERNA	MOSKITO
Alcance	8	7
Precisión	7	9
Dimensiones	6	8
Peso	7	9
Capacidad de la batería	10	8
Instrucción del operador (siendo 0 muy difícil y 10 muy sencilla)	8	9

Tabla 16: Evaluación de las características técnicas del medio STERNA y del Moskito. Fuente: elaboración propia.

Una vez realizada la evaluación, se recoge la información mediante un Radar Chart para de esta forma facilitar la comparación entre ambos medios (véase la Ilustración 11).

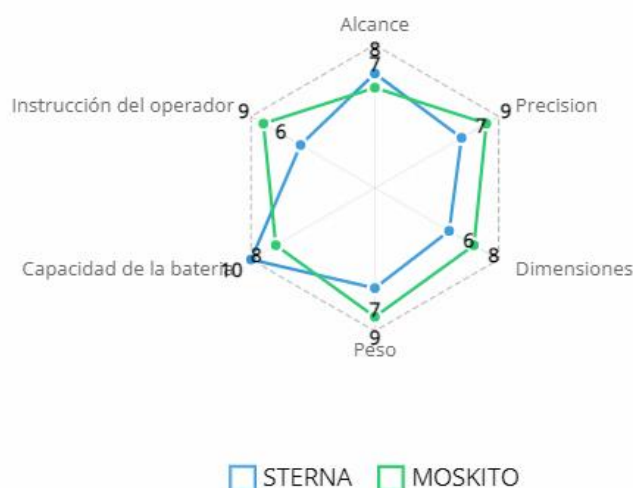


Ilustración 11: Radar Chart de medios. Fuente: elaboración propia.



En el Radar Chart se puede apreciar que el Moskito supera al Sterna en todos los aspectos salvo en alcance y capacidad de la batería. Sin embargo, respecto al alcance el Moskito ofrece un alcance de 10 km siendo una distancia más que necesaria para un observador avanzado debido a que está dentro del rango de distancias en el que suelen operar. Por otro lado respecto a la capacidad de la batería, el Sterna tiene unas prestaciones muy superiores pero, aun así, el Moskito con sus 6 horas de batería nos permite realizar en torno a 500 mediciones, cantidad más que suficiente para su uso.

Por último, destacar que para el uso del STERNA se requiere de un operador con un alto nivel de instrucción debido a que su funcionamiento es complejo, mientras que el Moskito tiene un manejo muy sencillo e intuitivo sin necesidad de una gran instrucción para dominarlo.

Por tanto, se puede afirmar que el telémetro láser Moskito sería la opción óptima frente al sistema de localización Sterna, debido a que se puede integrar a cualquier equipo gracias a sus dimensiones, peso y autonomía. Gracias a lo anterior y a que las lecturas que nos aporta tienen una elevada precisión, se podría emplear el Moskito para la CDE.

4.4 CURSO DE CUALIFICACIÓN PARA EL EMPLEO DE LA METODOLOGÍA DE ESTIMACION DE DAÑOS COLATERALES.

Analizando la actual situación de la CDE en las unidades podemos apreciar que se disponen de los medios necesarios para llevar a cabo el procedimiento, por lo que se procedió a evaluar el conocimiento del personal para llevar a cabo la metodología. Para ello se realizó una encuesta (véase Anexo H) al personal de la 2ª Batería del GACA X (40 personas) de la BOP "Guzmán el Bueno" X, donde se obtuvieron los resultados mostrados en la Ilustración 12.

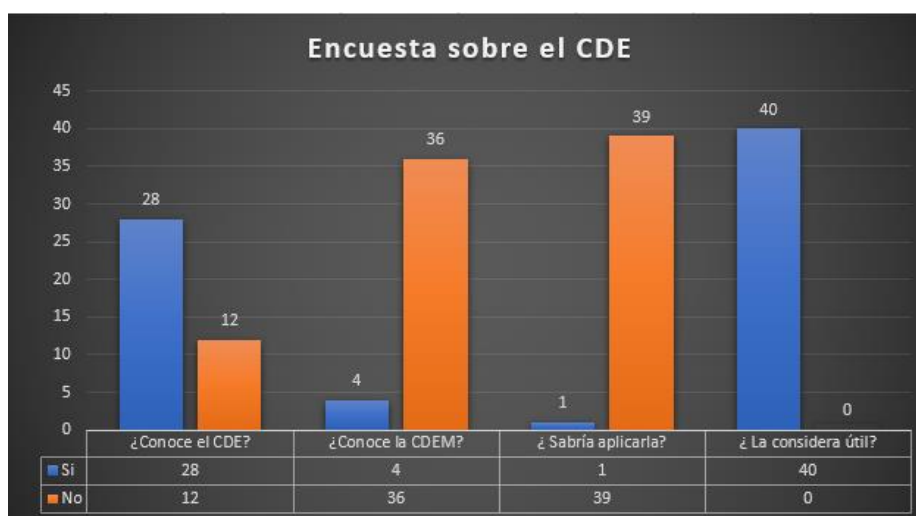


Ilustración 12: Resultados encuesta sobre el CDE. Fuente: elaboración propia.

En la encuesta, se evidencia la falta de conocimiento por parte del personal sobre la metodología. Esto es debido a que actualmente no se practica el procedimiento a causa de la inexistencia de piezas de Artillería de Campaña desplegadas en teatro de operaciones. Esto provoca que las acciones de fuego que se realizan hoy en día siempre se lleven a cabo en campos de maniobras donde se dispara a grandes zonas de caída de proyectiles donde no existe la posibilidad de causar ningún daño colateral, aumentando así el desuso de este procedimiento. Hay que destacar que todo el personal coincide en la gran utilidad y el beneficio que podría aportar su uso.

Con el objetivo de mejorar la formación en este campo se presenta el siguiente curso. El curso está dividido en dos bloques. El primero es un bloque teórico en el que se imparten los conocimientos técnicos necesarios para posteriormente poder llevar a cabo el segundo bloque, el cual consiste en aplicar la teoría mediante casos prácticos.



Para la realización del curso no se necesita ninguna formación previa en la CDE, pero si es requisito indispensable el saber utilizar el Vector 21 debido a que en el curso se utilizará este medio para realizar la medición de distancias.

Al final del curso se pretende que todos los alumnos alcancen competencias en la realización de la CDEM, siendo capaces de operar en cualquier situación y realizar la metodología hasta el nivel 5 de CDE.

4.4.1. FORMACIÓN ACADÉMICA.

El curso tendrá una duración total de 7 días, siendo impartido durante el horario laboral según el cronograma establecido (véase tabla 18). Su formación académica estará repartida de la siguiente forma mostrada en la Tabla 17.

Formación académica	Horas
Clases teóricas	13
Ejercicios prácticos	20,5
Estudio fuera de clase	34,9 ¹¹
Evaluación	9
Horas totales del curso	77,4

Tabla 17: Formación académica curso CDE. Fuente: elaboración propia.

La designación de cada clase y sus objetivos vienen descritas en el bloque teórico (Tabla 20) y en el bloque práctico (Tabla 22). Cada día existirá una pequeña pausa a media mañana de media hora y se concluirá el día con un repaso de la materia impartida.

08:00-15:00	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:00-09:00	T1	T6	T7	T8	T9
09:00- 10.:00	T2, T3	PA	PB	PC	PD
10:00-11:00	T3	PA	PB	PC	PD
11:00-11:30	PAUSA				
11:30-12:30	T4	PA	PB	PC	PD
12:30-13:30	T4, T5	PA	PB	PC	PD
13:30-14:30	T5	C1	C2	C3	C4
14:30-15:00	REPASO				

08:00-15:00	Lunes	Martes
08:00-09:00	T10	T11
09:00- 10.:00	PE	T11
10:00-11:00	PE	ET
11:00-11:30	PAUSA	
11:30-12:30	PE	EP
12:30-13:30	PE	EP
13:30-14:30	C5	EP
14:30-15:00	REPASO	C

Tabla 18 :Cronograma del curso de cualificación del CDE. Fuente: Elaboración propia.

¹¹ Para determinar el número de horas de estudio necesarias se ha utilizado las conclusiones obtenidas en un estudio [29], el cual afirma que se necesita 1,5 h por cada hora de teoría y 0,75 h por cada hora de prácticas.



4.4.2. ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN

Para poder superar el curso de manera satisfactoria los alumnos deberán asistir a la totalidad de los bloques de formación. Deben de superar un examen teórico con un porcentaje del 80% y obtener la calificación de apto en un examen práctico.

Hay que destacar que la exigencia para pasar el curso es elevada debido a que su principal objetivo es cualificar a personal experto que en un futuro evaluará los posibles daños colaterales que se causen en una población pudiendo implicar su mala determinación la muerte de personas civiles, siendo esencial que el alumno domine la metodología.

La evaluación de los conocimientos adquiridos se realizará acorde a lo mostrado en la Tabla 19.

Evaluación	Objetivo	Duración (h)
Cuestionarios (C1, C2, C3, C4, C5)	Se realizarán tras las sesiones prácticas. Los alumnos demostrarán la comprensión de los objetivos de aprendizaje desarrollados en el día. No influyen en la superación del curso, siendo su propósito afianzar conocimientos.	1
Examen teórico de CDE (ET)	Los estudiantes demostrarán su conocimiento sobre el CDE mediante un examen tipo test de 40 preguntas. Deben de obtener una puntuación del 80% para ser apto.	1
Examen práctico de CDE (EP)	Los estudiantes demostrarán la competencia en la aplicación práctica de CDE mediante la realización de un ejercicio práctico realizado en el campo. El resultado será apto o no apto en función de las cualidades demostradas para aplicar la metodología.	3

Tabla 19: Criterios de evaluación. Fuente: elaboración propia.

4.4.3. BLOQUE TEÓRICO.

Para la creación del siguiente bloque se ha utilizado todo el análisis realizado en el presente TFG para poder determinar cuáles serían los conocimientos necesarios que adquirir para poder llevar a cabo la metodología con éxito.

A continuación, se presentan los contenidos del bloque (Tabla 20), el cual tiene una duración total de 13 horas.

Nombre de la lección	Objetivo	Duración (h)
Resumen de bienvenida al curso de CDE (T1)	Presentación del curso y criterios de evaluación	1
Descripción general de CDE (T2)	Proporcionar una descripción general de que consiste el CDE y su metodología. Introducir definiciones clave, política, orientaciones y limitaciones. Introducción a los elementos que constituyen el Radio de Efectos Colaterales (CER).	1,5
Responsabilidades del CDE (T3)	Proporcionar los conocimientos necesarios para la asignación de la autoridad de empeños (TEA)	0,5
Familiarización con el armamento (T4)	Comprensión básica de los principios básicos de la artillería y de cómo está relacionada con los procesos de CDE.	1,5
Medir y mitigar los efectos de las armas (T5)	Conocimientos sobre el armamento y la mitigación que se lleva a cabo en el CDE.	1,5
Análisis del nivel 1 de CDE (T6)	Proporcionar los hechos, suposiciones, procesos y requisitos de datos para este nivel, con el fin de ser capaz de realizar los análisis correctos. Se realizará ejercicio práctico A.	1



Análisis del nivel 2 de CDE (T7)	Proporcionar los hechos, suposiciones, procesos y requisitos de datos para este nivel, con el fin de ser capaz de realizar los análisis correctos. Se realizará ejercicio práctico B.	1
Análisis del nivel 3 de CDE (T8)	Proporcionar los hechos, suposiciones, procesos y requisitos de datos para este nivel, con el fin de ser capaz de realizar los análisis correctos. Se realizará ejercicio práctico C.	1
Análisis del nivel 4 de CDE (T9)	Proporcionar los hechos, suposiciones, procesos y requisitos de datos para este nivel, con el fin de ser capaz de realizar los análisis correctos. Se realizará ejercicio práctico D.	1
Análisis del nivel 5 de CDE (T10)	Proporcionar los hechos, suposiciones, procesos y requisitos de datos para este nivel, con el fin de ser capaz de realizar los análisis correctos. Se realizará ejercicio práctico E.	1
Revisión de la metodología (T1)	Una vez impartidos todos los niveles se realizará una revisión de toda la metodología para reforzar los objetivos de aprendizaje.	2

Tabla 20: Contenido del bloque teórico. Fuente: elaboración propia.

4.4.4. BLOQUE PRÁCTICO.

El segundo bloque constará de una serie de ejercicios los cuales se desarrollarán en el campo de maniobras mediante la simulación de un escenario real y con los medios necesarios para llevar a cabo a metodología.

Para su realización será necesario disponer de una zona de combate en población en la cual se puedan encontrar multitud de edificios, los cuales serán previamente definidos a la realización del ejercicio para que el alumno conozca que tipo de edificio se pretende simular (véase Ilustración 13 y Tabla 21).



Identificador	Descripción
1	Objetivo
2	Hospital
3	Colegio
4	Casa
5	Tienda de alimentación
6	Casa

Tabla 21: Descripción de los identificadores. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 13: Imagen satélite de la zona de combate en población Casas Altas. Fuente: Google Maps.



La lista de ejercicios a desarrollar será la mostrada en la Tabla 22.

Ejercicio	Propósito	Duración (horas)
Ejercicio práctico A (PA)	Desarrollar la competencia en el análisis de CDE 1	4
Ejercicio práctico B (PB)	Desarrollar la competencia en el análisis de CDE 2	4
Ejercicio práctico C (PC)	Desarrollar la competencia en el análisis de CDE 3	4
Ejercicio práctico D (PD)	Desarrollar la competencia en el análisis de CDE 4	4
Ejercicio práctico E (PE)	Desarrollar la competencia en el análisis de CDE 5	4
Crítica del curso (C)	Los alumnos realizaran comentarios sobre el curso	0,5

Tabla 22: Contenido del bloque práctico. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se procederá a mostrar los aspectos a evaluar en cada ejercicio práctico mediante el uso de una plantilla.

Ejercicio práctico A

Aspectos a evaluar	Si	No
1. El observador identifica el mejor lugar para realizar la identificación.		
2. Determina correctamente si dispone de identificación positiva.		
3. Es capaz de definir el esquema del objetivo.		
4. Conoce las ROE para poder evaluar la situación.		
5. Realiza el CHA correctamente.		
6. Es capaz de identificar con exactitud los posibles daños colaterales existentes.		
7. Realiza la evaluación correctamente.		

Total de Aspectos evaluados	
Total de "SI" obtenidos	
Porcentaje	

Tabla 23: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico A. Fuente: elaboración propia.

Ejercicio práctico B

Aspectos a evaluar	Si	No
1. Es capaz de diferenciar la metodología cuando se disponen municiones guiadas.		
2. Realiza el CHA correctamente.		
3. Es capaz de identificar con exactitud los posibles daños colaterales existentes.		
4. Realiza la evaluación correctamente.		

Total de Aspectos evaluados	
Total de "SI" obtenidos	
Porcentaje	

Tabla 24: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico B. Fuente: elaboración propia.



Ejercicio práctico C

Aspectos a evaluar	Si	No
1. Es capaz de utilizar el Vector 21 con precisión.		
2. Realiza la medición correctamente desde el punto de impacto hasta el objeto colateral más cercano		
3. Realiza el CHA correctamente.		
4. Es capaz de identificar con exactitud los posibles daños colaterales existentes.		
5. Realiza la evaluación correctamente.		

Total de Aspectos evaluados	
Total de "SI" obtenidos	
Porcentaje	

Tabla 25: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico C. Fuente: elaboración propia.

Ejercicio práctico D

Aspectos a evaluar	Si	No
1. Analiza y marca los tipos de objetos colaterales.		
2. Realiza el CHA correctamente.		
3. Es capaz de identificar con exactitud los posibles daños colaterales existentes.		
4. Realiza la evaluación correctamente.		

Total de Aspectos evaluados	
Total de "SI" obtenidos	
Porcentaje	

Tabla 26: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico D. Fuente: elaboración propia.



Ejercicio práctico E

Aspectos a evaluar	Si	No
1. Marca aquellos riesgos colaterales que están desprotegidos.		
2. Determina correctamente el porcentaje de área afectada de cada riesgo colateral marcado.		
3. Introduce la densidad de población para cada riesgo colateral marcado correctamente.		
4. Determina correctamente el factor de bajas apropiado.		
5. Obtiene el valor exacto de la CE.		
6. Conoce que es la NCV.		
7. Realiza la evaluación correctamente.		

Total de Aspectos evaluados	
Total de "SI" obtenidos	
Porcentaje	

Tabla 27: Aspectos a evaluar en el ejercicio práctico E. Fuente: elaboración propia.

4.4.5. BIBLIOGRAFIA.

Para la realización del curso se pueden destacar los siguientes manuales como referencia:

- Army, Marine Corps, Navy, Air Force (2019). JIFIRE Multi-Service Tactics, Techniques, and procedures for joint application of firepower ATP 3-09.32. USA.
- Chairman of the Joint Chiefs of Staff (2015). CJCSI 3160.01B Directive No-Strike and the Collateral Damage Estimation Methodology. USA.
- Chairman of the joint chiefs of staff instruction (2009). No-strike and the collateral damage estimation methodology. USA.
- European External Action Service (2016). Avoiding and minimizing collateral damage in eu-led military operations concept. Brussels.



5. CONCLUSIONES

Tras haber analizado las necesidades para un sistema de inteligencia capaz de calcular la CDE se ha observado que se puede llevar a cabo una serie de medidas para lograr realizar la metodología en las unidades.

Para poder realizar la CDE es preciso comprender la metodología, la cual actualmente no se lleva a cabo en las unidades debido a la inexistencia de situaciones en las que se pueda apreciar su importancia.

Se han definido los efectos que causan las municiones de artillería con el fin de determinar su radio de acción letal y así facilitar la toma de decisiones, pero para realizar este estudio se ha supuesto una situación en la que la munición provoca un radio de acción letal perfectamente circular, cuando esto no es exacto, por lo que una posible línea futura de estudio es realizar el mismo estudio pero analizando el área letal del proyectil con total precisión.

Tras el estudio de los efectos de las municiones se ha concluido que la precisión de estas es un factor primordial, llevándose a cabo un estudio sobre municiones guiadas. Estas municiones tienen un elevado coste por lo que su uso se ve muy reducido. Para solventarlo se ha evaluado cual sería la opción más económica para permitir una mayor oportunidad de uso para realizar instrucción, obteniendo como resultado final el Kit de Guiado de precisión PGK.

A continuación se han analizado los medios ISTAR disponibles en una BOP con el fin de determinar si son óptimos para la CDE. Se ha observado que el Vector 21 es un medio eficaz, realizándose una comprobación de su precisión mediante unos ejercicios de campo, en los cuales, los resultados obtenidos permiten afirmar que el Vector 21 es un medio totalmente válido para realizar la CDE.

A pesar de disponer del Vector 21, se han analizado que posibles alternativas se podrían tener en cuenta con el fin de mejorar las prestaciones aportadas. Se ha obtenido que las dos principales alternativas son el sistema de localización Sterna y el telemetro láser Mosquito, concluyendo finalmente que el Mosquito es superior al Sterna.

Finalmente, tras analizar los medios se puede afirmar que se dispone del material necesario para aplicar la metodología, determinado como principal limitación el desconocimiento del personal sobre ella. Por lo tanto, se ha llevado a cabo la creación de un curso exigente con el fin de dotar al Ejército de un personal altamente cualificado en la CDE y capaz de operar en cualquier ambiente.

Para finalizar, debido a la importancia que la CDE puede llegar a tener en un futuro se ha considerado la aplicación de este curso como la principal línea futura del presenta TFG, debido a que actualmente no existe ningún curso nacional para su formación.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mando de adiestramiento y doctrina Sc. Asuntos internacionales (2015). Publicación conjunta: estimación de daños colaterales. Francia.
- [2] Mando de adiestramiento y doctrina (2005). La coordinación en las acciones/fuegos basados en los efectos programa de investigación 75/04. Granada.
- [3] Estado mayor de la defensa (2014). PDC-3.9 doctrina conjunta de targeting. Madrid.
- [4] Pedro Sánchez Herráez (2014). La nueva guerra híbrida: un somero análisis estratégico, Instituto Español de Estudios Estratégicos, 54.
- [5] Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2016) Targeting terrestre. Concepto derivado 02/16. Granada.
- [6] Army, Marine Corps, Navy, Air Force (2019). JIFIRE Multi-Service Tactics, Techniques, and procedures for joint application of firepower ATP 3-09.32. USA.
- [7] Robert V. Whitman, Thalai Anagos and Charles A. Kircher (1997). *Development of a National Earthquake. Loss Estimation Methodology*. USA.
- [8] Chairman of the Joint Chiefs of Staff (2015). CJCSI 3160.01B Directive No-Strike and the Collateral Damage Estimation Methodology. USA.
- [9] Chairman of the joint chiefs of staff instruction (2009). No-strike and the collateral damage estimation methodology. USA.
- [10] European External Action Service (2016). Avoiding and minimizing collateral damage in eu-led military operations concept. Brussels.
- [11] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2000) MT7-310 Manual técnico de efectos del PR-M107 para el obús ATP 155/39. Tomo I y II, Granada.
- [12] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2016). PD4-301 Empleo táctico del Grupo de Artillería de Información y Localización, Granada.
- [13] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2005). MT4-306 Manual técnico, Tablas de tiro del Obús 155/39 ATP. Tomo I, Madrid.
- [14] Serverino Enrique Riesgo y Gacia (2015). *El proyectil de 155mm EXCALIBUR M-982, Memorial de Artillería 171/1*.
- [15] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2015). PD3-315 Apoyo de fuegos, Granada.
- [16] Mando de adiestramiento y doctrina (2002). Estudio de medios de vigilancia, adquisición e iluminación de objetivos. Granada.
- [17] Estado Mayor del Ejército (2017). Directiva 06/17 Concepto Operativo ISTAR, Madrid.
- [18] Mando de adiestramiento y doctrina (2015). Equipo de observador de artillería de campaña MI-304.



Granada.

[19] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2014). Operación ROMEO-ALFA Lecciones aprendidas de la participación del observador de fuego aéreo. Granada.

[20] Mando de adiestramiento y doctrina (2015). Procedimientos operativos PD4-318 Tomo I y II. Granada.

[21] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2017). Municiones ACA de altas prestaciones. M1156 precision guidance kit (PGK). Granada.

[22] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2016) PD4-013 Empleo táctico de la unidad de RPAS. Granada.

[23] Estado Mayor de la Defensa (2018). PDC-00 Glosario de terminología de uso conjunto. Madrid.

[24] Joe Gould (2015) US Army 'Dumb' 155mm Rounds Get Smart.

Disponible en: <https://www.defensenews.com/land/2015/03/13/us-army-dumb-155mm-rounds-get-smart/>
[Consultado 11-10-2021]

[25] Ejército de Tierra (2010) Norma Operativa Empleo del mini UAV RAVEN RQ 11B en operaciones.

[26] DRSecurity MOSKITO TI (2019) localizador de objetivos multi-funcional.

Disponible en: <https://www.drsecurity.net/moskito/moskito.pdf> [Consultado 1-10-2021]

[27] SafranVectronix. STERNA sistema de adquisición de objetivo no magnético.

Disponible en: <xdoc.mx-sterne-vectronix-ch.pdf> [Consultado 1-10-2021]

[28] Mando de Adiestramiento y Doctrina (2018) PD4-304 Empleo de la Artillería de Campaña. Granada.

[29] Zuza, Kristina & Garmedia, M. & Guisasaola, Jenaro & Barragués, José. (2006). ¿Cuánto tiempo necesita invertir el alumnado para el aprendizaje de una asignatura?: estimación de los créditos ECTS de una asignatura de primer curso de ingeniería. Revista interuniversitaria de formación del profesorado, ISSN 0213-8646, Nº 57, 2006 (Ejemplar dedicado a: Los nuevos retos metodológicos y educativos de la universidad de la convergencia), pags. 271-286.

[30] InfoDefensa (2019) El Ejército español comprará proyectiles Excalibur y espoletas PGK

Disponible en: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3130669/ejercito-espanol-comprara-proyectiles-excalibur-espoletas-pgk> [Consultado 11-10-2021]

[31] Ejército de Tierra (2021) Ejercito de Tierra. Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/inicio.html>

[Consultado 12-11-2021].

[31] SafranVectronix. Vector 21 the typical forward observer device. Disponible en: <https://www.safran-vectronix.com/product/vector-21/> [Consultado 12/11/2021].



ANEXOS



ANEXO A. Brigada “Guzmán el Bueno” X

La Brigada “Guzmán el Bueno” X (BRI X), es una unidad del Ejército de Tierra encuadra la División “Castillejos”, la cual dispone de unidades en el Acuartelamiento de Soyeche en Munguía (Vizcaya) y mayoritariamente en la Base de Cerro Muriano en Córdoba, lugar donde se ha realizado las prácticas.

Fue creada en el año 1985 como Brigada de Infantería Mecanizada, desde entonces ha tenido diversos cambios y adaptaciones hasta constituir la actual BOP compuesta por: un Cuartel General, un Batallón de Cuartel General, un Grupo Logístico, un Regimiento de Caballería, dos Regimientos de Infantería, un Batallón de Zapadores y un Grupo de Artillería (véase Ilustración 14).

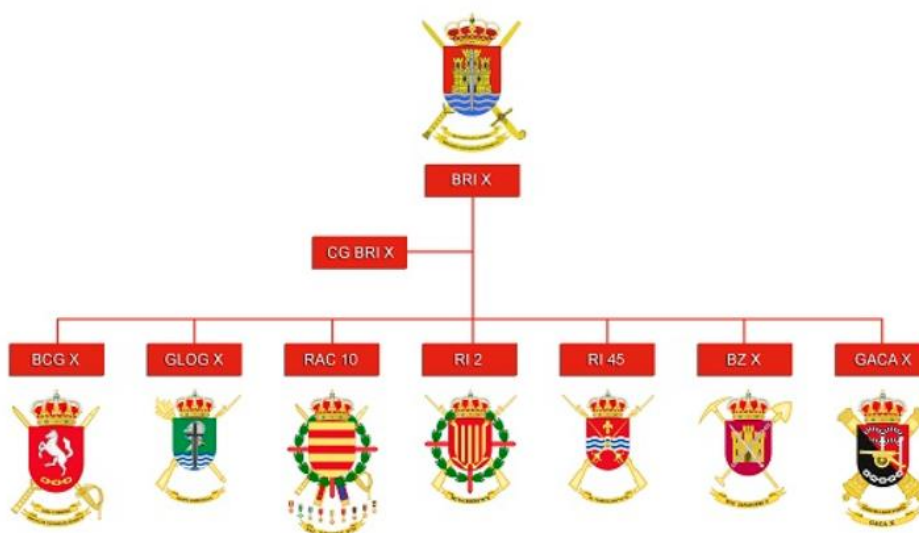


Ilustración 14: Organigrama BOP "Guzmán el Bueno" X. Fuente: [31]

Concretamente las prácticas se han realizado en el GACA X, el cual se originó en 1917 con el fin de dotar al Ejército de unidades que tuviesen la capacidad de emplear piezas de mayores calibres. Actualmente está organizado por un Mando y Plana Mayor de Mando, una Batería de Plana Mayor, dos Baterías del obús de 155 mm M-109 A-5, una Batería del obús de 105 mm “Light Gun”, una Batería Antiaérea dotada con Lanzadores Misil Mistral y Batería de Servicios. (véase Ilustración 15)

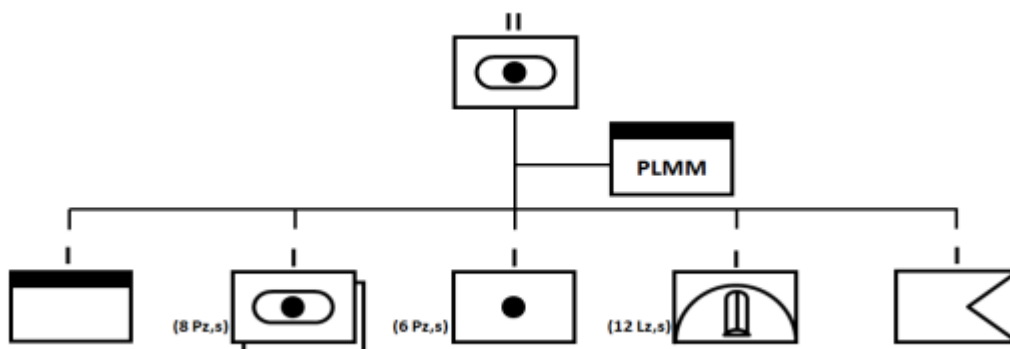


Ilustración 15: Organigrama BOP "Guzmán el Bueno" X. Fuente: [31]



ANEXO B. Obús ATP M-109 A5E

FABRICACIÓN	Estados Unidos	  
CALIBRE	155 mm	
PESO TOTAL	24,5 toneladas	
LONGITUD DE TUBO	6,045 m	
VELOCIDAD MÁXIMA	56 km/h	
AUTONOMÍA	345 km	
ALCANCE	30 km	
SIRVIENTES	6	
CADENCIA DE DISPARO MÁXIMO	6 disparos por minuto	
MISIÓN	Apoyar con acciones de fuego ACA a las unidades tipo brigada pesadas	
TIPO DE MUNICIONES	proyectil rompedor, fumígeno e iluminante	

Ilustración 16: Descripción Obús ATP M-109 AE5. Fuente: [30]



ANEXO C. Vector 21

Es un dispositivo optrónico multifuncional fácil de usar que une cuatro dispositivos en uno:

- Brújula digital: que incorpora sensores magnéticos y de gravitación para acimut, inclinación e inclinación ($\pm 45^\circ$). Las capacidades tridimensionales completas garantizan lecturas correctas incluso en posiciones inclinadas e inclinadas.

- Distanciómetro: Mide distancias comprendidas entre 5 m y hasta 12.000 m.

- Prismáticos: Binocular de alta potencia integrado en una robusta carcasa resistente al agua y revestida de goma, con un aumento de 7x. Las grandes pupilas de salida de 6 mm de diámetro son extremadamente fáciles de colocar para que ambos ojos reciban la mayor cantidad de luz posible.



Ilustración 17: Vector 21. Fuente: [31]

- Inclinómetro: Mide ángulos verticales en el intervalo de -45° a $+45^\circ$.

- Visión nocturna: gracias a un tubo intensificador de imagen integrado permite alterar fácilmente entre visión diurna y nocturna.

Permite una mayor movilidad, agilidad y disponibilidad operativa gracias a su peso y el volumen reducidos. A demás, su manejo se basa en el control de dos botones reduciendo el esfuerzo de capacitación y reentrenamiento, lo que permite a los nuevos usuarios operar rápida y correctamente en cualquier situación.



Ilustración 18: Imágenes tomadas del Vector 21 durante la realización del ejercicio. Fuente: elaboración propia.



ANEXO D. Técnicas de mitigación de los efectos

La metodología del CDE dispone de distintas técnicas de mitigación del daño de sus municiones:

- **Espoleta de retardo:** dispositivo que retarda la detonación del explosivo para que los efectos se produzcan después de penetrar en el objetivo.
- **Espoleta de proximidad:** dispositivo diseñado para detonar el explosivo cuando la distancia al objetivo sea menor que la que le ha sido previamente programada.
- **Guiado terminal:** técnicas y procedimientos para dirigir el proyectil al objetivo con una elevada precisión.
- **Desplazamiento del punto de impacto:** técnica basada en desplazar el punto de caída del proyectil para que no incida directamente sobre el objetivo y solo se vea afectado por una parte de la onda expansiva.

A continuación, se muestra en la Tabla 20 las distintas técnicas junto a los efectos colaterales que producen.

TÉCNICAS DE MITIGACIÓN	EFECTOS COLATERALES					
	Fragmentación	Onda explosiva	Escombros	Penetración	Térmico	Error de lanzamiento
Espoleta de retardo	SI	SI	NO	NO	SI	NO
Espoleta de proximidad	NO	SI	SI	SI	NO	SI
Guiado terminal	SI	NO	NO	NO	NO	SI
Desplazamiento punto de impacto	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Tabla 28. Técnicas de mitigación. Fuente: [20]



ANEXO E. Posibles errores en la realización del tiro

Los posibles errores que podemos encontrar en la realización del tiro son los mostrados en la Tabla 21 junto a su descripción.

Error	Descripción
Error tabular	Error en alcance y dirección, producido a consecuencia de un error probable en las tablas numéricas.
Error de puntería	Errores producidos durante el proceso de apuntar la pieza. Puede ser causados por motivos imposibles de tener en cuenta, como holguras, o pueden ser cometidos por errores en la ejecución del procedimiento.
Error en la situación topográfica de las piezas	Error a causa de fallos a la hora de establecer las coordenadas de cada pieza.
Error en los cálculos balísticos	Todos los errores referidos a procesos de cálculo (redondeo en las operaciones, interpolaciones, etc.).
Error por variación de velocidad inicial entre piezas	Puede ser producido por variaciones debido al estado y características del tubo, variaciones de temperatura en el proceso de combustión, lote del proyectil o lote de la carga.
Error por variación en el peso del proyectil	Provoca en errores en alcance a causa de variaciones de la velocidad en boca, como a efectos en la trayectoria.
Error en la activación de la espoleta	Solo se produce para espoletas mecánicas a tiempos y de proximidad, y se debe a fallos en el funcionamiento del sistema de activación.
Error del procedimiento de corrección del tiro	Causado durante el proceso del tiro experimental a causa de un desplazamiento de centro de impactos.
Errores en la meteorología	A causa de variación de densidad, viento, temperatura, humedad y precipitaciones.



Error en el transporte del tiro	Sucede al cambiar del objetivo de corrección a otros objetivos, teniendo en las correcciones del tiro experimental y las aplicadas en el boletín meteorológico.
Error de localización del objetivo	Cualquier error que se produce durante la realización de los distintos métodos de localización que se pueden realizar.

Tabla 29: Posibles errores en el tiro. Fuente: elaboración propia.



ANEXO F. Entrevista a personal experto

Entrevista realizada al Capitán D. Enrique Campo Jiménez, jefe de la Sección de Enlace de la Batería de Plana Mayor.

Pregunta 1. ¿Sería útil la creación de una tabla para la CDE en función de la carga y la distancia? ¿Por qué?

Si, debido a que en el nivel 3 de CDE se requiere conocer esta distancia para poder autorizar la acción de fuego y, además, nos permitiría en gran medida acelerar el procedimiento y la toma de decisiones a los jefes de unidad.

Pregunta 2. ¿Cómo se podría crear esta tabla?

Lo primero para tener en cuenta sería que efectos producen las municiones de artillería para así poder establecer el área letal que genera cada proyectil en función de sus características. También se debería de estudiar cómo influye la pieza en la acción de fuego y analizar las posibles desviaciones que se puedan producir.

Pregunta 3. ¿Qué manual se podría utilizar para su creación?

Difícilmente encontraras algún manual español que trate sobre este tema debido a que esta metodología no se suele llevar a la práctica actualmente en nuestro ámbito, pero te puedes fundamentar en el manual JFIRE de 2019 de la doctrina americana.



ANEXO G. Entrevista a personal experto.

Entrevista realizada al Capitán D. Enrique Campo Jiménez, jefe de la Sección de Enlace de la Batería de Plana Mayor.

Pregunta 1. ¿Cuáles son los medios ISTAR de los que dispone?

Vector 21 Nite
Telemetro laser LP-7
Monocular de visión nocturna AN/PVS-14 AG
Brújula Suunto KB-14/6400
Cámara térmica Sophie MF

Pregunta 2. ¿Cuál considera que es el más apropiado para la estimación del daño colateral? ¿Por qué?

El Vector 21 Nite debido a las altas prestaciones que aporta y a su reducido tamaño que lo hace fácil de transportar.

Pregunta 3. Ventajas y desventajas del dispositivo.

Ventajas:

- *Aporta mediciones precisas tanto angulares como en distancia.*

Desventajas:

- *Muy mala visión nocturna, limitando la capacidad de distinguir detalles.*
- *Dificultad a la hora de realizar la identificación positiva.*

Pregunta 4. ¿Le implementaría alguna mejora? ¿Cuál? ¿Por qué?

Mejoraría la visión nocturna debido a que la capacidad de localización precisa de objetivos en ambiente nocturno es complicada.

Pregunta 5. Si tuviese que adquirir algún dispositivo nuevo para la estimación del daño colateral, ¿lo haría? ¿Cuál sería? ¿Por qué?

- *Sistema de localización de objetivos STERNA, debido a que se puede usar de forma conjunta con el Vector permitiendo el uso de municiones guiadas de forma directa.*
- *Moskito: es un telemetro laser que cuenta con una visión nocturna de bastante calidad. Además, cuenta con bluetooth, lo que permite que tenga una mayor interoperabilidad con el resto de los sistemas del Ejército.*



Entrevista realizada al Sargento 1º José Alberto Delgado García, perteneciente a la Sección de Enlace de la Batería de Plana Mayor.

Pregunta 1. ¿Cuáles son los medios ISTAR de los que dispone?

Vector 21 Nite
Telemetro laser LP-7
Monocular de visión nocturna AN/PVS-14 AG
Brújula Suunto KB-14/6400
Cámara térmica Sophie MF

Pregunta 2. ¿Cuál considera que es el más apropiado para la estimación del daño colateral? ¿Por qué?

El Vector 21 Nite gracias a su precisión, tamaño y prestaciones.

Pregunta 3. Ventajas y desventajas del dispositivo.

Ventajas:

- *Buena precisión.*
- *Buena óptica.*
- *Interoperabilidad.*

Desventajas:

- *Mala visión nocturna.*

Pregunta 4. ¿Le implementaría alguna mejora? ¿Cuál? ¿Por qué?

Mayor número de aumentos y mejor capacidad de visión nocturna, ya que es imposible realizar la identificación positiva a largo alcance y en ambiente nocturno.

Pregunta 5. Si tuviese que adquirir algún dispositivo nuevo para la estimación del daño colateral, ¿lo haría? ¿Cuál sería? ¿Por qué?

- *Sistema de localización de objetivos STERNA, ya que permite mejorar altamente la precisión gracias a su goniómetro.*
- *Moskito: aparato similar al vector 21, el cual mejora la adquisición de objetivos debido a que porta coordenadas de punto final.*



ANEXO H. Encuesta sobre CDE

Se ha llevado a cabo la elaboración de una encuesta la cual fue realizada al personal de la 2ª Batería del GACA X de la BOP "Guzmán el Bueno X", con el fin de evaluar los conocimientos del personal sobre la metodología. A continuación se exponen las preguntas y sus respuestas:

ENCUESTADO N.º 1.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 2.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 3.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 4.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*



3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 5.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 6.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 7.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



ENCUESTADO N.º 8.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 9.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*



4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) **No.**
- c) **NS/NC.**

ENCUESTADO N.º 10.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. *¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 11.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*



3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 12.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 13.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**



c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 14.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 15.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?



- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 16.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 17.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 18.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 19.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 20.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 21.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) Si.**



- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 22.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 23.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?



CAC Jesús Araque Luque

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 24.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 25.



1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 26.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*



ENCUESTADO N.º 27.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 28.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**



- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 29.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) *Si.***
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 30.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) *No.***
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*



- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 31.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 32.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*



4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 33.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 34.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*



4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 35.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 36.

1. ¿Conoce que es la estimación del daño colateral?

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. ¿Sabe en que se basa su metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) **No.**



c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 37.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. *¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 38.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) **Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) **No.**
- c) *NS/NC.*

3. *¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?*



- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 39.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

3. *¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?*

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

ENCUESTADO N.º 40.

1. *¿Conoce que es la estimación del daño colateral?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*

2. *¿Sabe en que se basa su metodología?*

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*



3. ¿Dispone de los conocimientos necesarios para llevar a cabo la metodología?

- a) *Si.*
- b) No.**
- c) *NS/NC.*

4. *¿Consideraría útil la realización de un curso para adquirir los conocimientos necesarios para poder evaluar si realizar o no una acción de fuego en función de los daños que pueda originar a personal civil en teatro de operaciones?*

- a) Si.**
- b) *No.*
- c) *NS/NC.*