



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Estudio de Instalaciones Protegidas Desplegables
frente a las actuales amenazas.

CAC JESÚS DORADO SÁNCHEZ

Director académico: CORONEL DON RAFAEL JIMÉNEZ SÁNCHEZ

Director militar: TENIENTE DON ALEJANDRO MANUEL BLANCO GARCÍA

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría expresar mi agradecimiento hacia mi Director Académico, el Coronel D. Rafael Jiménez Sánchez, y hacia mi Director Militar, el Teniente D. Alejandro Manuel Blanco García, por el apoyo continuo durante el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

Por otro lado, agradecer a todo el personal del Regimiento de Ingenieros 8, por su apoyo y empeño durante el desarrollo de las prácticas, y por haberse prestado a apoyar el desarrollo de este trabajo aportando datos y valoraciones en base a su experiencia. Además, me gustaría agradecer a todo el personal del Arma de Ingenieros, que no formaba parte del RING 8, que, facilitando información o participando en las distintas encuestas, ha apoyado el desarrollo de este TFG.

Por último, quiero agradecer a mi familia el continuo apoyo durante los años de Academia y carrera, especialmente a mis padres y hermanos, que han supuesto un gran apoyo durante todos estos años.





RESUMEN

Las actuales misiones llevadas a cabo por el Ejército de Tierra hacen necesaria una alta capacidad de despliegue de sus medios y, a su vez, una protección suficiente que permita la defensa frente a una amenaza real. Así, en el proceso de construcción de un campamento es donde se hace necesario, en el actual ámbito de las operaciones en el extranjero, el empleo de las instalaciones protegidas desplegadas.

Sin embargo, el empleo de este tipo de medios encuadra distintos problemas. En primer lugar, estas los conceptos de protección y proyección son inversamente proporcionales, de manera que alcanzar un equilibrio entre ambos y establecer los niveles de protección necesarios son tareas complejas. Por otro lado, determinar los niveles de protección de cada una de estas instalaciones es otra tarea laboriosa, dada la escasa información y estudios que existen acerca de estos medios y su comportamiento frente a las actuales amenazas.

Es por ello, que se analizarán las distintas instalaciones frente a diferentes amenazas. Se han estudiado estos medios empleando documentos y manuales de fortificación, de carácter nacional como internacional, y han sido valoradas por personal con experiencia y conocimientos, del arma de Ingenieros, con objeto de conocer los niveles de protección de estas estructuras e identificar sus principales debilidades. Además, las encuestas han facilitado realizar estudio de la viabilidad de adaptar las distintas instalaciones frente a las actuales amenazas.

Una vez se ha estudiado el comportamiento de las instalaciones frente a las diferentes amenazas, se pueden identificar las capacidades de cada una de estas instalaciones. Así, las que cuentan con mayor protección son las que menos capacidad de despliegue tienen y viceversa. Además, la instalación con mayores capacidades cuenta con una protección frente al 50% de las amenazas.

Analizadas las distintas instalaciones, es observable que no todas tienen una protección suficiente para hacer frente a las distintas amenazas, siendo necesario emplear materiales de fortificación. Por otro lado, dada la falta de documentación, en diversos ámbitos, se considera de interés, en especial para personal del arma de ingenieros, realizar estudios específicos para cada una de las instalaciones, de tal manera que se pueda generar documentación de este tipo de medios. Además, dada la escasa protección de algunas de las estructuras se proponen algunas soluciones con material accesible y posibles líneas de acción futura a considerar.



ABSTRACT

The current missions carried out by the Army require a high capacity to deploy its resources and, in turn, sufficient protection to allow defense against a real threat. Thus, in the process of construction of a camp is where it is necessary, in the current environment of operations abroad, the use of deployable sheltered installations.

However, the use of this type of structures raises different problems. These concepts of protection and projection are inversely proportional, so that achieving a balance between the two and establishing the necessary levels of protection are complex tasks. On the other hand, determining the protection levels of each of these facilities is another laborious task, given the scarce information that exists about these media and their behavior in the face of current threats.

For this reason, the different installations will be analyzed against different threats. These means have been studied using national and international fortification documents and manuals, and have been evaluated by personnel, with experience and knowledge, of the Engineers' weapon, to know the levels of protection of these structures and identify their main weaknesses. In addition, the surveys have facilitated a study of the feasibility of adapting the different facilities in the face of current threats.

Once the behavior of the installations in the face of different threats has been studied, the capabilities of these structures can be identified. Hence, those with the greatest protection are those with the least deployment capacity and vice versa. In addition, the installation with the highest capacities is protected against 50% of threats.

Analyzing the different results, it is observable that not all have enough protection to face the different threats, being necessary to use fortification materials. On the other hand, given the lack of documentation, in various areas, it is considered of interest, especially for personnel of engineers, to carry out specific studies of the installations, in such a way that documentation of this type of devices. Furthermore, given the scant protection of some of the structures, some solutions are proposed with accessible material and possible future lines of action to consider.



INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES	1
1.2	LAS INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES EN EL ARMA DE INGENIEROS	1
1.3	RAZONES DE ESTUDIO.....	2
2	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
2.1	OBJETIVOS Y ALCANCE	3
2.2	METODOLOGÍA	3
3	ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO	5
3.1	GENERALIDADES DE LOS CAMPAMENTOS.....	5
3.2	ANTECEDENTES HISTÓRICOS	6
3.3	INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES	7
3.3.1	ABRI-SHELTER.....	8
3.3.2	CONTENEDORES DE ALOJAMIENTO.	8
3.3.3	CONTENEDORES DE MUNICIÓN.	9
3.3.4	REFUGIOS EN BASE A HESCO.....	9
3.3.5	INSTALACIONES EN BASE A PREFABRICADOS DE HORMIGÓN.....	10
4	DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS	11
4.1	LA AMENAZA.	11
4.1.1	ARMAS DE FUEGO Y MUNICIONES.....	11
4.1.2	ARTEFACTOS EXPLOSIVOS IMPROVISADOS.	13
4.1.3	OTRAS AMENAZAS.	14
4.2	EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DESPLEGABLES.....	15
4.2.1	ESTUDIO Y ANÁLISIS DOCUMENTAL.....	16



4.2.2	ANÁLISIS DE ENCUESTAS.....	20
4.3	RESULTADOS FINALES	23
4.4	POSIBLES SOLUCIONES CON MATERIALES EN DOTACIÓN O DE FÁCIL ADQUISICIÓN.	24
5	CONCLUSIONES.....	26
5.1	LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURA	27
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
7	ANEXOS.....	30
7.1	ANEXO I - CÁLCULOS	30
7.2	ANEXO II - ENCUESTAS	32
7.2.1	ENCUESTA Nº1	32
7.2.2	ENCUESTA Nº2	34



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Instrucción del personal del arma de ingenieros (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016)	1
Figura 2: Castillo Medieval (Carlos Aréjula, 2008).....	6
Figura 3: Castra romano (Imperium).....	6
Figura 4: Abri-Shelter 2	8
Figura 5: Abri-Shelter 1	8
Figura 6: Contenedor de alojamiento 2 (Corimec Italian,2020)	8
Figura 7: Contenedor de alojamiento 1 (Corimec Italiana, 2020)	8
Figura 8: Interior de contenedor de munición (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2019)	9
Figura 9: Contenedor de munición (Turbosquid, 2008)	9
Figura 10: Garita de Hesco-Bastion (Artstation, 2018)	10
Figura 11: Instalaciones de Hesco-Bastion (Carlos Quintans, 2012)	10
Figura 12: Tipos de T-Wall (Revista Ejércitos, 2020).....	10
Figura 13: Tipos de fragmentación por impacto (Researchgate, 2013).....	12



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de las fortificaciones (Elaboración propia)	7
Tabla 2: Modelos de Hesco-Bastion (Elaboración propia).....	10
Tabla 3: Armamento disponible en la Deep Web (Trends and issues in crime and criminal justice n° 622, marzo 2021, p. 9).....	11
Tabla 4: Clasificación de las municiones y sus efectos (Elaboración propia)	13
Tabla 5: Clasificación de los IED,s (Elaboración propia)	14
Tabla 6: Espesores mínimos en función del material y munición (Elaboración propia)	17
Tabla 7: Protección de las instalaciones frente a municiones (Elaboración propia).....	17
Tabla 8: Carga de TNT necesaria para romper las instalaciones (Elaboración propia)	18
Tabla 9: Espesores necesarios en función de la carga de TNT (Elaboración propia).....	19
Tabla 10: Valoración general del personal de ingenieros (Elaboración propia)	21
Tabla 11: Protección frente a otras amenazas (Elaboración propia).....	22
Tabla 12: Protección y adaptabilidad de las distintas instalaciones (Elaboración propia).....	24
Tabla 13: Posibles soluciones con materiales de fácil adquisición (Elaboración propia)	25
Tabla 14: Cálculo de peso de explosivo necesario (Elaboración propia)	30
Tabla 15: Cálculo de espesores en función del explosivo (Elaboración propia).	31
Tabla 16: Perfil personal primera encuesta (Elaboración propia).....	32
Tabla 17: (2) Perfil personal primera encuesta (Elaboración propia)	32
Tabla 18: Resultados pregunta 1.3. (Elaboración propia)	33
Tabla 19: Resultados pregunta 1.4. (Elaboración propia)	33
Tabla 20: Perfil del personal que valora las instalaciones (Elaboración propia).	34
Tabla 21: Resultados de la segunda encuesta	36



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ABIED	-	IED aerotransportado
C/C	-	Contra carro
CGIED	-	IED activado a la orden
CMAS	-	Campo de minas
C/PE	-	Contra personal
C/V	-	Contra vehículo
CWIED	-	IED activado por cable
HESH	-	Munición con cabeza de alto poder explosivo
IED	-	Artefacto explosivo improvisado
OR	-	Orientaciones
OTAN	-	Organización del Tratado del Atlántico Norte
PD	-	Publicación Doctrinal
RCIED	-	IED activado por radiofrecuencia
SIED	-	IED suicida
STANAG	-	Acuerdo de Normalización
TIED	-	IED temporizado
TNT	-	Trinitrotolueno
TO	-	Teatro de Operaciones
TTP	-	Tácticas técnicas y procedimientos
VBIED	-	IED en vehículo
VOIED	-	IED activado por la víctima
ZO	-	Zona de Operaciones





1 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES

Las Instalaciones Protegidas Desplegables son medios de gran interés y amplio empleo por el Ejército de Tierra. Estas se emplean principalmente en la creación de campamentos militares en Zona de Operaciones. Existen distintos medios desplegables y, principalmente se caracterizan por su alta capacidad de proyección, que permite incrementar la rapidez del despliegue, facilita su construcción y disminuye la necesidad de efectivos para su puesta a punto, y su elevada polivalencia, dada la gran cantidad de empleos que tienen.

Sin embargo, estos medios presentan una contradicción, si queremos que la instalación sea desplegable, la protección pasará a un segundo plano en el diseño, y viceversa. Así, dado que las operaciones de hoy en día se llevan a cabo en zonas donde la amenaza es real, será necesario buscar un equilibrio entre protección y despliegue.

1.2 LAS INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES EN EL ARMA DE INGENIEROS

Para poder entender las instalaciones protegidas desplegables primero es necesario hablar del arma de ingenieros, que es la especialidad que acapara, principalmente, el empleo de las instalaciones protegidas desplegables.



Figura 1: Instrucción del personal del arma de ingenieros (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2016)

Las Unidades de Ingenieros son unidades de apoyo al combate que permiten incrementar la capacidad de combate de las unidades, favorecen la maniobra propia y dificultan la del enemigo realizando misiones de distinto tipo:

- Apoyo a la Movilidad. Engloba acciones que buscan facilitar el movimiento de las unidades aliadas, realizando tareas como aperturas de brechas, limpiezas de CMAS...
- Apoyo a la Contramovilidad. Aquellas en las que se busca dificultar el avance del enemigo, realizando diferentes trabajos como el emplazamiento de CMAS, empleo de fosos C/C, destrucciones de puentes...
- Apoyo a la Protección. Son misiones en las que se busca incrementar las capacidades defensivas de la unidad realizando tareas de fortificación.



- Apoyo General de Ingenieros. Incluyen tareas y actividades no englobadas en las anteriores como la búsqueda militar o la desactivación de artefactos explosivos.

El empleo de Instalaciones Protegidas Desplegadas se encuadra, principalmente, dentro de tareas de Apoyo General de Ingenieros, que según doctrina se definen como: “el conjunto de actividades que realizan los ingenieros para mantener, adecuar y, en su caso, crear la infraestructura necesaria para la proyección y sostenimiento de la fuerza en el teatro de operaciones” (PD3-316 Ingenieros de las Fuerzas Terrestres, 2016, p. 13).

1.3 RAZONES DE ESTUDIO

A pesar del empleo generalizado de este tipo de instalaciones, la información acerca del comportamiento de estas ante las distintas amenazas no es de fácil acceso o, en algunos casos, no existe. Los manuales existentes de estas instalaciones ofrecen contenido relacionado con el modo de empleo, mantenimiento y algunos datos técnicos que, a pesar de ser de interés para el ejercicio del mando y labores de fortificación, no permiten conocer de manera directa las capacidades de protección de estas estructuras.

A la hora de llevar a cabo los estudios previos y el desarrollo del proyecto campamento el oficial de ingenieros tendrá que acceder a manuales concretos donde se ofrecen datos del comportamiento de distintos materiales a algunas de las amenazas y distintas fórmulas para llevar a cabo estos cálculos. De esta manera, se dificulta el empleo de estas instalaciones, en su aspecto más técnico, ya que para poder identificar la protección de estas instalaciones es necesario llevar a cabo cálculos, comparaciones o identificar su protección en base a experiencias anteriores y lecciones aprendidas. Así mismo, ante posibles adquisiciones no hay ningún documento que ofrezca información acerca de amenazas que no sean explosivos y municiones.

Además, el realizar un estudio del comportamiento de estos medios frente a las actuales amenazas permitirá encontrar debilidades, posiblemente no contempladas con anterioridad, lo que favorecerá el estudio de posibles adquisiciones o mejoras en líneas futuras, dentro del entorno de la “Fuerza 2035”.



2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo principal de este trabajo es realizar un estudio del comportamiento de las instalaciones protegidas desplegadas frente a las distintas amenazas en Zona de Operaciones y, así, poder identificar las debilidades de estas.

Para alcanzar los objetivos de este trabajo será necesario llevar a cabo las siguientes tareas:

- Definición de las instalaciones protegidas desplegadas del Ejército de Tierra y su criterio de selección.
- Clasificación de las amenazas y efectos que se tendrán en cuenta para valorar las instalaciones.
- Confrontación de las amenazas con nuestros recursos desplegados para así poder identificar las debilidades.
- Realizar una matriz de valoración de nuestras instalaciones, donde se muestren las capacidades de protección que presentan cada una de ellas.
- Estudio de distintos materiales, medios o técnicas en dotación o de fácil adquisición que permitan incrementar la protección de las instalaciones.
- Realizar un estudio de posibles materiales, medios o diseños que permitan subsanar las debilidades encontradas.
- Desarrollar las conclusiones en función de los datos obtenidos en los diferentes estudios llevados a cabo durante el trabajo.

Este trabajo pretende proporcionar un análisis genérico de las instalaciones, sentando las bases de nuevas publicaciones doctrinales que tengan un enfoque más práctico y que ofrezcan unos estudios más específicos de cada una de las instalaciones, así como, métodos de estudio de nuevas amenazas.

Así mismo, se pretende marcar posibles líneas de acción y posibles soluciones ante las posibles debilidades que se encuentren. Así, este trabajo no se centrará en realizar un estudio de mercado sino de exponer distintas posibilidades que se podrían llegar a implementar en un corto o medio plazo.

2.2 METODOLOGÍA

Para alcanzar los distintos objetivos de este trabajo se han empleado distintos métodos, que se pueden agrupar en dos tipos:

- **Métodos cualitativos:** en una primera instancia se han realizado tareas de revisión documental e investigación, de distintos manuales y documentos, con objeto de adquirir conocimientos y los datos necesarios sobre las instalaciones que tenemos en dotación y de las amenazas que se van a tener en cuenta para llevar a cabo el estudio.

Se han realizado dos encuestas de carácter cualitativo. La primera de ellas tiene por objeto conocer la opinión del personal acerca de las instalaciones desplegadas que se describen en este trabajo y es de carácter más general. Por su parte, la segunda de las



encuestas se empleará para conocer una valoración más específica, por parte de personal del arma de ingenieros, acerca del comportamiento de estos medios frente a las distintas amenazas.

- **Métodos cuantitativos:** De los distintos manuales que se han ido empleando para la obtención de información, se emplearán distintas tablas y, en caso de ser necesario, fórmulas que permiten valorar el blindaje de las estructuras. Así, con estos datos se realizará una calificación en base a la comparación de datos obtenidos o existentes con los datos de las instalaciones protegidas desplegables.



3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1 GENERALIDADES DE LOS CAMPAMENTOS

Las instalaciones protegidas desplegadas se encuadran dentro de tareas incluidas en misiones de apoyo general de ingenieros, siendo de especial relevancia en el Batallón de Castramentación. El empleo óptimo de esta unidad se basa en facilitar el despliegue de unidades propias o aliadas, realizando para ello tareas de adecuación, mantenimiento o creación de infraestructuras necesarias. Así, dentro de las tareas a realizar en misiones de apoyo general de ingenieros, se incluyen el empleo de prefabricados o instalaciones desplegadas.

En el Teatro de Operaciones, estas instalaciones, se emplearán en la creación de campamentos, que se definen como instalaciones militares en evolución que apoyan a las operaciones militares de una unidad desplegada y proporcionan el apoyo y los servicios necesarios para operaciones.

A la hora de llevar a cabo el diseño de los campamentos será necesario tener en cuenta cualquier aspecto que pueda afectar durante su ciclo de vida: construcción; mantenimiento y desmantelamiento. Los elementos esenciales a tener en cuenta serán:

- La misión, que tendrá un considerable impacto en los criterios de protección. Estos criterios dependerán de la intensidad de la operación, los objetivos, la duración y velocidad de esta, así como de las amenazas y peligros derivados de la ejecución de las distintas maniobras.
- El tipo y tamaño de las fuerzas determinará la extensión del campamento. Además, afectará a la protección ya que esta no deberá impedir la expansión del campamento en caso de ser necesario.
- El propósito del campamento deberá estar predefinido atendiendo a cuestiones tales como: ¿Qué tipo de operaciones deberá de apoyar?; ¿dónde se ubicará (implantación en país anfitrión, área controlada...)?; ¿qué tipo de fuerzas se alojarán?; ¿Cuál será el volumen de las fuerzas y el apoyo destinado a protección?; ¿Cuáles son las condiciones climáticas?; ¿Cuáles son las características militares del terreno?; ¿Posiblemente habrá una expansión?; ¿debe adaptarse el campamento a las amenazas cambiantes, misiones y condiciones ambientales?
- El tiempo de vida del campamento que vendrá determinado por la duración de la misión.
- Elementos clave a tener en cuenta como las instalaciones de mando y control, los alojamientos, suministros eléctricos de emergencia, abastecimientos de agua de emergencia, instalaciones comunitarias e instalaciones de atención médica.
- Las delimitaciones del campamento. Se distinguen cuatro áreas: la central, la de abastecimiento, de logística y el área perimetral. El área con mayor protección deberán ser la central dado que es la zona donde se llevarán a cabo las tareas de vida y trabajo.

Una vez se ha organizado y determinado los distintos niveles de protección y organización para el campamento, se deciden las infraestructuras a emplear. Las funciones principales de estas son:



- Alojamiento de personal.
- Vigilancia y observación.
- Defensa de la posición.
- Apoyo a la unidad.
- Mando y enlace.

3.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las instalaciones protegidas desplegadas son elementos empleados en la creación de campamentos no permanentes. Estos siguen una estructura genérica, identificable, también, en fortificaciones y cuarteles de carácter permanente. Esta estructura incluye:

- Elementos de protección perimetral, que incluyen los obstáculos y muros.
- Elementos de vigilancia y seguridad.
- Elementos de control de acceso.
- Zona de vida y servicios.

Estas mismas diferenciaciones son apreciables en estructuras medievales, romanas e, incluso, algunas de la época de los íberos como es el caso de la fortaleza de Vilars de Arbeca¹.

Es por ello que vamos a comparar las instalaciones desplegadas con dos antecedentes históricos:

- Castillos Medievales. Eran edificaciones de gran tamaño, fortificadas y rodeadas por murallas, fosos y otras obras, que permitían defenderse de los enemigos. Además, solía ser la residencia del rey y de la nobleza y caballeros.
- Los castra eran los campamentos fortificados Romanos. Eran empleados durante las campañas para guarnecer a las Legiones Romanas y, normalmente, estaban reforzados mediante empalizadas y un profundo dique.

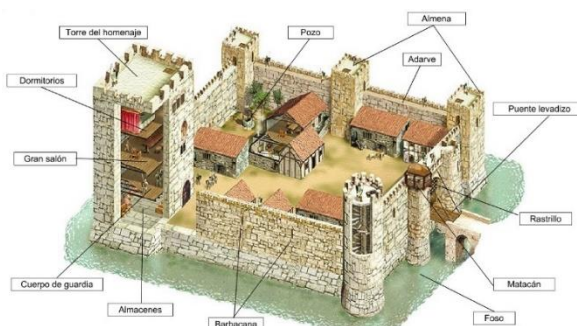


Figura 2: Castillo Medieval (Carlos Aréjula, 2008)

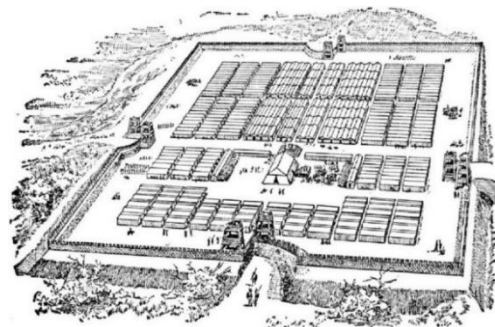


Figura 3: Castra romano (Imperium)

¹ Fue una fortaleza íbera construida, entre el 775 a.C. y el 335 a.C., por la tribu de los ilergetes, perteneciente al grupo cultural de los campos de urnas. La fortaleza presentaba unas características muy similares a las que, siglos más tarde, tendrían los castillos medievales.



La siguiente tabla muestra una comparación de los elementos de los actuales campamentos y de sus antecedentes históricos:

Tipo de elementos	Castillo Medieval	Campamentos romanos	Campamentos no permanentes.
Elementos de protección perimetral	Murallas, fosos...	Vallum: Agger y fossa ²	Obstáculos tipo: Alambrada, minas, fosos C/C, caballo de frisia...
Elementos de vigilancia y seguridad	Torres (torreones y atalaya)	Torres de vigilancia.	Puestos de vigilancia y centinela
Elemento de control de acceso	Portones y puentes levadizos	Puertas de acceso, vigiladas por centinelas.	Checkpoint de entrada
Zona de vida	Alojamientos internos del castillo.	Tiendas contuberniales.	Zona de alojamiento, y vida.

Tabla 1: Evolución de las fortificaciones (Elaboración propia)

3.3 INSTALACIONES PROTEGIDAS DESPLEGABLES

Como ya se ha comentado anteriormente, son las infraestructuras empleadas en los campamentos para proporcionar los diferentes servicios necesarios dentro de él.

Para la selección de instalaciones a estudiar se han seleccionado las que cumplían los siguientes tres criterios:

² Vallum hace referencia al conjunto de fortificaciones de un campamento romano; agger se refiere al terraplén y fossa sería la denominación del foso.



- Presenten capacidad de protección frente a metralla o, que al menos, puedan incrementarse estas capacidades con medios en dotación de manera sencilla.
- Satisfagan necesidades críticas dentro del campamento, entendiéndose como críticas las siguientes: alojamiento, almacenamiento de munición y explosivos, puestos de mando...
- Presenten cierta capacidad de proyección.

3.3.1 ABRI-SHELTER.

Es un refugio de acero de configuración semicilíndrica hueca, constituido por la unión de varios conjuntos semicirculares. Estos, a su vez, se forman al juntar dos piezas con sección de cuarto de círculo. Cada conjunto semicircular tiene 2.14 m de alto, 4.28 m de luz, 1 m de ancho y 3mm de espesor.

Este tipo de estructuras se suelen emplear para puestos de mando, refugios semipermanentes o de circunstancias, almacenes... Es común emplearlos enterrados o con protección adicional externa, como sacos terreros o muros de Hesco-Bastion, aunque también se pueden emplear sin elementos adicionales y sin enterrar.



Figura 5: Abri-Shelter 1



Figura 4: Abri-Shelter 2

3.3.2 CONTENEDORES DE ALOJAMIENTO.

Se tratan de estructuras hechas de panel de sándwich³. Presentan una alta modularidad, ya que se pueden combinar varios bloques de contenedores. Son instalaciones adecuadas para tareas como alojamiento de personal, comedores o duchas.



*Figura 7: Contenedor de alojamiento 1
(Corimec Italiana, 2020)*



*Figura 6: Contenedor de alojamiento 2
(Corimec Italian,2020)*

³ El panel de sándwich es un panel compuesto que nació como elemento de construcción rápida y que permite reducir considerablemente los costes.



3.3.3 CONTENEDORES DE MUNICIÓN.

Son instalaciones, similares a contenedores marítimos, construidas con acero galvanizado⁴. Incluyen distintos sistemas que permiten mantener las condiciones climatológicas necesarias para almacenar munición y explosivos. Además de los contenedores de munición, existen otros con distintas funciones, pero con igual estructura, por lo que el estudio de este tipo de instalaciones será extensible al resto de modelos.



Figura 8: Interior de contenedor de munición (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2019)



Figura 9: Contenedor de munición (Turbosquid, 2008)

3.3.4 REFUGIOS EN BASE A HESCO.

Los Hesco-Bastion son gaviones con forma hexagonal enlazados entre sí. Tienen un enrejado exterior de acero galvanizado y el interior está revestido con geotextil de alta resistencia que permite llenarlos de distintos materiales sin que se desborden, aunque para este trabajo solo se considerará el empleo de arena. Este material se caracteriza principalmente por su facilidad de transporte logístico y su gran modularidad. Existen varios modelos:

Modelo	Altura (m)	Anchura (m)	Longitud (m)	N.º de celdas
MIL 1	1,37	1,06	10	9
MIL 2	0,61	0,61	1,22	2
MIL 3	1,00	1,00	10	9
MIL4	1,00	1,52	10	9
MIL5	0,61	0,61	3,05	5
MIL 7	2,21	2,13	27,74	13
MIL 8	1,37	1,22	10	9
MIL 9	1,00	0,76	9,14	12
MIL 10	2,21	1,52	30,50	9

⁴ El acero galvanizado es un tipo de acero el cual está recubierto con varias capas de zinc mediante un proceso que ayuda a proteger la pieza de la corrosión atmosférica.



MIL 11	1,22	0,30	1,22	2
MIL 12	2,13	1,06	33	30
MIL 19	2,74	1,06	3,18	6

Tabla 2: Modelos de Hesco-Bastion (Elaboración propia).

La protección y características que ofrecen estas instalaciones las hacen idóneas para emplearse como elementos de fortificación, perímetros o la creación de estructuras en base a ellas, como podemos ver en las siguientes imágenes:



Figura 10: Garita de Hesco-Bastion (Artstation, 2018)



Figura 11: Instalaciones de Hesco-Bastion (Carlos Quintans, 2012)

3.3.5 INSTALACIONES EN BASE A PREFABRICADOS DE HORMIGÓN.

Los prefabricados de hormigón son piezas que se elaboran empleando moldes que se llenan con hormigón fresco. Estos se podrán realizar en la zona de empleo o en la fábrica para, posteriormente, ser transportados al área de construcción. Es común el empleo de hormigón armado para aumentar las capacidades y resistencia de la estructura.

En el ámbito del Ejército de Tierra, el más empleado es el T-Wall o muro Bremer, aunque también se emplean otros, seleccionados en función del objetivo para la que se utilicen. Se podrán utilizar para construir garitas, perímetros... La siguiente imagen muestra diferentes tipos de prefabricados de hormigón:

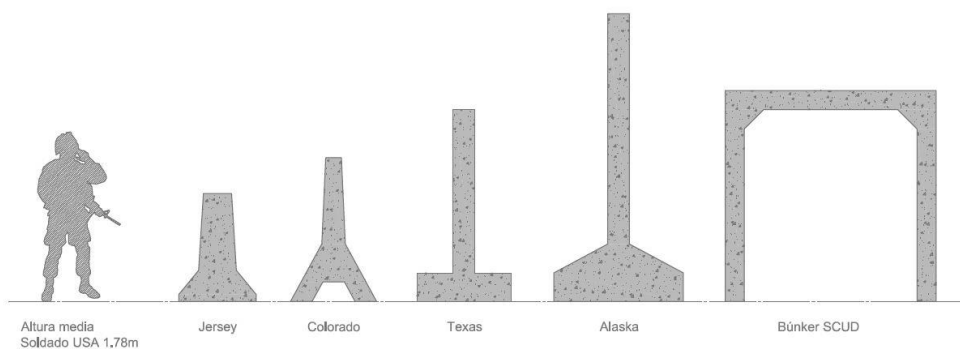


Figura 12: Tipos de T-Wall (Revista Ejércitos, 2020)



4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se procede a realizar un estudio del comportamiento de las instalaciones protegidas desplegables frente a diferentes amenazas. Para ello, se emplearán dos métodos principalmente: encuestas a miembros del arma de ingenieros, para obtener una visión del personal del arma acerca de estos medios, y un estudio documental de varios manuales de fortificación.

4.1 LA AMENAZA.

El principal factor a tener en cuenta a la hora de determinar el grado de protección de un campamento será la amenaza, que se puede definir como el efecto que tendrán los distintos tipos de agresión sobre nuestras instalaciones. Estos efectos variarán según:

- La clase de amenaza.
- Los elementos de la infraestructura que se vean afectados (muros o cubierta), y de su resistencia. Sin embargo, para este trabajo, en las distintas instalaciones se considera que no hay variación entre los elementos que constituyen los muros y cubierta.

4.1.1 ARMAS DE FUEGO Y MUNICIONES

Se define como arma de fuego a la herramienta empleada para impulsar uno o varios proyectiles mediante la presión generada por la combustión de un propelente. Así, los proyectiles reciben el nombre de munición y tienen el objetivo de dañar o incapacitar personas o material enemigos.

Uno de los principales medios con los que cuentan los actuales enemigos son las armas de fuego. A pesar de no contar con medios de fabricación propios, los insurgentes cuentan con numerosas fuentes de financiación que les permiten obtener diferentes armamentos a través de la Deep Web.

Weapon category	Omnibus markets % (n)	Niche markets % (n)	All % (n)
Handguns	73.16 (1,382)	48.94 (115)	70.48 (1,497)
Rifles	8.05 (152)	28.09 (66)	10.26 (218)
Digital products	5.93 (112)	0 (0)	5.27 (112)
Ammunition	3.07 (58)	8.94 (21)	3.72 (79)
Miscellaneous	3.71 (70)	0 (0)	3.30 (70)
Submachine guns	1.54 (29)	5.11 (12)	1.93 (41)
Explosives	1.59 (30)	2.98 (7)	1.74 (37)
Shotguns	1.43 (27)	2.98 (7)	1.60 (34)
Accessories	0.90 (7)	2.98 (7)	1.13 (14)
CBRN	0.64 (12)	0 (0)	0.56 (12)
Total ^a	100 (1,889)	100 (235)	100 (2,124)
Total ^b	88.94 (1,889)	11.06 (235)	100 (2,124)

Tabla 3: Armamento disponible en la Deep Web (Trends and issues in crime and criminal justice n° 622, marzo 2021, p. 9)

Además, los distintos grupos insurgentes aprovechan el material abandonado por otros países en Zona de Operaciones. Recientemente tenemos el caso del arsenal adquirido por los Talibanes tras la salida de Estados Unidos de Afganistán, entre el que se encontraban vehículos blindados, aeronaves y drones.

En función del tipo de munición empleadas por el enemigo, los efectos sobre la estructura



serán distintos, los principales son los siguientes:

- **Perforación:** es la capacidad que tendrá el arma de atravesar un determinado material o superficie. Dependerá de la velocidad de impacto, forma y naturaleza del proyectil, ángulo de incidencia y de la naturaleza del blanco.
- **Onda expansiva:** es la sobrepresión generada tras el impacto y explosión de la munición. El efecto de la onda de choque disminuye con el aumento de la distancia.
- **Metralla:** es un efecto, derivado del impacto de las municiones en las estructuras o inmediaciones de estas, en el que se generan fragmentos de distintos tamaños que son proyectados. Así, el impacto de la munición podrá generar distintos tipos de fragmentos, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

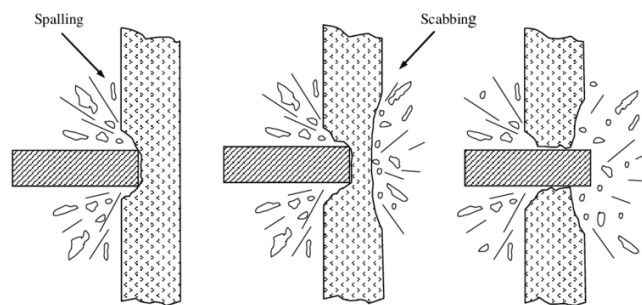


Figura 13: Tipos de fragmentación por impacto (Researchgate, 2013)

Para agrupar y simplificar el estudio de proyectiles, se propone la siguiente clasificación en función de sus efectos y calibres:

Tipo de Agresión	Municiones correspondientes	Efectos en la infraestructura
A-1	Pequeño calibre, incluye armas individuales y colectivas hasta 14,5mm.	Perforación por el proyectil
A-2	Medio calibre, incluye obuses perforantes entre 20 y 57mm.	Perforación por el proyectil
A-3	Gran calibre, incluye obuses de mortero o de artillería C/PE o C/V de calibres entre 60 y 155, dotados con espoletas instantáneas o de proximidad.	Onda expansiva y perforación por metralla
A-4	Contra carro de Infantería. Misiles, cohetes y obuses de carga hueca con calibre entre 73 y 120mm.	Onda expansiva y perforación por un núcleo



A-5	Gran calibre perforantes, incluye calibres 60 a 155mm con espoleta de retardo.	Perforación por el proyectil, onda expansiva y metralla
-----	--	---

Tabla 4: Clasificación de las municiones y sus efectos (Elaboración propia)

A pesar de que los tipos A-3 y A-5 tienen mismo diámetro, cuentan con distintos tipos de espoletas, de manera que los efectos a tener en cuenta serán distintos. Es por ello que, en el primer caso se considerará la situación en la que la munición impacta a una distancia de entre 5 y 10 m de la instalación, de manera que el principal efecto será la metralla generada y la onda expansiva del explosivo; y en el segundo caso, la munición penetra y, posteriormente, tiene lugar la explosión.

4.1.2 ARTEFACTOS EXPLOSIVOS IMPROVISADOS.

Existen múltiples definiciones de lo que es un IED, pero se recurrirá a la definición ofrecida por el Comité Militar de la OTAN, que los define como: “Un artefacto ubicado o fabricado de forma improvisada, incorporando agentes destructivos, nocivos, letales, químicos, incendiarios o pirotécnicos y diseñado, para destruir o incapacitar, acosar o distraer. Puede incorporar material militar pero normalmente se idea a partir de componentes no militares” (AAP-6, 2005).

Actualmente son una de las principales amenazas en Zona de Operaciones, donde enfrentar los IED,s supone un desafío constante para las distintas unidades. Esto se debe principalmente a tres factores:

- La relativa facilidad de adquirir los materiales necesarios para su construcción.
- El gran impacto, tanto moral como destructivo, que tiene el empleo de estos dispositivos.
- La continua evolución de las tecnologías, que favorece la adaptación de los IED,s a las TTP,s de los distintos Ejércitos.

Al ser artefactos explosivos, los IED,s presentan, en general, los mismos efectos:

- Una onda expansiva derivada de la explosión del artefacto. Consiste en un impulso de hiperpresurización. En espacios abiertos el pico de presión decrece rápidamente, mientras que en espacios cerrados el efecto destructivo se amplifica con la reflexión de ondas en los muros.
- Fragmentación.
- Otros: Aquí se incluyen efectos, derivados de incluir componentes adicionales al IED, como los efectos químicos, biológicos o radiológicos. Estos no se tendrán cuenta en el análisis de este trabajo debido a la baja frecuencia de empleo que tienen este tipo de IED,s.

Según la clasificación nacional, que diferencia los IED,s según tipo de iniciación, encontramos los siguientes tipos:

- IED activado por la víctima (VOIED): son aquellos en la víctima en una acción involuntaria activa el dispositivo. Así, entre las distintas acciones que podrían activarlo se encuentran las siguientes: presión, alivio de presión, tracción, movimiento, inclinación...



- IED activado a la orden (CGIED): es un tipo de IED en los que hay un insurgente esperando a que el objetivo alcance el dispositivo para accionarlo. En función de cómo active el artefacto distinguimos dos tipos fundamentalmente: el cable mandado, CWIED, en el que el dispositivo se inicia por la transmisión de la orden mediante un cable eléctrico; y el radio control, RCIED, en el que la iniciación se produce mediante la transmisión de un impulso electromagnético.
- IED temporizado (TIED): son IED,s diseñados para funcionar después de un periodo de tiempo predeterminado. Se distinguen tres tipos de temporizador: químico, electrónico y mecánico.

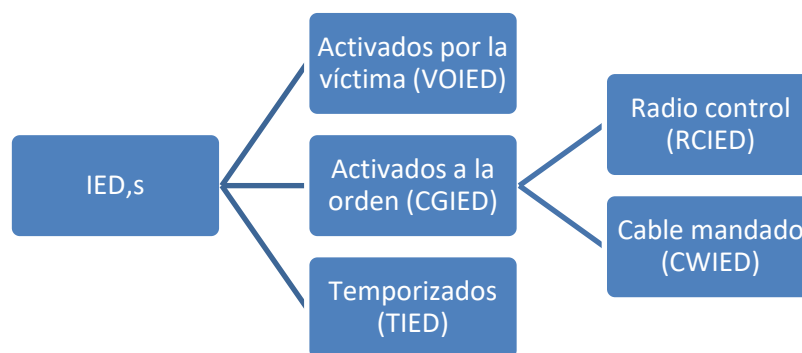


Tabla 5: Clasificación de los IED,s (Elaboración propia)

Además, de los dispositivos expuestos en la clasificación nacional, es de interés considerar los siguientes IED,s:

- IED suicida (SIED): son aquellos en los que una persona emplea su propio cuerpo u otro contenedor para transportar el explosivo. Su característica principal es que conllevan la muerte del activador. En caso de que el contenedor sea un vehículo recibe el nombre de SVBIED.
- IED en vehículo (VBIED): conllevan el empleo del vehículo como contenedor del IED. En función del tipo de vehículo y su tamaño se distinguen varios modelos. Son una de las modalidades de IED,s más empleadas dado que permiten transportar grandes cantidades de carga y sus efectos pueden ser letales a grandes distancias.
- IED aerotransportado (ABIED): consiste en el empleo de un elemento aéreo que transporte el IED. Este tipo de IED,s está adquiriendo una gran importancia dado el desarrollo de los drones en la actualidad. Así, existen modelos de drones de carga que tienen capacidad para transportar hasta 6Kg y, algunos, como el Vulcan UAV airlift pueden llegar a cargar 30Kg.

4.1.3 OTRAS AMENAZAS.

Se incluirán amenazas que, aunque no se ha encontrado información de ellas en los documentos de fortificación, se considera que han de tenerse en cuenta a la hora de realizar el proyecto de una determinada base:

- Presencia de elementos fragmentables: se entenderá por elemento fragmentable todo aquel que, tras un impacto, onda expansiva u otros efectos, se fracture generando



metralla que pueda provocar daños.

- Efectos incendiarios o incendios: se entenderá por efectos incendiarios a todo aquel, derivado del empleo de municiones, accidentes cotidianos, IED,s o factores climatológicos, que provoque un incendio en la instalación.
- Tiradores selectos: es un rol dentro de una unidad militar o insurgente, el cual tiene por objeto apoyar a la unidad abatiendo blancos a gran distancia. Así mismo, es común su empleo para acabar con objetivos concretos.
- Atmósferas explosivas: según la Directiva 2014/34/UE, se definen como: “ la mezcla de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada”. (Parlamento Europeo, 2014, p.6).

4.2 EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DESPLEGABLES.

Para poder evaluar las instalaciones protegidas desplegables será necesario establecer en primero lugar unos criterios de valoración, que serán los siguientes:

- Resistencia a los efectos de distintas municiones. Para estudio de municiones A-3, se considerará el impacto del proyectil a una distancia entre 5 y 10 m.
- Resistencia a efectos de explosiones derivadas de un impacto directo de un ABIED⁵. Concretamente se considera el empleo de drones de carga DJI Matrice, que pueden transportar pesos comprendidos entre 3,6 y 6 Kg.
- Presencia de material fragmentable.
- Propiedades ignífugas.
- Protección visual frente a tiradores selectos.
- Ventilación suficiente para evitar atmósferas explosivas.

Para analizar estos factores se han empleado distintos métodos: un estudio documental, de distintos manuales y encuestas difundidas a personal de ingenieros.

Respecto a las especificaciones de las distintas instalaciones⁶, los detalles de mayor interés, espesores, modelos y materiales, de cada uno de los medios se recogen a continuación:

- Abri-shelter (acero): 0,003m
- Contenedor de munición (acero): 0,003m.

⁵ No se tendrán en cuenta otros tipos de IED,s debido a que en toda base de operaciones existe un perímetro de seguridad que tiene por objetivo, entre otros, frenar este tipo de amenazas. Aunque se tendrá en cuenta en el desarrollo de las conclusiones, dado que será necesario tener en cuenta las distancias de seguridad a la hora de levantar el perímetro.

⁶ El contenedor de alojamiento no se estudia mediante este procedimiento dado que el panel de sándwich no aparece en ninguno de los documentos.



- Hesco-Bastion (arena): 1,06m.
- Prefabricados de hormigón: 0,4m.

4.2.1 ESTUDIO Y ANÁLISIS DOCUMENTAL.

El procedimiento empleado para el análisis documental de las instalaciones protegidas desplegables ha conestado principalmente de tres partes. En un primer apartado se ha realizado una tarea de investigación, de la que se ha obtenido información acerca de nuestras instalaciones y las distintas posibilidades de protección frente a las amenazas. En segundo lugar, se ha extraído la información de mayor interés, especialmente espesores en función del material y amenazas. Y, por último, se ha realizado una comparación de estos espesores con los que tienen las instalaciones en dotación.

Mediante este procedimiento se ha alcanzado a obtener información sobre el comportamiento de las instalaciones frente a municiones y amenazas explosivas.

De entre la documentación que se ha encontrado, se han seleccionado los siguientes manuales:

- OR5-409, Organización del Terreno para el Combate de las Grandes Unidades.
- TTA-1, manual francés de fortificación.
- STANAG 2280.
- Manual de Hesco-Bastion.
- PD4-010, manual de explosivos y explosiones.

4.2.1.1 Análisis de municiones.

De los documentos anteriores se han extraídos los espesores mínimos necesarios contra municiones. Dado que las municiones se han agrupado en función de sus efectos y engloban varios calibres, los resultados se muestran en un intervalo con los espesores⁷ necesarios para el menor y mayor calibre de cada grupo, sin embargo, para municiones tipo A-5 solo se ha encontrado información relativa a los calibres más grandes para arena y hormigón. Los datos relativos a los espesores necesarios se encuentran en la tabla que encontramos en la siguiente página:

⁷ Es importante resaltar que los espesores que se muestran en la tabla tienen en cuenta los distintos efectos de las municiones. Es decir, si una munición contiene carga explosiva, se tiene en cuenta el espesor necesario para la penetración y su posterior explosión.



Amenaza	Espesores de material (metros)		
	Arena	Acero	Hormigón
A1	0,2-0,65	0,01-0,055	0,125-0,41
A2	0,7-1.85	0,7-0,15	0,6-1,25
A3	0,25-0,60	0,015-0,03	0,1-0,15
A4	1,05-1,30	0,4-0,6	0,9-1,15
A5	6,6	-	1,8

Tabla 6: Espesores mínimos en función del material y munición (Elaboración propia)

Tras haber realizado el estudio, se comparan los espesores con los que se corresponden con las instalaciones que tenemos en dotación, obteniéndose los resultados que se encuentran en tabla a continuación. En caso de que la instalación presente el espesor suficiente, se muestra una P, en caso contrario una D.

Amenazas	Instalaciones protegidas desplegables			
	Abri-shelter	Contenedor de munición	Hesco-Bastion	Prefabricados de hormigón
A1	D	D	P	P
A2	D	D	D*	D
A3	D	D	P	P
A4	D	D	D*	D
A5	D	D	D	D

Tabla 7: Protección de las instalaciones frente a municiones (Elaboración propia)

Si observamos los resultados que se muestran en la tabla podemos ver que las estructuras de acero, el abri-shelter y el contenedor de munición, no presentan suficiente



espesor para hacer frente a las distintas municiones. Es por ello, que será necesario emplear medios adicionales de fortificación que aumenten sus características defensivas.

Por otro lado, una única fila de Hesco-Bastion del modelo MIL 1 será capaz de afrontar municiones tipo A1, A-3 y los calibres más pequeños de los grupos A-2 y A-4. Sin embargo, contra la gran mayoría de los calibres englobados dentro de las amenazas A-2 y A-4 no tendrá espesor suficiente, siendo necesario el empleo de dos hileras del modelo MIL-1. Así, en función de las amenazas estimadas y gracias a la posibilidad de apilar varias filas de Hesco-Bastion, este tipo de instalaciones tendrán la capacidad de proteger frente a casi cualquier tipo de munición.

Por último, los prefabricados de hormigón, con grosores de 40 cm, tendrán espesores mínimos para resistir impactos de municiones tipo A-1 y A-3. No obstante, no cuenta con espesor suficiente para hacer frente al resto de municiones, A-2 y A-4, siendo necesario aumentar los grosores de los prefabricados o emplear medios adicionales.

Para amenazas de tipo A-5, es decir, solo se han encontrado datos relativos a espesores de hormigón y arena necesarios para resistir municiones de calibre 155mm. Sin embargo, no se han encontrado datos sobre el acero. Como las instalaciones construidas con acero no presentan espesores suficientes para resistir impactos de calibres menores como son el A-1 y el A-2, supondremos que no tendrán espesores para amenazas tipo A-5. En el siguiente apartado se realiza un análisis de los efectos explosivos de este tipo de proyectiles.

4.2.1.2 Análisis de explosiones y proyectiles de artillería.

El análisis de las explosiones en los distintos materiales se realizará por medio de cálculos encontrados en los manuales OR5-409 y el PD4-010. El desarrollo de este apartado permitirá estudiar el comportamiento de las instalaciones frente a explosivos, IED,s y municiones A-5.

En primer lugar, se han empleado el manual de explosivos, PD4-010, para obtener cantidades de carga necesarias para romper elementos metálicos y de hormigón en función de sus espesores. Así, obtenemos:

- Para piezas metálicas, de espesores inferiores a 5cm, una carga de:

$$C=1,5 \times e$$

- Para hormigón en masa:

$$C=20 \times e^2$$

	Abri-shelter	Contenedor de munición	Prefabricados de hormigón
Carga de TNT	450 gramos	450 gramos	3.2 kg

Tabla 8: Carga de TNT necesaria para romper las instalaciones (Elaboración propia)

En segundo lugar, se emplearán se emplearán fórmulas obtenidas del OR5-409, con las que se podrán calcular distintos espesores de las instalaciones en base a Hesco-Bastion y prefabricados de hormigón. En función de la penetración y el radio de explosión identificamos dos casos de estudio:



- Caso 1: la distancia de penetración es mayor a la del radio de la esfera de explosión⁸. En este caso, el radio de la esfera de destrucción (E) será igual al radio de la esfera de explosión (R), por lo que se empleará la fórmula de cálculo de esta última. Estos cálculos se suelen emplear para calcular los efectos producidos por proyectiles de artillería. Se empleará para corroborar la suposición de que las instalaciones no tienen protección contra municiones A-5.

$$R = \frac{7}{4} \times \sqrt[3]{\frac{C}{g}}$$

- Caso 2: se da en situaciones contrarias a la anterior, es decir, cuando la distancia de penetración es menor que el radio de la esfera de explosión. En estos casos, dado que el explosivo no incide demasiado en el material, E será menor que R, de manera que se empleará la fórmula de Romani. Estos cálculos se suelen emplear para bombas de aviación, sin embargo, se utilizará para calcular una situación similar, el empleo de ABIED.

$$E = R \times \sqrt{\frac{1,033}{\sigma}}$$

	Arena (metros)	Hormigón en masa (metros)
Radio de explosión		
500g	1.3	0.9
1Kg	1.6	1.14
3.2 Kg	2.42	1.68
Radio de destrucción		
500g	0.59	0.20
1Kg	0.72	0.26
3.2 Kg	1.099	0.38

Tabla 9: Espesores necesarios en función de la carga de TNT (Elaboración propia)

⁸ El radio de la esfera de explosión es el derivado de la onda de choque mientras que el radio de la esfera de destrucción hace referencia las zonas del material que se verán dañadas.



Los resultados obtenidos en los apartados se analizarán en dos situaciones:

- En primer lugar, la munición no penetra. Esta situación nos permitirá analizar el comportamiento de las instalaciones frente a cargas de explosivo adosadas en ellas o el empleo de un posible ABIED.

Teniendo en cuenta que drones de carga con peso inferior a 10kg, pueden transportar entre 3.6 y 6 Kg, ninguna de las instalaciones tendrá capacidad de resistir las amenazas explosivas consideradas. Como podemos ver, las instalaciones de acero, abri-shelter y contenedor de munición, tienen capacidad de resistir cargas inferiores a 450g, y las de hormigón y Hesco-Bastion cargas no superiores a 3.2 Kg.

- En segundo lugar, se considera el caso de que la munición si penetra. En este caso se analizarán los radios de destrucción derivados del explosivo de munición de artillería.

En el caso de las instalaciones de acero, dado que la munición penetrará la pared en su totalidad, la carga de explosivo es indiferente ya que con cargas inferiores a 100 gramos se logrará generar daños en el interior.

Para los prefabricados de hormigón y Hesco-Bastion, 500 gramos de explosivos serán suficientes para romper estas instalaciones. Considerando como ejemplo la munición de calibre 155mm M107, que tiene una carga explosiva de 7,06 Kg, podemos afirmar que estas instalaciones no tendrán protección contra amenazas tipo A-5, corroborando la suposición del apartado anterior.

En base a los resultados podemos concluir que el abri-shelter y el contenedor de munición cuentan con una baja protección frente amenazas explosivas. Por su parte, el Hesco-Bastion y prefabricados de hormigón presentan una mayor protección, sin embargo, el empleo de drones similares al DJI Matrice hacen insuficiente la protección de las instalaciones frente amenazas explosivas e IED,s.

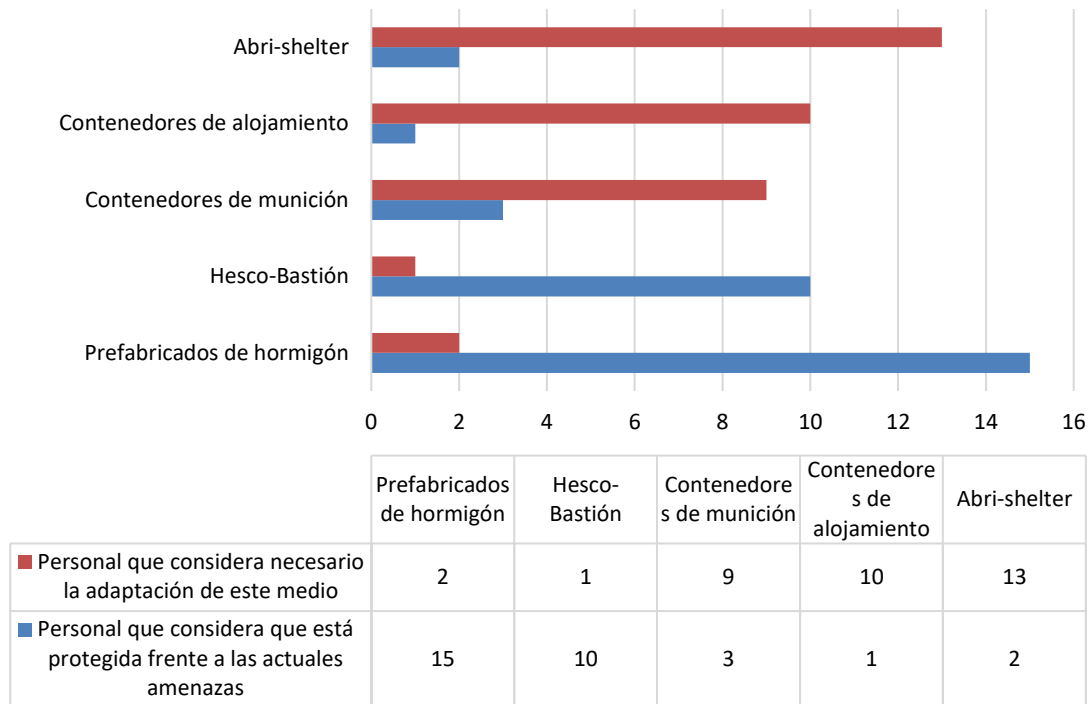
4.2.2 ANÁLISIS DE ENCUESTAS.

Se han realizado dos encuestas distribuidas únicamente a personal de ingenieros. Esto se debe a que los miembros de esta especialidad se instruyen en el empleo de las instalaciones que están siendo evaluadas, así como en el uso de distintos armamentos y explosivos. De esta manera, tendrán unos conocimientos técnicos y prácticos mayores que personal de otras armas.

En total se han realizado dos encuestas con objetivos distintos. A continuación, se muestran los desgloses y conclusiones de cada una de ellas.

4.2.2.1 Análisis primera encuesta.

Los datos se recogen en el siguiente gráfico, que recoge la opinión acerca de la protección de las instalaciones protegidas desplegadas frente a las actuales amenazas y la necesidad de mejora de estos medios:



- Personal que considera necesario la adaptación de este medio
- Personal que considera que está protegida frente a las actuales amenazas

Tabla 10: Valoración general del personal de ingenieros (Elaboración propia)

Como podemos observar, se puede deducir que las instalaciones valoradas como las menos protegidas son las que se consideran necesarias de adaptar frente a las actuales amenazas. Así, en una primera instancia los medios que se necesitan adaptar o mejorar son los dos contenedores, de personal y de munición, y el abri-shelter. Esto concuerda con los datos obtenidos en el estudio documental ya que son instalaciones cuya protección frente a municiones y explosivos es, según el análisis, nula. Además, a la vista de los resultados de esta encuesta, podemos afirmar que las instalaciones con mayor protección son las construidas en base a prefabricados de hormigón y Hesco-Bastion.

4.2.2.2 Análisis de la segunda encuesta.

Esta segunda encuesta se ha distribuido a menos personal, sin embargo, se ha distribuido entre personal con una mayor experiencia y conocimientos. Esta encuesta se empleará para comparar los resultados obtenidos en el análisis documental con las opiniones del personal de ingenieros y, además, para valorar el comportamiento de las instalaciones frente aquellas amenazas no estudiadas con anterioridad y los contenedores de munición.

En primer lugar, compararemos los resultados obtenidos en el estudio documental con las valoraciones de los encuestados. De esta forma, podemos observar que los resultados obtenidos en el análisis documental concuerdan con las valoraciones de los abri-shelter y contenedores de munición.

Respecto a los Hesco-Bastion, los encuestados consideran que tiene protección suficiente para hacer frente a amenazas tipo A-1, A-2 y A-3, pero no tiene el espesor necesario para resistir impactos del resto de municiones ni ABIED. Así, este resultado contrasta con los obtenidos en el análisis documental, donde se concluyó que el Hesco-Bastion, en función del



número de filas que se emplearán, podría hacer frente a amenazas derivadas de municiones que no fueran A-5 ni ABIED. La principal diferencia entre ambos estudios es que las amenazas A-4 no están consideradas por el personal encuestado como una de las que protege el Hesco-Bastion. Esta diferencia en los resultados se achaca a la falta de especificación del modelo y condiciones de uso de la instalación, por lo que se seguirán teniendo en cuenta los resultados del análisis documental como válidos.

Por otro lado, la falta de estudios balísticos del panel de sándwich y de datos que permitieran realizar un análisis de su comportamiento frente a las distintas amenazas, se ha decidido esta encuesta para valorar esta instalación. Así, se ha obtenido que únicamente tendrá las características necesarias para hacer frente a atmósferas explosivas.

Además, el empleo de la encuesta ha permitido valorar las instalaciones frente a otras amenazas no contempladas en los actuales manuales y documentos. Los resultados, se recogen en la siguiente tabla resumen, donde se indica con una P si la instalación está protegida y con una D en caso contrario. Para que una solución se haya considerado válida, es necesario que haya tenido más del 50% de las valoraciones, en caso contrario se ha considerado el resultado como no concluyente.

Instalaciones Protegidas Desplegadas					
Amenazas	Abri-Shelter	Contenedor de alojamiento	Contenedor de munición	Instalaciones con Hesco-Bastion	Instalaciones en base a prefabricados de hormigón
Elementos fragmentables	D	D	D	D	D
Efectos incendiarios	P	D	PNC	P	P
Visual de tiradores selectos	P	D	P	D	D
Atmósferas explosivas	D	P	P	P	D

Tabla 11: Protección frente a otras amenazas (Elaboración propia)



4.3 RESULTADOS FINALES

A continuación, se muestran los detalles y resultados deducidos del trabajo, que se recogen en una tabla, la cual muestra la protección de las distintas instalaciones y la valoración del personal de ingenieros acerca de su posible adaptación a las amenazas. Los datos se recogen de la siguiente manera:

- No adaptable (NA). La instalación no es adaptable a corto plazo.
- Adaptable (A). La adaptación se puede llevar a cabo con medios de ingenieros o, al menos, es sencilla y posible.
- Protegida (P). La instalación ofrece protección frente a la amenaza.
- Resultado no concluyente. Se muestran dos tipos, adaptabilidad no concluyente (ANC), cuando no está protegida y no se puede determinar su adaptabilidad y protección no concluyente (PNC) cuando no se puede determinar si la instalación está protegida o no.

Además, al final de la tabla se incluye el porcentaje de amenazas frente a las que la instalación tiene protección y el porcentaje de adaptación que tiene según los resultados:

Instalaciones Protegidas Desplegadas					
Amenazas	Abri-Shelter	Contenedor de personal	Contenedor de munición	Hesco-Bastion	Prefabricados de hormigón
A-1	A	A	A	P	P
A-2	A	NA	NA	P	ANC
A-3	A	NA	NA	P	P
A-4	A	NA	NA	P	A
A-5	NA	NA	NA	NA	NA
IED,s	A	A	NA	A	A
Elementos fragmentables	A	NA	NA	A	A
Efectos	P	A	PNC	P	P



incendarios					
Visual de tiradores selectos	P	A	P	A	A
Atmósferas explosivas	A	P	P	P	A
Porcentaje de protección	20%	10%	20%	60%	30%
Porcentaje de adaptación	70%	40%	10%	30%	50%

Tabla 12: Protección y adaptabilidad de las distintas instalaciones (Elaboración propia)

4.4 POSIBLES SOLUCIONES CON MATERIALES EN DOTACIÓN O DE FÁCIL ADQUISICIÓN.

A la hora de hacer frente a las amenazas con instalaciones desplegables puede ser necesario contar con elementos auxiliares defensivos, siendo de especial interés en el abri-shelter y los contenedores de munición y alojamiento. Entre los materiales disponibles en unidades de ingenieros y materiales de fácil adquisición encontramos:

- Sacos terreros: son sacos de lona de unos 0,60m que se pueden llenar de tierra. Así, el empleo de estos medios permitirá incrementar capacidades de la instalación contra proyección y municiones especialmente.
- Mallas geotextiles: materiales textiles fabricados a partir de fibras de polipropileno. Presenta características como una alta resistencia; durabilidad; permeabilidad.... Es un material que, entre otros empleos, se podría utilizar para cubrir puertas o aperturas que permitan la visual del interior de la instalación por parte del enemigo.
- Textiles de Kevlar: tejidos basados en fibras de aramida altamente resistente y de buenas prestaciones mecánicas. Pueden emplearse como revestimiento anti-fragmentos cubriendo externamente la instalación o como una capa interna.
- Madera: la madera se ha utilizado en numerosas ocasiones como elemento de protección. Este material se podría emplear a modo de revestimiento externo de las instalaciones, para aumentar su protección, en especial, frente a fragmentación, cargas pequeñas y municiones de bajo calibre.
- Extintores: contar con distintos extintores distribuidos en el campamento permitirá acabar rápidamente con las posibles amenazas incendiarias, disminuyéndose los efectos de este tipo de amenazas.
- Aumentar los espesores de hormigón empleado en los distintos prefabricados o el



empleo de hormigón armado para aumentar sus características.

- Además, las encuestas han permitido obtener posibles soluciones de interés:
 - Cortinas contra observación o pantallas anti-sniper: este tipo de medios son eficaces como protección visual contra tiradores selectos.
 - Materiales plásticos traslúcidos a modo de ventanas, para evitar la proyección de posibles cristales ante impactos u ondas de choque.

La tabla expuesta en la página siguiente muestra los diferentes elementos expuestos anteriormente y las amenazas frente a las que ofrece algún tipo de mejora:

Materiales	Amenazas					
	Municiones	IED,s	Material fragmentable	Efectos incendiarios	Visual de tiradores	Atmósferas explosivas
Sacos terreros	X	X	X	X		
Mallas de geotextil			X		X	
Textiles de Kevlar	X		X	X		
Madera	X	X				
Extintores				X		
Variaciones en hormigón	X	X	X	X		
Cortinas contra observación					X	
Material plástico traslúcido			X			

Tabla 13: Posibles soluciones con materiales de fácil adquisición (Elaboración propia)



5 CONCLUSIONES

A la vista de los resultados, lo primero que podemos afirmar es que la mayoría de las instalaciones con las que contamos no están protegidas contra las actuales amenazas, de manera que podemos distinguir entre:

- Instalaciones desplegables: aquellas que tienen una gran capacidad de proyección, pero tienen baja protección. Son el abri-shelter, el contenedor de alojamiento y el contenedor de munición.
- Instalaciones protegidas: aquellas que cuentan con mayor protección que las anteriores, sin embargo, a pesar de ser desplegables, tienen mayores limitaciones durante los procesos de transporte e instalación. Son el Hesco-Bastion e instalaciones en base a prefabricados de hormigón.

Así, podemos observar que las características de despliegue y protección de las instalaciones son inversamente proporcionales y, cuando una aumenta la otra disminuye. Por esta razón, será necesario determinar las amenazas y exigencias de la misión previamente al despliegue de la fuerza para poder elegir correctamente los medios a emplear.

Por otro lado, se puede observar que la mayor parte de las instalaciones tienen más capacidad de despliegue que de protección. Esto se debe a que las exigencias del Teatro de Operaciones han hecho necesario contar con medios altamente proyectables, de manera que la protección ha quedado más apartada. Es por ello, que las instalaciones desplegables necesitarán contar con medios auxiliares de protección. Sin embargo, estos medios de fortificación también tienen limitaciones en cuanto a empleo y protección, siendo necesario llevar a cabo estudios relativos a los materiales que tenemos en dotación y, aquellos que se pretendan adquirir en un futuro.

Durante estudio documental y, en especial, de las encuestas se ha podido observar que:

- La información relativa a las instalaciones, su protección y algunas amenazas es limitada. Es por ello, que ha sido necesario el empleo de manuales de fortificación, empleados para la construcción de campamentos permanentes, y contrastar la información para poder obtener datos, relativamente, objetivos.

De esta manera, podría ser interesante llevar a cabo estudios prácticos y elaborar manuales relativos a los campamentos semipermanentes y la protección de las distintas instalaciones frente a las amenazas. Este tipo de manuales favorecerían el despliegue de las actuales fuerzas ya que los actuales campamentos en Zona de Operaciones tienden a ser de carácter semipermanente.

- Dado que la instrucción del personal y el alcance a la distinta documentación existente debe ser la misma para todos los miembros del arma las encuestas deberían de haber tenido las mismas respuestas o valoraciones en la mayoría de los casos, sin embargo, se ha observado lo contrario. Estos resultados concuerdan con la limitada información existente. De manera que se ha supuesto que el personal ha respondido en base a la experiencia más que basándose en los conocimientos o documentación existente.



5.1 LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURA

A la hora de adaptar las instalaciones protegidas desplegables, puede llegar a ser necesario adquirir nuevos materiales o incluir nuevos diseños para poder incrementar la protección de estas frente a las amenazas. Es por ello que se proponen como posibles adaptaciones los siguientes medios y diseños:

- **Concrete Canvas:** es un material que consiste en mantas geosintéticas compuestas de cemento. Es un geosintético flexible, relleno de hormigón que proporciona una capa delgada y duradera de hormigón. Estas láminas de hormigón se podrían emplear como revestimiento externo de las instalaciones para aumentar su protección.
- **Concrete Canvas Shelter:** son refugios reforzados de hormigón que pueden desplegarse rápidamente y requieren solo agua y aire para su construcción. Además, el empaque necesario para el transporte de la instalación tiene unas dimensiones que permiten un fácil proceso logístico.
- **Blindaje reactivo:** es un tipo de protección, empleada actualmente en los Pizarro, que reacciona al impacto de municiones de carga hueca, en especial de tipo HESH. Así, la adaptación de este material a las instalaciones desplegables podría ser una posible línea de acción a tener en cuenta para aumentar la protección de las mismas.
- **Dragon Skin:** actualmente es un diseño empleado en chalecos balísticos. La protección dragon skin está formada por una gran cantidad de pequeños discos de titanio y cerámica dispuestos como si fueran las escamas de un dragón, de tal manera que atrapan los proyectiles y reparten la energía del impacto sobre una mayor superficie. Así, una posibilidad sería adaptar este diseño a medios adosados exteriormente a la instalación, de manera que se incrementaría su protección frente a impactos y fragmentos.
- **Techos o redes de protección contra morteros:** este tipo de medios, conocido a través de las encuestas, se ha empleado en Mogadiscio para proteger los alojamientos de personal frente a morteros.



6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballestín, A. (2009). "Dragon Skin mejora su chaleco antibalas: ahora te dice cuántos puntos de armadura te quedan". Engadget. [Blog]. 25 de noviembre. Disponible en: <https://www.engadget.com/es-2009-11-25-dragon-skin-mejora-su-chaleco-antibalas-ahora-te-dice-cuantos-p.html> [Consultado el 02-01-2022].
- Blindaje reactivo. (2021). En: *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 15 de agosto. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Blindaje_reactivo [Consultado el 02-01-2022].
- Broadhurst et al. (2021). "Illicit firearms and other weapons on darknet markets". *Trends and issues in crime and criminal justice* (622), pp. 4-9. Disponible en: https://www.aic.gov.au/sites/default/files/2021-03/ti622_illicit_firearms_and_other_weapons_on_darknet_markets.pdf#page=9&zoom=auto,-107,792 [Consultado el: 20-10-2021].
- Centro Superior de Estudios de la Defensa. (2009). *La seguridad frente artefactos explosivos*.
- Concrete Canvas. (2021). Concrete Canvas Disponible en: <https://www.concretcanvas.com/es/quienes-somos/> [Consultado el: 03-01-2022].
- De Haro, José L. (2021). "Los talibanes heredan un millonario arsenal de guerra de manos de EE. UU.". *El economista*, 21 de agosto. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/11364959/08/21/Los-taliban-heredan-un-millonario-arsenal-de-guerra-de-manos-de-EEUU.html> [Consultado el: 26-12-21].
- Finabel Coordinating Committee. (2009). *Field Camps of Forces Deployed on Operations: Harmonization of Selection Criteria for Sites and Improvement of their Protection*.
- Hesco (2021). Hesco. Disponible en: <https://www.hesco.com/> [Consultado el: 20-09-2021].
- Hesco Bastion. (2010). *Construction Guide for Engineers*.
- Hesco Bastion. (2021). En: *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 26 de septiembre. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Hesco_bastion [Consultado el: 20-09-2021].
- Hesco. (2021). *Design and Construction Handbook*.
- *Los Castrum, campamentos fortificados Romanos*. Disponible en: <https://www.imperivm.org/castra-los-campamentos-militares-romanos/> [Consultado el: 05-10-2021].
- Mando de Adiestramiento y Doctrina, Departamento de ciencia militar. (2021). *Táctica y Logística de Ingenieros 4ºEMIEOT-CGET*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2015). *PD4-010 Explosivos y Destrucciones*
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2016). *PD3-316 Ingenieros de las Fuerzas Terrestres*.
- Mando de Adiestramiento y Doctrina. (2020). *Organización del Terreno para el Combate de las Grandes Unidades*.



- Mando de Apoyo Logístico del Ejército. (2018). *Pliego de Prescripciones Técnicas: Adquisición de Contenedores para Transporte de Munición/Explosivos*.
- Mando de Apoyo Logístico del Ejército (2018). *Vademécum General de Armamento y Material*.
- NATO Standardization Office. 2003. *AAP-19 NATO Combat Engineer Glossary*.
- NATO Standardization Office. 2004. *Field Fortifications*.
- NATO Standardization Office. 2016. *ATP-3.12.1.8 Test Procedures and Classification of the Effects of Weapons on Structures*.
- NATO Standardization Office. *Classification of Field Fortifications and Deployable Protective Structures*.
- Proyecto Ambulante. (2020). *Las partes de un castillo medieval y sus funciones*. Disponible en: <https://www.proyectoambulante.org/partes-de-un-castillo/> [Consultado el: 05-10-2021].
- Román García, J. (2020). "Barreras de hormigón. Evolución y usos en entornos urbanos". *Revista Ejércitos*, 19 de octubre. Disponible en: <https://www.revistaejercitos.com/2020/10/19/barreras-de-hormigon/> [Consultado el: 06-10-2021].
- Saco terrero. (2019). En: *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 9 de septiembre. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Saco_terrero [Consultado el: 02-01-2022].
- TTA-1 Manual Francés de fortificación.
- Turbosquid. (2018). *Contenedor Militar Español verde modelo 3d*. Disponible en: <https://www.turbosquid.com/es/3d-models/spanish-military-container-green-model-1352700> [Consultado el: 20-09-2021].
- Aréjula, C. (2008). *El Castillo Medieval*. Disponible en: <https://endrina.wordpress.com/2008/05/01/el-castillo-medieval/> [Consultado el:05-10-2021].
- Quintáns, C. (2012). "Hesco". *Tectónica*, 3 de abril. Disponible en: <https://tectonica.archi/articulos/hesco-1/> [Consultado el: 20-09-2021].
- Mills, T. (2018). *Squad Hesco Barrier*. Disponible en: <https://www.artstation.com/artwork/w8A1aV> [Consultado el 20-09-2021].
- Pérez Arroyo, M. (2018). "Importancia de la malla geotextil en la instalación de grama sintética sobre tierra". *Parque y grama*, 23 de agosto. Disponible en: <https://www.parqueygrama.com/malla-de-geotextil-para-instalar-grama-sintetica/> [Consultado el: 02-01-2022].
- Corimec Italiana. (2021). Corimec. Disponible en: www.corimec.com/ [Consultado el: 19-09-2021].
- Ben-Dor, G. et al. (2013). "Empirical Models for Predicting Protective Properties of Concrete Shields against High-Speed Impact". *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, octubre. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Local-response-of-a-shield-a-penetration-and-spalling-b-scabbing-and-c_fig1_257635207 [Consultado el: 06-10-2021].



7 ANEXOS

7.1 ANEXO I - CÁLCULOS

Se desarrollarán los cálculos realizados para llegar a los diferentes resultados en las tablas 9 y 10.

Así, para obtener el peso de explosivo necesario para romper las distintas instalaciones se emplearán las siguientes fórmulas, obtenidas en el PD4-010:

- Para piezas metálicas, de espesores inferiores a 5cm, una carga de:
 $C=1,5 \times e$, siendo e el espesor en cm y C la carga en Kg.
- Para hormigón en masa:
 $C=20 \times e^2$, siendo e el espesor en m y C la carga en Kg.

	Espesores en cm	Cálculos	Resultados (Kg)	Resultado (g)
Espesor de abri-shelter	0,3	$1,5 \times 0,3$	0,45	450
Espesor del contenedor de munición	0,3	$1,5 \times 0,3$	0,45	450
Espesor del prefabricado de hormigón	40	20×40^2	3,2	3200

Tabla 14: Cálculo de peso de explosivo necesario (Elaboración propia)

Para la segunda tabla, se emplearán las siguientes fórmulas para obtener los diferentes espesores en función de la carga:

- Radio de explosión (R):

$$R = \frac{7}{4} \times \sqrt[3]{\frac{C}{g}}$$

siendo C la carga en Kg y g el coeficiente del medio.

- Fórmula de Romani, para obtener el radio de explosión:

$$E = R \times \sqrt{\frac{1,033}{\sigma}}$$

siendo R el radio de explosión y σ el coeficiente de fractura del medio.



La siguiente tabla recoge los datos a sustituir y los resultados:

DATOS	Arena (metros)	Hormigón en masa (metros)
g	3,6	1,2
σ	20	5
Cálculos	-	-
Radio de explosión		
0,500Kg	1.3	0.9
1Kg	1.6	1.14
3.2 Kg	2.42	1.68
Radio de destrucción		
0,500Kg	0.59	0.20
1Kg	0.72	0.26
3.2 Kg	1.099	0.38

Tabla 15: Cálculo de espesores en función del explosivo (Elaboración propia).



7.2 ANEXO II - ENCUESTAS

Este apartado recogerá los resultados obtenidos en las dos encuestas realizadas al personal de ingenieros.

7.2.1 ENCUESTA N°1

Esta primera encuesta se ha distribuido a personal de ingenieros, independientemente de su perfil. Así, se ha empleado para obtener una valoración general por parte del personal del arma.

La encuesta contaba con dos preguntas de opción única, dos de opción múltiple y una de respuesta abierta. Los datos se recogen a continuación:

1. ¿Ha estado usted de misión?

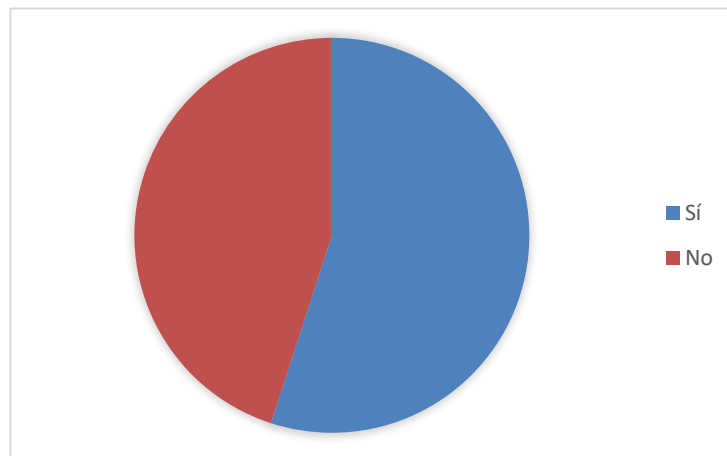


Tabla 16: Perfil personal primera encuesta (Elaboración propia)

2. ¿Ha tenido contacto con instalaciones protegidas desplegadas?

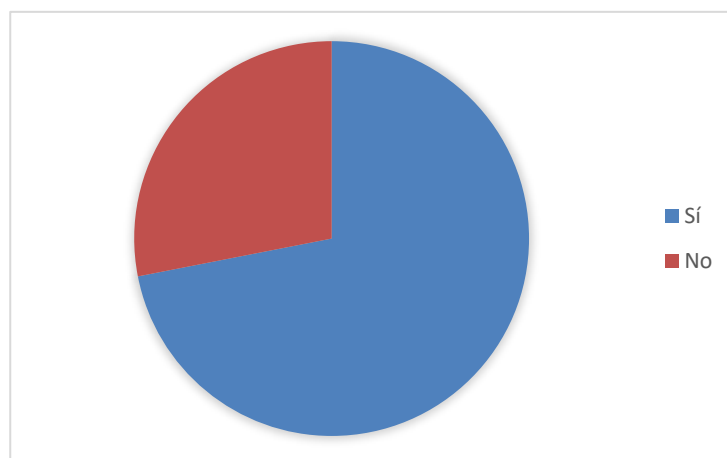


Tabla 17: (2) Perfil personal primera encuesta (Elaboración propia)



3. De las siguientes instalaciones, ¿Cuáles considera que tienen la suficiente protección como para no necesitar elementos auxiliares defensivos?

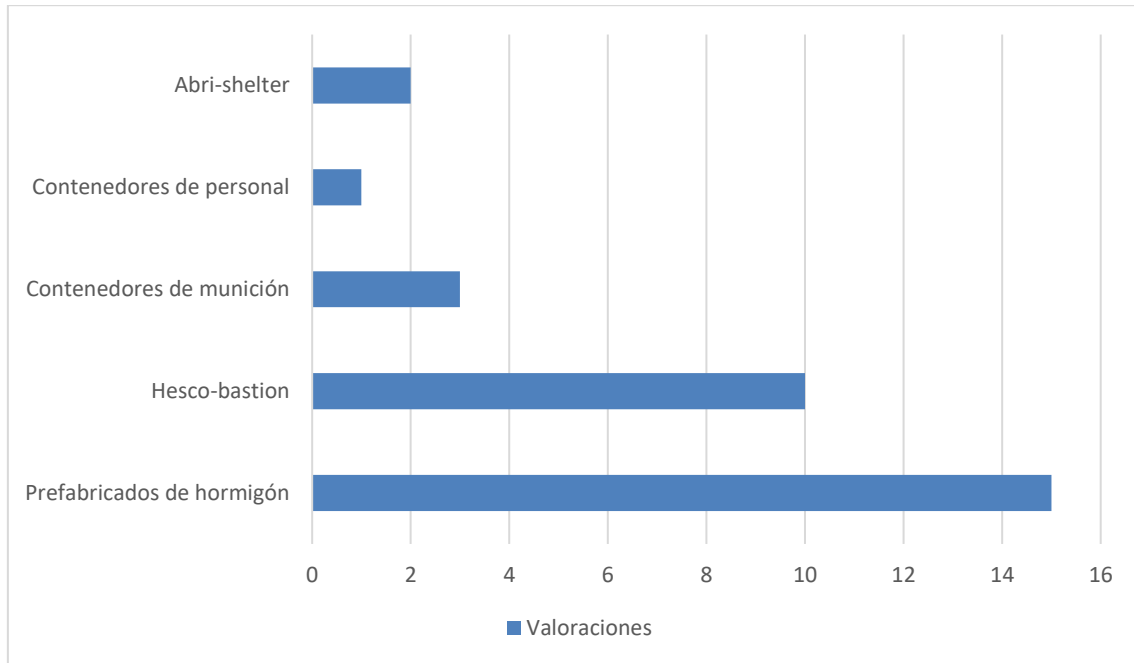


Tabla 18: Resultados pregunta 1.3. (Elaboración propia)

4. Respecto a las instalaciones anteriores, ¿Cuáles considera usted que necesitan ser sustituidas o mejoradas?

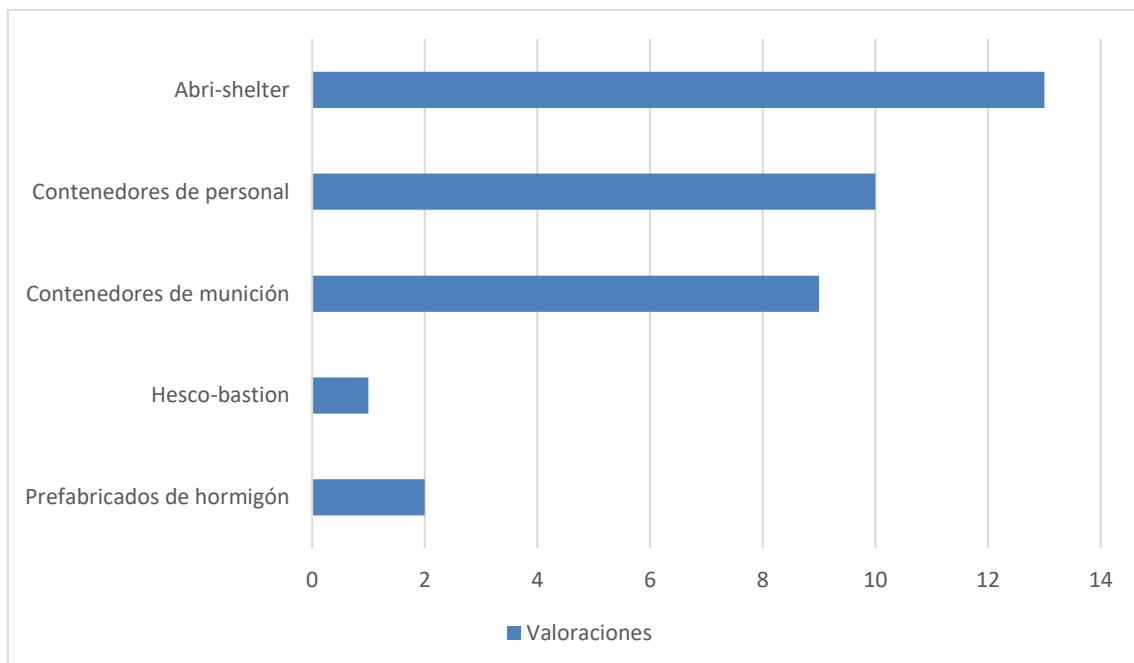


Tabla 19: Resultados pregunta 1.4. (Elaboración propia)



5. ¿Conoce usted algún otro material, recurso o diseño de interés para mejorar la protección de las instalaciones protegidas desplegadas?

R1. “Considero importante el empleo de materiales clásicos que mejoran sensiblemente la seguridad , a un coste bajo, en particular los sacos terreros y las mallas geotextiles que permiten habilitar accesos y zonas de aparcamiento. Un material que no suele considerarse son las cortinas contra observación (anti-sniper screen) imprescindible, también los textiles de kevlar como revestimiento anti-fragmentos y los materiales plásticos traslucidos como sustitutivos de los cristales y otros materiales fragmentables”.

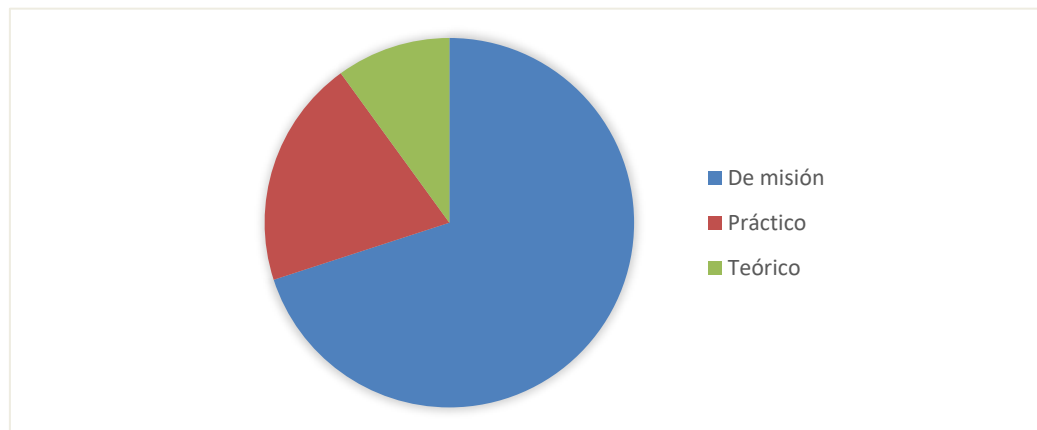
R2. “EUTM Somalia dispone en Mogadiscio de protección (techo) antimorteros que cubre los contenedores de alojamiento”.

R3.” Redes metálicas de protección contra morteros y pantallas anti-sniper”.

7.2.2 ENCUESTA N°2

Esta segunda encuesta se empleará para la valoración de las instalaciones por parte de personal del arma de ingenieros que sí haya tenido contacto con las instalaciones. Es por ello, que el número de encuestados es menor, un total de 10. En total se han realizado 10 preguntas de opción única iguales para cada una de las instalaciones y una para conocer el perfil de los encuestados.

1. ¿Qué tipo de contacto ha tenido usted con instalaciones protegidas desplegadas?



2.

Tabla 20: Perfil del personal que valora las instalaciones (Elaboración propia).

Para cada una de las instalaciones se han hecho las siguientes 10 preguntas, todas ellas con las 6 mismas respuestas:

1. ¿Considera posible la adaptación de esta instalación a impactos de calibres de armas individuales y colectivas hasta 14,5 mm? (Amenaza A-1)
2. ¿Considera posible la adaptación de esta instalación a impactos de municiones perforantes de calibre entre 20 y 57 mm? (Amenaza A-2)
3. ¿Considera posible la adaptación ante metralla generada por impactos de municiones de gran calibre, entre 60 y 155, por impactos entre 10 y 15m? (Amenazas A-3)
4. ¿Considera posible su adaptación frente a C/C de infantería? Se incluyen misiles, cohetes y obuses de carga hueca con calibres entre 73 y 120mm. (Amenazas A-4)
5. ¿Considera posible la adaptación de la instalación frente a grandes calibres, entre 60 y 155, con espoleta de retardo? (Amenazas A-5)



6. ¿Considera posible la adaptación de la instalación frente ABIED? Suponiendo el empleo de drones que soltarán una carga explosiva.
7. Si la instalación presenta elementos fragmentables que puedan llegar a generar metralla, ¿considera posible una adaptación que lo evite?
8. Ante efectos incendiarios, ¿considera necesaria una adaptación de la instalación?
9. ¿Considera posible una adaptación frente a la protección visual de tiradores selectos?
10. ¿Considera que la instalación se podría adaptar frente atmósferas explosivas?

Los posibles soluciones a las preguntas anteriores eran:

- a. Inviabile.
- b. Posible, pero demasiado costoso.
- c. Posible con costes asequibles, pero los requisitos de tiempo y material son complejos.
- d. Adaptable con medios y diseños poco complejos.
- e. Adaptable con medios disponibles en unidades de ingenieros.
- f. No es necesario, la instalación ya está protegida.

Los resultados de esta encuesta se han recogido en la tabla nº21 ,la cual sigue las siguientes consignas:

- Después de haber analizado las encuestas, los resultados se recogerán dentro de uno de los siguientes grupos:
 - Inviabile (I). No se espera que sea posible una adaptación de la instalación ni a corto ni largo plazo.
 - No adaptable a corto plazo (NA). La adaptación es posible, sin embargo, es demasiado costosa o los requisitos son demasiado complejos.
 - Adaptable (A). Se considera una posible adaptación de la instalación frente a la amenaza con medios o diseños poco complejos o con medios disponibles en unidades de ingenieros.
 - La instalación ya está protegida contra la amenaza. (P)
 - Adaptabilidad no concluyente (ANC). No se puede determinar la posible adaptabilidad de la instalación en base a los resultados.
 - Protección no concluyente (PNC). A la vista de los resultados no se puede determinar si la instalación está protegida frente a la amenaza.
- Para que un resultado sea considerado válido será necesario que acumule más del 50% de las respuestas. En caso de no superarse el 50% en ninguna de las respuestas, se considerará como no concluyente.



Instalaciones Protegidas Desplegables					
Amenazas	Abri-Shelter	Contenedor de alojamiento	Contenedor de munición	Hesco-Bastion	Prefabricados de hormigón
A-1	A	A	A	P	P
A-2	A	NA	NA	P	ANC
A-3	A	NA	NA	P	P
A-4	A	NA	NA	A	A
A-5	NA	NA	NA	NA	NA
IED,s	A	A	NA	A	A
Elementos fragmentables	A	NA	NA	A	A
Efectos incendiarios	P	A	PNC	P	P
Visual de tiradores selectos	P	A	P	A	A
Atmósferas explosivas	A	P	P	P	A
Porcentaje de protección	20%	10%	20%	60%	30%
Porcentaje de adaptación	70%	40%	10%	30%	50%

Tabla 21: Resultados de la segunda encuesta.