

Trabajo Fin de Grado

Estudio de procedimientos y materiales para frenar vehículos suicidas (SVBIED).

Autor

CAC Adrián Gallego Romero.

Directores

Director académico: Dr. D. Antonio M. Oller-Marcén.
Director militar: Capitán D. Alberto Cacho García.

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
2020

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi más profundo y sentido agradecimiento a todos aquellos que, de una forma u otra, me han ayudado a hacer posible la consecución de este Trabajo de Fin de Grado.

Muy en especial al Capitán de Ingenieros D. Alberto Cacho García y al Dr. D. Antonio Miguel Oller-Marcén, por su constante ayuda, guía y predisposición en todo momento. Sus sugerencias, consejos y correcciones han sido para mí de gran valor para la elaboración de la memoria.

A los componentes del Regimiento de Ingenieros nº1 donde he desarrollado mis prácticas de mando, por su recibimiento, constante ayuda e interés en el presente trabajo y en el desarrollo de mis prácticas. En especial al Teniente de Ingenieros D. Álvaro Barcenilla Sastre, por su tiempo dedicado, por haber sido mí referente durante este tiempo de prácticas y por darme la oportunidad de ejercer el mando de la sección durante las prácticas de mando; a la par de proporcionarme todos los medios con los que contaba la Unidad, junto al Capitán, para poder realizar las diferentes prácticas desarrolladas en la unidad. También, mi más sincero agradecimiento al equipo de mando de la 1º Sección de la Compañía de Zapadores 2/I/1, ya que mucha información de este trabajo la he podido adquirir gracias ellos.

También me gustaría mencionar a mis familiares, cuyo apoyo y consejo ha sido imprescindible para el desarrollo de esta memoria.

Por último, mi más sincero agradecimiento al Comandante D. Víctor Hervella Garcés, de la Academia General Militar, por su constante ayuda durante y después del desarrollo del 4º Curso en la misma.

Resumen.

Las Unidades de Zapadores constituyen, en cualquier ejército moderno, una pieza fundamental para el desarrollo de las operaciones, en cualquier tipo de escenario, debido a la gran variedad de trabajos y misiones que puede llevar a cabo, son un elemento clave en el apoyo a las unidades de maniobra. La importancia de su presencia para apoyar a estas unidades; su capacidad de acompañar a la fuerza apoyada y de seguir el ritmo de la maniobra, así como la limitada disponibilidad de los mismos, convierten a las Unidades de Zapadores en un recurso crítico digno de ser tenido en cuenta. Todo lo expuesto anteriormente, se incrementa cuando las unidades militares se encuentran desplegadas en entornos urbanos.

Las zonas urbanas, son el entorno operativo más complicado a la hora de planear y conducir las operaciones, debido al tipo de edificaciones, avenidas, sub-suelos, etc... Además, se prevé que, en un futuro próximo, las zonas urbanas constituirán el principal desafío para los ejércitos occidentales. Dentro de estas, las Fuerzas Armadas se pueden encontrar con diferentes amenazas: dificultad para distinguir a un combatiente, peor conocimiento del terreno (en comparación con el enemigo), gran número de combatientes, etc..., pero de todas ellas las más peligrosas son los IEDs.

Los IEDs, son artefactos constituidos por elementos fáciles de conseguir, pudiendo ser fabricados fácilmente y de forma masiva, sin constituir un gran coste económico, pudiéndose actualizar fácilmente y hacer frente a las diferentes contra-medidas de los diferentes ejércitos convencionales. Estos artefactos pueden ser empleados de forma masiva y de diferentes maneras. Una de las maneras más temidas actualmente, es su empleo como vehículos suicidas (SVBIED), actuando contra posiciones defensivas, provocando así numerosas bajas y un gran impacto mediático.

La importancia y la dificultad de las zonas urbanas como los futuros entornos operativos, da lugar a que ejércitos, como el Ejército de Tierra español, tengan que readaptarse a este tipo de amenazas. A esto, se le puede sumar la pérdida de la función de combate de contra-movilidad por la mayoría de ejércitos; dando lugar a que dichos ejércitos necesiten mediante adaptarse a este floreciente ambiente operativo, logrando dar un salto cualitativo en todos sus aspectos para conseguir una mayor eficiencia y eficacia sobre el terreno, una mayor seguridad para el personal de las diferentes unidades desplegadas y alcanzar la superioridad apoyándose en los recursos, medios tecnológicos y experiencias de las diferentes naciones y ejércitos, que constituyen la OTAN.

La importancia y el interés de este proyecto radica en que pueda servir como punto de partida para recuperar la función de combate de contramovilidad; perdida durante las últimas décadas por el tipo de conflictos a los que las Fuerzas Armadas han tenido que hacer frente, la reutilización de materiales que se consideraban extintos y la introducción de innovaciones tecnológicas; para garantizar la superioridad y la seguridad de las Unidades de Zapadores, durante su empleo en los futuros teatros de operaciones.

Abstract.

The Sapper Units constitute, in any modern army, a fundamental piece for the development of operations, in any type of scenario, due to the great variety of jobs and missions that can be carried out, they are a key element in supporting maneuvering units. The importance of their presence to support these units –especially chain-type ones-, their ability to accompany the supported force and to keep up with the maneuver, as well as their limited availability, make the Units of Sappers in a critical resource worth taking into account. All of the above is increased when military units are deployed in urban environments.

Urban areas are the most complicated operating environment when planning and conducting operations, due to the type of buildings, avenues, sub-floors, etc ... Furthermore, it is expected that, in the near future, urban areas will constitute the main challenge for western armies. Within these, the Armed Forces may encounter different threats: difficulty in distinguishing a combatant, worse knowledge of the terrain (compared to the enemy), a large number of combatants, etc ..., but of all of them the most dangerous are the IEDs.

IEDs are artifacts made up of elements that are easy to obtain, and can be easily and massively manufactured, without constituting a great economic cost, being able to easily update and face the different counter-measures of the different conventional armies. These artifacts can be used en masse and in different ways. One of the most feared ways today is their use as suicide vehicles (SVBIED), acting against defensive positions, thus causing numerous casualties and a great media impact.

The importance and difficulty of urban areas as future operating environments means that armies, such as the Spanish Army, have to readjust to this type of threat. To this, we can add the loss of the counter-mobility combat function, by most armies; giving rise to that these armies need by adapting to this flourishing operating environment, achieving a qualitative leap in all its aspects to achieve greater efficiency and effectiveness on the ground, greater security for the personnel of the different deployed units and achieve superiority relying on the resources, technological means and experiences of the different nations and armies that make up NATO.

The importance and interest of this project is that it can serve as a starting point to recover the counter-mobility combat function; loss during the last decades due to the type of conflicts that the Armed Forces have had to face, the reuse of materials that were considered extinct and the introduction of technological innovations; to guarantee the superiority and safety of the Sapper Units, during their employment in future theaters of operations.

Índice.

| | |
|---|-------------|
| Agradecimientos..... | I |
| Resumen..... | II |
| Abstract..... | III |
| Índice de figuras..... | VII |
| Índice de tablas..... | VIII |
| 1 Introducción..... | 1 |
| 1.1 Ámbito de aplicación. | 1 |
| 1.2 Objetivos. | 1 |
| 1.3 Interés y alcance para el Ejército de Tierra. | 2 |
| 2 Metodología..... | 2 |
| 3 Antecedentes y evolución de los IEDs..... | 4 |
| 3.1 El SVBIED, origen características y objetivos..... | 5 |
| 3.2 Componentes básicos de un IED y sus efectos..... | 6 |
| 4 Características de las ZURB..... | 7 |
| 5 Unidades de Ingenieros en ZURB..... | 8 |
| 6 Análisis de los procedimientos llevados a cabo por las unidades de Ingenieros del ET12 | |
| 7 Análisis de elementos que podemos añadir a este procedimiento..... | 16 |
| 7.1 Dientes de dragón. | 16 |
| 7.2 Hedgehog Checo (Erizo Checo)..... | 17 |
| 7.4 Radar..... | 19 |
| 7.4.1 El Multiradar C. | 20 |
| 7.4.2 Radar Mesta Fusion. | 22 |
| 7.5 Sistema SAZEC. | 23 |
| 8 Selección de los equipos adicionales y experimentación..... | 24 |
| 9 Conclusiones y aplicaciones futuras..... | 29 |
| Bibliografía..... | 31 |

Índice de anexos.

| | |
|--|----|
| ANEXO A- Entrevistas | 34 |
| ANEXO B-Encuestas | 41 |
| Resultados encuestas. | 47 |
| ANEXO C- Ficha técnica VCZ. | 50 |
| ANEXO D_ Ficha técnica del CZ 10/30 E..... | 51 |
| ANEXO E-Elementos de apoyo. | 52 |
| ANEXO F-Características e imágenes del cinemómetro Multiradar C..... | 53 |
| ANEXO G-Características e imágenes del cinemómetro Mesta Fusion. | 54 |
| ANEXO H-Sistema SAZEC. | 55 |
| Funcionamiento..... | 56 |
| ANEXO I-Práctica San Gregorio efectos C-90 contra T-Wall/Hesco..... | 58 |
| Imágenes resultado impactos. | 59 |
| ANEXO J-EDT..... | 60 |
| ANEXO K- Esquema general de los componentes sobre el terreno | 62 |

Índice de figuras.

- Figura 1: Imagen de Faluya donde aparecen marcadas las fábricas de IED y SVBIED (pág.4).
- Figura 2: Esquema de componentes de un IED (pág.6).
- Figura 3: Esquema Compañía Zapadores Mecanizada (pág.8).
- Figura 4: Dientes de dragón Línea Sigfrido (pág.16).
- Figura 5: Campos de espárragos continuada RING1 (pág.17).
- Figura 6: Erizos checos en la guerra de los 10 días (pág.17).
- Figura 7: Imagen resultados pruebas resistencia del erizo checo (pág.18).
- Figura 8: Miembros del ejército de EEUU desplegando el spike strip (pág.18).
- Figura 9: Imagen resultados prácticas del X-Net (pág.19).
- Figura 10: Ejemplo de imagen captada por sensores y cámaras del sistema SAZEC (pág.23).
- Figura 11: Esquema general sistema SAZEC (pág.23).
- Figura 12: Dientes de dragón continuada RING1 (pág.28).
- Figura 13: Erizo de metal continuada RING1 (pág.28).
- Figura 14: Imagen VCZ en talleres (pág.50).
- Figura 15: Imagen VCZ en el campo de maniobras (pág.50).
- Figura 16: Pala empujadora VCZ costado izquierdo (pág.50).
- Figura 17: Pala empujadora VCZ costado derecho (pág.50).
- Figura 18: CZ 10/30 E trabajando sobre el terreno (pág.51).
- Figura 19: CZ 10/30 E colocando Hescos simulados (pág.51).
- Figura 20: Imagen CZ 10/30 E (pág.51).
- Figura 21: Imagen IVECO M-250 (pág.52).
- Figura 22: Imagen ANIBAL SANTANA (pág.52).
- Figura 23: Imagen DOZER D7 (pág.52).
- Figura 24: Imagen Grúa Luna (pág.52).
- Figura 25: Imagen Multiradar C (pág.53).
- Figura 26: Imagen Multiradar C TafficStar S350 (pág.53).
- Figura 27: Imagen Mesta Fusion (pág.54).
- Figura 28: Imagen Mesta Fusion (pág.54).
- Figura 29: Despliegue sobre el terreno y comunicaciones sistema SAZEC (pág.55).
- Figura 30: Esquema funcionamiento sistema SAZEC ante intruso (pág.56).
- Figura 31: Esquema funcionamiento sistema SAZEC ante amenaza (pág.56).
- Figura 32: Imagen sensor SCDM (pág.57).
- Figura 33: Imagen sensor TIR (pág.57).
- Figura 34: Imagen sensor secundario (pág.57).
- Figura 35: Partes del C-90-CR-BR (M3) (pág.58).
- Figura 36: Imagen C-90-CR-BR (M3) accionado por miembro de las FAS (pág.58).
- Figura 37: Hesco antes del impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3) (pág.59).
- Figura 38: Hesco después del impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3) (pág.59).
- Figura 39: T-Wall antes del impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3) (pág.59).
- Figura 40: T-Wall después del impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3) (pág.59).
- Figura 41: Esquema general de los componentes sobre el terreno vista cónica (pág.62).
- Figura 42: Esquema general de los componentes sobre el terreno vista isométrica (pág.63).
- Figura 43: Esquema general sobre el terreno vista lateral superior (pág.64).
- Figura 44: Esquema general sobre el terreno desde ametralladora (pág.65).
- Figura 45: Esquema general sobre el terreno vista desde final de la calle (pág.66).

Índice de tablas.

- Tabla 1: Evolución de las muertes por IED en Irak (pág.5).
Tabla 2: Análisis DAFO (pág.14).
Tabla 3: Clasificación amenazas SVBIED (pág.14).
Tabla 4: Matriz de riesgos por amenaza SVBIED (pág.15).
Tabla 5: Características Multiradar C (pág.21).
Tabla 6: Características Mesta Fusion (pág.22).
Tabla 7: Análisis cuantitativo de los cinemómetros (pág.25).
Tabla 8: Comparativa de los diferentes radares expuestos (pág.26).
Tabla 9: Resultados encuesta 1 (pág.47).
Tabla 10: Resultados encuesta 2 (pág.48).
Tabla 11: Resultados encuesta 3 (pág.49).
Tabla 12: Características del VCZ (pág.50).
Tabla 13: Características del CZ 10/30 E (pág.51).
Tabla 14: Características del IVECO M-250 (pág.52).
Tabla 15: Características del ANIBAL SANTANA (pág.52).
Tabla 16: Características del DOZER D7 (pág.52).
Tabla 17: Características del Grúa Luna (pág.52).
Tabla 18: Características del Multiradar C (pág.53).
Tabla 19: Características del Mesta Fusion (pág.54).
Tabla 20: Características del sistema SAZEC (pág.55).
Tabla 21: Características del SCDM (pág.57).
Tabla 22: Características del TIR (pág.57).
Tabla 23: Características del sensor secundario (pág.57).
Tabla 24: Características del C-90-CR-BR (M3) (pág.58).
Tabla 25: Tabla EDT 1º (pág.60).
Tabla 26: Tabla EDT 2º (pág.61).

Índice de abreviaturas.

| | |
|-------------------|--|
| FAS | Fuerzas Armadas. |
| ET | Ejército de Tierra. |
| ZURB | Zona Urbana. |
| IED eng | Improvised Explosive Device. |
| IED | Artefacto Explosivo Improvisado. |
| SVBIED eng | Suicide Vehicle Borne Improvised Explosive Device. |
| SVBIED | Vehículo Bomba Suicida IED. |
| SAZEC | Sistema de Armas de Zona de Efectos Contra Personal. |
| OTAN eng | North Atlantic Treaty Organization (NATO). |
| OTAN | Organización del Tratado del Atlántico Norte. |
| DAFO | Debilidades Amenazas Fortalezas y Oportunidades. |
| CMAS | Campo de minas. |
| TMAS | Tapón de minas. |
| RING1 | Regimiento de Ingeniero número 1. |
| ISIS | Estado Islámico de Irak y Siria. |
| C/P | Contra Personal. |
| C/C | Contra Carro. |
| EOD eng | Explosive Ordnance Reconnaissance. |
| EOD | Equipo de Desactivación de Explosivos. |
| CMOV | Contra-movilidad. |
| POSDEF | Posición Defensiva. |
| VCZ | Vehículo de Combate de Zapadores. |
| CZ | Carro Zapadores. |
| UK eng | United Kingdom. |
| UK | Reino Unido. |
| USA eng | United States of America. |
| USA | Estados Unidos. |
| GT | Grupo Táctico. |
| IIGM | Segunda Guerra Mundial. |
| TOA | Transporte Oruga Acorazado. |
| HA | Hormigón Armado. |
| CDM | Controlador Disparo Múltiple. |
| SCDM | Sensor Controlador de Disparo Múltiple. |
| TIR | Radar de Imagen Térmica. |
| CC | Centro de control. |
| LIDAR eng | Light Detection and Ranging. |
| EDT | Tabla de Descomposición del Trabajo. |
| HBIED eng | House Borne IED. |
| TFG | Trabajo Fin de Grado. |

1 Introducción.

1.1 Ámbito de aplicación.

Las operaciones militares se ven afectadas por el ambiente y ciertas circunstancias específicas en las que éstas se desarrollan, influyendo de manera considerable en las acciones tácticas que se ejecuten. El conocimiento de las características más importantes que presentan determinados ambientes junto con las capacidades y limitaciones propias de los diferentes tipos de fuerzas y unidades, proporcionan al mando, los elementos de juicio necesarios para llevar a cabo las acciones tácticas.

Dentro de las operaciones militares, la seguridad constituye un reto global de primera magnitud, cuya importancia se ha incrementado debido a los acontecimientos internacionales y los cambios sociales que se han manifestado en un contexto mundial.

La amenaza de los artefactos explosivos deriva de una cadena de actividades a lo largo del tiempo, como financiación, transporte, planificación, colocación, detonación y explotación del éxito propagandístico. Contrarrestar o anular la efectividad de estas actividades forma parte de la lucha contra los “artefactos explosivos improvisados” (IEDs). Además, el desarrollo de tecnologías, innovación e investigación (I+D+i), está considerado actualmente como una herramienta imprescindible en el área de la seguridad. Sin embargo, la tecnología por sí misma no puede garantizar la seguridad. Ésta proporciona información acerca de las amenazas, ayudando a crear una cobertura conveniente contra los IED y las acciones enemigas, pero el elemento humano es fundamental para llevar al terreno dichas tecnologías [8, pág. 9-21].

Uno de los escenarios, en el que proliferan las acciones IED, son las zonas urbanas (ZURB). Las operaciones en ZURB, abarcan todas las acciones militares planeadas y conducidas sobre un terreno complejo donde las construcciones u otras modificaciones de carácter permanente, toman un papel predominante. Incluye, pues, el combate en las áreas edificadas y poblaciones de cualquier categoría, constituyendo un escenario perfecto para maximizar las características por las que son empleados los IED.

En este trabajo nos centraremos en la lucha contra los SVBIED en ZURB, dentro del contexto del combate híbrido, ya que el enemigo desarrolla tácticas asimétricas, pero emplea medios cada vez más complejos.

1.2 Objetivos.

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo principal analizar los materiales y procedimientos para detener SVBIED en ZURB, con los que cuenta el Ejército de Tierra, para poder concluir si estos se ajustan a las exigencias necesarias, que permitan reducir o neutralizar este tipo de amenazas, planteándose la posibilidad de mejora a través de una nueva combinación de medios y procedimientos o adquirir nuevos medios diferentes a los que el Ejército de Tierra tiene de dotación, realizando así una propuesta de nuevos materiales.

Para ello, se han definido una serie de objetivos secundarios necesarios para la consecución del objetivo principal del TFG:

- Estudiar y analizar los diferentes tipos de IEDs existentes, sus componentes y efectos; centrándose en la figura de los SVBIED.
- Valorar los medios y procedimientos para detener SVBIED en ZURB, a nivel sección o compañía, proponiendo mejores para aquellos en los que se detecten carencias o rendimientos por debajo de las necesidades del servicio.
- Proporcionar una nueva orgánica dentro de las unidades de ingenieros, de entidad sección y compañía, en el ambiente urbanizado, para facilitar el desarrollo de las operaciones en dicho entorno.
- Posible incorporación de elementos tecnológicos; Sistema de Armas de Zona de Efectos Contra Personal (SAZEC); para el desarrollo de los CMAS/TMAS.

1.3 Interés y alcance para el Ejército de Tierra.

Uno de los desafíos más importantes para el mantenimiento de la seguridad, es la lucha contra el terrorismo. Para las Fuerzas Armadas (FAS), es la lucha contra el empleo de IEDs, englobando aquellos contra la seguridad interior como a la seguridad de nuestras Fuerzas Armadas desplegadas en misiones internacionales. Estas acciones, suponen la principal amenaza, a la que nuestras FAS tienen que hacer frente, de manera cada vez más avanzada. Este término desarrollado en el ámbito de las FAS, es aplicable a cualquier artefacto explosivo de uso terrorista. El término “improvisado” no debe inducir a considerar un IED, como un sistema poco eficaz, poco elaborado, sin tecnología o planificación previa.

Debido a lo expuesto anteriormente, se pretende la incorporación de nuevos elementos a los paquetes de equipos e innovar en el desarrollo y en la composición de las Unidades de Ingenieros que sean empleadas en ZURB, para hacer frente a las amenazas expuestas y al desafío de proporcionar seguridad de manera eficiente a las unidades desplegadas. Para las Fuerzas Armadas, los nuevos equipos y procedimientos podrían suponer; una mejora para la seguridad; un gran salto en la calidad dentro del ambiente OTAN, el establecimiento de nuevas relaciones con empresas civiles, crear mayor interés por parte del Gobierno de España hacia las FAS y por ende una mayor visualización y propaganda a nivel nacional e individual.

2 Metodología.

Inicialmente se recopiló información, y características de diferentes manuales para la obtención de datos, así como el desarrollo de los análisis de los diferentes medios a emplear. Posteriormente, los días 16 y 17 de septiembre, se llevó a cabo una instrucción continuada, que permitió la observación de ciertos materiales, el funcionamiento de las Unidades de Ingenieros y el establecimiento de diferentes obstáculos sobre el terreno, aportando una mayor comprensión de los mismos y la obtención de imágenes. La última fase del proyecto, supuso finalizar la recopilación de la información y la realización de diferentes entrevistas y encuestas. Toda esta información queda recogida en la tabla de descomposición del trabajo (EDT), en el anexo I.

El estudio y recopilación de datos y características ha sido distinto para el análisis de obstáculos que para el análisis de medios. Durante la realización de las prácticas externas se ha llevado a cabo un análisis cualitativo de las obstrucciones que se van a desplegar, basándose en la construcción de estas y análisis de los distintos manuales, civiles y militares, que los

desarrollan. Con respecto a los medios en dotación, se ha realizado un análisis profundo de estos a partir de sus manuales y la observación de cómo se desenvuelven ante las citadas obstrucciones.

Respecto de los medios que se podrían añadir a las Unidades de Ingenieros del Ejército de Tierra, se han estudiado los diferentes elementos que éstas unidades tienen de dotación. Posteriormente se han revisado los procedimientos y obstáculos empleados en los ambientes tácticos; seguido por el estudio de los diferentes manuales y las aportaciones personales de diferentes miembros de la unidad mediante entrevistas. A partir de dichas conclusiones ha sido posible realizar un análisis DAFO, con el objeto de conocer las fortalezas y debilidades de nuestras unidades las ZURB, así como las amenazas y oportunidades que comprende el ambiente urbano para potenciar o disminuir nuestras capacidades operativas, para así conocer sus puntos fuertes y principales carencias a la hora de enfrentarlos a las obstrucciones. A la parte ha desarrollado una matriz de riesgos, basada en los diferentes niveles de amenaza por SVBIED, los diferentes niveles de fortificación, diferentes manuales [1,30], las prácticas con C-90 llevadas a cabo en San Gregorio el 15/10/2020 (anexo J) y las debilidades establecidas en el DAFO. Para facilitar su comprensión se ha establecido un sistema de colores:

- **Verde**-Riesgo tolerable.
- **Azul**-Riesgo moderado.
- **Naranja**- Riesgo importante.
- **Rojo**-Riesgo intolerable.

Posteriormente, se va a proceder a analizar los medios a añadir, considerando sus características técnicas y desarrollando prácticas en la propia unidad; En este sentido, se debe distinguir entre dos tipos de materiales a añadir:

- Elementos físicos. Nos hemos basado en el estudio de sus características mediante manuales, datos de internet, su desarrollo y toma de imágenes sobre el terreno, finalizando con la realización de encuestas a los diferentes miembros, tropa, sub-oficiales y oficiales de la 2 Compañía de Zapadores 2/I/1, sobre su utilización y utilidad sobre el terreno; su posibilidad de desarrollarlo sobre el mismo y su capacidad de transporte, despliegue y de detención de SVBIED.
- Elementos tecnológicos. Se han realizado encuestas a los diferentes miembros de la unidad sobre su empleo favorable en el escenario operativo para el desarrollo de operaciones; ya que este tipo de materiales (sistema SAZEC y cinemómetros) no se encuentran de dotación en el RING 1. También se han estudiado sus características técnicas mediante un análisis de sus componentes y capacidades, gracias al contacto con las diferentes empresas e información on-line. Esto ha permitido elaborar una serie de tablas comparativas de los diferentes elementos, concluyendo cuáles de ellos son idóneos para su despliegue en el terreno. De esta forma podemos tener rápidamente la información de que radar posee más aspectos útiles para su despliegue en el terreno, y cuáles menos.

Mediante diagrama de barras, se han comparado una a una las principales características entre los principales radares que se emplearán; mostrando cual es superior por sus capacidades

técnicas; esta información está reflejada en las tablas de características de los radares. (Tablas 5 y 6).

No obstante, para el sistema SAZEC, no se ha podido realizar tablas comparativas debido a que no existe un sistema similar en el marco OTAN. Para su comparación y decisión de uso o no, se han realizado una serie de encuestas a los diferentes miembros; tropa, sub-oficiales y oficiales) de la Compañía de Zapadores Mecanizada 2/I/1.

Una vez finalizados los medios, se ha llevado a cabo una reestructuración de las Unidades de Ingenieros; para ello se han realizado diferentes encuestas, en las que se propone la nueva orgánica, así como esta podría favorecer o empeorar el desarrollo de las operaciones y el establecimiento de los nuevos elementos a añadir a las unidades.

3 Antecedentes y evolución de los IEDs.

La amenaza IED está provocando y acelerando diversas transformaciones en aspectos operativos y de equipamiento de numerosas FAS. En cada una de las misiones llevadas a cabo, se suele hacer frente a una amenaza que tiene una serie de rasgos comunes, entre los que destaca la adopción de tácticas asimétricas por los oponentes con armamento convencional, en especial destacan acciones en las que formen parte los IEDs.

Esta amenaza asimétrica, la que los IEDs son su forma más representativa y eficaz, presenta una serie de características diferentes al tipo de amenazas que existieron durante la segunda mitad del S. XX, entre las que destacan: su evolución y cambio constante, la descentralización y ubicuidad de su acción, la falta de inconvenientes en provocar daños desproporcionados, desaparición del concepto de campo de batalla concreto y aparición de este en cualquier entorno, incluso con civiles. Además, hace uso de una tecnología fácilmente accesible y fácil de innovar.

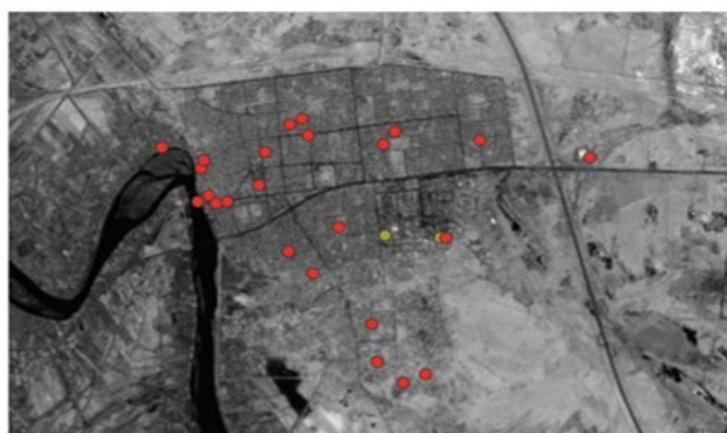


Figura 1. Imagen de Faluya donde aparecen marcadas las factorías de IED (rojo) y SVBIED (verde), [4, pág. 118].

La suma de estos factores ha dado lugar a que los ataques con IEDs, sean cada vez más sofisticados y letales, siendo orientados a gobiernos, infraestructuras, civiles y FAS.

Se podría decir que los IEDs han sido elegidos como arma para desestabilizar las operaciones de estabilización y apoyo, aterrorizar a la población, debilitar gobiernos e infligir bajas entre los ejércitos y población civil, entre otros por [3, pág. 4-12]:

- Ser baratos de producir.
- Fáciles de usar y adaptables a las contramedidas empleadas por fuerzas convencionales.
- Pueden ser fabricados a partir de componentes comerciales.
- Baja probabilidad de ser detectados, pudiendo ser fabricados de múltiples formas.
- Los IEDs, sufren una rápida evolución y adaptación a las soluciones empleadas por las fuerzas convencionales para contrarrestarlos, compartiéndose estas rápidamente entre los distintos grupos, gracias a los medios de comunicación o Internet.
- Tienen un gran impacto mediático.

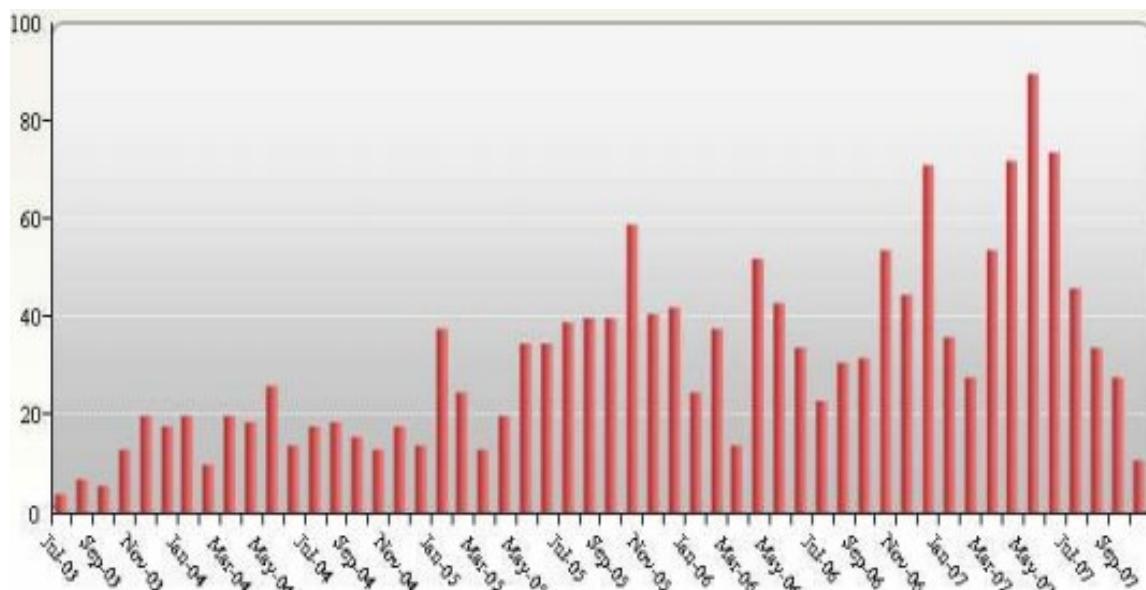


Tabla 1. Evolución de las muertes por IED en Irak, [4, pág.119].

3.1 El SVBIED, origen características y objetivos.

La lucha contra IED es un ambiente de cambio constante, dando lugar a la modernización en las técnicas y procedimientos a emplear. En esta memoria nos centraremos en la lucha contra los SVBIED en ZURB, dentro del contexto del combate asimétrico-híbrido.

Los SVBIED actúan con sus propios mecanismos de entrega y pueden transportar una cantidad relativamente grande de explosivos sin atraer sospechas. El concepto SVBIED, se basa en que el artefacto se instale en un vehículo y que este pudiera ser conducido y detonado por un conductor.

El SVBIED es el más común de los medios en los ataques terroristas, ya que cuenta con ciertas ventajas como:

- Puede contener y transportar gran cantidad de explosivos, aumentando tanto la letalidad como la zona de acción del ataque.

- Pueden causar daños a grandes infraestructuras y a la población civil.
- Un IED empleado en un vehículo puede ser escondido fácilmente, pasando desapercibido.
- En los SVBIED, el vehículo a altas velocidades, permite al insurgente alcanzar el blanco, muchas veces atravesando las medidas de seguridad o los puntos de control.

La evolución de los conflictos y la mejora de los medios, por parte de los grupos insurgentes hace que, en ocasiones, estos vehículos se equipen con blindaje para resistir el fuego enemigo, protegiendo al vehículo durante el mayor tiempo posible para alcanzar su objetivo. El ejemplo, se puede ver en la evolución de los vehículos SVBIED empleados por el ISIS, los cuales ya no solo emplean un mayor blindaje, sino que en ocasiones utilizan vehículos pesados (pero no de forma masiva) [3, pág. 6-9].

3.2 Componentes básicos de un IED y sus efectos.

Desde un punto de vista técnico, los IEDs, se componen de tres elementos imprescindibles:

- Dispositivo de iniciación.
- Tren de fuego.
- Agresivo/carga explosiva.

Existen diferentes sistemas de iniciación [10, pág. 1-9, cap1]:

- Mecánico: Basan su funcionamiento en una acción puramente mecánica.
- Químico: Utiliza iniciador químico.
- Eléctrico: Utiliza la corriente eléctrica. Su parte más importante es la fuente de alimentación (baterías, pilas, red eléctrica general, etc...).
- Electrónico: Son los más usados en la actualidad y se componen de un circuito integrado.
- Artefacto complejo: posee varios sistemas de iniciación, combinando cualquiera de los anteriores. Esto aumenta las posibilidades de empleo por el terrorista y dificulta la desactivación.

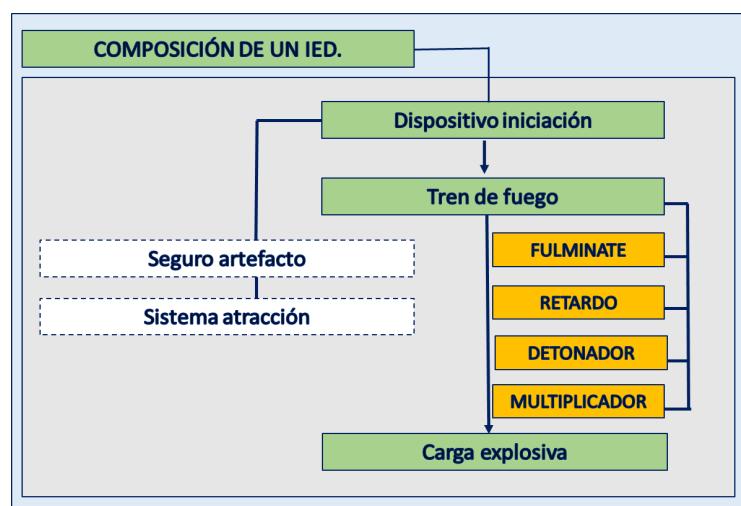


Figura 2. Esquema de componentes de un IED, elaboración propia.

Los daños causados por IEDs se deben principalmente a dos efectos:

- La onda expansiva. Es la onda de choque provocada en el aire por la detonación del explosivo

- La fragmentación. Los efectos de la fragmentación se pueden dividir en [10, cap. 2, pág. 2-4]:
 - Fragmentos primarios, que son aquellos que han sido impulsados por la carga del explosivo.
 - Fragmentos secundarios, aquellos que se generan en la parte posterior del material que constituye esa capa, desplazándose en una especie de proyección en forma de cónica. Los fragmentos secundarios son una de las mayores amenazas letales para las personas.

Se debe tener en cuenta, que existe un efecto dominante tras la detonación del artefacto, y este dependerá del entorno y del tipo de confinamiento del artefacto. Por ejemplo, en un espacio abierto la fragmentación es el efecto más importante ya que la presión de la detonación decrece rápidamente con la distancia. Por el contrario, en una ZURB incrementa el efecto de la onda expansiva, debido al efecto por reflexiones en los muros de las construcciones pudiendo colapsar y derrumbarse, aumentando la letalidad para las personas en el entorno.

Otro de los riesgos letales existentes, es la nube de proyecciones provocada por los fragmentos de vidrios, rocas, metálicos, etc...

4 Características de las ZURB.

Las operaciones en zonas urbanas (ZURB), comprenden todo tipo de acciones militares tácticas que pivotan sobre dos conceptos:

1. Provocar el menor número posible de víctimas entre la población civil, reduciendo al máximo las bajas propias.
2. Producir el mínimo daño posible en la estructura urbana o en los bienes religiosos y culturales.

Los procedimientos de combate basados en el empleo de armamentos y municiones inteligentes para batir y destruir solamente los objetivos seleccionados, disminuyendo los daños colaterales, son cada día más utilizados, ya que en las operaciones urbanas no sólo podemos centrarnos en el enemigo, sino también sobre los elementos que constituyen la amenaza urbana antes, durante y en el post-conflicto.

Entre las principales características y las limitaciones que presenta el combate en una ZURB destacan [1, cap. 33, pág. 16-17]:

- La presencia de población civil, limitando las acciones tácticas militares.
- La necesidad de material específico.
- La dificultad de observación, tanto lejana como próxima, complicando la acción de los medios de apoyos de fuego, así como los campos de tiro para las armas de puntería directa.
- La excelente protección, cobertura y ocultación de unidades y equipos, lo que dificulta la estimación de la fuerza necesaria.
- Las posibilidades reducidas de maniobra, sobre todo para las fuerzas pesadas.
- El combate a corta distancia, lo que supone una mayor vulnerabilidad para los vehículos ante ataques y medios contracarro o SVBIEDs.

- El aumento de la autonomía logística, debido al gran consumo de munición y de otros recursos logísticos.
- El combate en tres niveles: en superficie (a nivel de calle), en las alturas (tejados y edificios) y bajo tierra (en alcantarillas y subterráneos).

El entorno urbano otorga la ventaja al enemigo, sobre todo en lo que se refiere a la protección a través del uso de las infraestructuras existentes para la ocultación de sus posiciones. Es de esperar que el enemigo mantenga la movilidad entre sus posiciones para reforzarlas y así poder atacar nuestras líneas de comunicaciones y logísticas, debido a que nunca es posible lograr el 100% del aislamiento y que el enemigo es fiel conocedor del terreno.

5 Unidades de Ingenieros en ZURB.

El trabajo que las unidades de Ingenieros tienen que llevar a cabo en el marco del combate urbano, se realiza teniendo en cuenta el hecho de que el área urbana es un espacio de batalla tridimensional, siendo diferente a los otros ambientes. El principal tipo de unidades de Ingenieros que nos podemos encontrar en ZURB son los Zapadores Mecanizados, de entidad Compañía. La composición de este tipo de unidades constará de tres secciones mecanizadas y una sección de apoyo (ver figura 3).

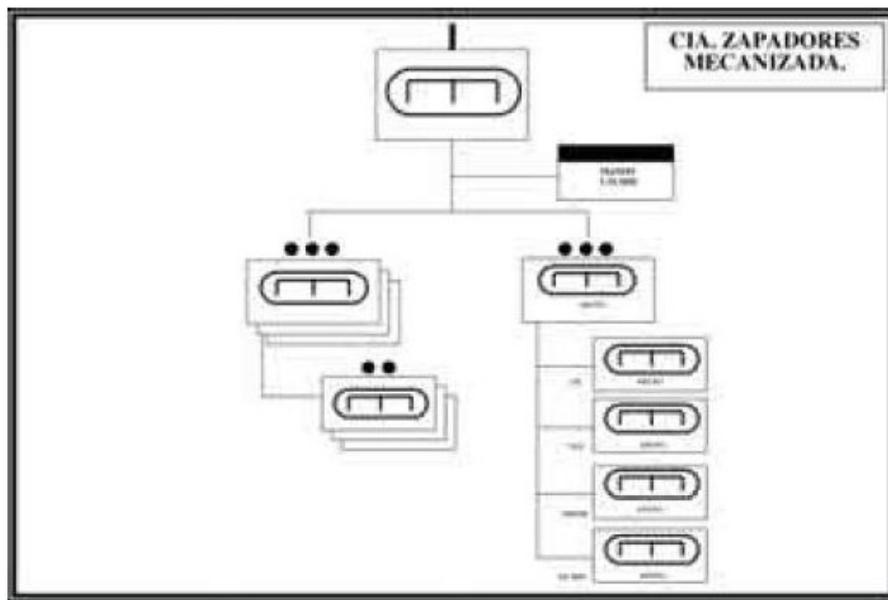


Figura 3. Esquema Compañía Zapadores Mecanizada, [9].

El abanico de las acciones y capacidades por parte de las unidades de Ingenieros sobre el terreno es muy amplio, pero estas acciones se pueden centrar en tres aspectos [1, cap.1, pág. 2-9]:

- **Movilidad:** para proporcionarla con efectividad, es necesario:
 - Incrementar las capacidades de recopilación de inteligencia y de los reconocimientos, siendo muy importante conocer la situación de cada tipo de ruta (sobre superficie o bajo ella) en ZURB.
 - Neutralizar la amenaza de minas C/C, minas C/P y trampas explosivas que el enemigo emplee contra las fuerzas propias.

- Desactivar, las trampas y municiones sin explosionar descubiertas, para facilitar la ocupación por parte de las fuerzas propias.
- **Contramovilidad (CMOV):** consistente en la organización por parte de las unidades de Ingenieros de la ZURB en profundidad, para llevar a cabo una defensa efectiva, que permita dificultar el avance enemigo y parándolo de acuerdo con el propósito del mando. Esta efectividad depende de:
 - La preparación de obstrucciones efectivas, en diferentes combinaciones y batidos por el fuego directo, para canalizar al enemigo hacia rutas, controladas por unidades propias.
 - Instalar obstructoras que impidan al enemigo la utilización de pasos subterráneos, rutas e instalaciones.
 - Las unidades de Ingenieros deben ser capaces de operar en ZURB (en caso necesario y como último recurso) como infantería.
- **Protección:** Las unidades de Ingenieros también desempeñan un papel fundamental en los trabajos de protección/supervivencia, en las zonas urbanas, por ejemplo:
 - La construcción de POSDEF, refugios, puntos de control, etc...
 - Preparación de puntos de acceso seguros, preparación de rutas cubiertas para la entrada y salida de edificios.
 - Identificación y remoción de las posibles fuentes de amenazas importantes (depósitos de combustible, instalaciones eléctricas, instalaciones para producir sustancias químicas).
 - Establecimiento de áreas protegidas del fuego.
 - Producción de materiales de construcción mediante destrucciones locales y uso extensivo de muros con protección ante explosiones. (tipo “hesco-bastion”).
 - Instalación de alambradas de protección a distancia, para evitar el lanzamiento de granadas, piedras y/u otros artefactos explosivos / incendiarios improvisados.

En este trabajo, nos centraremos en aquellos procedimientos y equipos que, empleados por las unidades de Ingenieros para frenar a los SVBIED, dentro del marco de las acciones tácticas defensivas (CMOV y protección).

Debido a la amplitud de las ZURBs, la defensa tendrá que concentrarse en determinadas zonas seleccionadas, basándose en sus puntos fuertes, que deben estar organizados en profundidad y con apoyos mutuos entre ellos. La entidad de la unidad atacante, o de la defendida que se defiende, determinará las posibilidades de apoyar la defensa delante o en el interior de la zona urbana. También, es importante que el defensor explote el conocimiento del terreno dentro de su zona de responsabilidad, para así poder realizar una organización eficiente de su posición y pasar a la ofensiva cuando la situación lo permita.

Las ZURBs que puedan ser evitadas fácilmente, tienen poco valor defensivo. Sin embargo, pueden servir para canalizar el movimiento de los atacantes. Será efectivo defender una ZURB, si esta [1, cap. 33]:

- Está situada de tal manera, que el enemigo se vea obligado a lanzar un ataque directo o emplear medios IEDs.

- Está situada de tal manera que, el enemigo perdería demasiado tiempo si intenta rodearla.
- Si el mando considera que su defensa proporciona considerables ventajas.

A continuación, se va a proceder al estudio del equipo que, tienen que tener las fuerzas de Ingenieros Mecanizadas de entidad Compañía, desplegadas en ZURB para ser capaces de llevar a cabo sus misiones. Se va obviar los equipos de detección de explosivos fuera de ruta; ya que son propios de equipo EOD (Explosive Ordnance Reconnaissance); y los equipos lanza puentes y DORNIER, ya que estos se emplean para acciones de movilidad.

Entre estos equipos destacan:

- Vehículo de combate de zapadores (VCZ) (anexo C). Empleado para proporcionar libertad de movimiento y transporte del personal. Estos disponen de capacidad de protección contra minas fuera de ruta, además podrán ser equipados con maquinaria de todo tipo como palas empujadoras, cazos de excavadora, brazos mecánicos, etc...
- Carro de Zapadores CZ 10/30 E (anexo D). Son de dotación de las Compañías de Zapadores, siendo una transformación del CC M 60 A1, al que en la parte frontal se le añade una pala empujadora y se le ha sustituido el cañón por diferentes elementos, como palas, grúas, etc...
- Cargas explosivas especiales y armamento para abrir brecha en muros y puertas. Empleados para superar los diferentes obstáculos combinados enemigos en ZURB (masas de IEDs; edificios trampeados HBIED (house borne IED). Entre ellos destacan la manguera dragaminas pesada, pétigas explosivas, explosivo C-11000 y cordón detonante.
- Elementos varios de movilidad y contramovilidad.
 - Escaleras ligeras multi-propósito. Empladas para subir sobre las diferentes estructuras.
 - Equipo ligero, flexible y robusto. Para construir posiciones defensivas y reforzar las construcciones de los edificios.
- Minas C-5. Obstáculo artificial activo constituido por un explosivo o carga, generalmente destinado a destruir o dañar vehículos; o bien a herir o matar al enemigo. La mina, se compone de una carga y un tren de iniciación.

“Por mina se entiende toda munición colocada debajo, sobre o cerca de la superficie del terreno u otra superficie cualquiera y concebida para explosionar por la presencia, la proximidad o el contacto de una persona o de un vehículo.” [18, pág. 3]

La única mina empleada por el Ejército Español es la mina contra carro (C/C): diseñada para destruir o inmovilizar a un carro de combate o vehículo blindado, ya que el Tratado de Ottawa impide el uso de minas anti-personal.

- Elementos de apoyo (ver anexo E).
 - 1 x IVECO M-250. Transporte de material.
 - 2 x DOZER D7. Empleada para movimientos de tierras como excavaciones y nivelaciones y colocación de elementos como Hesco/T-Wall.

- 1 x ANIBAL Vehículo ligero, transporte de material y equipo.
- 1 x RQ ½ TM MARZASA.
- Materiales y medios. Son distribuidos por la Compañía de Apoyo, para favorecer el desarrollo de los trabajos de protección en la POSDEF:
 - HESCO. Los Hesco Bastion, son un contenedor de malla de alambre plegable y un forro de tela de alta resistencia. Este elemento se usa, desde la Guerra del Golfo de 1991, para diversas acciones como:
 - Mitigación de explosiones. Ofreciendo protección a sitios e instalaciones ante diferentes explosiones o acciones de fuego.
 - Muro de defensa. Ofrece protección contra impactos directos por armas de fuego y SVBIED.

La capacidad defensiva de los Hesco, ha sido testada en gran cantidad de pruebas, llevadas a cabo por los Departamentos de Defensa de UK (Reino Unido) y USA, además de otros Estados pertenecientes a la OTAN, demostrando que las estructuras maximizan la supervivencia de los equipos y el personal durante acciones de ataques balísticos y de fuego directo e indirecto (anexo I).

El Hesco, es una estructura prefabricada fácil de transportar y que permite el diseño y construcción de estructuras de protección y fortificaciones efectivas y económicas para emplearlas en las diferentes situaciones expuestas anteriormente.

Para el Ejercito de Tierra Español, son las empresas del grupo TFL [7] las que ofrecen los medios HESCO, aportando una amplia gama de modelos y de materiales, para el empleo de esta herramienta en los diferentes teatros de operaciones.

- Muros como protección a fragmentación y onda expansiva (T-WALL). Los muros, en un escenario urbano, representan una protección contra la metralla que limita el rango de acción de los fragmentos proyectados, e incluso la onda expansiva se ve limitada detrás de los muros siempre que permanezcan intactos. El tipo de explosión y la distribución de sus fragmentos, influye en la elección de los materiales y en el diseño de la estructura, considerando el radio de acción de una bomba como la distancia de seguridad que se debe establecer. Son muros de hormigón de entre 3 y 6 metros de alto, son modulares y prefabricados, se utilizan para la construcción rápida y sencilla de paredes. Se transportan sobre camiones y se colocan usando carro de zapadores CZ 10/30 E, equipado con una grúa.

6 Análisis de los procedimientos llevados a cabo por las unidades de Ingenieros del ET.

Los trabajos para dicha constitución se dividirán a nivel sección, buscando en todo momento el cumplimiento de las necesidades y el cumplimiento de normativas; criterios funcionales y estéticos, etc...

En este trabajo, nos centraremos en el estudio de frenar SVBIED de forma masiva en ZURB. Para ello, la Compañía de Zapadores Mecanizados constituirá una POSDEF de GT, que permita concentrar cerca de 300 personas, en el interior de una ZURB, aislando mediante un bloqueo de sus avenidas, estableciendo un conjunto de medidas y medios de protección y CMOV; que permitan frenar ataques por SVBIEDS; entre los que se encuentran los T-Wall/Hesco, alambrada, CMAS/TMAS.

La constitución de la POSDEF en el interior de la ZURB, hace alusión a una “*cabeza de playa*”, para controlar y garantizar la seguridad de la unidad allí desplegada y el área correspondiente de la ZURB para futuras operaciones.

La Unidad de zapadores, desplegará los diferentes obstáculos a nivel Sección, para impedir la penetración de unidades enemigas en el perímetro, como los CMAS/TMAS y alambradas. Siempre se buscará el equilibrio entre las necesidades y el cumplimiento de normativas; criterios funcionales y estéticos, etc...

Se desplegarán teniendo en cuenta:

- Las áreas de alto riesgo.
- Agrupación de las áreas de alto riesgo.
- El análisis de los terrenos adyacentes.

Además, se emplean elementos como los T-Wall/Hescos y check points, para aumentar la seguridad de la POSDEF.

Previamente al establecimiento de la POSDEF, el GT avanzará a lo largo de una vía urbana (siguiendo el protocolo habitual), para llegar a controlar el determinado sector del núcleo urbano. Las edificaciones, en las ZURB en las que suelen desplegar las FAS (África y Oriente Medio), son numerosas, predominando las construcciones de una o dos plantas. Las avenidas de la población son estrechas para los medios mecanizados, dificultando su movimiento. Sin embargo, estos proporcionan protección al personal.

Dentro del GT, la Compañía de Zapadores mecanizados, se encontrarán a vanguardia del GT, teniendo como misión el apoyo a la movilidad, en la progresión por un eje urbano. La distribución interna de esta Compañía se dividirá en elementos de combate y de apoyo [16, pág.1-4]:

- Los elementos de combate, se dividirán en vanguardia, 2 secciones, y retaguardia, 1 sección, constituyendo los equipos de protección y mando, encontrándose así los elementos de combate en disposición de abrir fuego ante posibles ataques por ambos.

- Los elementos de apoyo, compuestos principalmente por máquinas blindadas y elementos logísticos, se encontrar en el grueso debido a su falta de capacidad en el combate y por ser consideradas un elemento crítico.

A lo largo de su eje de progresión urbano, la Compañía de Ingenieros, puede encontrarse con obstáculos combinados enemigos compuestos por: merlones de escombro y tierra compactada, masas de IEDs, SVBIEDs.

Tras el desarrollo de la situación y la resolución de la entrevista correspondiente (anexo A), se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La falta de obstáculos perimetrales para impedir la penetración de SVBIEDs ante un ataque masivo. Pese a la seguridad perimetral proporcionada por alambradas y T-Walls/Hescos; sería ineficiente/insuficiente ante un ataque masivo por SVBIED, ya que una vez superado el CMAS; por paso de los vehículos o detonación de las minas; la alambrada y los muros serían vulnerables ante este tipo de ataques, a pesar de estar cubiertos por el fuego de las armas y la fusilería simple.
- La dificultad de detección un posible ataque por SVBIED. El tener equipos de vigilancia en los edificios, no facilita la detección de este tipo de ataques, debido al tipo de edificaciones de este tipo de teatro de operaciones, ya que los equipos de cámaras al ser un material sensible y reducido únicamente se emplean en las bases de las afueras de la ZURB.
- La dependencia en la Unidad de Apoyo por parte de las Unidades de Zapadores Mecanizados, ralentiza el desarrollo de los obstáculos y los elementos de protección. Ya que dicha unidad cuenta con las principales máquinas y componentes para el desarrollo de los trabajos de fortificación.
- El empleo de CMAS/TMAS, se podría mejorar implantando el sistema SAZEC.
- El empleo de CMAS, resulta complicado debido a que este tipo de ZURB no suele presentar amplias avenidas, provocando que exista un exceso de material.
- La falta de elementos tecnológicos para predicción y prevención de ataques sobre el terreno.
- La pérdida de importancia de la función de CMOV durante las últimas décadas por parte del Ejército Español.

Como resumen general de las situaciones, se va a proceder a realizar un análisis DAFO, para agrupar las debilidades expuestas, detectar las amenazas, exponer las fortalezas y oportunidades, que se han detectado en el análisis de los procedimientos y el entorno operativo, para así discernir sobre la adición y empleo de futuros elementos y procedimientos.

| DEBILIDADES | AMENAZAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Empleo de materiales y equipos obsoletos. Carencia de suficientes obstáculos de protección ante un ataque enemigo masivo por SVBIED. Carencia de detectar con antelación el ataque enemigo en ZURB. Las Secciones Mecanizadas dependen de los equipos de la Sección de Apoyo. Pérdida de las funciones de CMOV, en el entorno urbano. | <ul style="list-style-type: none"> Enemigo difícil de detectar, mezcla con la población civil pasando inadvertido. Empleo de armamento y material cada vez más sofisticado. Aumento del enemigo en su organización y medios. Suelen contar con el apoyo de la población local. Conocen a la perfección el entorno urbano, lo que supone una gran ventaja con respecto a nuestras unidades. |
| FORTALEZAS | OPORTUNIDADES |
| <ul style="list-style-type: none"> Las Unidades de Ingenieros del ET, cuentan con experiencia en entornos urbanos. Especialización de las unidades de Zapadores en el tendido de CMAS/TMAS (capacidad perdida por la mayoría de los ejércitos aliados). Posibilidad del empleo de Unidades de Zapadores Mecanizados. Posibilidad de mejorar los obstáculos de CMOV y protección con el despliegue y empleo de nuevos materiales y elementos tecnológicos (como el sistema SAZEC). | <ul style="list-style-type: none"> El combate urbano permite una gran movilidad, permitiendo crear y emplear una amplia gama de procedimientos y materiales. Posibilidad de emplear materiales baratos, fáciles de desplegar y que se pueden encontrar o realizar en la misma ZURB. |

Tabla 2. Análisis DAFO, elaboración propia.

Además, basándonos en lo expuesto en el DAFO, se va a proceder a realizar una matriz de riesgos, demostrando lo que implicaría que un SVBIED fuera empleado sobre nuestra POSDEF en función de la cantidad de explosivo, velocidad del vehículo, tipo de vehículo y nivel de fortificación desplegado.

| AMENAZA SVBIED | CARGA DE EXOLISIVO (Kg de TNT) | VEHÍCULO | |
|---------------------------|--|------------------------------|-------------------|
| | | VELOCIDAD en Km/h | PESO en Kg |
| MUY ALTA | 450 | 80 | 1800 |
| ALTA | 225 | 80 | 4500 |
| MEDIA | 100 | 24 | 1800 |
| BAJA | 25 | 24 | 4500 |

Tabla 3. Clasificación amenaza SVBIED [30, cap16, pág. 189-191], elaboración propia.

| | | MATRIZ DE RIESGOS | | | |
|-------------------|----------|------------------------|------|------|------|
| | | NIVEL DE FORTIFICACIÓN | | | |
| | | CMD | OLIG | OMED | OFTE |
| AMENAZA SVBIED | MUY ALTA | INT | INT | IMP | IMP |
| | ALTA | INT | IMP | IMP | MOD |
| | MEDIA | IMP | IMP | MOD | MOD |
| | BAJA | MOD | MOD | MOD | TOL |

Tabla 4. Matriz de riesgos por amenaza SVBIED [30, cap13, pág. 155-160], elaboración propia.

Los niveles de fortificación se clasifican en [1, cap.24, pág. 1-9]:

- CMD (Posición en condiciones mínimas de defensa). Impedir la capacidad enemiga de maniobrar y debe contar con asentamientos de las armas más importantes de la defensa y obras a barbeta.
- OLIG (Posición con organización ligera). Enterrar a barbeta a la práctica totalidad de la Unidad.
- OMED (Posición con organización media). Proporcionar abrigos de descanso al personal y protección vertical a las armas/lugares más importantes.
- OFTE (Posición con organización fuerte). Protección vertical general de la Unidad y empleará el hormigón para mejora de la protección.

La interpretación de los riesgos:

- INT (Riesgo intolerable). Muy difícil reducir el riesgo ante la cuestión de estudio.
- IMP (Riesgo importante). Deben tomarse medidas de protección inmediatamente ante la amenaza en cuestión.
- MOD (Riesgo moderado). Deben tomarse medidas de protección en un periodo determinado ante la amenaza en cuestión.
- TOL (Riesgo tolerable). Medidas de protección eficientes ante la amenaza en cuestión.

Para su elaboración, nos hemos basado en la tabla 3, en los niveles de fortificación [1, cap24, pág.1-9] y en la observación de los impactos por C-90 a T-Wall/Hescos, durante la práctica llevada a cabo en la continuada de San Gregorio (14-15/10/2020).

7 Análisis de elementos que podemos añadir a este procedimiento.

En este apartado se van a analizar diferentes elementos que podríamos añadir a las Unidades de Ingenieros que operan en ZURB.

7.1 Dientes de dragón.

Es un elemento pasivo, ya que carece de partes móviles y es empleado para absorber la energía del impacto y transmitirla al terreno. De estructura piramidal cuadrada, fabricada en hormigón armado. Fueron empleados a gran escala durante la IIGM, como se puede observar en las fortificaciones de la Línea Sigfrido (figura 4). El diente típico tiene unas dimensiones de 90cm o 120cm de alto.



Figura 4. Imágenes dientes de dragón Línea Sigfrido, Wikipedia.

Es un elemento sencillo, fácil de fabricar y de bajo coste económico. Además, este tipo de material, puede ser transportado a la zona deseada, mediante vehículos de carga o realizarse in-situ sobre el terreno, ya que el hormigón alcanza su resistencia máxima a los 4 días de iniciar el fraguado, finalizando a los 24-27 día, empleando HA 25 (hormigón armado). Es importante destacar, que este elemento de fortificación es empleado para frenar la acción de un carro de combate, por lo que es lo suficientemente capaz para frenar un SVBIED. En este caso, se colocaría a vanguardia de nuestra posición defensiva, y se encontraría adherido al suelo, para así ser capaz de aguantar el impacto. Además, se pueden hacer de manera improvisada con una base de zapata y el empleo de un bidón lleno de hormigón.

El material necesario para su realización consta de:

- Equipo de soldadura con electrodos.
- Plástico de encostrar.
- Arena, grava y hormigón.
- Armadura, 10 m de hierros de diámetro 12mm (por diente).
- 30 m de tablero de madera, 5 por diente.
- Auto hormigonera.

Otra modalidad serían los llamados campos de espárragos. Sin embargo, este tipo de obstáculo pese a ofrecer unos resultados similares, no resulta fácil de transportar y afecta seriamente al mobiliario/estética de la ZURB.



Figura 5. Campo de espárragos continuada en el RING 1, elaboración propia.

7.2 Hedgehog Checo (Erizo Checo).

Es un obstáculo anti-tanque, constituido por 3 vigas angulares o vigas en L, capaces de soportar 60 toneladas de fuerza; 600 kN; realizando un efecto de retención. Dos de los brazos del erizo se suelen conectar durante su montaje, y el tercer brazo se conecta sobre el terreno. Las vigas en los extremos presentan unos cuadrados, llamados "pies", esto evita que la estructura se hunda en el terreno, así como muescas para la fijación de alambre de púas.



Figura 6. Erizos checos en la guerra de los 10 días, fuente Wikipedia.

Los primeros erizos empleados, fueron construidos de hormigón armado, pero estos demostraron ser ineficaces, debido a que eran sustancialmente dañados por el fuego de ametralladoras y sus restos eran empleados por el enemigo para favorecer su avance.

Las versiones actuales de los erizos, cuentan con vigas de 2,1 metros de longitud, soldadas o unidas por placas de refuerzo, remaches y pernos, en una cruz de tres brazos formando cada barra en ángulo recto con los otros dos, completando una estructura de unos 240 kg. Sin embargo, se podría construir de cualquier material, siempre y cuando entre sus especificaciones.

El erizo, es muy eficaz para una línea de defensa, entre sus ventajas destacan:

- Este mantendría su función a pesar de ser volcado por una explosión cercana.
- Proporcionan una escasa cubierta para las unidades de infantería.
- Fácil de transportar, pudiendo ser empleado en una posición extensa.
- Su eficacia reside en sus dimensiones, combinados con el hecho de que un vehículo que intentara conducir sobre él, probablemente se atorarse y quedase dañado.

A pesar de que, las pruebas llevadas a cabo por el ejército checoslovaco tras la IIGM demostraron la baja eficiencia de los erizos contra vehículos pesados, como los carros de combate (el Soviet ISU-152 y T-54 o Panther) [19]. Actualmente, el erizo de metal todavía se usa como control de carretera contra los vehículos de ruedas, por ese motivo este podría resultar útil y efectivo para frenar un ataque empleando SVBIED, pudiendo ser considerados especialmente eficaces en ZURB.



Figura 7. Imagen de resultados de pruebas de resistencia [19].

7.3 Banda de garras (Spike strip).

Es un dispositivo empleado para detener el movimiento de los vehículos de ruedas a través de la punción de sus neumáticos.



Figura 8. Miembros del ejército de EEUU desplegando Spike strip, fuente Wikipedia.

La banda de garras, con una longitud de entre 35 a 75 cm de largo, está compuesta por dientes o puntas de metal llamadas “espiñas” diseñadas para perforar y aplanar los neumáticos de los vehículos de ruedas.

Uno de los modelos actuales, es la banda de garras X-Net, fabricado por la empresa británica de defensa QinetiQ. Es un sistema portátil no letal para detener vehículos por completo con un daño mínimo, considerado rápido, eficaz y seguro.



Figura 9. Resultados de las prácticas del X-Net, [27].

Fue desarrollado en el Reino Unido para satisfacer las necesidades de detención de vehículos del ejército británico. Tiene puntas de acero para perforar los neumáticos, y se enreda alrededor de las ruedas delanteras, deteniendo el vehículo. Diseñado para hacer que el vehículo derrape en una línea recta, sin desviarse de forma impredecible. Esta, es desplegada por dos personas en menos de un minuto. La fuerza de retardo es inferior a 1g, siendo para los vehículos más grandes una potencia de frenado efectiva entre 3 y 10 toneladas, permitiendo la captura rápida y segura de vehículos. Además, este sistema, redujo el riesgo de que el vehículo objetivo continuara durante algún tiempo y distancia antes de detenerse, siendo esta una distancia similar a una parada de emergencia.

Las bandas de garras, son una herramienta muy empleada por los cuerpos de policía, debido al aumento de los ataques de vehículos terroristas.

7.4 Radar.

Esta herramienta se puede añadir al procedimiento utilizado para parar un SVBIED con el objeto de aumentar su eficacia. Los radares o cinemómetros, son instrumentos para medir la velocidad, utilizados para controlar los límites de velocidad en las carreteras.

Los radares los podemos clasificar según su tecnología y según el tipo de uso:

En función de su tecnología se pueden dividir en:

- **Radares láser:** usan la tecnología LIDAR (Light Detection and Ranging). El radar láser permite medir la distancia existente entre el emisor láser y el objeto (el vehículo) empleando un haz láser pulsado. Esta distancia se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección por el reflejo de la señal.

- **Radares de ondas:** engloba a la mayoría de los radares de tráfico actuales, los cuales basan su funcionamiento en el efecto Doppler. Los equipos envían ondas electromagnéticas que rebotan en los objetos, cuya velocidad se quiere medir, y que vuelven a la antena que los emite. En función de la diferencia de frecuencia, es posible conocer la velocidad a la que circula el objeto de estudio.

En general, los radares láser son más sencillos de mantener, manejar y transportar; que los radares de ondas. Presentan un coste de adquisición y mantenimiento menor, son más difíciles de detectar y son capaces de obtener la velocidad del objetivo en tan sólo 3 décimas de segundo.

Sin embargo, los radares que utilizan la tecnología láser también cuentan con ciertos inconvenientes:

- Solo pueden usarse en estático.
- Según los datos de la DGT, si llueve, hay niebla o alta humedad, la tasa de fallo puede alcanzar valores de hasta el 60 debido a los fenómenos de reflexión y refracción (explicar a pie de página), lo que implica un cambio en la trayectoria del rayo.

Por lo anteriormente expuesto, se puede establecer que:

- En función del objetivo y de la capacidad a alcanzar, se podrían emplear cualquiera de las dos herramientas.
- Es preferible el empleo de un radar móvil a uno fijo o de tramo ya que permite una mayor movilidad de operaciones dentro de una ZURB gracias a que es rápido y fácil de desplegar, existiendo un amplio abanico de formas de uso. Es importante destacar que este tipo de radares están especializados en su empleo con tecnología láser.

Basándonos en estas características expuestas anteriormente, se han elegido dos radares en el mercado actual que cumplen con las citadas-características y objetivos, estos son el Multiradar C y el radar Mesta Fusión (radar Morpho).

7.4.1 El Multiradar C.

El Multiradar C, es uno de los radares más modernos, de los denominados indetectables. Fabricado por la compañía alemana JENOPTIK Visual Systems GmbH y distribuido en España por Tradesegur. Esta empresa, se basa en la ingeniería optoelectrónica, que distribuye este tipo de sistemas a nivel mundial y cuenta con diversas áreas especializadas en seguridad de tráfico y sistemas de defensa/sistemas civiles.

Es un cinemómetro que puede controlar desde 6 hasta 9 carriles diferentes al mismo tiempo. La mecánica de funcionamiento es similar a la de la mayoría de los radares de velocidad, empleando tecnología láser, emitiendo en distintas frecuencias, detectando rebote de esta, tras varios de estos rebotes se puede conocer a qué velocidad se aleja o acerca un vehículo por su triangulación en el espacio.

El Multiradar C, es casi indetectable para la mayoría de dispositivos antiradar, ya que emplea tecnología láser, emitiendo ondas de alta frecuencia a muy baja potencia, en la banda K (18-26,5 GHz) y sin luz láser visible, a diferencia de la mayoría de radares que utilizan la banda Ka, en un rango de frecuencias entre los 26,5 GHz y los 40 GHz.

El Multiradar C, es poco visible a nuestros ojos, pero invisible a otros métodos de detección. Para cuando se ha advertido su presencia, este ya ha detectado al objetivo. Este radar, está homologado en nuestro país.

| Características técnicas del Multiradar C | |
|---|--|
| Radar homologado | Con discriminación automática de carril. |
| Rango de temperatura de funcionamiento | Entre -20 y +60°C. |
| Tensión de funcionamiento. | 12 V DC ±15%. Dando lugar a un consumo muy reducido, hasta un 40% de ahorro |
| Equipo Fotográfico Color (seleccionable monocromo) de | 1,4/5/11, con capacidad de hasta 40.000 fotos y conectable vía RS-232, USB, Ethernet. |
| Filtro anti-reflejos e identificación OCR | De matrícula y foto clara del conductor. |
| Sucesión de Flashes | Cada 0,5 segundos. |
| Pantalla de 6,5 pulgadas TFT | Resolución 640×480 con botonera propia. Imágenes de alta resolución, cámaras de 6 y 16 Mpx |
| Antena con rango de medición de 20 a 300 Km/h | Con dirección de medición seleccionable (en dirección a la marcha, en contra o ambas) |
| Control de hasta 6 carriles en ambas direcciones | Identificando al vehículo e infractor entre otros que estén presentes en la vía y dentro del cono de radar |
| Posibilidad de control remoto | Vía Wifi, Lan, 3G/Gprs... |
| Configurable para identificación. | De tipo de vehículo (Camión, coche...) y para sancionar según velocidades programables y en horarios distintos |
| Frecuencia de funcionamiento: | Banda K – 24,100 Ghz. ±25Mhz. |
| Potencia de emisión: 100mW, emitiendo un cono de radar con un ángulo de 20 grados respecto a la calzada y 5 grados de ancho (ver imagen). | 100mW, emitiendo un cono de radar con un ángulo de 20 grados respecto a la calzada y 5 grados de ancho (ver imagen). |
| Polaridad de la onda | Vertical |
| Tipo de radar: | Constante (el radar realiza mediciones constantemente). |
| Precisión | ±1 Km/h. (±1% a partir de 100 Km./h.) |

Tabla 5. Características técnicas del Multiradar C, elaboración propia.

Dentro de la empresa JENOPTIK, podemos encontrar las diferentes versiones del Multiradar C. Sin embargo, únicamente nos vamos a centrar en dos opciones:

- **TraffiStar S350.** Esta versión emplea un sistema de control de velocidad móvil láser e incorpora una cámara de alta resolución. Tiene dos modelos, con despliegue de trípode o dentro de un vehículo. La tecnología láser, de última generación, garantiza que el sistema realice mediciones especialmente precisas y fiables.
La versión de despliegue de trípode, es rápido, ligero y fácil de instalar, permitiendo instalar y desmontar el sistema en poco tiempo. Están equipados con cámaras de alta resolución, una pantalla a color TFT de 6.5 "y un sensor de radar que permite una medición de la velocidad de alta precisión e imágenes claras de los objetivos, las imágenes se muestran en tiempo real.
La versión desplegada dentro de un vehículo es fácil de instalar en la parte delantera, lateral o trasera de un vehículo. La alineación del vehículo y el comienzo de la medición es inmediata, ya que no se requiere aprobación o calibración separada para uso móvil en un vehículo.
- **TraffiStar S290M.** Esta versión emplea el despliegue de trípode y un equipo de radar para control de velocidad móvil sin láser. El sistema utiliza tecnología de radar 3D de

última generación y una cámara de alta resolución dentro de una sola carcasa, las imágenes capturadas se muestran en tiempo real en una pantalla incorporada. Los sistemas TraffiStar S290M son especialmente compactos y ligeros, siendo ideales para el control de velocidad de forma móvil. Estos sistemas se pueden instalar y desmontar en unos pocos pasos en cualquier lugar, permitiendo una reubicación es rápida y flexible. La carcasa cumple con la clase 65 de IP (Código de protección internacional). El sistema cuenta con una batería potente que permite tomar medidas durante un día completo sin cargar.

Estos cinemómetros son algo más caros, rondan los 50.000€, que otros modelos existentes, como el Cirano 500 de Indra o incluso al Autovelox. Sin embargo, aportan una tecnología superior, un menor coste de mantenimiento y un mayor dinamismo en su utilización, al ser equipos rápidos y fáciles de montar, aportarían una gran movilidad y verticalidad, dentro del teatro de operaciones.

Sin embargo, el Multiradar C, a diferencia de otros cinemómetros, solo controla los excesos de velocidad, pero con un alcance muy superior al del resto de cinematógrafos, más de 200 metros.

7.4.2 Radar Mesta Fusion.

Este radar ha sido desarrollado por la compañía francesa Morpho/Idemia (Grupo Safran), considerados como radares revolucionarios. Su ámbito de aplicación es muy amplio, ya que controla casi todo en una longitud de 200 m. Su margen de error es del 1%, siendo capaz de discriminar vehículos, pudiendo diferenciar la matrícula, tipos de vehículo, etc...Estos radares se encuentran en funcionamiento en países como Francia y Alemania, incluso España presenta algunas unidades (en torno a 300 unidades) de la versión en forma de poste y portátil.

| Características técnicas del Radar Mesta Fusion. | |
|--|---|
| Capacidad de seguimiento. | Hasta 32 vehículos. |
| Resolución de imagen. | 24 megapíxeles o más, según los carriles. |
| Detección de luz roja no intrusiva. | Sí. |
| Velocidad máxima de detección. | Hasta 320 km / h |
| Medición de velocidad precisa. | +/- 3% (OIML, METAS, LNE y muchos otros) |
| Capacidad de tasa de detección. | Hasta grupo de vehículos preciso separación. |
| Capacidad de supervisión de varios carriles. | Hasta ocho carriles. |
| Capacidad sensores. | De 4 a 6 metros para minimizar el enmascaramiento. |
| Distancia de detección. | Hasta 150 m. |
| Configuración. | Control de luz roja y control de velocidad en modo de aproximación y retroceso. |
| Condiciones climáticas extremas | -40 ° c a + 55 ° c, 95% HR, IP 66. |
| Capacidad para clasificar vehículos | Sí. |

Tabla 6. Características Radar Mesta Fusion, elaboración propia.

Para el objetivo de éste trabajo, es importante destacar su utilidad en:

- Los límites de velocidad por carretera y por categoría de vehículo (capacidad para analizar hasta 8 carriles y 32 vehículos simultáneamente).
- Detenciones en los cruces de vías. Ya que SVBIED, pueden detenerse en dichos cruces a la espera de que pase su objetivo, pudiendo ser este un determinado convoy, tipo de unidad o un sujeto al que pretendan realizar un atentado.
- La falta de uso de cinturones de seguridad. En general, en los ataques con SVBIED, el conductor del vehículo no suele llevar el cinturón de seguridad, ya que el propio conductor fallece en el ataque.
- Detecta diferentes tipos de vehículos, pudiendo distinguir un coche, una moto, un camión, un autobús...

7.5 Sistema SAZEC.

Es un sistema de armas de zona, empleado para discriminar al enemigo, bajo la autorización expresa de una persona, basándose esta en los datos recibidos por un conjunto de sensores.

Este es un sistema de armas con efecto contra-personal, ya que, según el Tratado de Ottawa, el uso de minas contra-personal están prohibidas (ver anexo H).



Figura 10. Ejemplo de imagen captada por sensores y cámaras del sistema SAZEC, [13, pág.3].

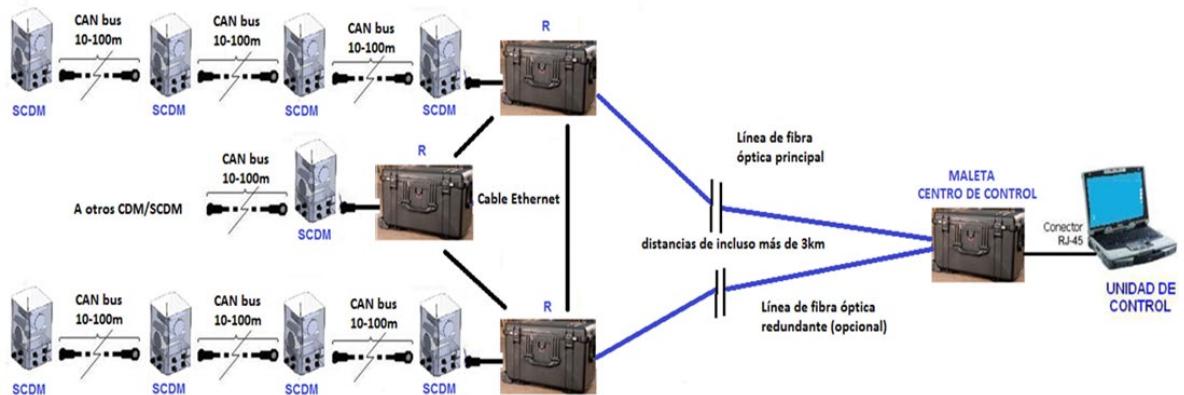


Figura 11. Esquema general del sistema SAZEC, [13, pág. 3].

El sistema presenta las siguientes características:

- Permite discriminar ante intruso y amenaza.
- Presenta un despliegue rápido, automatizado y flexible.
- Contiene la posición GPS de todos los elementos.
- Presenta conexión inalámbrica (para distancias cortas <300m) y conexión a través de cable (distancia amplia, entorno a los 3 km).

Los diferentes elementos de los que se compone el sistema, además de las minas, son [13, pág. 2-5]:

- Centro de control: Recibe información de los sensores y puede actuar sobre ellos y las armas.
- Sensores primarios: Permiten detectar la presencia de intrusos en la zona. Está integrado por CDM (Controlador disparo múltiple), SCDM (Sensor controlador de disparo Múltiple) y TIR (Radar de imagen térmica).
- Sensores secundarios: Permiten identificar intrusos. Se componen de cámaras de largo y corto alcance.
- Armas: tienen espoletas electrónicas, permitiendo el disparo remoto desde el CC, tras detectar e identificar la intrusión. Hay de dos tipos:
 - Direccionales. Radio mortalidad: 25 m.
 - Salto. Radio mortalidad: 10 m.

Pese a otorgarnos la ventaja de discernir entre un objetivo u otro, este sistema presenta limitaciones como [17, cap. 4]:

- La distancia máxima entre el CC y el elemento más cercano del sistema debe ser 3 Km.
- Va conectado por cable.
- La información que envía tiene un ancho de banda entre 30 – 50 Mb/s.

Con respecto a la autonomía del sistema, por defecto es de cuatro días para los sensores secundarios, y del TIR es de dos días, aunque dependerá de su uso. La cámara de corto alcance, tiene unas maletas de baterías pesadas (45 Kg) difíciles de camuflar, sin embargo, estas subsanan el problema de la autonomía poniendo varias maletas en serie, teniendo cada maleta una autonomía de 19 horas.

8 Selección de los equipos adicionales y experimentación.

Tras analizar el posible escenario, las características de cada material y las encuestas realizadas a los miembros del RING 1 (anexo B), en este apartado se van a proponer una serie de modificaciones en la orgánica y la incorporación de nuevos materiales a los paquetes de equipos. En base a esto, se considera que la hora de establecerse en condiciones de defensa, se podría obtener mejores resultados y mayor eficiencia, con la incorporación de diferentes elementos:

- Como elementos físicos, los dientes de dragón y el erizo checo. Estos proporcionan una mayor protección, ya que suponen dos obstáculos capaces de dificultar/parar el avance de los SVBIED, antes de que lleguen a los T-Wall/Hescos de la POSDEF. Pese a la gran

eficacia del X-Net, no se propondrá este elemento debido a su falta de eficiencia ante un ataque masivo por SVBIED. Además, su empleo, implicaría el uso de efectivos a vanguardia de la POSDEF, exponiendo en exceso al personal, constituyendo un riesgo innecesario.

- Como elemento tecnológico, se podría añadir el Multiradar C y el sistema SAZEC. El despliegue de un radar a vanguardia de nuestra POSDEF, aportaría las siguientes ventajas:

- Prevenir a nuestras unidades como mínimo 500 m de ventaja; desde la línea más a vanguardia; lo que supondría ganar entre 1 y 2 minutos; ver anexo X; para establecer los protocolos de seguridad existentes.
- Su despliegue en vanguardia, permite prescindir del empleo de unidades en dicha posición y en posiciones elevadas en los edificios de la zona. La detección del vehículo por parte del radar hace inútil la misión de los observadores en alturas; salvo en el caso de los francotiradores.

Dentro de los radares, el Multiradar C es superior. Se puede observar en la siguiente tabla comparativa, basado en las características de ambos cinemómetros.

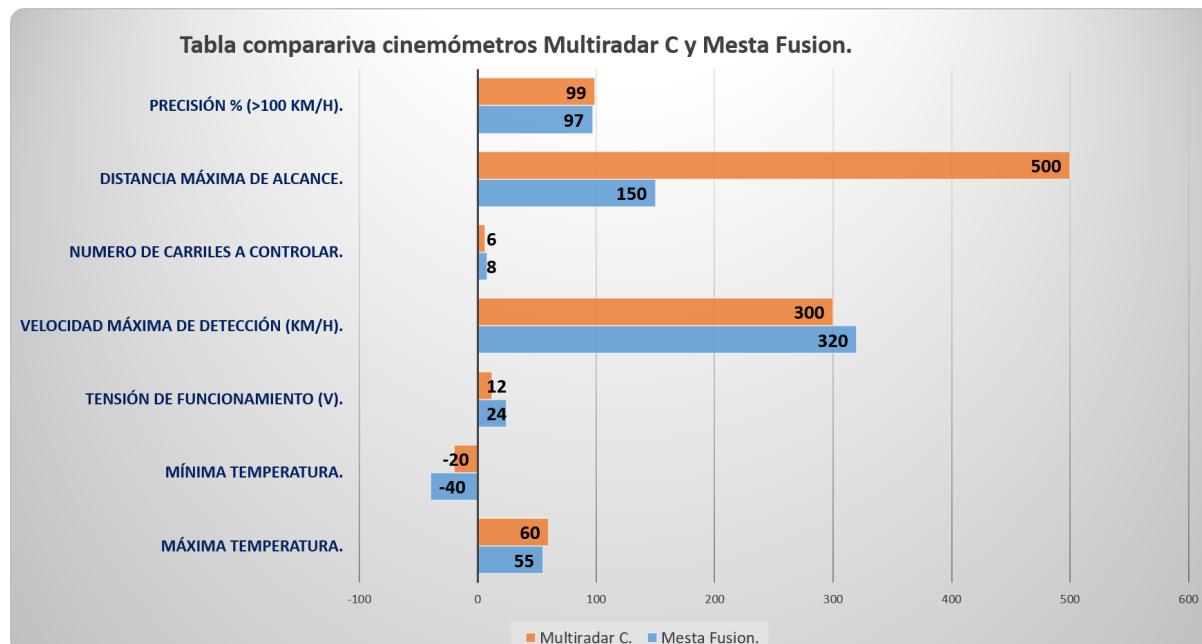


Tabla 7. Tabla comparativa de los cinemómetros, elaboración propia

El Multiradar C, cuenta con una mayor distancia de detección; lo que dota a las unidades de mayor tiempo de reacción; además necesita una menor tensión de alimentación; que facilita su empleo sobre el terreno gracias al uso de grupos electrógenos, unido a una mayor precisión.

El Multiradar C, en comparación con sus homólogos existentes en el mercado, cuenta con mayor autonomía, calidad de imagen y capacidad de detección (anexo F Y G).

A continuación, se muestra una tabla comparativa; de los principales radares que se encuentran activos en territorio nacional; basado en las capacidades que poseen los diferentes radares, que se muestra a continuación:

| | Multiradar C | Mesta Fusion | Cirano 500 | Autovelox |
|---|--------------|---|------------|-----------|
| Capacidad de detectar varios vehículos de forma simultanea. | SI | SI | SI | SI |
| Calcula límite de velocidad (>300Km/h) | SI | SI | NO | SI |
| Clasificación de vehículos | SI | SI | NO | NO |
| Resistencia condiciones extremas. | SI | SI | SI | NO |
| Distancia de detección (>200m). | SI | NO | NO | NO |
| Radar homologado en España. | SI | SI | SI | SI |
| Posibilidad de control remoto. | SI | NO | SI | SI |
| Configuración vehículos. Filtro anti-espejos e identificación OCR | SI | NO | NO | NO |
| Radar Doppler | NO | SI | SI | NO |
| Radar láser | SI | NO | NO | SI |
| La empresa fabricante ha desarrollado proyectos para algún ejército | SI | NO | SI | NO |
| Posibilidad de modelo portátil | SI | NO (Si existe pero no homologado en España) | SI | SI |

Tabla 8. Comparativa de los diferentes radares expuestos, elaboración propia.

Dentro de la incorporación del Multiradar C, se seleccionará el modelo Traffistar S350. Además de ofrecer las mismas prestaciones que su homólogo, presenta un trípode, permitiéndonos mayor movilidad, un despliegue fácil del aparato y un amplio abanico de posiciones de despliegue, así como una gran resolución de imagen y capacidad de detección.

La incorporación del sistema SAZEC en los TMAS, proporcionaría una gran ventaja de cara a la detección de posibles incursiones de unidades enemigas a pie, así como la activación de las diferentes medidas para impedir la penetración de SVBIED en nuestra “burbuja” de seguridad, además de dotar a los obstáculos de TMAS de una mayor protección, haciéndolos más efectivos contra las acciones enemigas. El sistema SAZEC, puede emplear medidas contra-personal de forma letal y no letal. En el caso de que un combatiente entrara en la zona de acción del CMAS/TMAS, se activarían las medidas no letales (humos, sirenas, ultrasonidos, etc...). Sin embargo, si un SVBIED intentara penetrar en el perímetro se emplearían medidas letales para detener su avance. Por ende, pese a ser un sistema contra-personal, cumple con lo establecido en la Convención de Ottawa, 18 septiembre 1997.

La combinación de los sensores del sistema SAZEC junto con la capacidad de detectar la velocidad del radar a vanguardia dotaría al miembro de la unidad que controla el SAZEC suficiente tiempo para establecer las contramedidas que considerase oportunas ante una acción hostil. Además, ambas cámaras podrían combinarse, a través de diferentes operarios, abarcando

mayor radio de visión, en términos militares un mayor sector a vanguardia y por ello una gran ventaja.

Además, se va a proponer una reestructuración en las Compañías y Secciones de Zapadores Mecanizados, en su empleo en las ZURB. En el marco de compañía, se propone la eliminación de la Sección de Apoyo, quedando únicamente constituida por tres Secciones Mecanizadas. Esto, permitiría añadir un pelotón más a cada Sección Mecanizada y supondría que cada Sección pueda disponer de maquinaria específica para la realización de los trabajos de protección y contramovilidad, además de más personal. De esta forma se podría trabajar a nivel sección de manera aún más descentralizada, bajo el mando centralizado del jefe de Compañía y con menor dependencia para el empleo de las diferentes máquinas.

Dentro de las propias Secciones, la incorporación de este cuarto pelotón junto con los medios que ello conlleva, permitiría reestructurar su composición y cometidos, permitiendo articularla en:

- Equipo de Zapadores, apoyo y despliegue de elementos a vanguardia (CMAS/TMAS, SAZEC y radares).
- Equipo de Excavación, despliegue de los dientes de dragón.
- Equipo de Metalúrgico, para composición de elementos metálicos.
- Equipo de Construcción, despliegue de los T-Wall/Hesco.

Es importante destacar, que pese a esta diferenciación todos los miembros de la unidad mantendrán su capacidad de zapador además de las capacidades marcadas.

El objeto de esta reestructuración de la compañía y de las secciones, pretende ganar rapidez a la hora de desarrollar los trabajos sobre el terreno, a la par que se reduce la dependencia de las Secciones ante el empleo de la maquinaria técnica que posee la Sección de Apoyo.

Así, toda la Sección podría emplear directamente la maquinaria específica, además de contar con personal instruido en diferentes labores; para la constitución de los diferentes obstáculos/obstrucciones y medios de protección. Con esto se pretende obtener un impulso en la realización de los trabajos, junto con una especialización y versatilidad en su empleo dentro del abanico de posibilidades que posee la espacialidad fundamental de Ingenieros.

Una vez expuesto lo anterior, se han recogido los resultados de la práctica llevada a cabo para comprobar si los nuevos materiales y la reestructuración propuesta, supondría una mejora en la seguridad, así como mayor agilidad y facilidad en el desarrollo de los trabajos de protección.

Debido a la inexistencia del sistema SAZEC y el Multiradar C en el RING 1 y a la imposibilidad de lanzar vehículos contra los obstáculos, los resultados son justificados a través de encuestas (anexo B-1) y de la experiencia ganada durante el desarrollo de la práctica.

Los dientes de dragón, desarrollados para la práctica fueron improvisados empleando bidones llenos de hormigón y una zapata. En la práctica se demostró que son una herramienta eficaz para frenar SVBIED, a la par que se pueden desarrollar de manera improvisada, in-situ sobre el terreno con materiales rudimentarios de la zona.



Figura 12. Dientes de dragón durante continuada en el RING 1, elaboración propia.



Figura 13. Erizo de metal durante continuada en el RING 1, elaboración propia.

En la práctica, el erizo checo también resultó eficaz a la hora de detener SVBIED, siendo además un elemento capaz de ser desarrollado in-situ sobre el terreno y fácil de colocar, permitiendo cubrir una avenida amplia.

Estos ensayos permiten concluir que, el erizo y el diente de dragón se pueden combinar, constituyendo dos obstáculos de CMOV a emplear a vanguardia, para dificultar la intervención enemiga mediante ataques masivos por SVBIED sobre nuestra POSDEF de GT, aumentando así nuestro grado de protección y la seguridad.

Utilizando la metodología de encuestas (anexo B-2), se puede determinar, que el empleo del sistema SAZEC y del Multiradar C-TraffiStar S350, supondría un incremento de nuestras capacidades a la hora de detectar y prever un ataque enemigo; permitiendo a las unidades desplegadas mayor seguridad y capacidad para analizar la amenaza y establecer acciones para efectuar un rechazo efectivo de las fuerzas hostiles. Para que lo expuesto resulte eficiente a nivel Compañía, cada Sección Mecanizada debería contar con:

- Dos sistemas radar TraffiStar S350. Este equipo, permitiría cubrir un amplio sector del terreno.
- Un sistema SAZEC (por obstrucción). El sistema SAZEC, que aportaría un impulso de calidad a las formaciones de minas empleadas en ZURB.

Según las encuestas, la combinación de estos elementos sería un factor determinante para la protección del personal y los equipos durante el combate en ZURB.

Además, la instalación de CMAS/TMAS, junto con el sistema SAZEC deben ir orientados a conseguir un efecto de bloqueo. Evitando cualquier otro tipo de efectos, ya que el objetivo es bloquear al adversario; sobre todo si emplea SVBIED; evitando que se acerque a las proximidades de la POSDEF.

Por último, basándose en encuestas (ver anexo B-3) y la experiencia personal aportada durante la realización de la práctica, se pudo comprobar que la nueva orgánica propuesta, facilitaría el trabajo durante el despliegue y el desarrollo de los diferentes obstáculos y medios de protección sobre la POSDEF, (anexo B-1). Además, la nueva distribución en la Sección

permitiría una mayor especialización y descentralización del trabajo, permitiendo ser una unidad más técnica y especializada a la hora de realizar las tareas.

Gracias a las encuestas (anexo B-3) se puede establecer, que la Compañía debería adquirir un DOZER D7 más, para que cada Sección contara con uno, y la adquisición de una Grúa Luna (ver anexo E), para facilitar el despliegue de los elementos de protección (T-Wall/Hesco) por parte del equipo correspondiente.

En el anexo K, se puede observar un esquema general, en el que se muestran todos los elementos añadidos para cerrar/proTEGER una avenida frente a un ataque masivo por SVBIED. Importante aclarar, que las distancias en este despliegue dependen del alcance máximo de la ametralladora empleada sobre los vehículos (12,7 mm), para garantizar que todos los obstáculos/elementos, están cubiertos por el fuego.

9 Conclusiones y aplicaciones futuras.

Podemos concluir que, la preparación de las Unidades de Ingenieros debe evolucionar, anticipándose a los acontecimientos dentro del ámbito de la seguridad. Siendo clave para ello aumentar los esfuerzos en investigación, para poder responder a los cambios con eficacia, siendo éstos implementados oportunamente en la organización y equipamiento de las unidades.

En este sentido, concluimos que las Unidades de Ingenieros deben realizar minuciosos estudios de los futuros entornos operativos. Se prevé, que estos entornos se encuentren en ZURB densamente pobladas, en los dos continentes más problemáticos actualmente; África y Asia Occidental; generándose ZURBs complejas física, cultural e institucionalmente.

Respecto al análisis de los IEDs, se puede concluir que son un elemento fácil de producir y por ende en constante evolución. Haciendo que nuestro enemigo modifique constantemente su forma de combatir, adaptándose así a los ejércitos occidentales. Dentro de este entorno operativo, una de las principales amenazas son los SVBIEDs, siendo un gran riesgo para las unidades desplegadas en ZURB. Estos factores, generan la necesidad de adaptar y completar con los medios adecuados el diseño del equipo, acorde con los objetivos a alcanzar en el corto, medio y largo plazo; para así poder hacer frente a este tipo de amenazas.

Uno de los objetivos de la memoria, es transmitir la necesidad de innovar los paquetes de material con elementos tecnológicos (Multiradar C y sistema SAZEC), con el objeto de aumentar nuestras capacidades sobre el terreno, a la par que incrementar la seguridad de nuestro material, equipo y obstrucciones (CMAS/TMAS). Además, debido a la falta de medios y obstrucciones para frenar un ataque masivo SVBIEDs por parte de las Unidades de Ingenieros, se ha propuesto recuperar elementos no usados desde la IIIGM. Aunque simples, son fáciles de desplegar sobre el terreno; baratos, sencillos de fabricar de forma masiva, además de proporcionar un alto grado de protección combinándolos con los equipos actuales y las mejoras tecnológicas. Paralelamente, se ha propuesto un cambio de la orgánica dentro de las Unidades de Ingenieros, para su empleo en ZURB. Pretendiendo dotar a las mismas de una mayor flexibilidad, eficiencia y seguridad, a la hora de realizar los diferentes trabajos en la ZURB, junto con una mayor especialización.

Como conclusión final, este trabajo, pretende transmitir la necesidad impulsar de nuevo la función de CMOV por parte de las FAS, debido a su pérdida de importancia en las últimas

décadas por el cambio que sufrieron los conflictos armados. Por ello, tras analizar las debilidades de nuestras unidades y las amenazas que proporcionan dichos entornos; las Unidades de Ingenieros, deben recuperar dicho impulso, a través de la modernización de sus medios y mejora de su orgánica, combinada con elementos ya existentes; los cuales, empleados de forma eficiente coadyuvan a una mejora en la seguridad y protección.

Bibliografía.

- [1] Mando de Adiestramiento y Doctrina, Táctica y logística de ingenieros AGM-CM-013, 4º EMIEOF CGET-INGENIEROS, Departamento de ciencia militar, uso interno Fuerzas Armadas, Ministerio de Defensa.
- [2] Capitán Alberto Cacho García (Jefe CÍA ZAP MZ 2/I/1), (2019), NOP. 40400 4 601/ 19 Apoyo a la contramovilidad en zona urbana, Mando de Ingenieros Cuartel General, Ministerio de Defensa.
- [3] Car bombs as weapons of war ISIS'S Development of SVBIEDS, (2019), Hugo Kaaman.
- [4] Athena Paper, Vol. 2, No 4 Artículo 3/11, Los artefactos explosivos improvisados, (2007), Fernando M. Mañas y Javier Jordán.
Disponible en <https://www.files.ethz.ch/isn/47311/Vol2%20No%204%20Art%203.pdf>
- [5] Sous direction de la formation Ecole de la DRHAT, Mémento de sauvegarde protection en opération, (2010), Ministère de la Défence.
- [6] Mando de Ingenieros, Obras tipo para la protección de la fuerza, (2017), Ministerio de Defensa.
- [7] TFL Defence, Engineers handbook Hesco Bastion forcé protection.
- [8] Centro superior de estudios de la Defensa Nacional, La seguridad frente a artefactos explosivos, (2009), Documentos de Seguridad y Defensa.
- [9] División de Operaciones, (1994), Manual de instrucción Sección de Zapadores Mecanizada MI4-401, Estado Mayor del Ejército.
- [10] Área de Ingenieros (IIIBON / DIAE), (2020), Fichas de tarea Ciclo C-IED AGM MI “BLAEX” _Búsqueda y Localización de Amenazas Explosivas.
- [11] Instituto Español de Estudios Estratégicos, (2016), Análisis comparativo de las capacidades militares españolas con las de los países de su entorno, Cuadernos de Estrategia 179, Ministerio de Defensa.
Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/cuadernos/CE_179.pdf
- [12] SAZEC, (2018), Brigada “ALMOGAVARES” VI de paracaidistas, Ministerio de Defensa.
- [13] Capitán Alberto Cacho García (Jefe CÍA ZAP MZ 2/I/1), (2018), Informe demostración del sistema SAZEC, Mando de Ingenieros, RING1.
- [14] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2017), PD3-314, C-IED, Dirección de investigación, doctrina, orgánica y materiales, Ministerio de Defensa.
Disponible en http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb

[15] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2016), PD3-316, Ingenieros de los Fuerzas Terrestres, Dirección de investigación, doctrina, orgánica y materiales, capítulos 3 y 5 Ministerio de Defensa.

Disponible en http://madoc.mdef.es:5500/Apli/D_BibliotecaVirtual.nsf/InicioWeb

[16] Capitán Alberto Cacho García (Jefe CÍA ZAP MZ 2/I/1), Apertura de brecha CZURBZ, BON I/I, 2^a CÍA MZ, Ministerio de Defensa.

[17] Capitán Alberto Cacho García (Jefe CÍA ZAP MZ 2/I/1), Empleo de los zapadores en el combate urbano, BON I/I, 2^a CÍA MZ, Ministerio de Defensa.

[18] Mando de Adiestramiento y Doctrina, (2003), OR5- 401, Campos de minas. Procedimientos operativos (2^a Ed.), Ministerio de Defensa.

[19] Prueba del ejército checoslovaco (antigua URSS) de erizo de metal contra carros soviéticos,

Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=kkI3gjwBoY8>

[20] Ilustraciones y planos dientes de dragón.

Disponible en <https://atlas.archi/obstaculos-antitanque-i/>

[21] Idemia,(2019), Manual cinemómetro Mesta Fusión

Disponible en <https://www.idemia.com/sites/corporate/files/product-downloads/file-2019-07/mesta-fusion-idemia-brochure-201911.pdf>

[22] Safran/Morpho, (2016), video funcionamiento cinemómetro Mesta Fusion

Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=wxHqkHNOfHE>

[23] Jenoptik,(2020), Manual cinemómetros Multiradar C.

Disponible en <https://www.jenoptik.com/>

Disponible en <https://www.jenoptik.com/products/road-safety/speed-enforcement/mobile-speed-cameras>

Disponible en <https://www.jenoptik.com/products/road-safety/speed-enforcement/mobile-speed-cameras>

[24] Tradesegur, (2016), Catálogo cinemómetro Multiradar C, pág. 6-7.

Disponible en <http://www.tradesegur.com/pdf/svial/IN-100000.pdf>

[25] Indra,(2020), Datos cinemómetro Cirano 500.

Disponible en <https://www.indracompany.com/es/radares-fijos-moviles>

[26] Sodi Scientifica,(2011), Manual del cinemómetro Autovelox.

Disponible en https://www.comune.cinisello-balsamo.mi.it/IMG/pdf/manuale_istruzioni_autovelox_105se_pagine_1-52.pdf?44821/7cb9464b9ba4ae22e01cc0258e0c7163021c591f

[27] Quinetiq,(2017), Manual del X-Net.

Disponible en <https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/code-temp-traffic-management/docs/X-Net-3T-LH-User-Manual-V7-24-4-18.pdf>

[28] Quinetiq, Datos del sistema de detección de vehículos X-Net.

Disponible en <https://www.qinetiq.com/en/what-we-do/services-and-products/vehicle-arrest-system>

[29] Datos y características de las diferentes unidades y equipos del ET, Ministerio de Defensa.

Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/index.html>

[30] Comandante de Ingenieros Manuel Blasco Gómez, (2011), Fortificación, Escuela Politécnica Superior del Ejército, Ministerio de Defensa.

[31] Descripción y uso C-90-CB-BK (M3), Instalaza S.A.

ANEXO A-Entrevistas.

Entrevista debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que ofrecen los procedimientos y medios con los que cuentan las Unidades de Ingenieros.

Nombre: Álvaro.

Apellidos: Barcenilla Sastre.

Empleo: Teniente.

Especialidad fundamental: Ingenieros.

Unidad: RING1.

Fecha: 11/09/2020

Esta entrevista se ha realizado de manera presencial, tomándose la información manualmente.

Exposición del caso práctico propuesto al entrevistado es el siguiente.

La Compañía de Zapadores Mecanizados de la que usted forma parte tiene la misión de constituir una POSDEF de GT en el interior de una ZURB, aislando la misma mediante un bloqueo de sus avenidas, estableciendo un conjunto de medidas y medios de protección; entre los que se encuentran los T-Wall/Hesco, alambrada, CMAS/TMAS. Previamente el GT, avanzará a lo largo de una vía urbana (siguiendo el protocolo habitual), para llegar a controlar el determinado sector del núcleo urbano. Los trabajos para dicha constitución se dividirán a nivel sección, buscando en todo momento el cumplimiento de las necesidades y el cumplimiento de normativas; criterios funcionales y estéticos, etc...

La ZURB en la que desplegará las la Compañía Mecanizada, presenta numerosas edificaciones predominando las construcciones de una o dos plantas, y avenidas estrechas.

Ante la situación expuesta, responda a las siguientes preguntas.

I. ¿Considera usted que existe una falta de obstáculos perimetrales a la hora de realizar el despliegue y fortificación de una POSDEF en ZURB, siguiendo los procedimientos actuales?

Si, sería necesario adquirir o contemplar de alguna manera elementos que sin alterar la estética de las calzadas, sean capaces de frenar un posible ataque del enemigo mediante el uso masivo de SVBIED.

II. ¿Respecto a la pregunta anterior, considera que la organización existente, es ineficiente ante un ataque masivo de SVBIED?

Si, considero que se deberían adquirir o adaptar tecnológicamente los elementos existentes para poder frenar dichos ataques.

III. ¿Cree usted que, con los medios y procedimientos empleados actualmente, se pueden detectar con suficiente anticipación un ataque por SVBIED?

Creo que no se está adecuando el nivel tecnológico para la detección temprana de estos elementos. Por ello considero oportuno implementar diferentes sistemas adecuados a la tecnología existente para una detección más eficaz y eficiente.

IV. ¿Cree usted que el emplear personal en las edificaciones existentes en este tipo de entornos operativos, resultan eficientes para la detección de un ataque por SVBIED o es difícil/ineficiente debido al modelo del entorno urbano?

Creo que con la tecnología con la que contamos podemos evitar poner en riesgo la vida de nuestros soldados, aparte de que usando dicha tecnología podemos hacer más eficiente y más lejana esa detección.

V. ¿Cree usted, que la dependencia en la Unidad de Apoyo por parte de las Unidades de Zapadores Mecanizados, ralentiza los trabajos en el desarrollo de los obstáculos, obstrucciones y elementos de protección?

Creo que se debería realizar una reorganización para este tipo de operaciones en ZURB que haga que las secciones de Zapadores puedan contar en su orgánica con máquinas para movimientos de tierra, que a su vez pueden servir para el avance con protección.

VI. ¿Cree usted que realmente las máquinas D7 son un elemento sensible?, ¿cree usted que centralizar este material en la Sección de apoyo dificulta o facilita el trabajo de las Secciones de Zapadores Mecanizados?

Creo que es un elemento sensible por la escasez de estos elementos en las unidades y creo que centralizarlas en la SAPO dificulta el trabajo en las secciones por el mero hecho de tener que estar solicitándolas constantemente para realizar los trabajos propios de la Sección de Zapadores.

VII. ¿Qué cree usted que es mejor emplear como obstrucción en una ZURB, CMAS o TMAS?

Debido a la dificultad de que las rutas logísticas avancen a una previsible FOB en una ZURB y teniendo en cuenta la eficacia de cada obstáculo, considero que se debería emplear un obstáculo tipo TMAS.

VIII. ¿Cree usted que los CMAS/TMAS empleados en ZURB podrían ser mejorados?

Si, mediante la implementación del sistema SAZEC.

IX. ¿Consideraría útil la mejora/implementación de elementos tecnológicos para la predicción y anticipación de ataque por SVBIED en ZURB?

Si, considero que es una tarea pendiente para el Ejercito de Tierra en general y para las unidades de Ingenieros en particular.

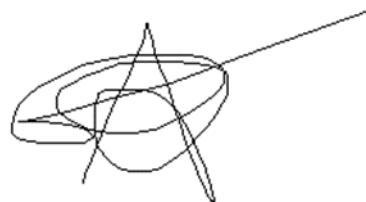
X. ¿Cree usted que existen sistemas actualmente capaces de desempeñar dicha función?

Creo que hay sistemas que pueden ser útiles pero que habría que ayudarlos con algún tipo de radar, se me ocurre el SAZEC con el que cuenta la BRIPAC.

XI. ¿Cree usted que las Unidades de Ingenieros arrastran alguna carencia en los últimos años, ya sea durante los despliegues o su instrucción en Territorio Nacional?

Considero que en los últimos años hemos dejado de implementar en algunas funciones del combate, pero sobre todo destacaría la falta de implementación tecnológica en la contramovilidad.

Tte de Ingenieros.



D. Álvaro Barcenilla Sastre.

Entrevista debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que ofrecen los procedimientos y medios con los que cuentan las Unidades de Ingenieros.

Nombre: Manuel.

Apellidos: Corrochano Torres.

Empleo: Sargento.

Especialidad fundamental: Ingenieros.

Unidad: RING 1.

Fecha: 11/09/2020

Esta entrevista se ha realizado de manera presencial, tomándose la información manualmente.

Exposición del caso práctico propuesto al entrevistado es el siguiente.

La Compañía de Zapadores Mecanizados de la que usted forma parte tiene la misión de constituir una POSDEF de GT en el interior de una ZURB, aislando la misma mediante un bloqueo de sus avenidas, estableciendo un conjunto de medidas y medios de protección; entre los que se encuentran los T-Wall/Hesco, alambrada, CMAS/TMAS. Previamente el GT, avanzará a lo largo de una vía urbana (siguiendo el protocolo habitual), para llegar a controlar el determinado sector del núcleo urbano. Los trabajos para dicha constitución se dividirán a nivel sección, buscando en todo momento el cumplimiento de las necesidades y el cumplimiento de normativas; criterios funcionales y estéticos, etc...

La ZURB en la que desplegará las la Compañía Mecanizada, presenta numerosas edificaciones predominando las construcciones de una o dos plantas, y avenidas estrechas.

Ante la situación expuesta, responda a las siguientes preguntas.

I. ¿Considera usted que existe una falta de obstáculos perimetrales a la hora de realizar el despliegue y fortificación de una POSDEF en ZURB, siguiendo los procedimientos actuales?

Si, se ha visto en el ataque recibido por la BRILAT en Mali en el que un ataque combinado con varios vehículos suicidas provocó momentos de caos a la hora de organizar la defensa.

II. ¿Respecto a la pregunta anterior, considera que la organización existente, es ineficiente ante un ataque masivo de SVBIED?

Creo que se pueden implementar sistemas con tecnologías más modernas que faciliten la vigilancia y prevención.

III. ¿Cree usted que, con los medios y procedimientos empleados actualmente, se pueden detectar con suficiente anticipación un ataque por SVBIED?

No, estamos más o menos como en la Segunda Guerra Mundial.

IV. ¿Cree usted que el emplear personal en las edificaciones existentes en este tipo de entornos operativos, resultan eficientes para la detección de un ataque por SVBIED o es difícil/ineficiente debido al modelo del entorno urbano?

Por muy capacitado que esté un combatiente, con los medios de los que estamos hablando, la eficacia y anticipación sería muy superior.

V. ¿Cree usted, que la dependencia en la Unidad de Apoyo por parte de las Unidades de Zapadores Mecanizados, ralentiza los trabajos en el desarrollo de los obstáculos, obstrucciones y elementos de protección?

Creo que las Secciones deberían estar capacitadas de por sí para realizar cualquier tarea sin necesidad de una SAPO

VI. ¿Cree usted que realmente las máquinas D7 son un elemento sensible?, ¿cree usted que centralizar este material en la Sección de apoyo dificulta o facilita el trabajo de las Secciones de Zapadores Mecanizados?

Por supuesto que son sensibles, nos dan una capacidad de trabajo que no podemos igualar ni con toda la compañía trabajando a la vez.

El material, sin duda, debe estar a disposición de las secciones, y deben manejarlo como propio.

VII. ¿Qué cree usted que es mejor emplear como obstrucción en una ZURB, CMAS o TMAS?

En un entorno urbano, los CMAS nos permiten afinar más la obstrucción. El uso del CMAS sería un despilfarro de material.

VIII. ¿Cree usted que los CMAS/TMAS empleados en ZURB podrían ser mejorados?

Con un sistema tipo Sazec videovigilado , surge la posibilidad de cerrar o abrir avenidas. Lo que no solo dificulta la movilidad del enemigo, sino que mejora la nuestra.

IX. ¿Consideraría útil la mejora/implementación de elementos tecnológicos para la predicción y anticipación de ataque por SVBIED en ZURB?

Mucho, un sistema tipo Sazec es un buen complemento para combinar con otros obstáculos. Se instala mucho más rápido que cualquier obstáculo de obra, por lo que puede ser una buena primera defensa

X. ¿Cree usted que existen sistemas actualmente capaces de desempeñar dicha función?

El sistema Sazec, reforzado con sistemas de vigilancia podría ser la solución a este tipo de situaciones.

XI. ¿Cree usted que las Unidades de Ingenieros arrastran alguna carencia en los últimos años, ya sea durante los despliegues o su instrucción en Territorio Nacional?

Las unidades de ingenieros han avanzado mucho en la movilidad, especialmente el CIED. Pero en el plano de la contramovilidad no hemos adquirido nuevos procedimientos o materiales.

Sgr de Ingenieros.

D. Manuel Corrochano Torres.

Entrevista debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que ofrecen los procedimientos y medios con los que cuentan las Unidades de Ingenieros.

Nombre: Gonzalo.

Apellidos: Bercedo Val.

Empleo: Sargento.

Especialidad fundamental: Ingenieros.

Unidad: RING1.

Fecha: 11/09/2020

Esta entrevista se ha realizado de manera presencial, tomándose la información manualmente.

Exposición del caso práctico propuesto al entrevistado es el siguiente.

La Compañía de Zapadores Mecanizados de la que usted forma parte tiene la misión de constituir una POSDEF de GT en el interior de una ZURB, aislando la misma mediante un bloqueo de sus avenidas, estableciendo un conjunto de medidas y medios de protección; entre los que se encuentran los T-Wall/Hesco, alambrada, CMAS/TMAS. Previamente el GT, avanzará a lo largo de una vía urbana (siguiendo el protocolo habitual), para llegar a controlar el determinado sector del núcleo urbano. Los trabajos para dicha constitución se dividirán a nivel sección, buscando en todo momento el cumplimiento de las necesidades y el cumplimiento de normativas; criterios funcionales y estéticos, etc...

La ZURB en la que desplegará las la Compañía Mecanizada, presenta numerosas edificaciones predominando las construcciones de una o dos plantas, y avenidas estrechas.

Ante la situación expuesta, responda a las siguientes preguntas.

I. ¿Considera usted que existe una falta de obstáculos perimetrales a la hora de realizar el despliegue y fortificación de una POSDEF en ZURB, siguiendo los procedimientos actuales?

Sí, porque faltarían obstrucciones y elementos constructivos que permitan frenar posibles ataques como un SVBIED.

II. ¿Respecto a la pregunta anterior, considera que la organización existente, es ineficiente ante un ataque masivo de SVBIED?

Sí, ya que con los medios de protección T-Wall/Hesco no sería suficiente y faltarían obstrucciones y elementos constructivos y tecnológicos que permitan frenar un ataque masivo por SVBIED.

III. ¿Cree usted que, con los medios y procedimientos empleados actualmente, se pueden detectar con suficiente anticipación un ataque por SVBIED?

No, carecemos de medios tecnológicos para poder anticiparnos a dichos ataques.

IV. ¿Cree usted que el emplear personal en las edificaciones existentes en este tipo de entornos operativos, resultan eficientes para la detección de un ataque por SVBIED o es difícil/ineficiente debido al modelo del entorno urbano?

Es ineficiente porque el personal no puede ver con suficiente antelación el ataque por SVBIED y además están demasiado expuestos.

V. ¿Cree usted, que la dependencia en la Unidad de Apoyo por parte de las Unidades de Zapadores Mecanizados, ralentiza los trabajos en el desarrollo de los obstáculos, obstrucciones y elementos de protección?

Sí, debido a lo que se expone en la siguiente pregunta.

VI. ¿Cree usted que realmente las máquinas D7 son un elemento sensible?, ¿cree usted que centralizar este material en la Sección de apoyo dificulta o facilita el trabajo de las Secciones de Zapadores Mecanizados?

Sí lo son, facilitaría bastante el trabajo en las secciones, sobre todo en materia de fortificación, en el cual se avanzaría mucho más rápido y conseguiríamos antes cumplir la misión asignada.

VII. ¿Qué cree usted que es mejor emplear como obstrucción en una ZURB, CMAS o TMAS?

TMAS porque son más flexibles en cuanto a tendido, implica llevar menos materia y cubren zonas más pequeñas y específicas, que es lo que queremos en una ZURB.

VIII. ¿Cree usted que los CMAS/TMAS empleados en ZURB podrían ser mejorados?

Si, mediante la implementación de nuevas tecnologías como el sistema SAZEC.

IX. ¿Consideraría útil la mejora/implementación de elementos tecnológicos para la predicción y anticipación de ataque por SVBIED en ZURB?

Sí porque en nuestro ejército carece de nuevos sistemas tecnológicos y estos facilitarían la tarea en gran medida.

X. ¿Cree usted que existen sistemas actualmente capaces de desempeñar dicha función?

Actualmente disponemos del sistema Sazec (Sistema de Control de Zonas Desplegable) que es un sistema de protección perimetral de áreas para detección e identificación de intrusos.

XI. ¿Cree usted que las Unidades de Ingenieros arrastran alguna carencia en los últimos años, ya sea durante los despliegues o su instrucción en Territorio Nacional?

En los últimos años los ingenieros estamos perdiendo sobre todo capacidades de contramovilidad.

Sgtr de Ingenieros.

D. Gonzalo Bercedo Val.

ANEXO B-Encuestas.

1-Encuesta elementos tecnológicos a añadir.

En esta encuesta se pretende conocer que materiales y equipos serían posibles añadir a una POSDEF en el interior de una ZURB (en la que se encuentran desplegados elementos como los Hesco/T-wall; CMAS/TMAS; alambrada para asegurar la protección de la POSDEF), para aumentar la seguridad y la protección en dicha posición mediante el establecimiento de diferentes obstáculos de contra-movilidad.

1) Indique a que escala pertenece:

- a) Tropa.
- b) Suboficiales.
- c) Oficiales.
- d) Otra.

2) Cree usted que la implementación del sistema SAZEC, mejoraría la eficacia de los CMAS/TMAS empleados en la POSDEF:

- a) Sí.
- b) No.

3) Cree usted que el sistema SAZEC es un elemento efectivo para detectar diferentes tipos de amenazas/ataques sobre una POSDEF en la que usted se encuentre desplegado:

- a) Sí.
- b) No.

4) Cree usted que la implementación del sistema SAZEC, es una mejora necesaria que daría lugar a un aumento de la seguridad y protección de una POSDEF en ZURB:

- a) Sí.
- b) No.

5) Cree usted que el sistema SAZEC debería ser un elemento más dentro del material que debería tener una Compañía/Sección de Ingenieros desplegada en ZURB:

- a) Sí.
- b) No.

6) Cree usted que el despliegue del sistema SAZEC, resultaría útil ante un ataque masivo por SVBIED (vehículo suicida):

- a) Sí.
- b) No.

7) Cree usted que el despliegue de un radar para detectar SVBIED (vehículos suicidas) implicaría una mejora en cuanto a la seguridad y protección para la POSDEF:

a) Sí.

b) No.

8) Cree usted que el despliegue de un radar para detectar SVBIED (vehículos suicidas) implicaría una mejora para predecir el ataque enemigo y poder realizar una respuesta más efectiva:

a) Sí.

b) No.

9) Cree usted que la incorporación de dos sistemas radar al material necesario de las Unidades de Ingenieros en un despliegue en ZURB, podría aumentar la capacidad de detección y por ende dar lugar a una mejor respuesta ante un ataque enemigo por SVBIED (vehículo suicida):

a) Sí.

b) No.

10) Cree usted que el empleo combinado de un sistema radar y del sistema SAZEC, supondría un incremento de nuestras capacidades a la hora de detectar y prever un ataque enemigo, permitiendo a las unidades desplegadas mayor seguridad y una mayor capacidad para analizar la amenaza y establecer acciones para efectuar un rechazo efectivo de las fuerzas hostiles:

a) Sí.

b) No.

11) Cree usted que el empleo combinado de un sistema radar y del sistema SAZEC, supondría un incremento en la seguridad tanto para el personal como para los medios desplegados en la POSDEF:

a) Sí.

b) No.

2-Encuesta elementos físicos a añadir.

En esta encuesta se pretende conocer que materiales y equipos serían posibles añadir a una POSDEF en el interior de una ZURB (en la que se encuentran desplegados elementos como los Hesco/T-wall; CMAS/TMAS; alambrada para asegurar la protección de la POSDEF), para aumentar la seguridad y la protección en dicha posición mediante el establecimiento de diferentes obstáculos de contra-movilidad.

1) Indique a que escala pertenece:

- a) Tropa.
- b) Suboficiales.
- c) Oficiales.
- d) Otros.

2) Entre estos tres obstáculos seleccione 2 de las 4 opciones:

- a) Erizos de metal.
- b) Dientes de dragón.
- c) Bandas de garras.
- d) Otro.

3) Cree usted que el diente de dragón (sea o no improvisado) es capaz de detener un SVBIED (vehículo suicida):

- a) Sí.
- b) No.

4) Cree usted que el despliegue de un diente de dragón sobre el terreno sería:

- a) Fácil.
- b) Difícil/complicado.
- c) Imposible.
- d) Innecesario.

5) Cree usted que el erizo de metal es capaz de detener un SVBIED (vehículo suicida):

- a) Sí.
- b) No.

6) Cree usted que el despliegue de un erizo de metal sobre el terreno sería:

- a) Fácil.
- b) Difícil/complicado.
- c) Imposible.
- d) Innecesario.

7) Emplearía usted una banda de garras (Spike strip) como un elemento más a vanguardia, para asegurar la POSDEF ante un ataque masivo por SVBIED:

a) Sí.

b) No.

8) Usted no emplearía la banda de garras (Spike strip) por alguno de estos motivos:

a) Para su empleo es necesario el envío de personal a vanguardia, aumentando la vulnerabilidad del elemento desplegado, lo que daría lugar a tomar un riesgo innecesario.

b) Lo considera una herramienta poco eficaz en comparación con el diente de dragón o el erizo de metal.

c) No, utilizaría la capacidad logística a la POSDEF.

d) Si emplearía este material por su eficacia.

9) Según el orden de obstáculos CMAS/TMAS; alambrada; T-Wall/Hesco (de vanguardia a retaguardia), cree usted que añadiendo únicamente el diente de dragón sería suficiente para frenar un ataque masivo por SVBIED (vehículo suicida):

a) Sí.

b) No.

10) Según el orden de obstáculos CMAS/TMAS; alambrada; T-Wall/Hesco (de vanguardia a retaguardia), cree usted que añadiendo únicamente el erizo de metal sería suficiente para frenar un ataque masivo por SVBIED (vehículo suicida):

a) Sí.

b) No.

11) Usted considera que el empleo combinado de elementos físicos como el diente de dragón y el erizo de metal, supondría un aumento en la protección de la POSDEF en ZURB y por ende una mayor seguridad:

a) Sí.

b) No.

12) Cree usted que además del resto de elementos (CMAS/TMAS, alambrada, T-Wall/Hesco) se añadir de manera simultánea el diente de dragón y el erizo de metal, sería suficiente para frenar un ataque masivo por SVBIED (vehículo suicida):

a) Sí.

b) No.

3-Encuesta cambio de orgánica.

En esta encuesta se pretende conocer si un cambio en la orgánica de las Compañías y Secciones de Ingenieros mecanizados facilitarían el asentamiento y la constitución de procedimientos a la hora de establecer r a una POSDEF en el interior de una ZURB (en la que se encuentran desplegados elementos como los Hesco/T-wall; CMAS/TMAS; alambrada para asegurar la protección de la POSDEF), junto con el aumento de la seguridad y la protección en dicha posición mediante el establecimiento de diferentes obstáculos de contra-movilidad.

1) Indique a que escala pertenece:

- a) Tropa.
- b) Suboficiales.
- c) Oficiales.
- d) Otra.

2) Usted cree que eliminar la Sección de Apoyo de la Compañía Mecanizada, añadiendo un pelotón más a cada sección sería beneficioso a la hora de realizar los diferentes trabajos en la POSDEF y constituir los diferentes obstáculos.

a) Sí.

b) No.

3) Usted cree que si se añadiera un pelotón más a cada Sección Mecanizada y se adoptara la siguiente organización: un equipo de Zapadores; un equipo de excavación; equipo de Metalúrgico y un equipo de Construcción, facilitaría el desarrollo de los diferentes trabajos en la POSDEF:

a) Sí.

b) No.

4) Usted cree que en el caso de que se desarrollara la orgánica anterior, se deberían añadir a la Compañía mecanizada un DOZER D7 más, para así poseer tres en toda la Compañía y así tener un DOZER D7 por Sección, sería útil para trabajar de forma más descentralizada y así ganar tiempo realizando los trabajos de una manera más eficaz y rápida:

a) Sí.

b) No.

5) Usted cree que añadir un elemento como una grúa, en este caso la Grua Luna de dotación del ET, supondría una gran ayuda/ventaja para el despliegue de los diferentes elementos de protección, como los T-Wall/Hesco:

a) Sí.

b) No.

6) Usted cree que además del DOZER D7, se deberían de añadir más de los otros medios existentes:

- a) IVECO 7217.
- b) ANIBAL.
- c) RQ ½ TM MARZASA.
- d) Grúa Luna.

7) Usted cree que el añadir los nuevos equipos podría influir de forma negativa al despliegue de las Unidades Mecanizadas en ZURB:

- a) Sí.
- b) No.

8) Usted como miembro de una Compañía Mecanizada, cree que esta articulación y composición de las Secciones favorecería al desarrollo de los trabajos permitiendo a las diferentes Secciones trabajar de forma descentralizada, bajo un mando centralizado:

- a) Sí.
- b) No.

Resultados encuestas.

| ENCUESTA 1 | | ELEMENTOS TECNOLÓGICOS A AÑADIR. | | | | | RESPUESTAS % | | | | |
|------------|----|----------------------------------|------|------|----|-----------|--------------|-----------|------|------|-----|
| PREGUNTA | | RESPUESTAS | | | | | | | | | |
| | | a) | b) | c) | d) | n | % a) | % b) | % c) | % d) | % n |
| Pregunta1 | 48 | 8 | 2 | 0 | 58 | 82,758621 | 13,793103 | 3,4482759 | 0 | 100 | |
| Pregunta2 | 56 | 2 | null | null | 58 | 96,551724 | 3,4482759 | null | null | 100 | |
| Pregunta3 | 48 | 10 | null | null | 58 | 82,758621 | 17,241379 | null | null | 100 | |
| Pregunta4 | 55 | 3 | null | null | 58 | 94,827586 | 5,1724138 | null | null | 100 | |
| Pregunta5 | 56 | 2 | null | null | 58 | 96,551724 | 3,4482759 | null | null | 100 | |
| Pregunta6 | 56 | 2 | null | null | 58 | 96,551724 | 3,4482759 | null | null | 100 | |
| Pregunta7 | 38 | 22 | null | null | 58 | 65,517241 | 37,931034 | null | null | 100 | |
| Pregunta8 | 45 | 13 | null | null | 58 | 77,586207 | 22,413793 | null | null | 100 | |
| Pregunta9 | 46 | 12 | null | null | 58 | 79,310345 | 20,689655 | null | null | 100 | |
| Pregunta10 | 50 | 8 | null | null | 58 | 86,206897 | 13,793103 | null | null | 100 | |
| Pregunta11 | 56 | 2 | null | null | 58 | 96,551724 | 3,4482759 | null | null | 100 | |

Tabla 9. Resultados encuesta 1, elaboración propia.

Leyenda.

null: no existe esa opción de respuesta.

n: número de la muestra.

RESPUESTAS: muestra las opciones seleccionadas por los miembros del RING1, que han realizado la encuesta.

RESPUESTAS %: muestra el % de las opciones contestadas dentro de una pregunta.

| ENCUESTA 2 | | ELEMENTOS FÍSICOS A AÑADIR. | | | | | | | | |
|------------|------------|-----------------------------|------|------|-----|--------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| PREGUNTA | RESPUESTAS | | | | | RESPUESTAS % | | | | |
| | a) | b) | c) | d) | n | % a) | % b) | % c) | % d) | % n |
| Pregunta1 | 48 | 8 | 2 | 0 | 58 | 82,758621 | 13,793103 | 3,4482759 | 0 | 100 |
| Pregunta2 | 44 | 52 | 4 | 16 | 116 | 37,931034 | 44,827586 | 3,4482759 | 13,793103 | 100 |
| Pregunta3 | 48 | 10 | null | null | 58 | 82,758621 | 17,241379 | null | null | 100 |
| Pregunta4 | 50 | 4 | 0 | 4 | 58 | 86,206897 | 6,8965517 | 0 | 6,8965517 | 100 |
| Pregunta5 | 46 | 12 | null | null | 58 | 79,310345 | 20,689655 | null | null | 100 |
| Pregunta6 | 54 | 2 | 0 | 2 | 58 | 93,103448 | 3,4482759 | 0 | 3,4482759 | 100 |
| Pregunta7 | 4 | 54 | null | null | 58 | 6,8965517 | 93,103448 | null | null | 100 |
| Pregunta8 | 35 | 20 | 1 | 2 | 58 | 60,344828 | 34,482759 | 1,7241379 | 3,4482759 | 100 |
| Pregunta9 | 14 | 44 | 0 | 8 | 58 | 24,137931 | 75,862069 | 0 | 13,793103 | 100 |
| Pregunta10 | 8 | 50 | 0 | 0 | 58 | 13,793103 | 86,206897 | 0 | 0 | 100 |
| Pregunta11 | 46 | 12 | 0 | 0 | 58 | 79,310345 | 20,689655 | 0 | 0 | 100 |
| Pregunta12 | 55 | 3 | null | null | 58 | 94,827586 | 5,1724138 | null | null | 100 |

Tabla 10. Resultados encuesta 2, elaboración propia.

Leyenda.

null: no existe esa opción de respuesta.

n: número de la muestra.

RESPUESTAS: muestra las opciones seleccionadas por los miembros del RING1, que han realizado la encuesta.

RESPUESTAS %: muestra el % de las opciones contestadas dentro de una pregunta.

| ENCUESTA 3 | | CAMBIO DE ORGÁNICA. | | | | | | | | | |
|------------|--|---------------------|----|------|------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| PREGUNTA | | RESPUESTAS | | | | RESPUESTAS % | | | | | |
| | | a) | b) | c) | d) | n | % a) | % b) | % c) | % d) | % n |
| Pregunta1 | | 48 | 8 | 2 | 0 | 58 | 82,758621 | 13,793103 | 3,4482759 | 0 | 100 |
| Pregunta2 | | 54 | 4 | null | null | 58 | 93,103448 | 6,8965517 | null | null | 100 |
| Pregunta3 | | 56 | 2 | null | null | 58 | 96,551724 | 3,4482759 | null | null | 100 |
| Pregunta4 | | 55 | 3 | null | null | 58 | 94,827586 | 5,1724138 | null | null | 100 |
| Pregunta5 | | 58 | 0 | null | null | 58 | 100 | 0 | null | null | 100 |
| Pregunta6 | | 14 | 2 | 0 | 42 | 58 | 24,137931 | 3,4482759 | 0 | 72,413793 | 100 |
| Pregunta7 | | 50 | 8 | null | null | 58 | 86,206897 | 13,793103 | null | null | 100 |
| Pregunta8 | | 55 | 3 | null | null | 58 | 94,827586 | 5,1724138 | null | null | 100 |

Tabla 11. Resultados encuesta 3, elaboración propia.

Leyenda.

null: no existe esa opción de respuesta.

n: número de la muestra.

RESPUESTAS: muestra las opciones seleccionadas por los miembros del RING1, que han realizado la encuesta.

RESPUESTAS %: muestra el % de las opciones contestadas dentro de una pregunta.

ANEXO C- Ficha técnica VCZ.

| CARACTERÍSTICAS VCZ. | |
|-------------------------|-----------------------|
| VELOCIDAD MÁXIMA | 68 km/h |
| AUTONOMÍA | 500 km |
| PESO | 10900 kg |
| BLINDAJE | PLANCHAS 32 mm |
| ARMAMENTO | |
| MORTERO | 120mm |
| AMETRALLADORA | 12,70 mm |

Tabla 12. Características VCZ [29], elaboración propia.



Figura 14. VCZ en talleres, elaboración propia



Figura 15. VCZ en el campo de maniobras, internet.

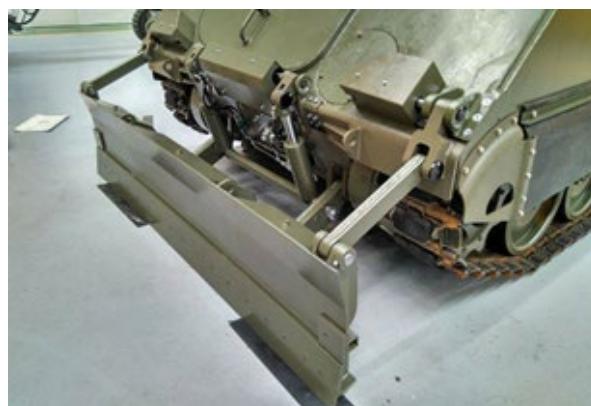


Figura 16. Pala empujadora VCZ costado izquierdo, elaboración propia.



Figura 17. Pala empujadora VCZ costado derecho, elaboración propia.

ANEXO D- Ficha técnica del CZ 10/30 E.

| CARACTERÍSTICAS CZ 10/30 E | |
|----------------------------|-----------------|
| VELOCIDAD MÁXIMA | 50 km/h |
| POTENCIA | 750 CV |
| AUTONOMÍA | 450 km |
| BLINDAJE | PLANCHAS 120 mm |
| ARMAMENTO | |
| BRAZO ARTICULADO | PALA EXCAVADORA |
| AMETRALLADORA | 12,70 mm |

Tabla 13. Características CZ 10/30 E [29], elaboración propia.



Figura 18. CZ 10/30 E trabajando sobre el terreno, internet.



Figura 19. CZ 10/30 E colocando Hescos simulados, internet.



Figura 20. Imagen CZ 10/30 E, internet.

ANEXO E-Elementos de apoyo.

IVECO M-250.

| CARACTERISTICAS IVECO M-250 | |
|-----------------------------|----------|
| PESO | 11640 kg |
| LARGO | 7755 m |
| ANCHO | 2500 m |
| ALTO | 3420 m |
| AUTONOMIA | 480 km |
| CARGA | 25000 kg |

Tabla 14. Características IVECO M-250 [29], elaboración propia.



Figura 21. Imagen IVECO M-250, internet.

ANIBAL.

| CARACTERÍSTICAS ANÍBAL SANTANA. | |
|---------------------------------|---------|
| PESO | 2410 kg |
| CARGA MÁXIMA | 1000 kg |
| AUTONOMÍA | 650 km |
| POSIBILIDADES | 4x2/4x4 |
| VELOCIDAD MÁXIMA | 80 km/h |

Tabla 15. Características ANIBAL SANTANA [29], elaboración propia.



Figura 22. Imagen ANIBAL SANTANA, internet.

DOZER D7.

| CARACTERÍSTICAS DOZER D7 | |
|--------------------------|--|
| SERVICIO PRINCIPAL | Movimientos de tierras/ Empuje. |
| PESO | 20084 kg (embarque)/24758 kg (trabajo) |
| POTENCIA | 192 kw/258 hp |
| AUTONOMÍA | 450 km |

Tabla 16. Características DOZER D7[29], elaboración propia.



Figura 23. Imagen DOZER D7, internet.

GRÚA LUNA.

| CARACTERÍSTICAS GRÚA LUNA | |
|---------------------------|----------|
| PESO | 25870 kg |
| AUTONOMÍA | 800 km |
| POTENCIA | 205 CV |
| CARGA MÁXIMA | 35000 kg |

Tabla 17. Características Grúa Luna [29], elaboración propia.



Figura 24. Imagen Grúa Luna, internet.

ANEXO F-Características e imágenes del cinemómetro Multiradar C.

Además de la tabla 7, expuesta en el cuerpo de la memoria, en la que se exponen las características generales del cinemómetro, a continuación, se expone una gráfica en la que se exponen las características de interés para su empleo en operaciones desarrolladas en ZURB.

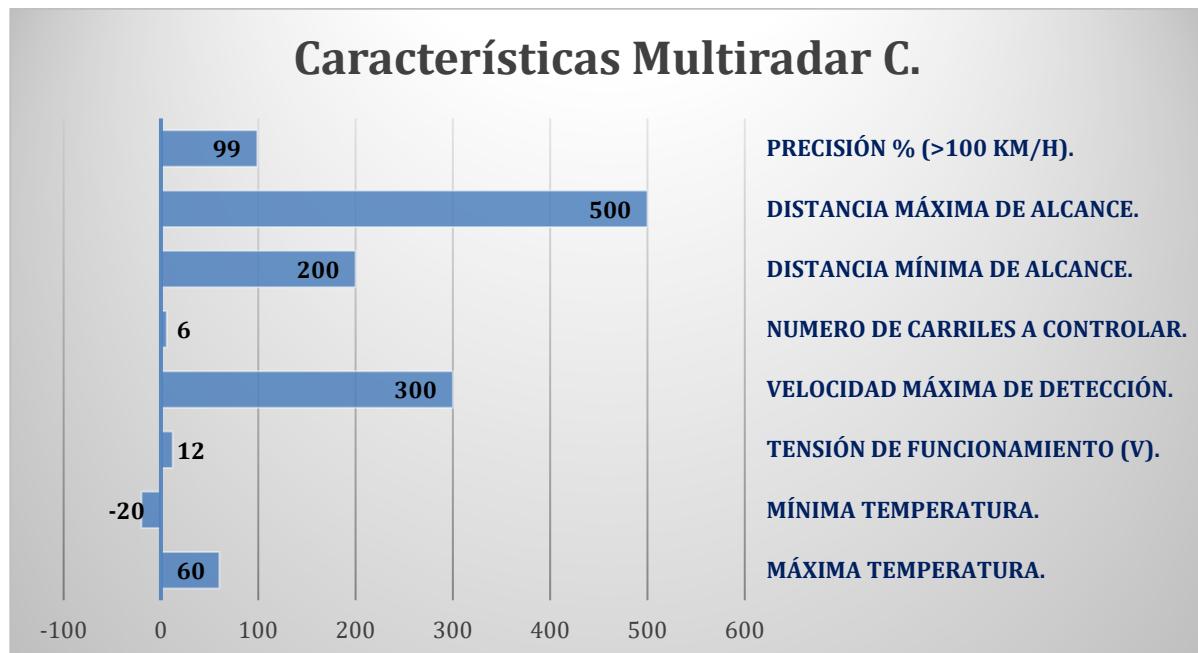


Tabla 18. Características Multiradar C, elaboración propia.



Figura 25. Imagen Multiradar C, internet.



Figura 26. Imagen Multiradar C- TrafficStar 350 S, internet

ANEXO G-Características e imágenes del cinemómetro Mesta Fusion.

Además de la tabla 7, expuesta en el cuerpo de la memoria, en la que se exponen las características generales del cinemómetro, a continuación, se expone una gráfica en la se exponen las características de interés para su empleo en operaciones desarrolladas en ZURB.

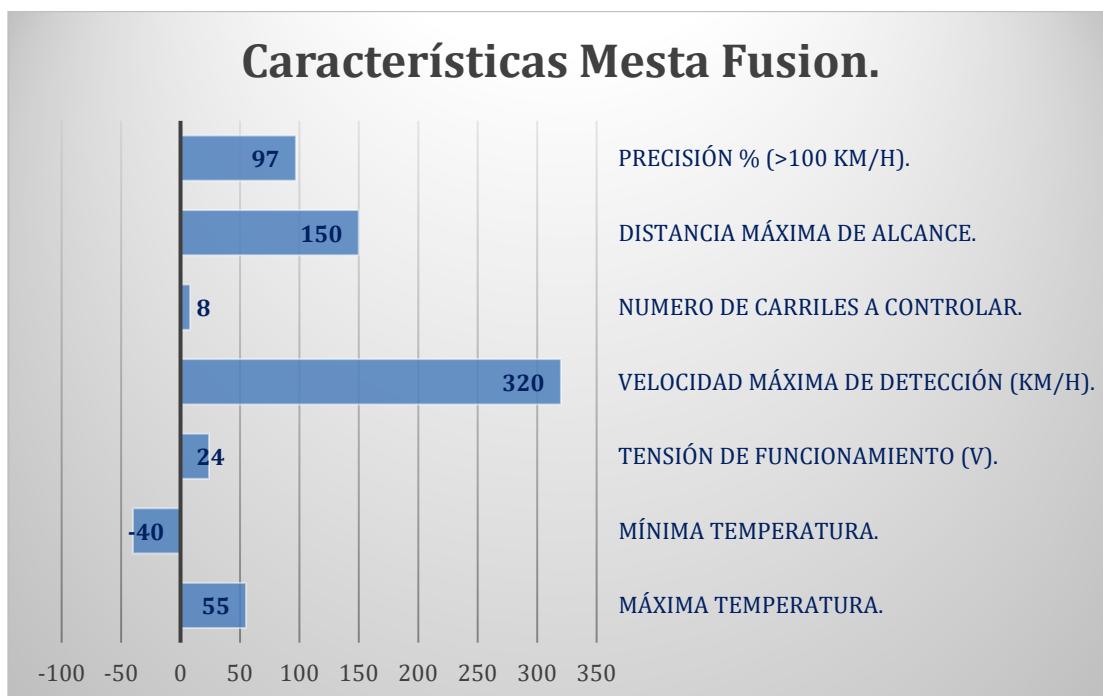


Tabla 19. Características Mesta Fusion, elaboración propia.



Figura 27. Imagen Mesta Fusion, internet.



Figura 28. Imagen Mesta Fusion, internet.

ANEXO H-Sistema SAZEC.

| CARACTERÍSTICAS SISTEMA SAZEC. | |
|---------------------------------------|---|
| IMPLICACIONES. | Detectar, localizar y discriminar intruso-persona. |
| DESPLIEGUE. | Rápido y automatizado (500x200m) |
| CAPACIDAD GPS. | Control de posición de sus elementos. |
| REUTILIZABLE. | Sí, respeta distancias mínimas. |
| COMUNICACIONES. | Inalámbricas(150 m)/por cable (hasta 3km) |
| SENSORES. | SCDM, CDM, TIR. |
| ARMAMENTO. | Direccional y salto. |

Tabla 20. Características sistema SAZEC [12], elaboración propia.

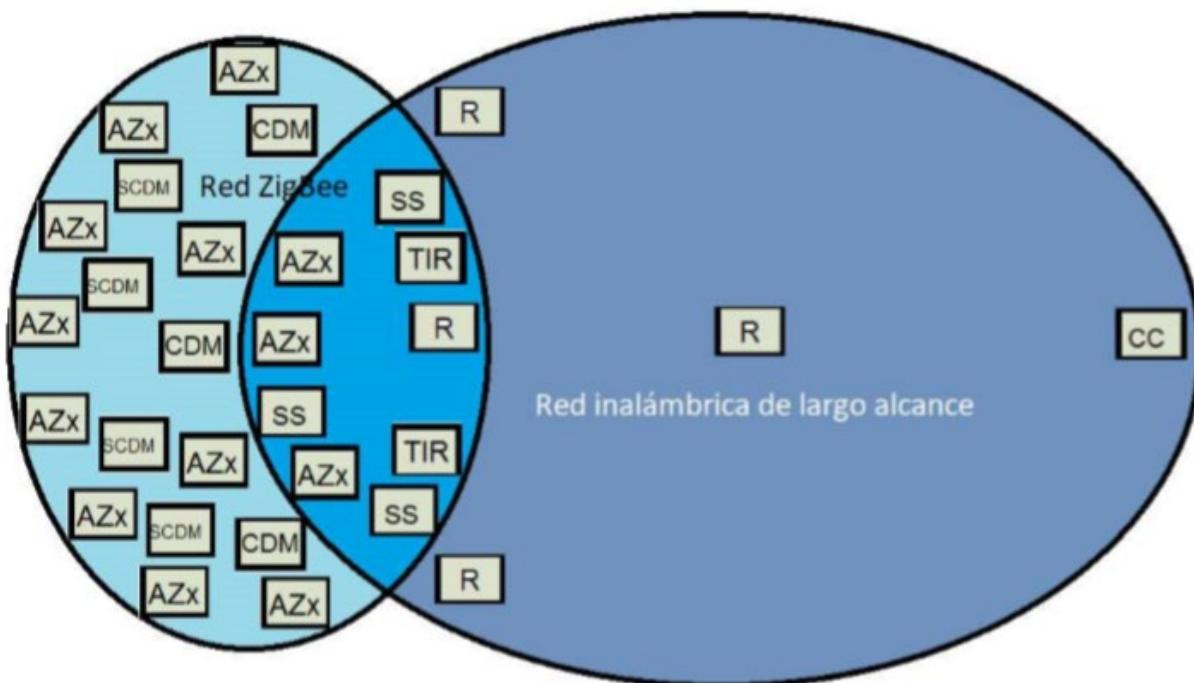


Figura 29. Despliegue sobre el terreno y comunicaciones sistema SAZEC [12].

Funcionamiento.

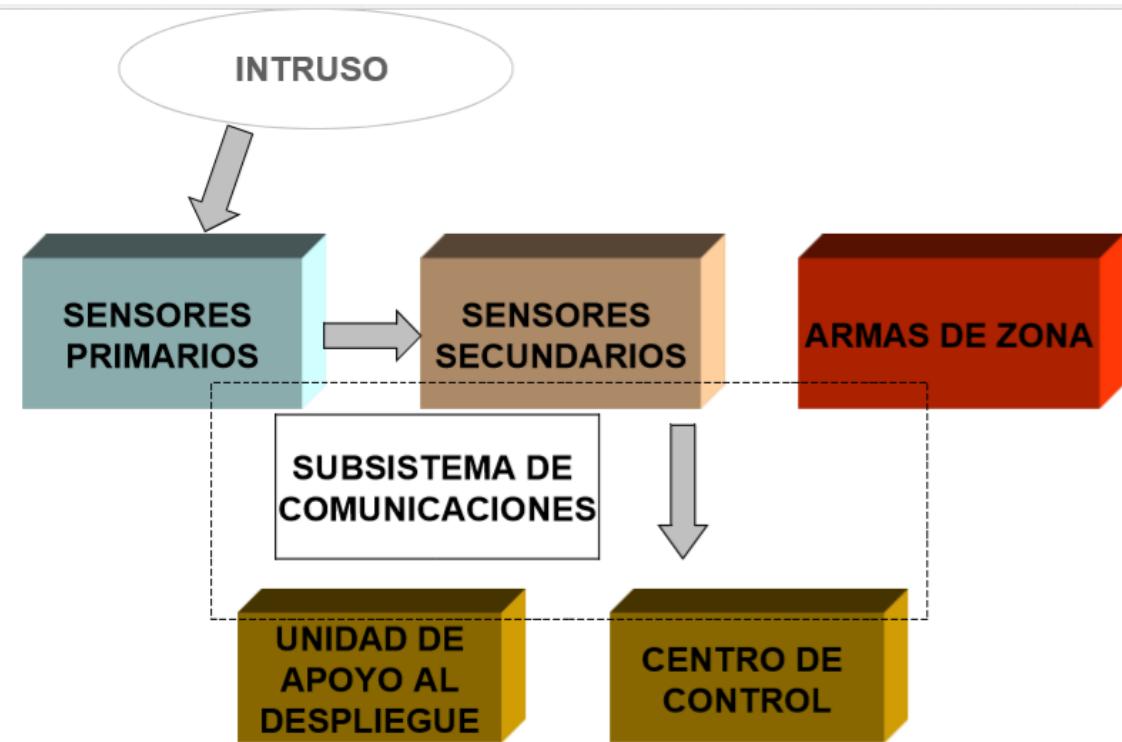


Figura 30. Funcionamiento sistema SAZEC ante intruso [12].

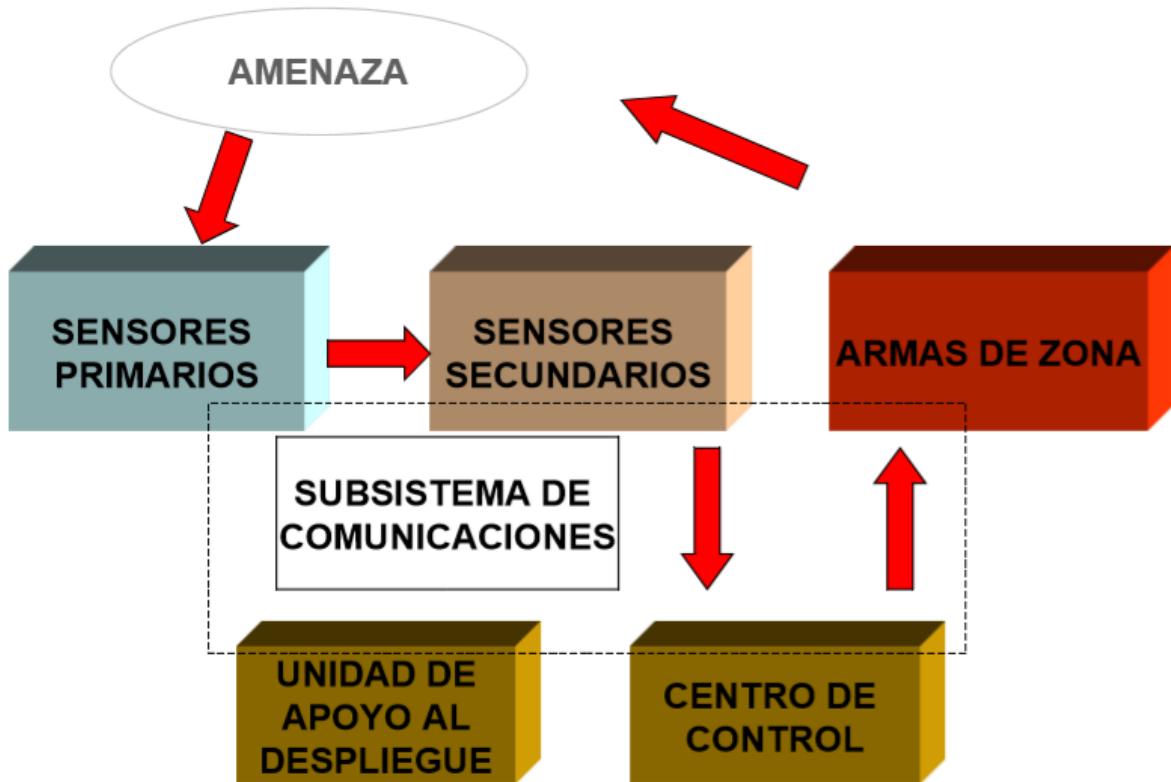


Figura 31. Funcionamiento sistema SAZEC ante amenaza [12].

Sensores primarios.

| SCDM | |
|-------------------|---|
| SECTOR QUE CUBRE. | 180° |
| ALCANCE. | 100-200m |
| ARMAS. | 8 CDM (Controlador de Disparo Múltiple). |
| SENSOR. | Sensor de movimiento PIR (Passive Infrared), hábil para zonas ciegas o de paso. |

Tabla 21. Características del SCDM [12], elaboración propia.

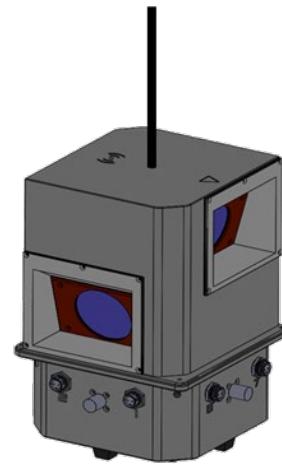


Figura 32. Sensor SCDM [12].

| TIR | |
|----------|---|
| ALCANCE. | Personas-500m/Vehículos 1500m |
| USO. | Detectar intrusos humanos, vehículos o Vehículos Aéreos no tripulados Enemigos (UAVs) |
| ARMAS. | Ninguna. |
| SENSOR. | Radar de imagen térmica. |

Tabla 22. Características del TIR [12], elaboración propia.

Figura 33. Sensor TIR [12].

Sensores secundarios.

| SENSOR SECUNDARIO. | |
|--------------------|---|
| ALCANCE. | Detección-3 km/Identificación-500m |
| USO. | Discriminar/Confirmar objetivos. |
| ARMAS. | No. |
| SENSOR. | Cámaras IR (640x512, 35-105 mm zoom) y Visible HD (2MPIX, 10-240 mm zoom) |

Tabla 23. Características sensor secundario [12], elaboración propia.



Figura 34. Sensor secundario [12].

ANEXO I-Práctica San Gregorio efectos C-90 contra T-Wall/Hesco.

En esta práctica se simuló con el C-90, el impacto de un SVBIED que impacta contra un Hesco/T-Wall a una velocidad media de entre 80/120 km/h (fórmula velocidad: distancia/tiempo; con distancia constante 200 m, variando el tiempo de impacto entre 6 y 9 segundos), empleando munición anti-búnker, capaz de penetrar en el hormigón armado más de 30 cm de espesor.

| C-90-CR-BK (M3). | |
|-------------------------|--|
| MUNICIÓN. | Anti-Bunker. |
| PESO. | 5,4 kg |
| ALCANCE EFICAZ. | 350 m-500m (penetración). |
| FRAGMENTOS. | >400 |
| PENETRACIÓN. | 140 mm (acero de blindaje) 0,3 m (hormigón, Ø> 50 mm, para paso de la 2 ^a cabeza) |

Tabla 24. Características C-90-CR-BK (M3) [31], elaboración propia.



Figura 35. Partes C-90-CR-BK (M3) [31].



Figura 36. C-90-CR-BK (M3) accionado por miembro de las FAS, internet.

Imágenes resultado impactos.

Esta práctica se llevó a cabo en el campo de maniobras de San Gregorio, para intentar simular el impacto de un SVBIED, mediante el uso de un C-90-CR-BK (M3), y así mostrar la importancia del despliegue de medios como el T-Wall/Hescos para nuestra POSDEF, a la par que se pretende transmitir la importancia del establecimiento de obstáculos a vanguardia para evitar los posibles daños sobre nuestras estructuras de protección. La práctica se llevó a cabo con un C-90-CR-BK (M3) y a una distancia de unos 250 m, mostrándose imágenes antes y después del impacto.



Figura 37. Hesco antes de impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3), elaboración propia.



Figura 38. Hesco después de impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3), elaboración propia.



Figura 39. T-Wall antes de impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3), elaboración propia.



Figura 40. T-Wall después de impacto por proyectil de C-90-CR-BR (M3), elaboración propia.

ANEXO J-EDT.

| Proyecto: Procedimientos y materiales para frenar SVBIED. | | | | | Fecha: 06/11/2020 |
|---|---|---|--------------|------------|-------------------|
| Project manager: CAC Adrián Gallego Romero. | | | | | |
| ID | Nombre tarea | Descripción | Fecha inicio | Fecha fin | Status |
| 1 | Lanzamiento del proyecto | | 01/07/2020 | 13/07/2020 | Cerrada |
| 1.1 | Project Kick-off meeting | Reunión de definición y autorización del proyecto. | 09/07/2020 | 09/07/2020 | Cerrada |
| 1.2 | Definir objetivos del proyecto. | Se definen los objetivos principales y secundarios para la elaboración de la memoria. | 10/07/2020 | 11/07/2020 | Cerrada |
| 1.3 | Definición alcance del proyecto. | Definir el alcance de nuestro proyecto. | 11/07/2020 | 12/07/2020 | Cerrada |
| 1.4 | Definición de Stakeholders e interés para el ET. | Establecimiento de las principales empresas e instituciones a los que pudiera interesar el proyecto, junto con el interés para el ET. | 12/07/2020 | 13/07/2020 | Cerrada |
| 2 | Estudio de los IEDs | | 13/07/2020 | 01/08/2020 | Cerrada |
| 2.1 | Estudio de manuales evolución de los IEDs en los conflictos | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende los IEDs. | 13/07/2020 | 20/07/2020 | Cerrada |
| 2.2 | Estudio de manuales composición IEDs | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende los IEDs. | 20/07/2020 | 27/07/2020 | Cerrada |
| 2.3 | Estudio de manuales efectos y repercusiones IEDs | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende los efectos de los IEDs. | 27/07/2020 | 03/08/2020 | Cerrada |
| 2.4 | Revisión del apartado IEDs | Revisión de la información cotejada y filtro de la misma para plasmarla en la memoria. | 03/08/2020 | 09/08/2020 | Cerrada |
| 3 | Estudio de las ZURB y las Unidades de Ingenieros | | 10/08/2020 | 13/09/2020 | Cerrada |
| 3.1 | Estudio manuales sobre el entorno operativo. | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende las ZURB. | 24/08/2020 | 31/08/2020 | Cerrada |
| 3.2 | Estudio manuales sobre niveles de defensa en las ZURB | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende los diferentes niveles de seguridad a establecer en una operación. | 31/08/2020 | 06/09/2020 | Cerrada |
| 3.3 | Estudio composición de las Unidades de Ingenieros. | Estudio de los diferentes manuales para el desarrollo del apartado que comprende los medios, características y composición de las Unidades de Ingenieros Mecanizados. | 06/09/2020 | 07/09/2020 | Cerrada |

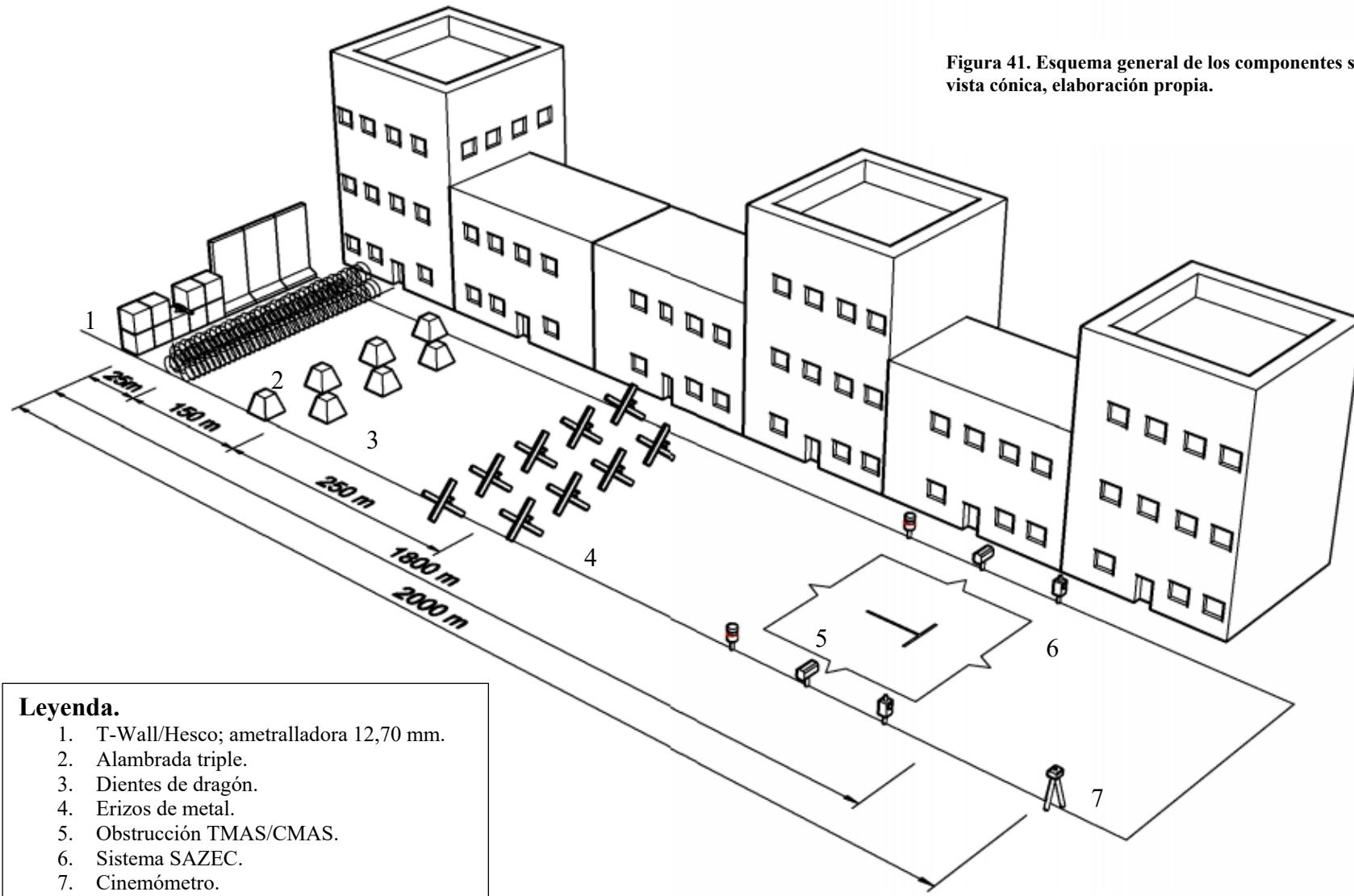
Tabla 25. Tabla EDT 1º, elaboración propia.

| | | | | | |
|----------|--|--|------------|------------|---------|
| 4 | Desarrollo de la situación táctica. | | 07/09/2020 | 10/09/2020 | Cerrada |
| 4.1 | Estudio de manuales sobre despliegues y distribución de los equipos en ZURB. | Estudio de los diferentes manuales y adquirir información de los miembros del RING1, para el desarrollo del apartado que comprende el despliegue y la distribución de los equipos en ZURB. | 07/09/2020 | 10/09/2020 | Cerrada |
| 5 | Realización de la experimentación, cambios a realizar y materiales a añadir. | | 10/09/2020 | 15/10/2020 | Cerrada |
| 5.1 | Realización de entrevistas. | Realización de las entrevistas para conocer las debilidades, fortalezas y carencias de las Unidades de Ingenieros, sus equipo y medios. | 10/09/2020 | 11/09/2020 | Cerrada |
| 5.2 | Desarrollo del análisis DAFO. | Desarrrollo del análisis a partir de las entrevistas. | 12/09/2020 | 12/09/2020 | Cerrada |
| 5.3 | Propuesta de los equipos a añadir. | Realización de la propuesta de equipos basado en las respuestas de las entrevistas. | 12/09/2020 | 13/09/2020 | Cerrada |
| 5.4 | Detección de carencia en la orgánica de las Compañías mecanizadas. | Realización del estudio de los medios a añadir a través de sus correspondientes manuales y medios audiovisuales | 13/09/2020 | 14/09/2020 | Cerrada |
| 5.5 | Propuesta de reestructuración de la Compañía y la Sección Mecanizada | Detección de las carencias de las Unidades de Zapadores en ZURB, mediante lectura de manuales y observaciones personales. | 14/09/2020 | 15/09/2020 | Cerrada |
| 5.6 | Realización de la continuada para comprobar los equipos y la reestructuración, en el RING1 | Realización de la propuesta de reestructuración de la unidad. | 16/09/2020 | 17/09/2020 | Cerrada |
| 5.7 | Estudio de los diferentes equipos a añadir a los paquetes de ingenieros. | Realización de la continuada y prueba de la nueva estructura de las secciones en ejercicios de fortificación y CMOV. | 17/09/2020 | 30/09/2020 | Cerrada |
| 5.8 | Asesoramiento en la unidad. | Asesoramiento ante los posibles cambios y equipos a añadir. | 30/09/2020 | 13/10/2020 | Cerrada |
| 5.9 | Realización de la continuada en San Gregorio para comprobar los niveles de protección ante impactos. | Realización de la continuada para comprobar la resistencia de los elementos de protección. | 14/10/2020 | 15/10/2020 | Cerrada |
| 6 | Realización de análisis de los elementos a añadir. | | 17/09/2020 | 30/09/2020 | Cerrada |
| 6.1 | Realización de encuestas para comprobar la utilidad y eficiencia de la reestructuración. | Realización encuestas a los miembros del RING1, tras la realización de la continuada. | 18/09/2020 | 22/09/2020 | Cerrada |
| 6.2 | Realización de encuestas para comprobar la utilidad y la eficiencia de los nuevos materiales. | Realización encuestas a los miembros del RING1, tras la realización de la continuada. | 22/09/2020 | 25/09/2020 | Cerrada |
| 6.3 | Realización de análisis cualitativos y tablas comparativas de los elementos a añadir. | Realización de las tablas en base al estudio de los materiales y a las encuestas realizadas. | 25/09/2020 | 28/09/2020 | Cerrada |
| 6.4 | Realización matriz de riesgos. | Realización de la matriz de riesgos en función de los datos obtenidos en la continuada en San Gregorio | 28/09/2020 | 30/09/2020 | Cerrada |
| 7 | Desarrollo final de la memoria. | | 15/10/2020 | 06/11/2020 | Cerrada |
| 7.1 | Despedida de la unidad. | Recogida de los últimos datos y opiniones para el desarrollo de la memoria. | 15/10/2020 | 15/10/2020 | Cerrada |
| 7.2 | Elaboración de documentos y revisión final. | Desarrollo final y revisión de la memoria. | 16/10/2020 | 06/11/2020 | Cerrada |

Tabla 26. Tabla EDT 2º, elaboración propia.

ANEXO K- Esquema general de los componentes sobre el terreno.

En este anexo, se muestra una serie de imágenes, realizadas por AutoCad, en las que se muestran el despliegue de los diferentes elementos de protección y obstrucciones sobre el terreno. En este caso solo se mostraría una avenida.



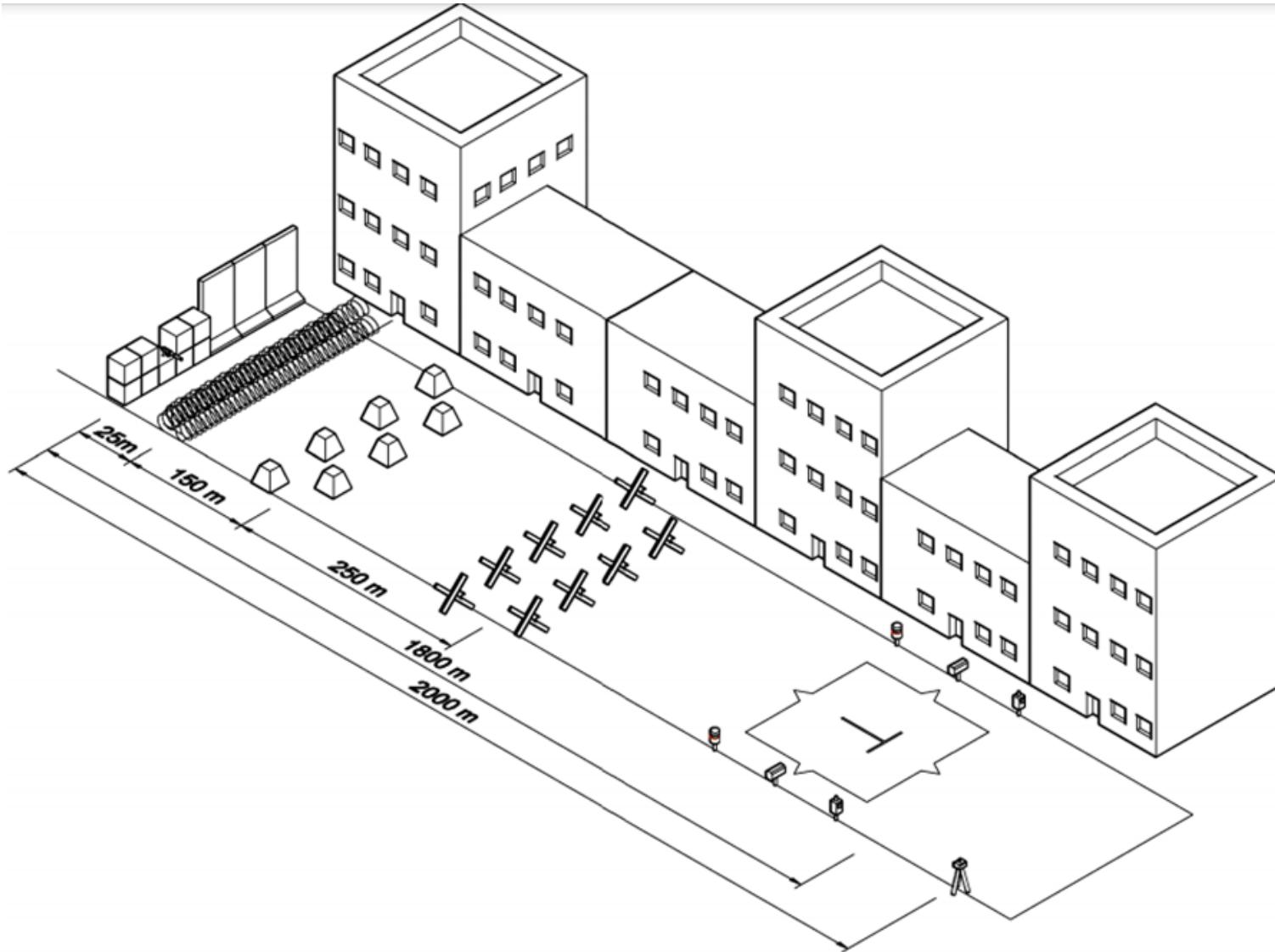


Figura 42. Esquema general de los componentes sobre el terreno vista isométrica, elaboración propia.

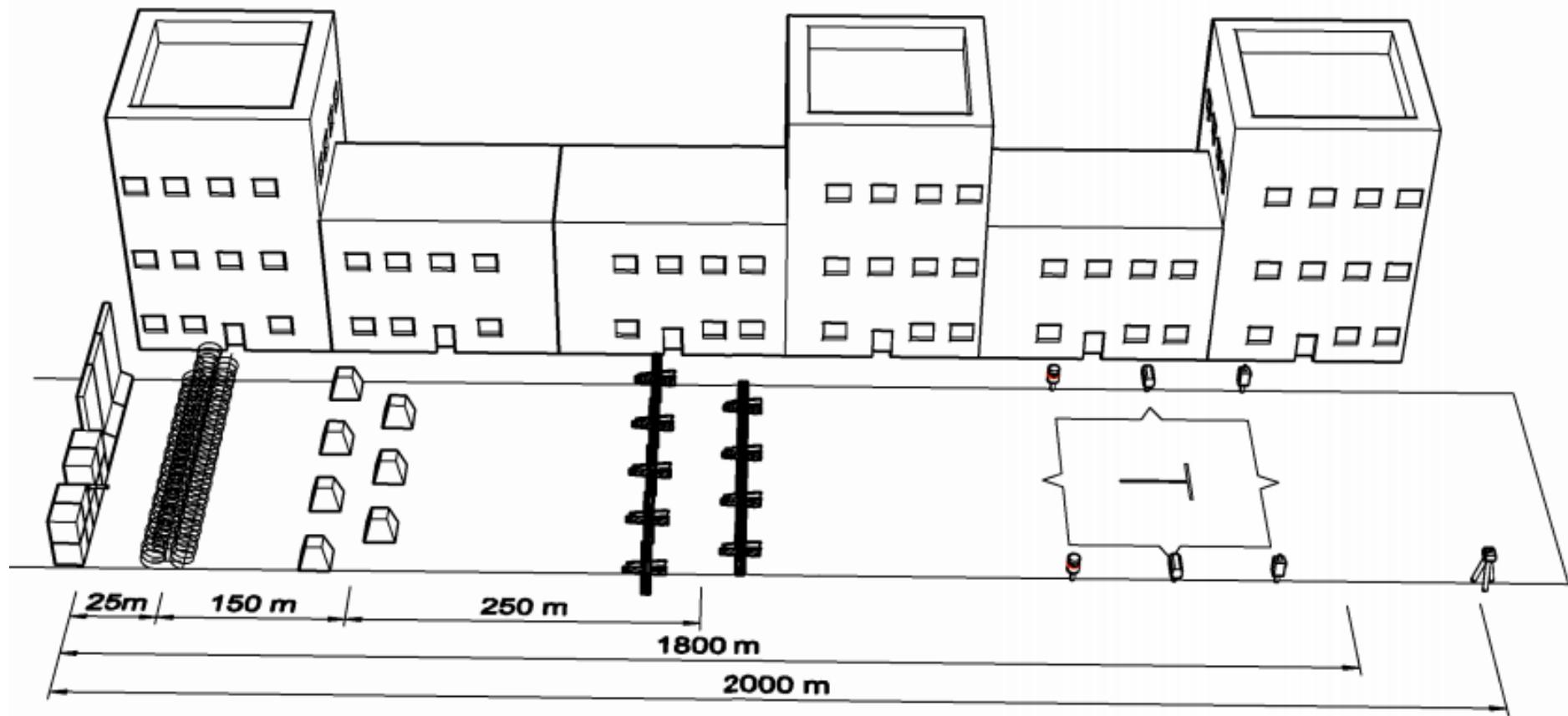


Figura 43. Esquema general de los componentes sobre el terreno vista lateral superior, elaboración propia.

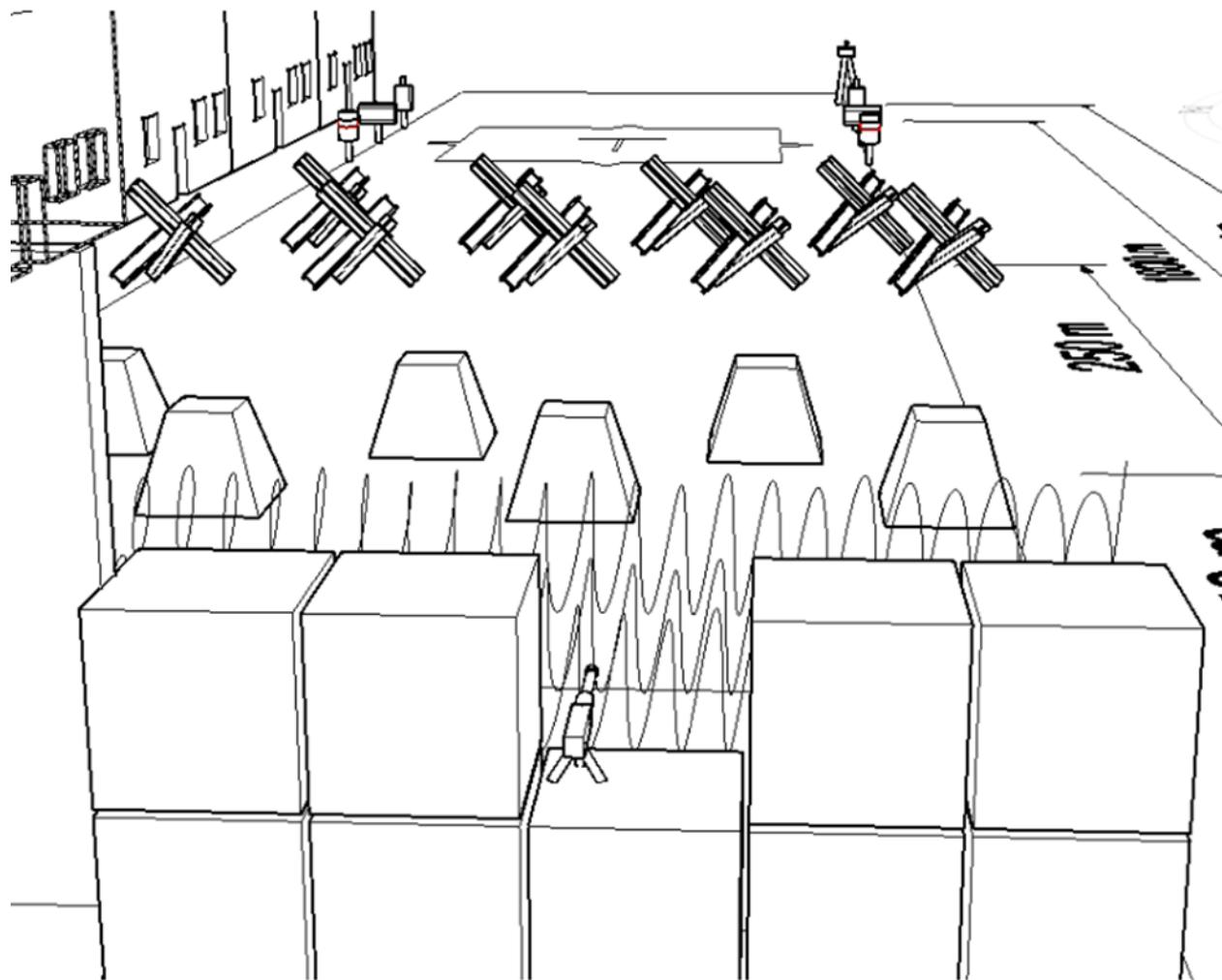


Figura 44. Esquema general de los componentes sobre el terreno vista desde ametralladora, elaboración propia.

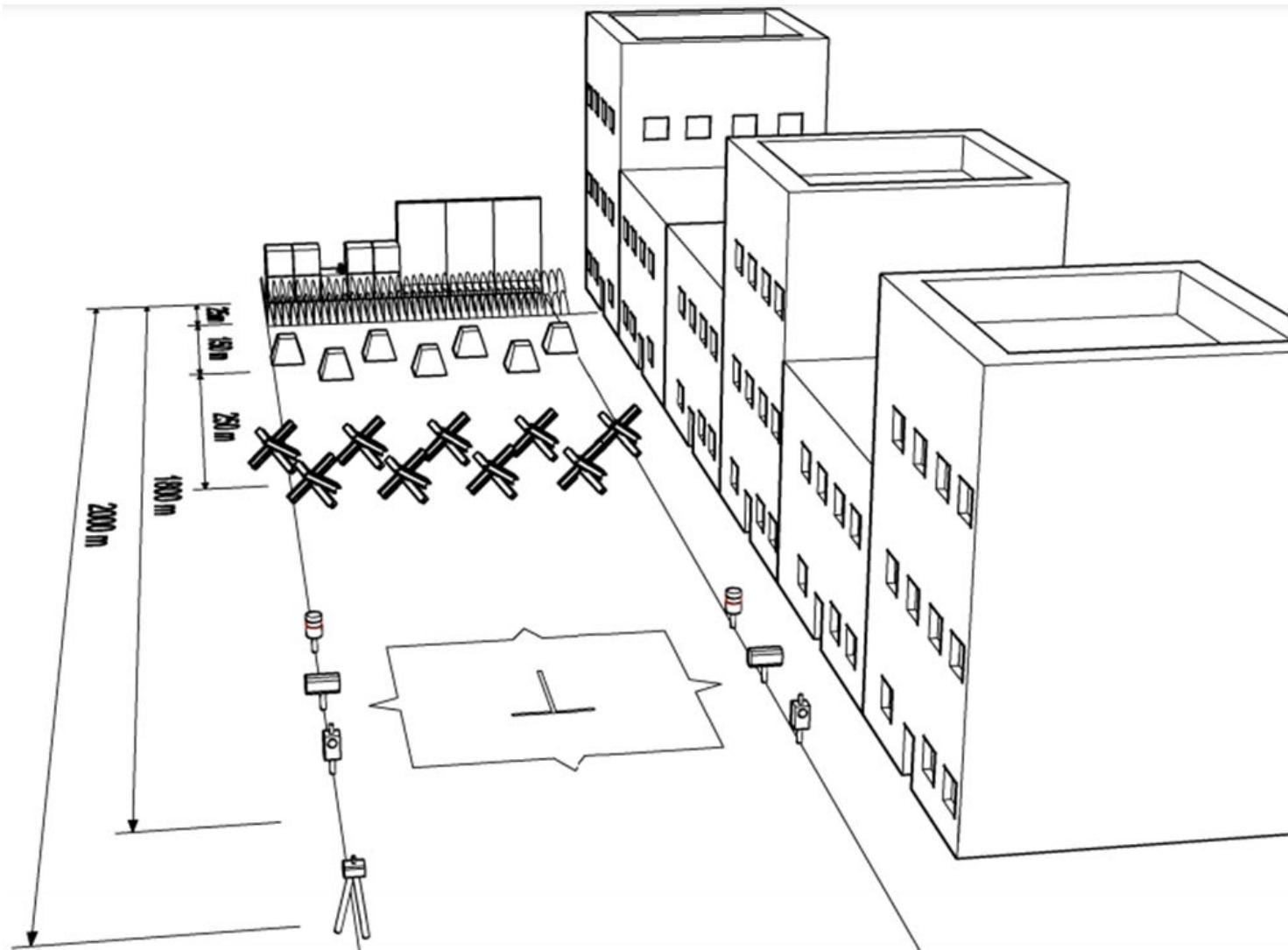


Figura 45. Esquema general de los componentes sobre el terreno vista desde final de la calle, elaboración propia.

